

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბ. მელნიკოვი

დარკვენიები XX საუკუნეში



გამომცემლობა „მეცნიერება“
თბილისი

1981

ევოლუციური მოძღვრება

დარვინის მოძღვრება მოიცავს ევოლუციის სამი ძირითადი ფაქტორის: მემკვიდრეობის, ცვალებადობისა და გადარჩევის ღრმა მეცნიერულ ანალიზს. როგორ დაეუკავშიროთ თანამედროვე გენეტიკის მიღწევები ევოლუციის დარვინისეულ თეორიას? გაუძლო თუ არა დარვინის მოძღვრებამ XX საუკუნეში გენეტიკისა და მოლეკულური ბიოლოგიის უდიდესი აღმოჩენების „დაწოლას“? ვინ იყო მართალი—დარვინი თუ არისტოტელე? არის თუ არა ბუნებაში პროგრესი? როდის წარმოიშვა ბუნებრივი გადარჩევა? ამ და სხვა მრავალ საინტერესო საკითხზე საუბარი ცნობილი საბჭოთა მეცნიერის ბ. მედნიკოვის სამეცნიერო-პოპულარულ წიგნში— „დარვინიზმი XX საუკუნეში“. ავტორი ბუნებისმეტყველების უახლოესი მიღწევების გაშუქების პარალელურად მეცნიერული დასაბუთებით გადმოგვცემს ჩვენს საუკუნეში ევოლუციის თეორიაში მატერიალიზმისა და იდეალიზმის ბრძოლას, დარვინის მოძღვრების შემდგომ განვითარებას, დარვინიზმისა და გენეტიკის დიალექტიკურ ერთიანობას.

წიგნი გათვალისწინებულია მკითხველთა ფართო წრისათვის, ვინც დაინტერესებულია ზოგადი ბიოლოგიის, გენეტიკისა და დარვინიზმის საკითხებით. ის, როგორც დამხმარე ლატერატურული წყარო, სასარგებლო იქნება და გარკვეულ სამსახურს გაუწევს საშუალო სკოლის ბიოლოგიის მასწავლებლებს, პედაგოგიურ, სამედიცინო, სასოფლო-სამეურნეო და ზოოტექნიკურ-სავეტერინარო ინსტიტუტების სტუდენტებს.

აღნიშნული სახის წიგნი ქართულ ენაზე საერთოდ არ გავიანია. წინამდებარე წიგნი ამ სერიოზული ხარვეზის შევსებას ისახავს მიზნად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის ბ. ყ უ რ ა შ ვ ი ლ ი ს რედაქციითა და წინასიტყვაობით

რუსულიდან თარგმნა ბიოლოგიურ მეცნიერებათა კანდიდატმა ჯ. რ ა ტ ი ა ნ მ ა .

საგ-2080
შემოწმებულია

ქართული გამოცემის წინასიტყვაობა

თანამედროვე გენეტიკამ თავისი განვითარების ისტორიაში განვლო ერთმანეთისაგან განსხვავებული სამი ძირითადი ეტაპი. პირველი ეტაპი იყო კლასიკური გენეტიკის ეპოქა (1900—1930 წწ.). ამ დროს შეიქმნა მემკვიდრეობის ქრომოსომული თეორია, შემუშავდა გენის, გენოტიპისა და ფენოტიპის ცნებები, გენთა ურთიერთშემოქმედების ზოგადი კანონზომიერებანი, სელექციაში ინდივიდუალური გადაჩრევის გენეტიკური პრინციპები და სხვა.

მეორე ეტაპია ნეოკლასიციზმის ეპოქა (1930—1953 წწ.). ამ წლებში აღმოაჩინეს ქრომოსომში გენის ცვლილების ხელოვნურად გამოწვევის შესაძლებლობა (ექსპერიმენტული მუტაგენეზი); დადგინდა, რომ გენი ნაწილებად დაყოფის უნარის მქონე რთული სისტემაა; შეიქმნა გენეტიკის ახალი დარგი — ბიოქიმიური გენეტიკა; მიღებულ იქნა ფუნდამენტური მონაცემები იმის შესახებ, რომ დნმ-ის მოლეკულები წარმოადგენენ გენეტიკური ინფორმაციის ძირითად საფუძველს; ჩამოყალიბდა სამედიცინო გენეტიკა; კაცობრიობა შევიდა ატომის ეპოქაში, რამაც განაპირობა რადიაციური გენეტიკის განვითარება.

მესამე ეტაპი არის სინთეტიკური გენეტიკის ეპოქა, რომელიც დაიწყო 1953 წელს, როდესაც გაიშიფრა დნმ-ის სტრუქტურა და მისი გენეტიკური მნიშვნელობა, რითაც საფუძველი ჩაეყარა მოლეკულურ გენეტიკას. ზოგად და კერძო გენეტიკასთან მოლეკულური გენეტიკის შერწყმამ განაპირობა მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის პრობლემასთან დაკავშირებული აქტუალური საკითხების კომპლექსური, სინთეტიკური შესწავლა. გენეტიკა, როგორც ცენტრალური მეცნიერება „სიცოცხლის არსზე“, გახდა არა მარტო მნიშვნელოვანი თეორიული დისციპლინა, არამედ პრაქტიკულიც და სერიოზულ ზეგავლენას ახდენს საზოგადოების საწარმოო ძალების განვითარების თანამედროვე დონეზე.

გენეტიკის განვითარების თითოეული ამ ეტაპთანგანი წარმოადგენდა დარვინიზმის „გამოცდისა“ და გულმოდგინე „გადასინჯვის“

თავისებურ კრიტერიუმს. როგორ დავეუკავშიროთ თანამედროვე გენეტიკის მიღწევები ევოლუციის თეორიას? გაუძლო თუ არა დარჯინის მოძღვრებამ ჩვენს საუკუნეში გენეტიკისა და მოლეკულური ბიოლოგიის უდიდესი აღმოჩენების „დაწოლას“? ვინ იყო მართალი — დარჯინი თუ არისტოტელე? არის თუ არა ბუნებაში პროგრესი? როდის წარმოიშვა ბუნებრივი გადარჩევა — სიცოცხლის წარმოქმნასთან ერთად თუ მანამდე? ამ და სხვა მრავალ საინტერესო საკითხზე გვესაუბრება ცნობილი საბჭოთა მეცნიერი ბ. მედნიკოვი თავის სამეცნიერო-პოპულარულ წიგნში „დარჯინიზმი XX საუკუნეში“. ავტორი ბუნებისმეტყველების უახლესი მიღწევების გაშუქების პარალელურად მეცნიერული დასაბუთებით გადმოგვცემს ჩვენს საუკუნეში ევოლუციის თეორიაში მატერიალიზმისა და იდეალიზმის ბრძოლას, დარჯინის მოძღვრების შემდგომ განვითარებას. წიგნში მიმზიდველი ფორმითაა განხილული ევოლუციაზე არსებული თეორიები. დიდი ინტერესით იკითხება ისეთი საპრობლემო საკითხები, რომლებიც მჭიდროდაა დაკავშირებული თანამედროვე გენეტიკის განვითარებასთან, კერძოდ, სიცოცხლის წარმოშობა, სიცოცხლის ფილოსოფიური პრობლემები, ადამიანის წარმოშობა და მასზედ მომქმედი ბიოლოგიური ფაქტორები, მემკვიდრეობა და ევოლუცია, მუტაცია და ევოლუცია, ბიოსფეროს დაცვა გაქუქყიანებისაგან და სხვა.

წიგნის მთელ შინაარსს წითელ ზოლად დაჰყვება აზრი იმის შესახებ, რომ დარჯინის მოძღვრებამ არა მარტო გაუძლო გენეტიკის სამგზის სერიოზულ „გადასინჯვას“, არამედ, პირიქით, მასთან კავშირის შედეგად უფრო განმტკიცდა და მოღონიერდა. მეცნიერების თანამედროვე მიღწევების ფონზე დარჯინიზმი აღმოჩნდა თავისუფალი და მით უფრო და უფრო თავისუფლდება ლამარკისტული, მექანიციზმისა და მეტაფიზიკური შეხედულებებისაგან. XX საუკუნეში, თავისი აყვავებისა და გაფურჩქვნის ეპოქაში, გენეტიკა „თავს იხრის“ დარჯინიზმის სიდიადისა და ძლევამოსილების წინაშე. ფრთები შეესხა ჩ. დარჯინის სიცოცხლის ბოლო წლების ოცნებას: „ვისურვებდი ვიყო უფრო ახალგაზრდა — ახლა ჩემს წინ ისახება კელევის ახალ-ახალი გზები“. ეს ახალ-ახალი გზები არ ნიშნავდა ევოლუციის დარჯინისეული თეორიის ძირითადი პრინციპების უარყოფას, არამედ დარჯინიზმისა და გენეტიკის სინთეზს, დიალექტიკურ ერთიანობას.

წინასიტყვაობის მავიერ

წინამდებარე წიგნს საკმაოდ ხანგრძლივი ისტორია აქვს. მისი ავტორი დიდხანს ოცნებობდა დაეწერა სამეცნიერო-პოპულარული ნაწარმოები XX საუკუნეში ევოლუციის თეორიის შემდგომ განვითარებასა და ბედ-იღბალზე.

ჩვენს თვალწინ ხდებოდა დიდი რევოლუცია ბიოლოგიაში, შეიქმნა მეცნიერების ახალი დარგი — მოლეკულური ბიოლოგია. მანამდე, ჯერ კიდევ საუკუნის დასაწყისში, განვითარებისა და სწრაფი აღმავლობის გზაზე დადგა ახალი მეცნიერება — გენეტიკა — სწავლება ცვალებადობისა და მემკვიდრეობის შესახებ. ამ უკანასკნელმა განაპირობა და წინა პლანზე წამოსწია მთელი რიგი საკითხები. როგორ დაუკავშირდეს ბუნებისმეტყველების ბოლო წლების მიღწევები დარჯინის თეორიას? ხომ არ არის მოძღვრება ბუნებრივი გადარჩევის შესახებ რაღაც ფლოგისტონის თეორიის მსგავსი, რომელიც დამსახურებულად იქნა უკუგდებული და დავიწყებული?

მაგრამ, ეს ასე არ არის. ბიოლოგიის რამდენიმე დარგში მუშაობისა და გათვითცნობიერების შედეგად მით უფრო ვრწმუნდებოდით და მეტად ვიზიარებდით იმ აზრს, რომ დარჯინის მოძღვრებამ გაუძლო და გაუძლებს კაცობრიობის ისტორიაში დროის ნებისმიერ გამოცდას. საერთოდ, დღევანდელ პერიოდში ასეთი შეხედულებისა თანამედროვე ბიოლოგების უმრავლესობა. მაგრამ, ბიოლოგები კაცობრიობის ძალზე მცირე ნაწილს წარმოადგენენ. მიზანშეწონილად და სასარგებლოდ მიმაჩნია, ბუნებისმეტყველების მეცნიერების ბოლო წლების მიღწევებში გარკვეული იყოს, ნაწილობრივ მაინც, ის ადამიანები, რომლებიც ბიოლოგიით არ არიან დაკავებული. ვფიქრობ, ეს ურიგო არ იქნება. ბოლოს და ბოლოს თვით ადამიანი ხომ ბიოლოგიური ობიექტია.

ვშიშობდი, რომ ჩემი კომპეტენცია ამ დარგში იქნებოდა არასაკმარისი. ეს შიში იმდენად ძლიერი იყო, რომ ის დიდი შრომითა და ჯაფით გადალახა ადამიანმა, რომლის სახელის ხსოვნას მიეძღვნა ეს წიგნი. მანამ, სანამ დავიწყებდი ამ წიგნის წერას, გამოვუშვი,

როგორც იტყვიან „საცდელი ჰაერბურთი“ — პატარა ბროშურა იგივე სახელწოდებით, რომელიც გამოცემლობა „ზნანიე“-მ გამოაქვეყნა 1973 წელს. აღნიშნული ნაშრომი გულდასმით განიხილა აკადემიკოსმა ანდრეი ნიკოლოზის ძე ბელოზერსკიმ. ეს იყო ჩვენი ბოლო ერთობლივი ნაშრომი, თუმცა მან უარი თქვა გამოცემაში მონაწილეობა მიეღო ოფიციალურად.

ამ ბროშურაზე მკითხველთა რეაქცია, განსაკუთრებით მას შემდეგ, რაც ეურნალ „ნაუკა ი ეიზნ“-ში გამოქვეყნდა მისი ნაწყვეტები, მოსალოდნელზე ბევრად ძლიერი იყო. ავტორმა ბევრი, საკმაოდ სხვადასხვა შინაარსის წერილი მიიღო — სრული მოწონებიდან სრულ უარყოფამდე. ზოგიერთი მათგანი დღესაც საგონებელში მაგდებს. მაგალითად, ერთი მკითხველი ბრალს მდებდა, რომ ავტორს არაფერი აქვს ნათქვამი ჰოლოკრაფიაზე. ნე, რა თქმა უნდა, ქედს ვიხრი გაბორის აღმოჩენის წინაშე, ურომლისოდაც წარმოუდგენელია მოცულობითი ტელეხედვა, მაგრამ ჩემთვის გაუგებარია თუ რა კავშირი აქვს მას ევოლუციის თეორიასთან.

კორესპონდენციების ნაწილი გამოირჩეოდა ორიგინალურობითაც, ჩამოყალიბებული იყო ევოლუციის თეორიის ახალი ვარიანტებით. ამ ავტორების შეხედულებით, ზოგს არ ესმის, თუ რა ძნელია შეცდე მეცნიერებაში ამჟამად, თუნდაც ახლებურად. სიტყვამ მოიტანა და სინამდვილეში ახალი შეცდომა დასაფასებელია იმიტომ, რომ ის მაინც მოწმობს ადამიანის აზროვნებისა და გონების მუშაობაზე, ხოლო ძველი შეცდომების განმეორება — ლიტერატურის არცოდნასა და უვიცობაზე. ევოლუციის თეორია, ვარიდებ რა თავს ისეთ ტერმინებს, როგორიცაა „ევოლუციის სინთეტიკური თეორია“ და რომელსაც უმჯობესია ერქვას დარვინიზმი, — არა დამთავრებული, არამედ მშენებლობის პროცესში მყოფი შენობაა. ცოცხალ ორგანიზმებში, „ავადმყოფობის“ მსგავსად, ამ შენობის მშენებლობის პროცესში გარდუვალაია „ხარვეზები“, თუნდაც უმნიშვნელო, რასაც შემდგომ მოყვება კამათი, დისკუსია. ყველაფერმა ამან ზოგჯერ შეიძლება მიიღოს არასწორი შეხედულების ხასიათი. პუშკინის გმირ პიმენივით არ შემიძლია ვიყო სრულიად გულგრილი, როდესაც ვეხები ევოლუციის თეორიის საკითხს და ვემხრობი იმ შეხედულებას, რომელიც მიმაჩნია მართებულად. ამასთანავე, წინასწარ ვგრძნობ მკითხველთა მორიგ შემოდავებას.

წერილების ავტორთა მეორე ჯგუფი უკმაყოფილოა იმით, რომ მე ვცდილობდი გამეშუქებინა ევოლუციის თეორიის ის საკითხები, რომელიც ნაკლებადაა ცნობილი მკითხველთათვის, რომ მე უგულუ-

ბელეჯავი ყველაფერი ის, რაც საკმაოდ ცნობილია. გავითვალისწინე რა წიგნის მოცულობის შეზღუდულობა და მხედველობაში მქონდა რა ენამოსწრებელი გამოთქმა: „შეუძლებელია მისწვდე მიუწვდომელს“, მე ვარჩიე ნაწარმოების შექმნის მხოლოდ ასეთი გზა.

ხშირად მკითხველი თავს არიდებს წინასიტყვაობას. მიუხედავად ამისა, აქვე მიზანშეწონილად მიმაჩნია ზოგიერთი შენიშვნის გაკეთება. საქმე იმაშია, რომ მეცნიერების ნებისმიერი დარგი წარმოუდგენელია შესაბამისი ტერმინების გარეშე, რომელთა ცოდნა მკითხველს უადვილებს ღრმად ჩაწვდეს წაკითხული მასალის შინაარსს. მე ხშირად მედავებთან ე. წ. „გადატვირთული“ ტერმინების გამო. მსგავსი ტერმინების ხმარება კი აუცილებელი და გარდუვალია, ხოლო მათი უარყოფის ცდა მკითხველს ბევრად ძვირი დაუჯდება. შემოკლებული აღნიშვნები, მათი განმარტება დასაწყისში და სხვა ამგვარი რამ ვადმოცემის თვალსაზრისით აუცილებელია. ამიტომ, ნუ გაიკვირვებთ, თუ ტექსტში შეგვხვდებით სიტყვები: ჰეტეროზიგოტი, ალელი და ა. შ.

ზოგი რამ ჩემს შესახებ. საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ შევისწავლე გენეტიკის კურსი მაშინდელი უმაღლესი სკოლის პროგრამით. 1950—1955 წლებში, როდესაც ვსწავლობდი მოსკოვის უნივერსიტეტში, დიდ მონღომებასა და მიდრეკილებას ვიჩენდი ბუნებისმეტყველების კლასიკური დარგებისადმი. გავხდი რა ზოოლოგი, დიდი ინტერესით ვსწავლობდი „სიცოცხლეს“ მისი გამოვლინების ყველა სფეროში. მაგრამ, ჯერ კიდევ ადრინდელი გატაცება გენეტიკასა და ევოლუციის თეორიისადმი, რომელიც ძვალ-რბილში მქონდა გამჭდარი, არასოდეს დამეიწყებია.

ჩვენს ქვეყანაში 1964 წლიდან ბიოლოგია, როგორც მეცნიერება, დაადგა აღორძინებისა და შემდგომი აყვავების გზას. უარყოფილი და განადგურებულ იქნა ძველი, მცდარი შეხედულებანი. მანამდე, ურთიერთსაწინააღმდეგო აზრების აურზაურისა და ქაოსის დროს, მასწავლებლები ბიოლოგიის ფართო პროფილით, პირველ რიგში, იაკობ ავდევის ძე ბირშტეინი და ვიქტორ სერგის ძე ივლევი დამეხმარნენ, დავმდგარიყავი სწორ გზაზე. ხოლო შემდეგ, მოლექულურ ბიოლოგიაში გადასვლის დროს, სამუდამოდ დავრწმუნდი, რომ პრინციპები, რომლებიც საფუძვლად უდევს დარგის მოძღვრებას, სწორია. დღეისათვის ისინი დასაბუთებულია იმდენად, როგორც არასდროს.

გაუმართლებელი იქნებოდა იმის დაეიწყება, თუ რა მწარე ნაყოფი მოუტანა ბიოლოგიას დოგმატური შეხედულებების ძალდატა-

ნებაჲ. სწორედ ამ პერიოდში გამოჩნდა ხალხთა მთელი თაობა, რომლებსაც დარვინიზმზე ჰქონდათ დამახინჯებული, მცდარი და ზოგჯერ გარდამავალი შეხედულება. ჩემი სურვილია მოგიხროთ თანამედროვე ევოლუციური თეორიის მიღწევებზე დღევანდელი თაობის ადამიანებს — არა ბიოლოგებს, რომლებიც ყოველდღიურად იმალებენ თავიანთი თეორიული ცოდნის დონეს, არამედ იმათ, რომლებიც, უბრალოდ, დაინტერესებულია ბიოლოგიით. სწორედ მათთვის დაწერე ეს წიგნი — ევოლუციური თეორიის სხვადასხვა მხარეებზე ფიქრის პროდუქტი, ბიბლიოთეკებში, ლაბორატორიებში, სამეცნიერო-საკვლევო ხომალდების გემბანზე მუშაობის შედეგი და თავმდაბლური ხარკი პატივისცემისა იმ ადამიანების მიმართ, რომლებიც დღეს ჩვენს გვერდით აღარ არიან.

ბ. მ ე დ ნ ი კ ვ ი

დარვინთან ერთად და დარვინის წინააღმდეგ

შეხედულება, ჩამოყალიბებული ჩემს... და მისტერ უოლესის მიერ, ან ანალოგიური აზრი სახეობათა წარმოშობაზე, როდესაც გახდება საყოველთაოდ ცნობილი და აღიარებული, ამას თან ახლდება, როგორც ჩვენ ბუნდოვნად წარმოგვიდგენია, მკვეთრი გადატრიალება ბუნებისმეტყველების ისტორიაში.

ჩ. დარვინი

რა გააკეთა დარვინმა

დედამიწაზე არ მოიპოვება ისეთი ადამიანი, რომელსაც უსწავლია სკოლაში და არ სმენია დარვინის შესახებ. მაგრამ კითხვაზე, რით გაითქვა სამუდამოდ სახელი ცნობილმა ინგლისელმა ნატურალისტმა, სამწუხაროდ, ძალზე ცოტანი გიპასუხებით სწორად.

ზოგიერთები ასაბუთებენ: დარვინმა დაამტკიცა, რომ ადამიანი წარმოიშვა მაიმუნისაგან. მაგრამ თეორია იმის შესახებ, რომ ადამიანსა და მაიმუნს ერთი საერთო წინაპარი ჰყავდათ, მხოლოდ ერთ-ერთია იმ მრავალრიცხოვან შედეგთაგან, რომლებიც გამომდინარეობენ დარვინის მოძღვრებიდან.

სხვები ამბობენ, რომ დარვინმა დაამტკიცა მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროს ევოლუციის არსებობა. ასეთი პასუხი ახლოა კემპარიტებასთან, მაგრამ, ასევე არაზუსტია. კ. ტიმირიაზევის სიტყვით „ევოლუციის შესახებ სწავლებას იმიტომ მიეცა აღფრთოვანებული ხასიათი, რომ მან მიიღო დარვინიზმის ფორმა“, თუმცა, ევოლუციის პრინციპი ათასი წლობით უხნესია დარვინის მოძღვრებაზე.

ჭერ კიდევ ძველი ბერძნული ფილოსოფიის წარმომადგენელ ანაქსიმანდრის გადმოცემით ცხოველთა და ადამიანთა წინაპრები ცხოვრობდნენ წყალში, რომელთა კანის ზედაპირი დაფარული იყო ქერტლითა და ეკალქაცვით. ცოცხალი ბუნების ევოლუცია ანაქსიმანდრის სიტყვებით მხოლოდ ნაწილია იმ მთელისა, რაც აპეირონის ნატერიად, რომლისგანაც შედგება ყოველი არსება, უსასრულოდ გარდაქმნის შედეგია. ჩვენს ერამდე 450 წლით ადრე ემპედოკლა ამტკიცებდა, რომ მხეცების ბეწვი, ფრინველის ყალამი და თევზის

ქერცილი ერთნაირი წარმოშობისაა. რომაელმა ლუკრეცი კარიმ თავის ლექსში თითქოს შეაჯამა ბერძენი ფილოსოფოსების, უპირატესად, დემოკრიტესა და ეპიკურეს მატერიალისტური შეხედულებები:

... ყოველგვარი სახის მოძრაობით და შეთავსებით,
ნაწილაკები ისე შედუღდნენ, რომ უცარიე
შეიქმნა ბევრი რამ საფუძვლიანი მიზეზით:
ზღვა, ხმელეთი, ცის თალი და მრავალი სახე ცხოველებისა...
... მიწამ ბევრი შვა მახინჯი, უხელო და უფეხონი,
ზოგჯერ ბრმა თავით, უპირო, უგულო და უსულონი...
მიწა წყარო უცნაურობის და ამგვარი საშინელების.
... ამოწყვეტის გზას დაადგა მაშინდელი ცხოველები,
გაუძნელდათ მათ სიციცხლე და ემრავლათ შეილები.
ის კი რაც შემოგვრჩა და სასიციცხლო ჰაერს სუნთქავს,
ოდითვანვე თავის მოდგმას სიკვდილისაგან ინარჩუნებს
• ცბიერებით ან სიმარდით, და ან კიდ ე შემართებით.

როგორც ვხედავთ, ლუკრეცმა ერთ-ერთმა პირველმა მოგვცა არა მარტო დედამიწაზე სიციცხლის წარმოშობის აღწერა (ბუნებრივია, ძალზე პრიმიტიული), არამედ ბუნებრივი და სქესობრივი გადარჩევის მოძღვრების ჩანასახიც.

ამრიგად, დარვინმა არ აღმოაჩინა ევოლუცია. ინგლისელი გენიალური ნატურალისტის სიდიადე სხვა რამეშია. ალბათ, ყველაზე უკეთესად ჩამოაყალიბა დარვინის დამსახურება გერმან ჰელმპოლცმა: „...დარვინის თეორია შეიცავს არსებითად ახალ, შემოქმედებით იდეას. ის გვიჩვენებს, რომ მიზანშეწონილობა ორგანიზმის აგებულებაში შეიძლება წარმოქმნილიყო გონების ჩაურევლად, თვით ბუნების კანონების ზემოქმედებით“. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, დარვინმა მოგვცა ორგანული მიზანშეწონილობის მატერიალისტური განმარტება.

მიზანშეწონილობა მიზანთან შესაბამობაა. ამ ცნების არსი იმაში მდგომარეობს, რომ დედამიწაზე არსებული ყველა ცოცხალი არსების სხეულის ორგანო და ნაწილი, მათი სტრუქტურის ყოველგვარი წვრილმანი დეტალი როგორცაა შექმნილია განსაკუთრებული მიზნის შესასრულებლად. ზოგჯერ, ამ სტრუქტურის სრულყოფილება ისეთ შთაბეჭდილებას ქმნის, თითქოს გონებრივი საწყისით იყოს შექმნილი. არაჩვეულებრივი ალლო და სწრაფი ფეხები საშუალებას აძლევს ირემს არ გახდეს ვეფხის მსხვერპლი, დიდი ბრჭყალები და ეშვები ამავე ვეფხს ესაჭიროება რათა დანიჭიროს და გაგუდოს ნადავლი, პატარა ბრჭყალები და საწოვარი შესაძლებლობას აძ-

ლევს პარაზიტს იარსებოს ვეფხის ბეწვექვეშ. როგორი გზით გაჩნდა ბუნებაში ასეთნაირად აწყობილი შეგუებლობა?...

შეგუებლობის თავდაპირველი განმარტება იყო აეოლოგიური, რაც გულისხმობს, რომ სამყაროს არსებობის პირველსავე დღეებიდანვე მცენარეთა და ცხოველთა ყველა არსებული სახეობა შექმნა ღმერთმა. ბუნებრივია, „ყოვლისშემძლე“ ღმერთმა ყოველი ცოცხალი ქმნილება აღჭურვა შესაბამისი ორგანოებით, რომლებიც უზრუნველყოფდა მათ არსებობას ბუნებაში (ვეფხი-ირემის ხარჯზე, პარაზიტი-ვეფხის ხარჯზე და ა. შ.).

არ არის საჭირო საუბრის გაგრძელება უაზრო იდეაზე ღმერთის მიერ სამყაროს შექმნის შესახებ. დაეფიქრდეთ მხოლოდ ამ პრობლემის ეთიკურ ასპექტზე. აზრი ყოვლად კეთილი არსების არსებობაზე, კარგის გამკეთებელზე „თქვენთვისაც“ და „ჩვენთვისაც“, სამყაროს შემქმნელზე, სადაც ერთი სახეობის ორგანიზმთა კეთილდღეობა დაფუძნებულია მეორის ტანჯვასა და სიკვდილზე, ხომ არ არის სისულელე და შეუსაბამი? .

თვით დარკინის დასაბუთებით, ანალოგიური მოსაზრებანი იყო პირველი ხელშემწყობი ბიძგი, რომელმაც მიიყვანა ის რელიგიური შეხედულების განხეთქილებასთან: „...იმის ვარაუდი, რომ ღმერთის კეთილსურვილობა უსასრულოა, უკან სწევს ჩვენს ცნობიერებას, ვინაიდან თითქმის მთელი უსასრულო დროის განმავლობაში მილიონობით უმდაბლესი ცხოველის გაწვალებულ არსებობას რა უპირატესობა შეეძლო წარმოედგინა? გონებრივი პირველადობის წინააღმდეგ მიმართული და სამყაროში ტანჯვა-წამების არსებობაზე დაყარებული ეს სრულიად ძველთაძველი მოსაზრება მიმაჩნია ძლიერ დასაბუთებულად“.

დავუმატებთ, რომ ასეთი მოსაზრებები დამაჯერებელია მხოლოდ ისეთი ჰუმანური ადამიანისათვის, როგორიც იყო დარკინი.

შეგუებულობისა და ორგანული სამყაროს მიზანშეწონილობის მეორე განმარტება იყო ტელეოლოგიური. ის დასაწყისს იღებს დიდი ძველებერძული მოაზროვნე არისტოტელესაგან. არისტოტელეს მიხედვით, ორგანოს ნებისმიერი ფორმა საბოლოო მიზანია და ამასთან ერთად ძალა ამ მიზნის განსახორციელებლად. ყველაფერი ის, რაც ბუნებაში ხდება, ემსახურება საბოლოო მიზანს, და თვით ბუნება — უძრავი მატერიისა და მოქმედი ფორმის ერთობლიობაა. მოძრაობის მიზეზი, ფორმა — არამატერიალურია, მაგრამ, ბუნებაში ყოველი საგანი მიისწრაფის ფორმისაკენ.

ამ სტრიქონის ავტორის აზრით არისტოტელეს მოძღვრება --

ფორმა-მიზნის და მიზეზის შესახებ, ძალზე გაუგებარი და თავსატეხია. მით უფრო მეტად გაუგებარია მისი უდიდესი პოპულარობა ჩვენს დროშიც კი. ნათელია, რომ საბოლოო მიზნისკენ მისწრაფება და წინასწარმეტყველება შეუძლია მხოლოდ გონივრულ დასაწყისს, რაც დედამიწაზე ადამიანის გაჩენამდე არ იყო. მიზეზის მიზანთან გაიგივებას, ბუნებრივია, ჩვენდაუნებურად მივყავართ პირველადი შემქმნელის იდეამდე, ან კიდევ თვით ბუნების „ღვთაებრივი გონების“ გაზიარებამდე (არ ვიცი რა სჯობია).

არისტოტელეს მოძღვრება არის მატერიალისტური და იდეალისტური შეხედულების ნარევი. როდესაც არისტოტელე ლაპარაკობდა მატერიაზე, როგორც არსებულზე ჩვენგან დამოუკიდებელივ და შეცნობაზე ცდებდა და დაკვირვებებში, ის მიდიოდა დემოკრიტეს გზით. პირიქით, მისი შეხედულება ფორმაზე, ამასთანავე მიზეზსა და ყოველგვარი მოძრაობის მიზანზე, აახლოებს მას მისი მასწავლებლის, პლატონის იდეალისტურ ფილოსოფიასთან.

ამრიგად, არისტოტელემ ორგანიზმების აგებულების მიზანშეწონილობა ახსნა მათში მიმდინარე ცვლილებების მიზანშეწონილობით. ორი ათასზე მეტი წლის წინათ აიდგა ფეხი ამ განმარტებამ და ზოგჯერ დღესაც პოულობს მომხრეებს. მხედველობაშია ის მოღვაწენი, რომლებიც ხმამალა გაიძახიან ე. წ. ადექვატური (ე. ი. შესატყვისი) შეგუებულობითი ცვალებადობით შექმნილ ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის შესახებ და ა. შ. ასეთნაირი გამოხმაურება არ არის გასაკვირი. საქმე იმაშია, რომ საკითხი ორგანული მიზანშეწონილობის შესახებ, საბოლოოდ, უფრო ფილოსოფიურია, ვიდრე ბიოლოგიური. ხოლო საწყისი წყაროები, როგორც მატერიალიზმის, ასევე იდეალიზმისა, მოცემულია ანტიკური ფილოსოფოსების შრომებში.

შუა საუკუნეების ეპოქაში საეკლესიო პირებმა, მხედველობაში ჰქონდათ რა არისტოტელეს თხზულებათა უდიდესი პოპულარობა, გადაწყვიტეს გამოეყენებინათ ის რელიგიის სამსახურისათვის, გაერთიანებინათ ტელეოლოგია თეოლოგიასთან. პირველი, რომელიც ეცადა ამის გაკეთებას, იყო სქოლასტიკოსი ალბერტ ბოლშედსკი, ბიოლოგიის აბსოლუტურად უცოდინარი. ასე მაგალითად, ის ვარაუდობდა, რომ ბუზს ოთხი ფეხი აქვს, რომ ხორბალი შეიძლება ვადაგვარდეს ქერად, ხოლო მიწის კარგად განოყიერების შემთხვევაში ტირიფის ლერწებისაგან შეიძლება მივიღოთ ვაზის ლერწამი. ვაპატიოთ მას — ეს ხომ XIII საუკუნეში იყო!

მეცნიერებისა და ღვთისმეტყველების მეზალიანსი განახორ-

ციელა ალბერტ ბოლშედსკის მოწაფემ თომა აქვინელმა, რომელიც სიკვდილიდან 25 წლის შემდეგ (1274 წ.) გამოაცხადეს წმინდანად. ვ. ი. ლენინს, პირველ რიგში, თომა აქვინელი ჰყავდა მხედველობაში როცა წერდა, რომ „ხუცობამ მოჰკლა არისტოტელეში ყოველი ცოცხალი და უკვდავო მკვდარი“¹. თომამ შექმნა მოძღვრება, რომელსაც თომიზმი ეწოდება. მისი ძირითადი დებულება იმაში მდგომარეობს, რომ ბუნებაში ყოველი ნივთი მიზნისკენაა მიმართული და არსებობს რაღაც საბოლოო მიზანი — ღმერთი. თომიზმი — არისტოტელეს ტელეოლოგიაა უმაღლეს წერტილამდე აყვანილი.

ყველა მომდევნო ცდა, განემარტათ ბუნებაში მიმდინარე მოვლენების განვითარების პროცესები, იყო ტელეოლოგიური და საბოლოო ანგარიშით ორგანიზმებში მიზანშეწონილობის წარმოშობას ხსნიდა გარემო პირობების წარმმართველი, პირდაპირი ზემოქმედებით. ტელეოლოგიური, ევოლუციური თეორიის პირველ მონახაზებს ვხვდებით ე. ბიუფონისა და დე მელიეს, კ. კაბანისა და ჩარლზ დარვინის ბაბუა — ერაზმ დარვინის თხზულებებში. ევოლუციის ტელეოლოგიური განმარტების ყველაზე სრული ფორმულირება გააკეთა ე.-ბ. ლამარკმა 1809 წელს თავის ცნობილ წიგნში „ზოოლოგიის ფილოსოფია“. მის მიერ პოსტულირებულ იქნა ევოლუციის ორი ძირითადი პრინციპი — გრადაციის პრინციპი (თანდართული, გარემო ფაქტორების დამოუკიდებელი მისწრაფება ორგანიზმებულობის ამაღლებისადმი) და გარემო პირობებისადმი პირდაპირი შეგუებლობის პრინციპი (სხვადასხვა ორგანოების ვარჯიშისა და შექმნილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის გზით).

ძნელი არ არის იმის შემჩნევა, რომ ლამარკის მოძღვრება ტელეოლოგიურია, რამდენადაც ის ემყარება ორგანიზმების პირველადი მიზანშეწონილობის რეაქციას გარემო პირობების შეცვლაზე. საბოლოოდ, ლამარკის მიხედვით ორგანიზმები შეგუებულია გარემო პირობებისადმი იმიტომ, რომ შეგუებულობით უნარს იჩენენ მისდაბრ. თეორემა, რომელიც ითხოვს დასაბუთებას, ცხადდება აქსიომად.

შეიძლება თუ არა მიზანშეწონილობის მსგავსი განმარტება ჩიოთვალოს დამაკმაყოფილებლად?

არა, მან ნამდვილად ვერავინ ვერ დააკმაყოფილა. ამ წიგნის ავტორი ბევრ სხვადასხვა შეხედულებასა და მოსაზრებას წააწყდა ლიტერატურაში, თუ რატომ იქნა ლამარკის იდეები XIX საუკუნ-

1. В. И. Ленин, Полн. собрн. соч., т. 29, с. 325.

ნის დასაწყისში საზოგადოების მიერ მიღებული ესოდენ ცივად. ამას ხსნიდნენ სხვადასხვა მიზეზებით — დაწყებული ნაპოლეონის ომებიდან, დამთავრებული ბურჟუაზიულ საწარმოო ურთიერთობათა სუსტი განვითარებით. სინამდვილეში ამის ახსნა შეიძლება სრულიად მარტივად. მეცნიერი-მატერიალისტები არ შეეძლო დაეკმაყოფილებინა ევოლუციის ლამარკისეულ განმარტებას, ხოლო იდეალისტებს სავსებით აწყობდათ ბიბლიური გადმოცემა სამყაროს შექმნის შესახებ.

განსაკუთრებული სიზუსტით გაუსვა ხაზი ლამარკის ტელეოლოგიზმს ფ. ენგელსმა: „შინაგანი მიზანი ორგანიზმში იკაფავს გზას შემდეგ... მიდრეკილება შემწობის გზით. Pas trop fort (არც თუ ისე დამაჭერებელია—ბ. მ.) ... მიუხედავად ამისა, ამაშია ლამარკის ღედაარსი“².

უფრო მძაფრად გამოეხმაურა ა. გერცენი ტელეოლოგიზმს: „ბუნების მკვლევარები, მოტრაბახენი თავიანთი მატერიალიზმით, მსჯელობენ ბუნების მიერ რაღაც წინასწარ ჩაფიქრებულ გეგმებზე, მათ მიზნებსა და საშუალების მოხერხებულ შერჩევაზე ... ეს კუბში აყვანილი, მესამე ხარისხის ფატალიზმია...“ და შემდეგ: „ტელეოლოგია, ეს იგივე თეოლოგიაა. რა განსხვავებაა წინასწარგანსაზღვრულ მიზანშეწონილობასა და განკვერტას შორის“ („ღვთის განკვერტა“, „ღმერთის სურვილი“ — ბ. მ.).

ლამარკის „ზოოლოგიის ფილოსოფიის“ გამოსვლიდან 50 წლის შემდეგ გამოქვეყნდა ჩარლზ დარვინის წიგნი „სახეობათა წარმოშობა ბუნებრივი გადარჩევის გზით, ანუ არა მოქიშპე ჯიშების შენარჩუნება არსებობისათვის ბრძოლაში“, რომელმაც აფეთქებული ბომბის შთაბეჭდილება დატოვა. ჩარლზ დარვინი არა მარტო მოგვითხრობს ევოლუციაზე, როგორც მისი ბაბუა ერაზმი, არამედ გვაძლევს აგრეთვე ორგანული მიზანშეწონილობის მატერიალისტურ განმარტებას.

დარვინის მიხედვით, ევოლუციის ძირითად მამოძრავებელ ფაქტორს წარმოადგენს ბუნებრივი გადარჩევა. შემკვიდრობის ძალა, რომლის წყალობითაც ზდება თაობიდან თაობამდე წინაპარი ფორმების რეპროდუქცია, დიდია, მაგრამ არ არის უსაზღვროდ მყარი. ორგანიზმები ცვალებადია. ამასთან დაკავშირებით ევოლუციისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს არა მიმართულ, განუსაზღვრელ ცვალებადობას. ასეთ ცვალებადობას შეგუებულობის უნარი არ გა-

² К. Маркс и Ф. Энгельс, соч., т. 20, с. 524.

აჩნია, ამასთანავე, გარემო პირობების ფაქტორები ყოველ თაობაში აწარმოებს მკაცრ გამოწუნებას, ისე რომ სტოვეებს შეგუებულებს. აქედან გამომდინარე ნათელი ხდება, თუ რატომღა ორგანიზმები აგებული მიზანშეწონილად—ყოველი სხვაგვარი რად განადგურდა არსებობისათვის ბრძოლაში. გადარჩევა კმნის შემგუებლობას, მაგრამ არა უშუალოდ, არამედ შეუგუებელთა განადგურების გზით, მსგავსად იმისა, როგორც მოქანდაკე აკეთებს ქანდაკებას მარმარილოს ლოდისაგან ზედმეტი ნაკრების მოშორებით. აზრი გენიალურად უბრალოა, მაგრამ სწორედ ამიტომ იყო ძნელი მისი ფორმულირება, თუმცა, როგორც ზემოთ ვნახეთ, მისი ნაპერწკალი იგრძნობოდა ჭერ კიდევ ძველ ბერძნულ ფილოსოფიაში — მანამდე, სანამ არისტოტელეს ავტორიტეტმა ათას წელზე მეტი ხნით არ დაამუხრუჭა მუშაობა ამ მიმართულებით.

ტელეოლოგიზმის იდეა სრულიად უცხოა დარვინისათვის. ამის შესახებ მას არაერთხელ გამოუთქვამს თავისი აზრი. მაგალითად, ერთ-ერთ წერილში ის წერს: „...მთავარი პუნქტი მდგომარეობს იმაში, რომ თითქოს არსებობა ე. წ. ბუნებრივი კანონებისა გულისხმობდეს მიზანს. მე ამას ვერ ვამჩნევ“.

სიტყვამ მოიტანა და, როგორი შეხედულებისა იყო დარვინი ლამარკზე? არც თუ ისე ადვილია უპასუხო ამ შეკითხვას. ამ სიძნელის მიზეზია თვით ბუნებრივი გადარჩევის თეორიის შემქმნელის უსაზღვრო დელიკატობა. ამაში ის გვაგონებს ქვანტური ფიზიკის შემქმნელს ნილს ბორს, რომელიც (თავისი თანამედროვეების გადმოცემით) სრულ აბდაუბდასაც ეხმაურებოდა „დიდი ინტერესით“. ასე იყო დარვინიც: „სახეობათა წარმოშობაში...“ ის ლამარკს უწოდებს „სამართლიანად ცნობილ ბუნებისმეტყველს“. ხოლო, ზოგჯერ საკუთარ წერილებში მეტ პირდაპირობას იჩენს და ლამარკის წიგნს უწოდებს „უაზრო, თუმცა ტალანტურ ნაშრომს“. ჩ. დარვინმა თავისი აზრი ლამარკის მიმართ უფრო გამოკვეთილად გამოთქვა ჩ. ლაიელიუსადმი მიძღვნილ წერილში: „თქვენ ჩემი შეხედულება მიგაჩნიათ ლამარკის სახეშეცვლილ მოძღვრებად... საქმის ისეთნაირად წარმოდგენა როგორც თქვენ წარმოგიდგენიათ, ნიშნავს მკვნებლობა მიაყენო თეორიის აღიარებას, ისე როგორც თქვენი შეხედულება ვნებს უოლესის მოძღვრებას და ჩემს დამოკიდებულებას წიგნისადმი, რომელიც გაორმაგებული ყურადღებით წაკითხვის შემდეგ უნდა ვაღიარო „საბრალო წიგნად“, რომლისგანაც მე, ჩემდა უდიდეს გასაოცრად, ვერაფერი ვერ შევძელი გამომეტანა“.

აი ასე. ეს მედიდურობა, ქედმაღლობა არაა, რომელიც საშუა-

ლებას არ იძლევა ჯეროვნად დაათვალიწინებულად. როგორც ამ ციტატიდან ჩანს ჩ. დარვინი ა. უოლესს, რომელიც რამდენიმე მოგვიანებით ანალოგიურ დასკვნამდე მივიდა, თავის თავზე წინ აყენებს. უბრალოდ, მას ესმის, რომ ძუნწად და უქმარი დასაბუთებით ილაპარაკო ევოლუციაზე, ცოცხალი ბუნების განვითარებაზე და მოძრაობაზე — იფიქრო, რომ ევოლუციის მიზეზად ითვლება გარემო პირობების პირდაპირი ზემოქმედება — ეს ნიშნავს გჯეროდეს ყოველისშემძლე ღვთიერის.

საყოველთაოდ ცნობილია დარვინიზმის მაღალი შეფასება დიალექტიკური მატერიალიზმის ფუძემდებლების — კ. მარქსისა და ფ. ენგელსის მიერ. ზედმეტი არ იქნება ერთხელ კიდევ ხაზი გასვას იმას, რომ დარვინის მოძღვრებაში ისინი განსაკუთრებულად აფასებდნენ იმ სასიკვდილო დარტყმას, რომელიც ინგლისელმა ნატურალისტმა მიაყენა ტელეოლოგიას. „დარვინი, რომელსაც მე სწორედ ახლა ვკითხულობ, შესანიშნავია. ტელეოლოგია თავისი ასპექტებით არ იყო დანგრეული, ახლა ეს გაკეთდა“³.

ცნობისმოყვარეობას იწვევს დარვინიზმისა და ლამარკიზმის შემდგომი ბედ-იღბალი. დარვინის მოძღვრებამ „აუჩქარებელი“ XIX საუკუნისათვის წარმოუდგენელ ხანმოკლე პერიოდში დაიპყრო მთელი ბიოლოგია. მაგრამ, ევოლუციაზე იდეალისტური შეხედულების მომხრეებს არ ეძინათ. მათ ფარხმალი არ დაუყრიათ და გაერთიანდნენ ერთი ღროშის ქვეშ. ეს ღროშა იყო ლამარკიზმი.

ბევრს წერენ ლამარკის ტრაგიკული სიკვდილის შესახებ, მის წარუმატებელ ბრძოლაზე მეცნაურ-მოწინააღმდეგებთან და მის სილატაკეში სიკვდილზე. მაგრამ მისი მოძღვრების ბედი ამაზე უფრო ტრაგიკული აღმოჩნდა. ლამარკის მოძღვრებით შეიარაღდნენ მათი რდეური მემკვიდრეები, ვინც ლამარკს სიცოცხლეშივე წამლავდა. თვით ევოლუცია არ აღშფოთებდა იდეალისტებს. მათ გაიხსენეს, კერძოდ, თომა აქვინელი, რომელიც განცხრომაში მყოფი ღვთის გლახა ავგუსტინეს მსგავსად ქადაგებდა, რომ ორგანიზმები ღმერთმა უშუალოდ კი არ შექმნა, არამედ მიწამ მიიღო ღმერთისგან „ძალა“ მათ შესაქმნელად. ეს იგივეა, რაც ღმერთის მართვა-გამგებლობა ევოლუციაზე. დარვინს ვიღაც ღვთისმეტყველი სწერდა: „მე თანდათანობით მივეჩვიე აზრს, რომ ღმერთმა შექმნა რამდენიმე პირველ-საწყისი ფორმა. რომლებსაც თვითგანვითარების გზით უნარი შესწავლათ მიეცათ საწყისი სხვა აუცილებელი ფორმებისათვის. მაქვს

³ Письмо Энгельса Марксу—К. Маркс и Ф. Энгельс. соч., т. 29, с. 424

რწმენა, რომ ღმერთისგან უნდა ველოდოთ ყოველთვის ახალ-ახალი აქტების შექმნას...“ მართლაც, ერთი შეხედვით, უკეთესია ევოლუციის ტელეოლოგიური განმარტება, ვიდრე უღმერთო ბუნებრივი გადარჩევა, რომელიც ბუნებაში არ უტოვებს ადგილს ყოველივე „კარგს“. დარვინის მოწინააღმდეგეები ღირსეულად უნდა შეფასდნენ — მათ კარგად გამოიყენეს ის სიძნელეები რაც დარვინიზმის, როგორც ყოველგვარი განვითარებადი თეორიის, წინაშე წამოიჭრა.

ეს სიძნელეები იმაში მდგომარეობდა, რომ დარვინის მიხედვით ევოლუციის ისეთი ძირითადი ფაქტორები, როგორიცაა მემკვიდრეობა, ცვალებადობა და გადარჩევა სუსტად იყო შესწავლილი XIX საუკუნეში. ანტიდარვინისტების მოსაზრებებს საჭიროა გავეცნოთ სრულყოფილად. საქმე იმაშია, რომ ჯერ ერთი, რაღაც მსგავსი რამ მათი შეხედულებისა დღესაც შეიძლება ზოგიერთებისაგან მოვისმინოთ. მეორე მხრივ, ეს ეხებოდა და ეხება ბუნებისმეტყველების კარდინალურ პრობლემებს, რომლებსაც ფილოსოფიური მნიშვნელობა აქვს.

დარვინის წინააღმდეგ

„სახეობათა წარმოშობის“ გამოქვეყნებიდან 8 წლის შემდეგ შოტლანდიელმა ინჟინერმა ფ. ჯენკინმა წამოაყენა დარვინიზმის საწინააღმდეგო მოსაზრება, რომელიც თვითონ დარვინმა ძალზე სერიოზულ შენიშვნად ჩათვალა და რომლის ზემოქმედებითაც მან სიცოცხლის ბოლო წლებში არსებითად შეცვალა თავისი შეხედულება. ჯენკინი გამოდიოდა იმ ვარაუდით, რომ შემთხვევით წარმოშობილი მემკვიდრეობითი ცვალებადობა, რომელიც გადარჩევით შეიძლება იქნეს შენარჩუნებული, ძალზე იშვიათი მოვლენაა. ერთნაირი ცვალებადობის მქონე ორი ინდივიდის შეხვედრის შესაძლებლობის ალბათობა უკიდურესად უმნიშვნელოა. ამიტომ თუ ერთ-ერთ მშობელთაგანს გააჩნია ნიშან-თვისება n, მაშინ შვილების ნიშან-თვისების ჩაოდენობრივი გამოსახულება იქნება $\frac{n}{2}$, შვილიშვილებისა —

$\frac{n}{4}$ და ა. შ. ამის საფუძველზე კი ახალი ნიშან-თვისება გაქრება და არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გადარჩევის მიერ.

ჯენკინი, რომელმაც იცოდა მათემატიკა, არ ერკვეოდა გენეტიკაში. მიუხედავად ამისა, მისი დასაბუთება იმ დროს აღმოჩნდა საკმაოდ დამაჯერებელი. თუმცა, იმ დროსაც ცნობილი იყო, რომ მთელი რიგი ნიშან-თვისებები თაობიდან თაობას გადაეცემა „გა-

ზავების“ გარეშე. კ. ტიმირიაზევის მოყავდა ძალზე თვალსაჩინო მაგალითი — ცნობილი „ბუბობოლოური ცხვირი შემორჩა ჰერცოგ ნემურსკისაც, მიუხედავად იმისა, რომ მას გააჩნდა ჰენრიხ IV-ის სულ რაღაც 1/128 სისხლის ნაწილი“. არის კიდევ უფრო განსაცვიფრებელი მაგალითები. რიგით მეთოთხმეტე ჰერცოგ შრიუსბერს ჰქონდა ხელის თითების პირველი და მეორე ფალანგების შეზრდილობა. ეს მემკვიდრული ნიშან-თვისება ჰერცოგების ოჯახში თაობიდან თაობას გადაეცა. ჰერცოგი შრიუსბერების ოჯახის ფუძემდებლის — ჯონი ტალბოტის აკლდამის გახსნით დადასტურდა, რომ ეს ნიშან-თვისება 500 წლის განმავლობაში არ შეცვლილა.

ადვილია იყო იმის წინასწარმეტყველი, რაც უკვე მოხდა უკანა რიცხვით. თანამედროვე ცოდნის დონიდან გამომდინარე, შეიძლება მოვიფიქროთ მრავალი ხერხი, რომლის საშუალებითაც დარეინს შეეძლო ბოლომდე გაენადგურებინა ჯენკინი. სიცოცხლის ხანმოკლე ციკლის მქონე ორგანიზმების მთელი რიგი თაობების პირდაპირ გენეტიკურ ექსპერიმენტებს, ჯიშიანი ცხენებისა და ძაღლების გენიალოგიურ ანალიზს — ყოველივე ამას შეეძლო ჯვა ჯვაზე დაედულა და ნაცარტუტად ექცია „სწორხაზოვნად“ მოაზროვნე ინჟინრის გამოთვლები.

მთელი უბედურება იმაში მდგომარეობს, რომ ჯენკინის დღეტანტურმა გამოთვლებმა იმდროინდელი მეცნიერებისაგან უფრო მეტი აღიარება და დაფასება მიიღო, ვინემ ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზმა. მემკვიდრეობა წარმოდგენილი ჰქონდათ განზავების უნარის მქონე თხევად ნივთიერებად, რაღაც სისხლის ანალოგურ რამედ. მემკვიდრეობაზე ასეთი შეხედულების კვალი, სამწუხაროდ, დღემდე შემორჩენილია, ჩვენ ხშირად ვამბობთ სუფთასის-ტლიანი, ხალასისხლიანი, ნახევრად სისხლიანი და ა. შ. ამ მცდარი აზრისაგან არ იყო თავისუფალი თვით დარეინიც კი, რომელმაც, მემკვიდრეობის კორპუსკულარული ჩანასახის არსებობიდან გამომდინარე, პირველმა შემოგვთავაზა მემკვიდრეობის მექანიზმის ჯერ კიდევ ბევრად არასრულყოფილი ჰიპოთეზა.

აღნიშნული ცდომილების ფესვებს ვხვდებით, აგრეთვე ანტიკურ ფილოსოფიაშიც. ორი ათასზე მეტი წლის უკან დემოკრიტე თუ ანტიციებდა, რომ მატერიის გაყოფადობა თვისების ხარისხობრივი შეუცვლელობით არ არის უსასრულო, მისი უმცროსი თანამედროვე, არისტოტელე ფიქრობდა პირიქით. არისტოტელეს მიხედვით, მატერიის დანაწევრების პროცესი, პრინციპში, უსასრულოა. არისტოტელეს შეხედულება გაბატონებული იყო არა მარტო შუა საუკუნე-

ების ეპოქაში. ნიუტონისა და ლეიბნიცის მიერ გაკეთებულმა უსასრულოდ მცირე სიდიდეების ანალიზმა, ასევე დიდი ზემოქმედება მოახდინა იმდროინდელი მეცნიერების მსოფლმხედველობაზე. მოლეკულისა და ატომის არსებობა XIX საუკუნის ბოლომდე ბევრს მიაჩნდა სადაოდ, მითუმეტეს ექვს იწვევდა ჰიპოთეზური დებულება „მემკვიდრეობის ატომების“ შესახებ, თუმცა მათ არსებობაზე ბევრი ორჭოფობდა. ამ „მემკვიდრეობის ატომებს“ დარვინი უწოდებდა „ჰემულებს“, ნეგელი — „შიცელებს“, „სპენსერი — „ფიზიოლოგიურ ერთეულებს“, ვეისმანი — „დეტერმინანტებს“. ჯერ კიდევ მაშინ ნათელი იყო, რომ ჰიპოთეზა უმცირესი გაუყოფადი ერთეულების სახით მემკვიდრულ ნიშან-თვისებათა გადაცემაზე იღუერად საკმაოლ ნაყოფიერია. მაგრამ, როგორც ჩანს, არაა საკმარისი „ზერელე“ ქემ-მარიტება, საჭიროა მისი დანახვაც.

ამოიგად, პირველი სიქნელე, რომელიც გამოიყენეს დარვინიზმის იღუერმა მოწინააღმდეგებმა, იყო მემკვიდრეობის არცოდნა.

ჯიიინის „მახვილი“ რომ აეცდინა, დარვინი იშულებული გახდა დიდი მნიშვნელობა მიეცა განსაზღვრული ცვალებადობისათვის, რომლის დროსაც პოპულაციის — ერთობლივი ყოფა-ცხოვრებისა და გამრავლების ინდივიდების ჯგუფის — წარმომადგენელი ორგანიზმების ყველა ან უმრავლესობა ერთნაირ რეაქციას ახდენს გარემო პირობების შეცვლაზე. ამ შემთხვევაში სხვადასხვა სქესის ერთნაირად შეცვლილი ინდივიდების შეხვედრის შესაძლებლობა იზრდება, ნიშან-თვისება არ უნდა „განზავდეს“ და მისი შენარჩუნება შეიძლება ბუნებრივი გადარჩევით. სამწუხაროდ, ამ კონცეფციაში ტელეოლოგიზმის მიერ ორი ათასი წლის მანძილზე გათელილ გზაზე დაქანების საშიშროება იქმნებოდა. მაგრამ დარვინმა არ გადადგა ეს ნაბიჯი, სხვები კი არც დაყოვნებულან.

საქმე იმაშია რომ ჯგუფური, იგივე განსაზღვრული, ადექვატური ცვალებადობა ხშირად (თუმცა არც თუ ისე ხშირად, როგორც ზოგჯერ ამტკიცებენ) არის შეგუებლობითი. ასე მაგალითად, გვალვის დროს მცენარე ჩამოუშვებს ხოლმე ფოთლებს, რის გამოც მკვეთრად მცირდება წყლის ხარჯვა აორთქლებაზე; ცხოველებს სიცივეში ეზრდებათ ხშირი ბეწვი; ბევრი სხვადასხვა ჯიშის თევზი და წყალხმელეთა ცხოველები იცვლიან ფერს ყოფა-ცხოვრების ადგილის ფონის შესაბამისად. ყველაფერი ეს გარკვეულ შთაბეჭდილებას სტოვებს და ერთი შეხედვით, ადეილდება გაკეთდეს დასკვნა ამ კეთილშეიქნილ ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობაზე. აქ გადარჩევა, როგორც ევოლუციის ფაქტორი, ძალას კარგავს და საჭირო აღარ ხდება. ასეთ მსჯელობას ჩვენ კვლავ ლამარკიზმისაკენ მივყავართ.

სიმაართლისათვის უნდა ითქვას, რომ დარვინის ბოლო წერილებსა და ჩანაწერებში გვხვდება გამოთქმები, რომლებიც, თუ სურვილი იქნება შეიძლება განიმარტოს ლამაჯიზმის „სასარგებლოდ“. ამან ბევრს მისცა საშუალება დაესაბუთებინა, რომ სიცოცხლის ბოლო წლებში ინგლისელმა ნატურალისტმა გადაიფიქრა რა შემკვიდრების შემთხვევითი ცვალებადობის ზუნებრივი გადარჩევის პრინციპი, მოინანია და სცნო ლამაჯის სამართლიანობა. ეს, ამის გაკეთება არ იყო უბრალო საქმე! მაგრამ, მეცნიერება ხომ სამხედრო სამსახური არ არის, სადაც, მეთაურის მიერ თუ ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო ბრძანებაა გაცემული, სრულდება უკანასკნელი. სულ სხვა საქმეა მეცნიერება. იყო შემთხვევები, როცა მეცნიერებს; რელიგიური შეხედულებიდან გამომდინარე, უძნელდებოდათ ღირსეული პასუხი გაეცათ კრიტიკაზე (როგორც დარვინი — ჯენკინს). ძალაუფლების მმართველების წინაშე გამეფებული შიში და მრავალი ობიექტური მიზეზი, გამომდინარე კაცობრიობის აზროვნების წარმოუდგენელი „უცნაურობიდან“, აიძულებდა მათ უარეყოთ მათივე სწორად დამუშავებული თეორიები და ეზიარათ მცდარი.

აი მაგალითი, შეიძლება ყველაზე მეტად დამაჯერებელი. 1894 წელს პოლანდიელმა ანთროპოლოგმა ე. დიუბუჟამ აღწერა პითეკანთროპი, მაიმუნისაგან ადამიანის წარმოშობის გარდამავალი საფეხურის წარმომადგენელი. ეს აღმოჩენა წააწყდა მკვეთრ ოპოზიციას ბევრი ანთროპოლოგის, არქეოლოგისა და პალეონტოლოგის სახით, რომლებიც ფიქრობდნენ, რომ დიუბუჟას მიერ აღმოჩენილი გვამი ეკუთვნის მაიმუნთა ოჯახის წარმომადგენელ გიბონების ნამარხს. ძალზე პარადოქსულია ის, რომ სიბერის ეპოს დიუბუჟა თავის ოპონენტებს დათანხმდა და სცნო თავისი „აღმოჩენილი ქმნილება“ — პითეკანთროპი — გიბონად. მაგრამ, ამით არაფერი შეცვლილა. პითეკანთროპი მაინც დარჩა გარდამავალ ფორმად მაიმუნსა და ადამიანს შორის. უბედურება იმაშია, რომ ერთხელ გამოთქმული სწორი თეორია უკვე არ ეკუთვნის ავტორს — მისი შეცდომები სამუდამოდ მასვე რჩება. წარმოვიდგინოთ ნაღვლიან გუნებაზე მყოფი ნიუტონი, როცა ის წერდა „აპოკალიფსის განმარტებაზე“, რაგინდ უარგვეყო მსოფლიო მიზიდულობის კანონი, სულ ერთია სამყაროს ყველა სხეულები მაინც გააგრძელებდნენ ერთმანეთისადმი მიზიდვას ძალით, რომელიც პირდაპირ პროპორციულია მათი მასისა და უკუპროპორციულია მათ შორის მანძილის კუადრატისა.

მხოლოდ მედავითნეებს შეუძლიათ გამოაცხადონ დარვინი ლამაჯისტად მაშინ, როდესაც მისი თეორია არსებითად უარყოფს ლა-

მარკიზმს. ბუნებრივი გადარჩევის თეორიის სიდიადე სწორედ იმა-
შია, რომ ის ას წელზე მეტი ხნის მანძილზე რჩება ურყევად. ვერ
შეძლო მისი დაზიანება ვერც თვით თავისი შემქმნელის გაუფრთხი-
ლებელმა გამოთქმებმა. მიუხედავად ამისა, XIX საუკუნის მეორე
ნახევარში ფართოდ გავრცელდა შეხედულება ორგანიზმის პირდა-
პირ შეგუებლობაზე. თითქოს ნათელი გახდა შეძენილ ნიშან-თვისე-
ბათა მემკვიდრეობა. დაუშვათ, დავიწყეთ თავგების ან ვირთაგვების
აღზრდა დაბადებიდანვე, ერთი ნაწილისა დაბალ, ხოლო მეორე ნა-
წილისა — მაღალ ტემპერატურაზე. დაბალი ტემპერატურის პირო-
ბებში აღზრდილთათვის დამახასიათებელი იქნება მოკლე კუდი და
პატარა ყურები, ხოლო მაღალ ტემპერატურაზე აღზრდილებს ექ-
ნებათ მოპირდაპირე ნიშნები. ეს სრულიად გასაგებია — ყურს და
კუდს, სხვა ფუნქციებთან ერთად, გააჩნიათ თერმორეგულატორული
ფუნქციაც. ორგანიზმი მათი საშუალებითაც გამოყოფს ზედმეტ სით-
ბოს. ახლა გავიხსენოთ ალენის წესი — სამხრეთის ცხოველებთან შე-
დარებით ჩრდილოეთის ცხოველებს ყურები, კუდი და კიდურები
მოკლე აქვთ. კლასიკური მაგალითი: პოლარული თეთრი მელა —
ყარსალის პატარა ყურები და ალყირული მელაკუდა ფენეკის ვე-
ვებრთელა ყურები. ჩვენებური მელა ამ ნიშან-თვისებაზე საშუალო
მაჩვენებლით ხასიათდება. გაწვრთნილი, ყურებ და კუდმოჭრილი
თავგების ან ვირთაგვებისაგან მიიღება შთამომავლობა ჩვეულებრი-
ვი ყურებით და კუდით. მაგრამ ნუთუ არ შეიძლება დაუშვათ, რომ
აქ საქმე გვაქვს უბრალოდ დროის უკმარისობასთან და ასობით
თაობის მიღების შემდეგ შესაძლებელია ეს ცვლილება დამკვიდრდეს
შთამომავლობაში?

ეს ეჩვენებოდათ თითქოს აშკარა და ნათელ სიცხადედ. სამწუ-
ხაროდ, ეს იყო მოჩვენებითი სიცხადე, იმის მსგავსი, როგორც უძ-
ველეს დროში ხალხს დედამიწა ეჩვენებოდა უძრავად, ხოლო მზე —
მის ირგვლივ მბრუნავად.

ტელეოლოგიის აღორძინების მომხრეები ცდილობდნენ არ შე-
ემჩნიათ ის ფაქტები, რომელთა განმარტება ლამარკიზმს არ შეეძლო.
ასეთი ფაქტები კი ბევრი იყო. მაგალითად, მწყერებს, რომლებიც
კარგავენ ფრენის უნარს, რატომ ურედუცირდებათ ფრთები (მკვლა-
რი ქიტინური აფსკი) და ურჩებათ კუნთები? კაირის კვერცხის ფორ-
მით მიზანშეწონილობა გასაგებია — ის ბზრიალას მაგვარია და არ
ჩამოგორდება ხოლმე კლდის იმ პატარა ამობურცული ადგილიდან.
რომელზედაც კაირი აკეთებს თავის პრიმიტიულ ბუდეს. მაგრამ
თუ კვერცხი დაგორდა ისე, რომ ის არ დაიმსხვრა, მისი ფორმა არ

შეიცვლება. უაზრობა არ იქნებოდა გვეფიქრა, რომ კვერცხის გად-
მოგორების ძირითადი მიზეზი იყო ბუდის მოცულობა. მცენარეთა
სამყაროში ოფრისის სახეობიდან გვხვდება პატარა ჯაღვარი. მისი
ყვავილები იმდენად წააგავს ფუტკარს ან ბზიკს, რომ ამ აკოვან-
ფრთოსნების მამლები ცდილობენ მათთან შეჯვარებას და ფაქტიუ-
რად მათი საშუალებით მიმდინარეობს ამ მცენარეთა დამტვერვა.
ეცადეთ განმარტოთ ეს თვისება პირდაპირი შემგუებლობით... სა-
ერთოდ ლამარკიზმი აბსოლუტურად უძლურია ორგანიზმის ერთ-
მანეთისადმი ადაპტიციის, შეგუებულობის განმარტებაში, სხვანა-
ერად რომ ვთქვათ, ბიოტიკური ურთიერთდამოკიდებულების გან-
მარტებაში.

უცნაურია, მაგრამ რატომ მაინცდამაინც დარვინმა განაპირობა
ლამარკის დავიწყებული კონცეფციის აღორძინება? საქმე იმაშია,
რომ განუსაზღვრელი ცვალებადობა, დარვინის მიხედვით, არამი-
მართულია და მხოლოდ შემთხვევით შეიძლება გახდეს შემგუებლო-
ბითი. რა ხდება, ვლებულობთ, რომ ევოლუცია მიმდინარეობს შემ-
თხვევითობის ხარჯზე? ასეთი დასკვნა შეეძლო გაეკეთებინა ძალიან
ცოტას. აქ კი ჩვენ კვლავ უნდა დავუბრუნდეთ ფილოსოფიური აზ-
როვნების საწყისს, ამჟერად შემთხვევითობისა და აუცილებლობის
პრობლემას.

პირველი ფილოსოფოსი-მატერიალისტები უარყოფდნენ შემ-
თხვევითობას, როგორც ობიექტური კატეგორიის არსებობას. დემო-
კრიტეს მიხედვით, ბუნებაში ყველა მოვლენა გაერთიანებულია მი-
ზეზობრივი კავშირით. შემთხვევითობა არ არის ის მტკიცე აუცი-
ლებლობა, რომლითაც ყველაფერი ხდება და განაგებს მთელ სამ-
ყაროს. ეს ბედისწერაა, რომლის წინაშე უძლურია ხალხი და ღმერ-
თიც.

ფილოსოფოსმა ეპიკურემ შემთხვევითობის აღიარებით შეავსო
დემოკრიტეს მოძღვრება. ეპიკურეს მიხედვით, ატომების შემთხვე-
ვითი გადახრები აქარწყლებს ბრმა აუცილებლობას. დემოკრიტეს
დეტერმინიზმი აღორძინდა XVIII საუკუნეში ფრანგული მატერია-
ლისტების შრომებში. როგორც გონებამახვილურად შენიშნა ფ. ენ-
გელსმა, ფრანგული მატერიალიზმი ცდილობდა ბოლო მოეღო და
წერტილი დაესვა სამუდამო შემთხვევითობისათვის იმით, რომ ის
უარყოფდა მას. ასეთი მექანიკური დეტერმინიზმი „სიტყვით უარ-
ყოფს შემთხვევითობას საერთოდ, ხოლო ყოველ ცალკეულ შემ-
თხვევაში საქმით აღიარებს მას“⁴. ენგელსი განსაკუთრებულად აფა-

⁴ Фридрих Энгельс. Диалектика природы, М., Политиздат, 1969, с. 189.

სებდა დარვინს, ვინაიდან მისი თეალსაზრისი გამომდინარეობდა „... მეტად ფართო, შემთხვევითობაზე დამყარებული, ფაქტიურა საფუძვლებიდან“⁵, ინდივიდების შემთხვევითობრივი განსხვავების უსასრულობიდან. ბუნებაში გაბატონებულია ერთდროულად როგორც შემთხვევითობა, ისე აუცილებლობა. წესრიგი და კანონზომიერება ფორმირდება შემთხვევითობის მთელი მასისაგან.

აუცილებლობის აბსოლუტიზირება და შემთხვევითობის უარყოფა XVIII საუკუნიდან გადავიდა XIX საუკუნეშიც. ეს ცდომილება ცოცხლობს ჩვენს დროშიც და ისე როგორც ძველად, ახლაც ევოლუციაზე მთელი რაგი კონცეფციების ძირითადი საფუძველია (მართალია, ასი წლის უკან ეს უფრო ფართო მასშტაბისა იყო). დარვინის შემდეგ პრაქტიკულად მხოლოდ რამდენიმე მეცნიერმა გამოთქვა აზრი ორგანიზმების პირდაპირი შეგუებლობის საწინააღმდეგოდ. მათ შორის შეიძლება დავასახელოთ ფ. გალტონი (ბიომეტრიის ფუძემდებელი), ა. უოლესი, რომელმაც თავის დროზე დარვინთან ერთად გაიყო ბუნებრივი გადარჩევის აღმოჩენის დიდების სახელი, და პირველ რიგში აგვისტ ვეისმანი — ნეოდარვინიზმის ფუძემდებელი. ვეისმანის შეხედულებას საპიროა სრულყოფილად გავეცნოთ, მან მნიშვნელოვანი ზემოქმედება მოახდინა ევოლუციის თეორიის შემდგომ განვითარებაზე.

არსებობს საკმაოდ გავრცელებული აზრი ამ გერმანელ მეცნიერზე. თითქოს მისი ერთადერთი დამსახურება იმაში მდგომარეობს, რომ ის თეთრ თავგებს ოცდაორი თაობის განმავლობაში აჭრიდა კუდს და ახლად დაბადებულ შთამომავლობას თაობიდან თაობამდე უზომავდა კუდის სიგრძეს. საბოლოოდ, ვერ მიიღო რა ვერავითარი შედეგი, რომლითაც შეიძლებოდა მემკვიდრეობაზე მექანიკური დაზიანების ზეგავლენის დასაბუთება, ვეისმანი მივიდა დასკვნამდე: ლამარკის ჰიპოთეზა შეძენილ ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის შესახებ არასწორია.

დაკმაყოფილდა თუ არა ვეისმანი ამ ექსპერიმენტით ამის გახსენება არც კი ღირს. მსგავს ექსპერიმენტებს ხალხი უფრო მეტი მოცულობით და მეტ თაობამდე ატარებდა. მაგალითად, უხსოვარი დროიდან ბევრ სხვადასხვა ჭიშის ძალს ახალგაზრდობის ასაკში სჭრიან კუდს, ხოლო ზოგჯერ ყურსაც კი, თუმცა ნებისმიერი ახალგაზრდა ფოქსტერიერი ამჟამადაც საპიროებს ამ, არც თუ ისე სასიამოვნო ოპერაციას. არა, ვეისმანმა გააკეთა ბევრად მეტი! ეპოქა-

⁵ იქვე.

ში ზუსტი ფორმულირება გაუკეთა დებულებებს, რომლებიც დღე-საც ინარჩუნებენ ძალას:

1. მან პოსტულირება გაუკეთა ორგანიზმის დაყოფას ეგრეთ წოდებულ სომად და ჩანასახოვან პლაზმად (ანალოგი დღევანდელი ფენოტიპისა და გენოტიპისა, რომელთა შესახებ მოგვიანებით გვექნება საუბარი);

2. უჩვენა, რომ მემკვიდრულია მხოლოდ ის ცვალებადობა, რომელიც უშუალოდ ეხება ჩანასახოვან პლაზმას (პირველ შრომებში ვეისმანი გადაჭარბებით აფასებდა ამ უქანასკნელის მყარობას. ფიქრობდა, რომ ცვალებადობის მიზეზად ითვლება მშობლიური ჩანასახოვანი პლაზმების „არევა“ რაც ხდება შეჭვარების დროს);

3. გამოიცნო სად არის უჯრედში მოთავსებული ეს. ჭერ კიდეც ჰიპოთეზური, ჩანასახოვანი პლაზმა (მან არ იცოდა, რომ ჭერ კიდეც 1869 წელს შვეიცარიელ ქიმიკოსს იოვან ფრიდრიხ მიშერს ხელა ეკავა „მემკვიდრეობის ნივთიერება“. ამის შესახებ შემდეგ).

ყოველივე ამის გაკეთებაში ვეისმანს დაეხმარა გულმოდგინე მეცადინეობა ციტოლოგიაში (ის დიდად გაერთო ევოლუციის ზოგადი პრობლემებით და მიკროსკოპზე დაძაბული მუშაობით გაიფუჭა თვალი).

1848 წელს ვ. გოფმეისტერმა დაადგინა, რომ გაყოფის დროს უჯრედის ბირთვი განიცდის გასაოცარ გარდაქმნებს, იშლება მოგრძო მოყვანილობის ფორმის მქონე სხეულაკებად. ამ სხეულაკებს შემდეგ ქრომოსომები — შეღებილი სხეულაკები — ეწოდა იმიტომ, რომ ისინი კარგად იღებებოდნენ. ქრომოსომების რიცხვი ერთი და იმავე სახეობისათვის აღმოჩნდა მუდმივი — დაწყებული ორიდან (ცხენის ასკარიდა), დამთავრებული რამდენიმე ასეულით. გაყოფის დროს შვილეულ უჯრედებში ისინი ნაწილდებოდნენ ზუსტად თანაბარნახევრული ოდენობით. ჩვეულებრივ, უჯრედებში განშლის წინ, ქრომოსომები რიცხობრივად ორმაგდებოდნენ და შემდეგ იხლიჩებოდნენ შუაზე, სიგრივ ნახევრად. ამ პროცესს უწოდეს მიტოზი (დაყოფა). კვერცხუჯრედისა და სპერმიების წინამორბედ უჯრედებში დაყოფა არ მიმდინარეობდა. სასქესო უჯრედებს აღმოაჩნდათ ქრომოსომების ორჯერ ნაკლები რაოდენობა. მაგრამ, სპერმატოზოიდისა და კვერცხუჯრედის შერწყმის დროს ქრომოსომების პირველადი რიცხვის აღდგენა ხდებოდა. ამ პროცესს უწოდეს მეიოზი (დაყოფა, განშლა). შვილეულ უჯრედებს შორის ბირთვული მასალის ზედმიწევნით ზუსტმა დანაწილებამ ვეისმანს საშუალება მისცა ეცარაუდა, რომ მემკვიდრეობა ბირთვის ფუნქციაა, ხოლო ქრომო-

სომეხები — მექანიზმი, რომელიც უზრუნველყოფს „მემკვიდრეობის ნივთიერების“ აბსოლუტურად ზუსტ განაწილებას. ეს იყო ვეისმანის უდიდესი მონაპოვარი.

ჩვენში ხშირად, ზოგჯერ დამცინავი ეპითეტების დაუზოგავად. წერენ ვეისმანის შეცდომებზე. მართალია, ვეისმანს თავისი „ჩანასახოვანი პლანზა“ ეგონა შეუცვლელი, ემხრობოდა ავტოგენეზისს (ევოლუციის განმარტება შინაგანი მიზეზებით) და ა. შ. მაგრამ. დემოკრიტეც ხომ ფიქრობდა, რომ ატომი მუდმივი და გაუყოფადი ნაწილაკია. ჩვენი დროის ატომები, გამოუღვეელი და გაყოფის უნარის მქონენი, განსხვავდებიან დემოკრიტეს ატომებისაგან როგორც მზე და მთვარე, მაგრამ არ გვიშლის ხელს ვალიაროთ დემოკრიტე ატომისტიკის შემქმნელად. ბოლოსდაბოლოს დედამიწაზე არ ყოფილა ჯერ ადამიანი მიელწიოს აბსოლუტური ქეშმარიტებისათვის. თუმცა XIX საუკუნეში ვეისმანმა შესძლო მიახლოებოდა მას ბევრად უფრო ახლო, ვინემ სხვები.

ამ პერიოდში, როგორც სოკო წვიმის შემდეგ, სიუხვის ბელელში ამოტივტივდა თელეოლოგიური თეორიები — კოპას ფსიხოლომარკიზმი (რომლის მიხედვით მემკვიდრეობა ითვლება მახსოვრობის განსაკუთრებულ სახედ) და მექანოლომარკიზმის ბევრი სახესხვაობა (რომლის ფუძემდებლად ითვლება ცნობილი ინგლისელი ფილოსოფოსი გ. სპენსერი). სწორედ სპენსერს ეკუთვნის უაპელიო დასკვნა: „ან იყო შექმნილი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობა, ან არადა სრულებით არ ყოფილა ევოლუცია (განვითარება)“. მოდას აყოლილი ამ ფილოსოფოსის მოსაზრებანი მაშინაც თავისივე სისუსტეზე მიუთითებდა. ასე მაგალითად. შექმნილ ნიშან-თვისებათა სამემკვიდრეო რიცხვს მიაკუთვნა მან მემკვიდრული სიფილისი, აღადგინა ძველი მოძღვრება ტელეგონიაზე. რომლის უსუსურობა ჯერ კიდევ დარეინმა უჩვენა. ტელეგონიაზე მიზანშეწონილია ვილაპარაკოთ დაწვრილებით. ყველაფერი დაიწყო ლორდი მარტონის ჰაკი ცხენით, რომელიც ერთხელ დაგრილდა ზებრათი და ამის შემდეგ მთელ თავის სიცოცხლეში თავისივე, ხალასკიმიანი ულაციით დაგრილების დროსაც კი იგებდა მხოლოდ ზოლებიან კეციებს. ცნობილია რომ სხვადასხვა ჯიშის კეციებსაც შეიძლება გამოუყეს ზოლიანობა. განსაკუთრებით უკანა ფეხებზე (ეს უძველესი წინაპრული ნიშან-თვისებაა). საოცარია, მაგრამ ტელეგონიის ბოლდითა ჰიპოთეზა, რომლის თანახმად ბავშვს შეიძლება ყავდეს რამდენიმე მამა, დღემდე შემორჩენილია. აი, სპენსერის „დამაჯერებელი“ მაგალითი: „თეთრკანიანი დედისა და თეთრკანიანი მამის ბავშვებს

ხშირად გამოყვება ხოლმე შავი სისხლის თვისება იმ შემთხვევაში, თუ მანამდე ამ თეთრკანიან ქალს კავშირი ჰქონდა ზანგთან“. იმდროინდელი მოსაზრებები და გამოძახილი სპენსერის ამ მტკიცებაზე პირდაპირ გასაოცარი ამბავია: პროფესორმა კონმა მისწერა წერილი სამხრეთში მეგობრებს, მაგრამ პასუხი მათ არ გამოუგზავნიათ; პროფესორ მარშს თვითონ არ შეხედრია მსგავსი შემთხვევები, მაგრამ გაუგია ზოგიერთების მტკიცება, რომ ეს ფაქტი შესაძლებელია; ხოლო მედიცინის ბევრ პროფესორს საერთოდ არ ჰქონია საქმე მსგავს ფაქტებთან, მაგრამ ისინი ამას დასაშვებად მიიჩნევენ.

ჩვენ შევჩერდით სპენსერზე იმიტომ, რომ ჩვენს დროშიც გვხვდება ანტიდარვინისტული შეხედულებები, გამოთქმული ზუსტად ზემოაღნიშნული ფორმით და ასეთივე „სოლიდურად არგუმენტირებული“.

ამრიგად, XIX საუკუნეში ევოლუციის მიმართ ტელეოლოგიური შეხედულებების აღორძინება შეიძლება განიმარტოს მემკვიდრეობის ბუნების უცოდინარობასთან ერთად, ცვალებადობის ბუნების უცოდინარობითაც. XIX საუკუნეში არანაკლები ბედი ეწია ევოლუციის დარვინისტული თეორიის მესამე ფაქტორს—ბრძოლა არსებობისათვის და ბუნებრივ გადარჩევას. თვით ცნება ბრძოლა არსებობისათვის ბევრს ესმოდა არა დარვინისტული გაგებით. ინგლისური სიტყვა the struggle შეიძლება ითარგმნოს სხვადასხვანაირად. ეს მხოლოდ ბრძოლას არ ნიშნავს, არამედ დაძაბულობასაც ან კიდევ დაძალებასაც. სხვათაშორის, რუსულ სიტყვა ნიцъна-საც შეიძლება გააჩნდეს მნიშვნელობის სხვადასხვა ელფერი. ჩვენ ხომ ვლაპარაკობთ პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებისათვის ბრძოლაზე, ან კიდევ, მხატვრული ტანვარჯიშის ჩემპიონატზე დაძაბული სპორტული ბრძოლის შესახებ. მიუხედავად ამისა, ბევრს დარვინისტული ბრძოლა არსებობისათვის მიაჩნია მხოლოდ სისხლიან შეტაკებად, თითქოს ბრძოლა არსებობდეს მხოლოდ კურდღლებსა და მგლებს შორის და არა თვით კურდღლებს შორის, რადგანაც კურდღელი კურდღელს არ ჰამს. სინამდვილეში არსებობისათვის ბრძოლა ხშირ შემთხვევაში შეიძლება შევადაროთ არა პირდაპირ შეტაკებას, არამედ შეჭიბრებას, პაექრობას, სადაც მკაცრი ყიური (ე. ი. გარემო პირობები) მოასპარეზების შეფასებას იძლევა ბალებით. დაბალი ბალი, ამ შემთხვევაში არ ნიშნავს საპრიზო ადგილის სრულიად დადაკარგვას, მომავალში შეიძლება ის მოიპოვო, მაგრამ ხომ მართალია, რომ იგივე ეს ბალი ნაკლებ შესაძლებლობას იძლევა იცოცხლო და დატოვო შთამომავლობა.

საქმე იქამდე მივიდა, რომ ბევრმა დაიწყო ცნებების „ბრძოლისა“ და „ურთიერთდახმარების“ დაპირისპირება, რაც გამომდინარეობდა იქიდან, რომ დარჯინმა თითქოს ძლიერ შეავიწროვა შიგასახეობრივი და სახეობათაშორისი დამოკიდებულება. ცნობილია შემთხვევები, როცა არსებობისათვის ბრძოლაში სწორედ იმარჯვებდა ის სახეობები, რომელთაც უკეთ ჰქონდათ განვითარებული ურთიერთდახმარება (შეჭიბრი ალტრუიზმში). ჩვენ გაგვაჩნია ყოველგვარი საფუძველი ვიფიქროთ, რომ სწორედ ამან განაპირობა პირველყოფილი მაიმუნების ჯოგის გარდაქმნა კაცობრიობის პრიმიტიულ საზოგადოებად. სწორედ თვით ჯოგის დამოუკიდებელი არსებობა მიუთითებს ურთიერთდახმარების არსებობაზე. ზოგჯერ, არსებობისათვის ბრძოლაში უდიდეს როლს თამაშობს სახეობათაშორისი ურთიერთდახმარებაც. მაგალითად, ცნობილია ჩიტი (პატარა ღალა — ეგვიპტური მორბენალი წინტალი), რომელიც ნიანგის ხახაზე მიკრულ წურბელებს კენკავს. ზოგიერთი ფრინველები აფრიკაში (და არა არტო აფრიკაში) მსხვილი ჩლიქოსნების კანის ზედაპირიდან კენკავს პარაზიტებს. რითი შეიძლება განიმარტოს დღის ბელუჩასმაგვარი ჩიტების ერთობრივი თავდასხმა მათ მოსისხლე მტერ-პოტზე? ჩვენ აქ არ გვაქვს საუბარი უფრო მკიდრო თანაცხოვრებაზე, მაგალითად, ისეთ სიმბიოზურ მოვლენებზე, რომლებიც სსსკოლო სახელმძღვანელოებითაც არის ცნობილი.

როდესაც საუბარია შიგასახეობის ურთიერთდამოკიდებულებაზე, სიტყვა struggle უკეთესია ითარგმნოს „შეჭიბრება“-დ. მაგრამ ექვს იწვევს ამის შესაძლებლობა, რამდენადაც ტერმინი სრულიად ჰკარგავს თავის ფუძეს. საჭიროა მხოლოდ გვახსოვდეს ცნება „ბრძოლა“-ს მეტაფორულობა და არ უნდა გვესმოდეს ის სიტყვის სრული მნიშვნელობით.

არსებობისათვის ბრძოლის ცნებასთან მკიდრო კავშირშია ბუნებრივი გადარჩევა. ბუნებაში გადარჩევის არსებობის სინამდვილეს ბევრი იზიარებდა, ხოლო მის ევოლუციურ მნიშვნელობაზე ექვი ეპარებოდათ. მაგალითად, სპენსერს ვერ წარმოედგინა, თუ ორგანიზმის ცხოველმყოფელობაზე რა ზეგავლენა უნდა მოეხდინა კულის სიგრძისა და თვალის სიდიდის არც თუ ისე დიდ ცვლილებებს. მდგომარეობა იმითაც უარესდებოდა, რომ არ არსებობდა ბუნებაში მიმდინარე სელექციური პროცესების მონაცემები.

ყოველივე ამან, XIX საუკუნის მეორე ნახევარში საბოლოოდ, მიგვიყვანა ტელეოლოგიზმის მრავალი ფორმით ალორძინებამდე. მიუხედავად იმისა, რომ დარჯინიზმს ჰყავდა ძალზედ ავტორიტეტუ-

ლი დამცველები — ტ. გეკსლი და ა. უოლესი ინგლისში, ა. ვეისმანი გერმანიაში, კ. ტიმირიაზევი რუსეთში — არ იქნება შეცდომა თუ ვიტყვით, რომ დარვინის ევოლუციური მოძღვრება საჭიროებდა სერიოზულ გაღრმავებას და შემდგომ განვითარებას.

XX საუკუნის პირველივე წლები ხასიათდება ფუნდამენტური აღმოჩენებით. ჯერ კიდევ 1900 წელს მაკს პლანკმა დაამტკიცა ენერჯის დისკრეტული ერთეულების — კვანტების არსებობა. ხუთი წლის შემდეგ ა. ეინშტეინმა და მ. სმოლუხოვსკიმ უცილობელი დასკვნა გააკეთეს ატომების არსებობის შესახებ. იმავე 1900 წელს გ. დე ღრიზი, ა. კორენსი და კ. ჩერმაკი, ერთმანეთისაგან სრულიად დამოუკიდებელივ სამ სხვადასხვა ქვეყანაში და სხვადასხვა ობიექტებზე მუშაობის დროს მივიდნენ დასკვნამდე, რომ მემკვიდრეობა „კვანტურია“, ე. ი. არსებობს მისი მატერიალური დისკრეტული მატარებელი. გარდა ამისა, ცნობილი გახდა, რომ მემკვიდრეობის ამ ერთეულების (რომლებსაც შემდეგ გენები ეწოდა) არსებობა ზუსტად იყო დამტკიცებული 1865 წელს — ჯენკინის შრომების გამოქვეყნებამდე ორი წლით ადრე! მემკვიდრეობის საკითხების შესწავლა შეიღძმილიანი სიჩქარით მიდიოდა და შეუძლებელი იყო ამას ზეგავლენა არ მოეხდინა ევოლუციის თეორიის შემდგომ ბედ-იღბალზე. პირველ რიგში, თავისთავად, ჩამოშორებულ იქნა ჯენკინის საწინააღმდეგო მოსაზრებანი — ეს იყო ახალი მეცნიერების — გენეტიკის — დამსახურება. თუ რა მისცა გენეტიკამ დარვინიზმს, ამის შესახებ ვისაუბრებთ მომდევნო თავში.

2

გენი არსებობს

... მემკვიდრეობის ქრომოსომული თეორია შევიდა მეცნიერების ოქროს ფონდში

ვ. ნ ე მ ჩ ი ნ ო ვ ი

სამი პირობა

გასული საუკუნის სამოციან წლებში იმდროინდელი ავსტრიის იმპერიის ქალაქ ბრიუნის (ახლანდელი ქალაქი ბრნო ჩეხოსლოვაკიაში) ავგუსტინის მონასტერში ცხოვრობდა ბერი გრეგორი (ამჟამად

მსოფლიოში ცნობილი იოგან მენდელი). თავისი უშუალო, ბერ-მონაზვნული საქმიანობა მას არც თუ ისე იზიდავდა, სამაგიეროდ დიდი სიამოვნებით მასწავლებლობდა რეალურ სასწავლებელში, ხოლო თავისუფალ დროს გატაცებით სწავლობდა ბუნებაში მიმდინარე მრავალფეროვან მოვლენებს. თავის სენაკის ფანჯარასთან ახლო მდებარე პატარა ბოსტანში (სულ 7×35 მეტრი ფართობი) ის ამუშავებდა ფუტკარს, თესავდა სხვადასხვა მცენარეებს, აწარმოებდა მეტეოროლოგიურ დაკვირვებას, ჰქონდა მიმოწერა ევროპის გამოჩენილ მეცნიერებთან და დიდ ინტერესს იჩენდა მეცნიერული გონების უკანასკნელი სიახლეებისადმი, მათ შორის დარვინის ძალზედ გახმაურებული წიგნისადმი.

განსაკვიფრებელი არ არის თუ რატომ მოიხსნა მენდელმა ანაფორა. მან ეს გააკეთა იმიტომ, რომ მიეღო განათლება და ჰქონოდა საარსებო წყარო. მენდელმა არ იცოდა, რომ ბერის წოდება მას ასე წლის შემდეგ ძალზედ უხერხულ მდგომარეობაში ჩააყენებდა და ამის საფუძველზე შეიძლება უარეყოთ მისი უმწიკვლო ექსპერიმენტული მონაცემები, რომელიც ჰემშარიტად ესოდენ საუკეთესო იყო. ამჟამად მას ასწავლიან სკოლაში და ცნობილია ყველასათვის. მაგრამ, ყოველ შემთხვევისათვის გავიხსენოთ, რომ ორგანიზმების (ამ შემთხვევაში — ჩვეულებრივი ბარდას) ნიშან-თვისება შეიძლება იყოს ორი სახის — დომინანტური და რეცესიული¹. ეს ვლინდება შეჭვარების დროს. მაგალითად, ყვითელი ფერის მარცვლის მქონე ბარდას მწვანე ფერის მარცვლის მქონე ბარდასთან შეჭვარების დროს მარცვლის ყვითელი ფერი თრგუნავდა მწვანეს. პირველი თაობის ყველა ჰიბრიდს ჰქონდა ყვითელი ფერი.

მაგრამ, მენდელი ამით არ დაკმაყოფილდა და ჰიბრიდული ბარდას მარცვლი ხელმეორედ დათესა. აქ კი ის უცნაურ რამეს წააწყდა: მეორე თაობაში რეცესიული ნიშან-თვისება — ბარდას მარცვლის მწვანე ფერი ხელმეორედ გაჩნდა 25%-ის ოდენობით. ბარდას 152 824 ყვითელ მარცვალზე 50676 მწვანე მოდიოდა (შეფარდება 3,004:0,996). მენდელის გენიალურობა იმაში მდგომარეობს, რომ მან თავისი ექსპერიმენტული ფაქტი განმარტა აბსოლუტურად სწორად. ორგანიზმთა მემკვიდრული ფაქტორები (როგორც ის უწოდებდა, გენები) შთამომავლობაში ნაწილდება შემთხვევითობის კანონი-

¹ პირველი თაობის ჰიბრიდებში დომინანტური ნიშან-თვისება თრგუნავს რეცესიულს. იმიტომ მიიღო მან ასეთი სახელწოდება ლათინური სიტყვისაგან «dominance» — ბატონობა.

დან გამომდინარე. ერთ გენს ორგანიზმი ლეზულობს დედისგან, ხოლო მეორეს მამისგან.

როგორია გენების მოსალოდნელი შეთანაწყობა (ამ შემთხვევაში ბარდას მარცვლის მწვანე და ყვითელი ფერების)?

- | | | |
|----------------------|---|-------------|
| 1. მწვანე — ყვითელი | } | ყვითელი — 3 |
| 2. ყვითელი — მწვანე | | |
| 3. ყვითელი — ყვითელი | | |
| 4. მწვანე — მწვანე | } | მწვანე — 1 |

პირველ და მეორე შემთხვევაში დომინანტური ფაქტორის ზეგავლენით არ გამოვლინდება რეცესიული ნიშან-თვისება და საბოლოოდ შეფარდება არის 3:1. სრულიად ანალოგიურ შედეგს მივიღებთ თუ ჩვენ ერთდროულად ავისვრით ჰაერში ორ ხუთკაპიკიან მონეტას (შევთანხმდეთ, მოიგებს ის მოთამაშე, რომლის თუნდაც ერთი მონეტა დავარდება მიწის ზედაპირზე პირით ზევით). დავუშვათ ავისროლეთ ერთდროულად მონეტები რამოდენიმეჯერ. მაშინ მიწის ზედაპირზე მონეტების დავარდნის მთელი შემთხვევის 25% იქნება ორივე პირით, 50% — ერთი პირით და მეორე ქისათი და მხოლოდ 25% ორივე ქისათი, ამ ანალოგიას აქვს ღრმა აზრი. ის მიუთითებს, რომ შეფარდება 3:1 მიიღება მხოლოდ მაშინ, თუ ვარიანტების — მონეტის ჰაერში ასვრის, ან ჰიბრიდული მარცვლის — საკმარისი რაოდენობაა. მხოლოდ ამ შემთხვევაში გამოდის კანონზომიერება შემთხვევითობის ქაოსიდან.

მას შემდეგ, რაც მენდელის მემკვიდრეობის კანონი 1900 წელს ხელმეორედ იქნა აღმოჩენილი, ისტორიკოსებმა გაიხსენეს, რომ მსგავსი შედეგი მიღებული ჰქონდა ბევრ მკვლევარს, მათ შორის დარვინსაც. მაგალითისათვის აღვწეროთ მისი ერთ-ერთი ექსპერიმენტი.

დარვინმა შეაჯვარა ჩვეულებრივი დევისპირა მისივე ნაირსახეობას, რომელსაც ჰქონდა რადიკალურად სიმეტრიული პელერინული ყვავილები. პირველ თაობაში ყველას აღმოაჩნდა ჩვეულებრივი ყვავილი, მაგრამ მეორე თაობაში 127-დან 88-ს გააჩნდა ჩვეულებრივი ფორმის, ორს — ნორმალური და პელერინულს შორის შუალედური და 37-ს პელერინული ყვავილები. შემთხვევითი გადახრის გათვალისწინებით ნიშან-თვისების შეფარდება ახლო იყო 3:1. ამაში ძნელი არ არის დავრწმუნდეთ, თუ გამოვითვლით მოსალოდნელ შეცდომა m -ს, ფორმულით:

$$m = \pm \frac{q(n-q)}{n},$$

სადაც n არის ყველა ჰიბრიდის ჯამი, ხოლო q —რიცხვი, რომელიც შესაძლებელია მივიღოთ შეფარდება 3:1 შემთხვევაში. რატომ არ დაასწრო დარვინმა მენდელს?

არა მგონია, რომ ამის მიზეზი იყო დარვინის ავადსენებული სიყვარული მათემატიკისადმი. ეს ბევრად უფრო რთული საკითხია, ვინემ ერთი შეხედვით გვეჩვენება. მენდელის წინამორბედები ცდილობდნენ ამოეცნოთ ორგანიზმის ყველა ნიშან-თვისების მემკვიდრეობა ერთდროულად, ცალკეული შემთხვევების გაუთვალისწინებლად, რის შედეგადაც პირველი თაობის ჰიბრიდები მათ ეჩვენებოდათ დედისა და მამის „შერეულ“ ფორმად. ამის მიზეზი კი ის იყო, რომ ამ ჰიბრიდებს გააჩნდათ დომინანტური გენები როგორც დედის მხრიდან, ასევე მამის მხრიდანაც. აქედან იხსნება პირდაპირი გზა ბრმა მემკვიდრეობისაკენ, რომელზედაც საუბარი გვქონდა წინა თავში.

მენდელის მეორე, არანაკლებ მნიშვნელოვანი კანონი ეხება ჰიბრიდებს, რომელთა მშობლები განსხვავდებიან ორი ან მეტი ნიშან-თვისებით. აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთი ნიშან-თვისება თაობას გადაეცემა ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად და მათი კომბინაცია შემთხვევითია (მაგალითად, მენდელის ცდაში, ბარდას მარცვლის ყვითელი და მწვანე ფერი და მათი დანაოჭებული და გლუვი ზედაპირი).

ბევრს არ შეეძლო მოსწონებოდა მენდელის კანონი. სახელმწიფო იმიტომ, რომ ის გამომდინარეობდა სამემკვიდრეო ფაქტორების განაწილების პროცესის შემთხვევითობის აღიარებიდან. ამიტომ, მენდელიზმის აღორძინების შემდეგ, 1900 წელს დე ფრიზის, კორენსის და ჩერმაკის შრომების შედეგად, ბიოლოგიაში იფეთქა ცხოველი კამათის დღეებმა. ცნობისმოყვარე კანონზომიერება: მენდელის კანონების შეურიგებელი მოწინააღმდეგენი, ბოლოს და ბოლოს ხდებოდნენ თვით მენდელის საქმის მომხრეები და გამგრძელებლები.

აი მაგალითი, ნაკლებად ცნობილი, მაგრამ საკმაოდ დამაჯერებელი. ჩვენი დიდი მეზალე ი. მიჩურინი 1915 წელს წერდა: „ჰიბრიდიზაციის ნეოფიტები რალაცნაირად განსაკუთრებული გამაბეზრებულობით ცდილობენ თავს შემოგვახვიონ ავსტრიელი მონახის მიერ შექმნილი ბარდას კანონი“. მაგრამ მიჩურინი იყო ნამდვილი მკვლევარი და გადაწყვიტა შეემოწმებინა მენდელის კანონები ჩვეუ-

ლებრივი და ნეძვეცკოური ვაშლის ჰიბრიდებზე. შექვარებისათვის ნეძვეცკოური ვაშლი ძალზე მოხერხებული პარტნიორია: მას აქვს წითელი ნაყოფი, წითელი ქერქი და გარდა ამისა, მისი ფოთლების ქლოროფილი მასკირებულია წითელი ანტოციანური პიგმენტით. 1917 წელს მიჩურინმა აღწერა პირველი მსგავსი ცდები, სადაც მის მიერ მიღებულ იქნა ზუსტი რიცხობრივი დათიშვა, ხოლო ოცე წლის შემდეგ მანვე აღნიშნა: „მე სრულებითაც არ უარეყოფ მენდელის კანონის ღირსებას“. გარდა ამისა, ტიპური შექვარებისათვის, სადაც შესაძლებელი იქნებოდა მენდელის დემონსტრირება, მიჩურინი რეკომენდაციას იძლეოდა გამოეყენებინათ სწორედ ნეძვეცკოური ვაშლი, აგრეთვე, წითელფოთლიანი მსხალი, ქლიავი და თხილი. აქედან გამომდინარე, წაბილწვა იქნებოდა იმის მტკიცება, რომ მიჩურინი ბოლო დღემდე უარყოფდა მენდელიზმს. სინამდვილეში ყველაფერი იყო პირიქით.

მემკვიდრეობის საკითხის შესწავლის შემდგომი განვითარებისათვის კოლოსალური საქმე გააკეთა ამერიკელმა ტომას გენტ მორგანმა. ის თავდაპირველად იყო მენდელის აშკარა მოწინააღმდეგე, ამიტომ გადაწყვიტა შეემოწმებინა მენდელის კანონები სხვა ობიექტზე — კურდღელზე. მაგრამ, კოლუმბიის უნივერსიტეტის მეურვეებმა, სადაც მუშაობდა მორგანი, კურდღლები ლაბორატორიული ცდებისათვის ჩათვალეს ძვირადღირებულად. მორგანი სულით არ დაეცა და ცდებისათვის გამოიყენა პაწაწინა ბუზი — დროზოფილა. შემდეგ დროზოფილა გახდა გენეტიკის კლასიკური ობიექტი — იშვიათი შემთხვევა, როცა მომმარაგებელთა ხელმოკერილობამ დაუფასებელი სამსახური გაუწია მეცნიერებს! საქმე იმაშია, რომ ერთ წელიწადში დროზოფილასაგან შეიძლება მივიღოთ 25 თაობა და ერთ ლაბორატორიულ მაგიდაზე მოვათავსოთ მისი მრავალათასიანი „გუნდი“, გარდა ამისა, დროზოფილაზე მუშაობა ძალიან მიმზიდველია. როგორც ლაბორატორიული ქარგონით ამბობენ, ეს არის „ყბელი“ ობიექტი — რამდენ ახალ რამეს არ გაიგებ მისგან.

ვისაუბროთ მორგანის ყველა აღმოჩენაზე და მის მიერ შექმნილ სამეცნიერო სკოლაზე, აქ შეუძლებელია. ამისათვის საჭირო იქნებოდა იგივე მოცულობის წიგნი, რაც ეს წიგნია. ამასთანავე, ამის გაკეთებას არც საჭიროება მოითხოვს — ამ ბოლო წლებში საქმოდ ბევრი პოპულარული წიგნი გამოვიდა, რომლებიც ეძღვნა თანამედროვე გენეტიკის წარმატებებს. ჩვენ შევეხებით მორგანის მხოლოდ იმ აღმოჩენებს, რომელთაც პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვთ ევოლუციის თეორიისათვის.

მორგანმა და მისმა არანაკლებ სახელგანთქმულმა მოწაფეებმა — ა. სტერვანტმა, გ. მიულერმა და კ. ბრიჯესმა 1909—1911 წლებში დაამტკიცეს, რომ მენდელის მეორე კანონი აბსოლუტური არ არის. სამემკვიდრეო ჩანასახების განაწილების სრული დამოუკიდებლობა არ არსებობს — ისინი დანაწილებულია შექიღულაჯგუფებად, სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თაობას გადაეცემა ერთობლივი სისტემით. დროზოფილას აქვს ოთხი ასეთი შექიღული ჯგუფი — იმდენი, რამდენი ქრომოსომაც გააჩნია სხეულის უჯრედებში, ე. ი. იმდენი, რამდენ ქრომოსომსაც ლებულობს მამრობითი ან მდედრობითი სასქესო უჯრედი — გამეტა. შემდეგ კი, თვით შექიღულობის კანონი არ აღმოჩნდა მთლად აბსოლუტური. გენები შეიძლება გადანაცვლებულიყო ერთი ქრომოსომიდან მეორეში. იმათ, ვისაც დაავიწყდა ბიოლოგია სასკოლო პროგრამით, ან კიდევ ვინც სწავლობდა 1948 წლიდან 1964 წლამდე შეჯახსენებთ, გამეტების წარმოქმნის დროს უჯრედების გაყოფისას (მეიოზი), ქრომოსომები არ განიცდის დაყოფას. წყველი ჰომოლოგიური ქრომოსომები განლაგდებიან ურთიერთმოპირისპირედ, ხოლო ამის შემდეგ მიმოიფანტებიან უჯრედში. რის შედეგად კვერცხუჯრედს ან სპერმას გააჩნია ქრომოსომების ორჯერ შემცირებული რიცხვი (ეგრეთ წოდებული ქრომოსომების ჰაპლოიდური რიცხვი). მაგალითად, ადამიანისათვის ის შეადგენს 23, ხოლო დროზოფილასათვის 4, მხოლოდ გამეტების შეერთებისას, როდესაც წამოიქმნება მომწიფებული კვერცხუჯრედი — ზიგოტა, ხდება სახეობისათვის დამახასიათებელი ადრინდელი დიპლოიდური რიცხვის აღდგენა. ამით აიხსნება ის, რომ ერთი რომელიმე სახეობისათვის ქრომოსომების დიპლოიდური რიცხვი მუდმივია.

მორგანის ჯგუფმა უჩვენა, რომ მეიოზისის დროს შესაძლებელია მოხდეს წყვილ-წყვილად განლაგებული ჰომოლოგიური ქრომოსომების ნაწილების გადანაცვლება. ამ პროცესს უწოდეს კროსინგოვერი — გადაჭდომა.

კროსინგოვერის შესწავლამ უჩვენა, რომ ქრომოსომებში გენები განლაგებულნი არიან სწორხაზობრივად, გარკვეული თანმიმდევრობით, როგორც ასოები სტრიქონში. ეს საშუალებას იძლევა შედგენილ იქნეს ქრომოსომული რუქები გენთა ლოკუსზე. ლოკუსი ლათინურად ნიშნავს ადგილს, გენეტიკაში — ქრომოსომში იმ ადგილს, სადაც მოთავსებულია გენი. თითოეული ლოკუსი შეიძლება დაკავებული იყოს ალელით — გენის რომელიმე ნიშანდობლივი

ფორმით, მაგალითად, ბარდას მარცვლის ფერის გენის ყვითელი ან მწვანე ალელით.

ქრომოსომში რაც უფრო მოშორებითაა ლოკუსები ერთიმეორისაგან, მით უფრო მეტი შესაძლებლობა იქმნება მათი ერთმანეთისაგან გადაადგილებაზე კროსინგოვერის დროს.

ევოლუციისათვის კროსინგოვერს პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა აქვს. მაგალითისათვის ავიღოთ იგივე მენდელის ბარდა. დავუშვათ, რომ ბარდას მარცვლის ყვითელი ფერის გენი და ამავე ბარდას გრძელი ფესვების განვითარების განმაპირობებელი გენი მდებარეობენ ერთ ქრომოსომში. რომ არ ხდებოდეს კროსინგოვერი, მაშინ შეუძლებელი იქნებოდა ისეთი ბარდას მიღება, რომელსაც ექნებოდა მარცვლის მწვანე ფერი და გრძელი ფესვები. გარდა ამისა, კროსინგოვერის დროს გენთა შორის შეჭიდულობა აბსოლუტური არაა, მის შედეგად ორივე ნიშან-თვისება შეიძლება იყოს ერთ ქრომოსომში.

ახალი ფორმების წარმოქმნისათვის მით უფრო მნიშვნელოვანია უთანაბრო კროსინგოვერის ეფექტი, რომელიც 1925 წელს აღმოაჩინა მორგანის მოწაფემ — სტერვანტმა. სტერვანტმა შეისწავლა გენი, რომელიც დროზოფილაში იწვევდა თვალის ზოლისებრ ფორმას და დაადგინა, რომ შესაძლებელია შემთხვევები ქრომოსომების ნაწილების არა აბსოლუტური სიზუსტით გადანაცვლებაზე. ასეთი უთანაბრო კროსინგოვერის დროს ერთ ქრომოსომში აღმოჩნდება ორი ერთნაირი ლოკუსი, ხოლო მეორეში — არც ერთი. ერთიდაიგივე ლოკუსი, წარმოდგენილი ორი ალელით, გახდება ორი დამოუკიდებელი ერთალელიანი ლოკუსი. ბევრ ორგანიზმში ერთი და იგივე გენი მრავალჯერ მეორდება და ქრომოსომში არის არა ერთი ლოკუსი, არამედ მათი მთელი ჯაჭვი. ასეთ შემთხვევაში უთანაბრო კროსინგოვერის მოვლენა საკმაოდ ხშირია. ერთი ქრომოსომი ლებულობს ლოკუსების უდიდეს ნაწილს, მეორე კი ნაკლებს. მიმდინარეობს გენების თითქოს გადასახლება ერთი ჰომოლოგაური ქრომოსომიდან მეორეში. ამასთან ერთად, უნდა აღინიშნოს, რომ შესაძლებელია ასევე უკუპროცესიც — ლოკუსების რიცხვის გათანაბრება. კროსინგოვერი ამ შემთხვევაში აღადგენს წონასწორობას.

გენეტიკის პირველმა მიღწევებმა საშუალება მოგვცა შეგვეცნო კომბინაციური ცვალებადობის მექანიზმი, რომელსაც უპირველესად მიიღო მნიშვნელობა აქვს ევოლუციის შესწავლის საქმეში. მეიოზის დროს მამისა და დედის ქრომოსომები წყვილ-წყვილადაა წარმოდგენილი და გამეტაში ისინი ნაწილდებიან შემთხვევითობის კა-

ნონიდან გამომდინარე. როგორია ამ ქრომოსომების მოსალოდნელი შეთანაწყობის მაჩვენებელი რიცხვი? როგორც მათემატიკური გაანგარიშება გვიჩვენებს, ის ტოლია 2 აყვანილი ხარისხად იმ რიცხვზე, რა რიცხვითაც წარმოდგენილია ჰომოლოგიური ქრომოსომების წყვილი. მაგალითად კურდღლისათვის ეს ტოლი იქნება $2^{22} = 4\ 385\ 000$, ხოლო დროზოფილასათვის $2^4 = 16$. როგორც ვხედავთ, საჭიროა ერთხელ კიდევ ქებით მოვიხსენიოთ კოლუმბიის უნივერსიტეტის ხელმძღვანელები მეურვეები. მორგანს კურდღელი რომ გამოეყენებინა დროზოფილას ნაცვლად, ის ჩაიძირებოდა გენეტიკური რეკომბინაციის უზარმაზარ ზღვაში და ნიშან-თვისებათა შექილულობის ჯგუფები შეიძლება აღმოჩენილიყო ბევრად მოგვიანებით.

თუ გავითვალისწინებთ კროსინგოვერის დროს ქრომოსომა მონაკვეთების გადაჯგუფება-გადმოჯგუფების შესაძლებელ მოვლენას, მაშინ გასაგები გახდება, რომ კომბინატორული ცვალებადობის მარაგი პრაქტიკულად უსასრულოა. ამიტომაც შეუძლებელი ბუნებაში ორი, სქესობრივად გამრავლების მქონე ორგანიზმების არსებობა, რომელთაც გენების ზუსტად იდენტური რაოდენობა ჰქონდეთ, ე. ი. არ არსებობს ორი ზუსტად ერთნაირი ინდივიდი. აქ გამონაკლისს წარმოადგენს მხოლოდ ერთი კვერცხუჯრედიდან წარმოშობილი ტყუპები, საერთო ფესვიდან ამოყრილი სხვადასხვა ლეარწი, ერთი უჯრედიდან მიღებული და გამრავლებული ბაქტერიები.

წარმოვიდგინოთ რომელიმე ორგანიზმი, რომელსაც ქრომოსომებში გააჩნიათ სულ 1000 ლოკუსი (ეს მაჩვენებელი მეტი აქვს ბაქტერიასაც კი), ამასთან მათი შეთანაწყობის შესაძლებელი რიცხვი იქნება 10^{1000} (როგორც ინგლისელმა გენეტიკოსმა ს. რაიტმა შენიშნა, ეს სიდიდე მთელ სამყაროში არსებული ელექტრონების რიცხვზე ბევრად მეტია). რა თქმა უნდა, გარემო პირობების შეცვლის დროს უდიდესი ნაწილი ამ შეთანაწყობისა იქნებოდა არაცხოველმყოფელური. მაგრამ ისიც, რაც რჩება, მეტია საკმარისზე ევოლუციური პროცესის „ნედლეულად“ გადარჩევისათვის განუსაზღვრელი მასალის მისაწოდებლად პრაქტიკულად უსასრულო დროის განმავლობაში.

გენეტიკის ურთიერთობები

5

მორგანისტების მიერ შედგენილი გენეტიკური რუქები, ერთი შეხედვით, საოცარი შესახედავი იყო. სხვადასხვა ნიშან-თვისებების განვითარების გამომსახველი გენები ქრომოსომში ერთმანეთის

გვერდი-გვერდ, რიგ-რიგობით არიან განლაგებული, როგორც მძივის მარცვლებია ხოლმე ძაფზე აკინძული. შეიძლება აღამიანს შეექმნას ისეთი შთაბეჭდილება (რაც ზოგიერთს დანამდვილებით შეექმნა), თითქოს ორგანიზმი ნიშან-თვისებათა მოზაიკაა, სადაც თითოეული ნიშან-თვისება დამოუკიდებელია სხვა დანარჩენისაგან და განისაზღვრება ერთი გენით.

ასეთი გულუბრყვილო შეხედულება, ჯერ კიდევ 1908 წელს, უკუაგდო შვედი გენეტიკოსის გ. ნილსონ-ელეს შრომებმა. სწავლობდა რა ხორბლის სხვადასხვა ჯიშის ჰიბრიდებს, ნილსონ-ელემ დაადგინა, რომ ბევრი ნიშან-თვისება, მაგალითად მარცვლის შეფერილობა, განისაზღვრება არა ერთი, არამედ რამოდენიმე გენით. მათ პოლიმერული გენები უწოდეს. ასეთი პოლიმერული გენების შეთანაწყობიდან გამომდინარე, ნიშან-თვისებას შეიძლება გააჩნდეს სხვადასხვა ინტენსიურობა. გენთა პოლიმერია ფართოდაა გავრცელებული. ცნება „ნიშან-თვისება“ პირობითია. რაც უფრო რთულია მოცემული, რომელიმე სტრუქტურის განსაკუთრებულობა, რომელსაც ჩვენ ვახსენებთ ამ არამკაფიო ტერმინით, მით უფრო მეტია მისი განმაპირობებელი გენების რაოდენობა.

ყაყაჩოს ფურცლის შეფერილობას, მაგალითად, კონტროლს უწევს არანაკლებ ათი გენი. მით უფრო რთულია გენური კონტროლი ძუძუმწოვრების მატყლის შეფერილობაზეც. აღამიანის კანის პიგმენტაციაც ასევე პოლიმერული ნიშან-თვისებაა. ამიტომ, დაქორწინებულ წყვილებს, ზანგ მამაკაცსა და თეთრკანიან ქალს შეიძლება შეეძინოთ შვილები კანის შეფერილობის სხვადასხვა ვარიაციით: დაწყებული შავიდან დამთავრებული თითქმის თეთრამდე.

გენთა პოლიმერია მეტად მნიშვნელოვანია პრაქტიკული თვალსაზრისითაც იმიტომ, რომ ყველა სამეურნეო-სასარგებლო ნიშან-თვისება ისეთი, როგორცაა ფრინველის კვერცხმდებლობა, ხორბლის მოსავლიანობა, ჰარხლის შაქრიანობა, ცხოველთა ნაყოფიანობა, მალმწიფადობა და ა. შ. განისაზღვრება პოლიმერული გენებით.

გენთა პოლიმერიას არანაკლები მნიშვნელობა აქვს ევოლუციონისათვის. თუ ნიშან-თვისებას კონტროლს უწევს რამოდენიმე გენი, მაშინ ის უფრო სტაბილურია, ვინემ ის ნიშან-თვისება, რომელიც ერთი გენითაა განპირობებული. ამიტომ ორგანიზმი პოლიმერული გენების გარეშე იქნებოდა ძალზე არამდგრადი. გენთა ნებისმიერი რეკომბინაცია მოახდენდა მის მკვეთრ ცვლილებას, რაც მეტწილ შემთხვევაში სასურველი არ არის. საბოლოოდ, ასეთი ორგანიზმების ევოლუციონირება შეუძლებელი იქნებოდა.

მემკვიდრეობის პროცესის შესწავლისათვის ასევე დიდი მნიშვნელობა აქვს ეგრეთ წოდებულ პლეიტროპიის მოვლენას, ე. ი. როდესაც ერთი და იგივე გენი განსაზღვრავს არა ერთ, არამედ რამოდენიმე ნიშან-თვისებას. ასე მაგალითად, ბარდას ლებნის ყვითელი შეფერილობის გენი კონტროლს უწევს აგრეთვე ყვავილისა და ფოთლების ყუნწის შეფერილობას. ამაზე მიუთითებდა მენდელიც. უნდა აღინიშნოს, რომ დარჯინსაც აქვს აღწერილი სსგადასხვა ნიშან-თვისებების ურთიერთკავშირის ფრიად მნიშვნელოვანი შემთხვევები. ამრიგად, როგორც ჩანს არ არსებობს მხოლოდ ერთი ნიშან-თვისების განმსაზღვრელი, ურთიერთკავშირს მოკლებული ვენები.

ამავე დროს არასწორი იქნებოდა გვეფიქრა, რომ პლეიტროპია ისე, როგორც პოლიმერია აბსოლუტურია (თითოეული გენი განსაზღვრავს ყველა ნიშან-თვისებას და თითოეული ნიშან-თვისება გაპირობებულია ყველა გენით). ორგანიზმთა ასეთ სახეებს საეპკუოა შესაძლებლად არსებობა და ჰქონოდათ ევოლუციონირების უნარი. ნიშან-თვისებებს შორის ურთიერთდამოკიდებულების დროს გარკვეული ნაწილის სხვისგან დამოუკიდებლობა აუცილებელია, წინააღმდეგ შემთხვევაში ერთ-ერთი ელემენტის შეცვლის დროს მთელი სისტემა დაიშლებოდა. ამიტომ, თითოეული სახეობისათვის ევოლუციის პროცესში იქმნება გენთა პლეიტროპიასა და პოლიმერიას შორის ოპტიმალური დამოკიდებულება.

გენოტიპი და ფენოტიპი

დარჯინიზმისა და მენდელისტური გენეტიკის სინთეზირების ეპოქის წინამორბედი იყო დანიელი მკვლევარი ვ. იოგანსენი. უდიდესია მისი დამსახურება გენეტიკის წინაშე (მან პირველმა წარმო-სთქვა სიტყვა „გენი“). როგორც მენდელი, ასევე იოგანსენიც არ იყო პროფესიონალი მეცნიერი. თავისი სამეცნიერო „კარიერის“ დასაწყისში ის იყო მებაფთაიქეს მოწაფე დანიის ქალაქ ელსინორეში — ჰამლეტის ქალაქში.

იოგანსენი სწავლობდა ჩვეულებრივ ლობიოს. როგორც წესი, ლობიო თვითდამტკერი მცენარეა, ამიტომ მისი ერთი ინდივიდიდან შეიძლება დიდი რაოდენობით მივიღოთ გენეტიკურად ერთგვაროვანი შთამომავლობა, ეგრეთ წოდებული „სუფთა“ ხაზები. იოგანსენმა ლობიოს თორმეტი ასეთი სუფთა ხაზი მიიღო, რომლებიც განსხვავდებოდნენ ერთმანეთისაგან მარცვლის წონით.

თითოეულ ხაზში მარცვლის წონა უმნიშვნელოდ მერყეობდა საშუალო მაჩვენებლის ირგვლივ. ამასთანავე, სხვადასხვა ვარიანტების სინშირე ზუსტად ინიშნებოდა ზარბუთვისმაგვარი მრუდის მეტოდით — ეგრეთ წოდებული გაუსის მრუდით. იოგანსენმა თითოეულ ხაზში აწარმოვა გადარჩევა ლობიოს მარცვლის წონის როგორც გადიდებაზე, ასევე შემცირებაზე. მას აინტერესებდა შეიცვლებოდა თუ არა ამ ნიშან-თვისების საშუალო მაჩვენებელი გადარჩევის შედეგად? ერთი შეხედვით ამ კითხვაზე მაშინვე შეიძლებოდა დადებითი პასუხის გაცემა. საქმე იმაშია, რომ მეცხოველეები და მიწათმოქმედები უხსოვარი დროიდან სანაშენოდ იტოვებდნენ შეღარებით უკეთეს ინდივიდებს და ყოველთვის აღწევდნენ სასურველ შედეგს. მაგრამ, ყველაფერი ის, რაც თითქოს თვალნათლივია. მეცნიერებაში ხშირად ჭეშმარიტად სარწმუნო არ არის. გადარჩევა სუფთა ხაზების ფარგლებში აღმოჩნდა უძლეური, ლობიოს თესლის წონა შთამომავლობას მემკვიდრეობით არ გადაეცა. თუ გადარჩევას ვაწარმოებთ პოპულაციაში, სადაც თავისუფალი შეჯვარებაა, მაშინ წარმოებს „ნიშან-თვისების საშუალო მაჩვენებლის, რომლის ირგვლივაც ვარიაციას განიცდიან შესაბამისი ინდივიდები, გარკვეული ძეგრა გადარჩევის მიმართულებით“ (იოგანსენი). ამ დასკვნას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა ჰქონდა და სავსებით შეესაბამებოდა დარვინისეულ შეხედულებას მასზედ. რომ გადარჩევას საქმე აქვს პოპულაციაში უკვე წარმოშობილ „სხვადასხვახარისხობრივ“ ინდივიდებთან. ლობიოს სუფთა ხაზის ყველა მცენარე იყო ერთგვაროვანი, ასე რომ გადასარჩევი არაფერი იყო.

მაგრამ იბადება კითხვა; იოგანსენის ლობიოს ეს სუფთა ხაზები მარცვლის ზომითა და წონით ხომ იყო სხვადასხვაგვარი? გამოდის რომ გენეტიკური ერთგვაროვნება, „სისხლის სიწმინდე“ და გარეგანი სხვადასხვაგვარობა მშვიდობიანად თანაცხოვრობენ ერთ სუფთა ხაზში? აქ ჩვენ გადავდივართ თანამედროვე ბიოლოგიის მეტად მნიშვნელოვან საკითხზე, ორგანიზმის დაყოფაზე გენოტიპად და ფენოტიპად.

გენოტიპი არის ორგანიზმის გენების ერთობლიობა, რომელშიც მოცემულია ორგანიზმის განვითარების გენეტიკური პროგრამა. ფენოტიპი არის მთელი ნიშან-თვისებების კომპლექსი, გენეტიკური პროგრამის რეალიზაციის შედეგი, კომპრომისი გენოტიპის მოთხოვნილებასა და გარემოს შორის. სუფთა ხაზის შიგნით არსებული ცვალებადობა ფენოტიპურია, ის მემკვიდრული არაა.

ლობის მარცვლის წონის შიგახაზობრივი ცვალებადობა ისეთივე შემკვიდრებითია, როგორც ამოკრილი ბრმანაწლავი, შრომის შედეგად ხელის გულზე გაჩენილი კორიბი ან კიდევ გიტარაზე თამაშის ცოდნა. ეს ხუმრობა არ გეგონოთ. ჩვენ ვიცით, რომ მუსიკისადმი ნიჭი შემკვიდრებს (ამის მაგალითია თუნდაც ბახის ოჯახი, რომელმაც მთელი რიგი თაობის განმავლობაში მსოფლიოს მისცა ცნობილი, ტალანტური შემსრულებლები და კომპოზიტორები). თვით იოჰან-სებესტიანსაც ხომ თავიდან მოუხდა ესწავლა დაკვრა.

ორგანიზმის გენოტიპად და ფენოტიპად დაყოფის უარყოფას გარდუვალად მივყავართ ლამარკიზმისაკენ, იმდენად, რამდენადაც ის უგულველყოფს იმ საზღვარს, რომელიც არსებობს გენოტიპს — შემკვიდრულ ცვალებადობასა და ფენოტიპს — არამემკვიდრულ ცვალებადობას შორის.

გავუსვათ ხაზი იმ გარემოებას, რომ გენოტიპი მდიდარია ფენოტიპზე. ორგანიზმის სამემკვიდრეო საწყისი გარემოს მოცემულ პირობებში ყოველთვის სრულად არ ვლინდება (თუნდაც იმიტომ, რომ რეცესიული ალელები დათრგუნვილნი არიან დომინანტებით). ამ გარემოებას ჩვენ არაერთხელ დავუბრუნდებით. ჭერჭერობით აღვნიშნოთ მხოლოდ ის, რომ ორგანიზმის გენოტიპში რომელიმე გენის არსებობა სრულებითაც არ ნიშნავს მის აუცილებლად გამოვლინებას ფენოტიპში.

საბჭოთა გენეტიკოსმა ნ. ტიმოფეევ-რესოვსკიმ შემოგვთავაზა გენის ფენოტიპური გამოვლინება შეფასდეს ორი პარამეტრით. მათ უწოდებენ პ ე ნ ე ტ რ ა ნ ს ი უ ლ ს. და ე ქ ს პ რ ე ს ი უ ლ ს. პენეტრანსიული—ეს არის იმ ინდივიდების პროცენტი, რომლებიც მოცემული გენის მატარებელია და რომელთაც ის გამოავლენდა ფენოტიპში. ხოლო, ექსპრესიული—ეს არის ნიშან-თვისების გამოსახულების ხარისხი. მაგალითად, დროზოფილაში აღწერილია გენი vestigial, რომელიც იწვევს სიდიდისა და ფორმის ცვლილებას. მისი მოქმედება დამოკიდებულია ტემპერატურაზე. ერთნაირი გენების მქონე ბუზებს 24° და 30° ტემპერატურის პირობებში გააჩნიათ სრულებით სხვადასხვანაირი ფრთები. ექსპრესიულობაც და პენეტრანსიულობაც შენარჩუნებული ხდება ბუნებრივი გადარჩევით და გამონატავენ გარემოზე მსგავსი გენოტიპების რეაქციას.

არსებობს ჩინური ფურისულას ერთ-ერთი ნაირსახეობა. ეს მცენარე ორანჯერის პირობებში 30° ტემპერატურაზე იძლევა თეთრი ფერის ყვავილებს, ხოლო 20°-ის შემთხვევაში — წითელი ფერის ყვავილებს. ცნობილია კურდღლის ჰიმალაის ჯიში. ამ ცხოვე-

ლებს 30° ტემპერატურის დროს სრულებით თეთრი ბეწვი აქვთ. თუ მათ გამოვზრდით 25°-ზე, მაშინ სიცივისადმი სხეულის შედარებით უფრო მგრძობიარე ადგილებზე — ყურებზე, თათებზე, ცხვირის წვერზე გაეზრდებათ შავი ბეწვი. ასეთივე შავი ბეწვები გაეზრდებათ მათ სხეულის ნებისმიერ ადგილას თუ გაპარსულ ადგილზე დავადებთ ყინულის ნატეხს.

ახალზელანდიურ ცხვარში ცნობილია რეცესიული გენი, რომელიც ჰომოზიგოტებში (ინდივიდებში, რომლებმაც ეს გენი მემკვიდრეობით მიიღეს როგორც დედისაგან, ისე მამისაგან) იწვევს ღვიძლის დაავადებას. ამ მემკვიდრული დაავადების დროს ღვიძლს არ შეუძლია გადაამუშაოს ქლოროფილის დაშლის პროდუქტები, რის შედეგადაც ისინი გროვდება კანში და ამით ძლიერდება ორგანიზმის მგრძობიარობა მზის სხივებისადმი. შედეგი სავალალოა — ბატკანი ჭერ ბრმავდება, ხოლო შემდეგ კანის ეგზემით და ანთებით ავადდება და იღუპება. მიუხედავად ამისა, სურვილისამებრ ასეთ ბატკანს შეიძლება ვუშველოთ, საჭიროა ის არ ვამყოფოთ მზის ქვეშ და არ ვკვებოთ მწვანე ბალახით. ამ შემთხვევაში გენის მოქმედება არ ელინდება და ორგანიზმში მისი არსებობა შეუმჩნეველი ხდება. გარემო როგორც „ჩართავს“ გენს, სხვა გენის დაჩრდილვის ხარჯზე. ამ და ამისმაგვარ ყველა სხვა მოვლენას უწოდებენ მემკვიდრეობის რეაქციის ნორმას (ე. ი. გენის რეაქცია გარემოზე). ეს ცნება მეტად მნიშვნელოვანია პრაქტიკული თვალსაზრისითაც. რა გინდ კარგი გენების მქონე არ უნდა იყოს, მაგალითად, გოჭი, ცუდი კვების შემთხვევაში მისგან კარგ ღორს ვერ მივიღებთ. ყველაზე სახელგანთქმული ხორბლის ჯიში ვერ მოგვცემს მაღალ მოსავალს მწირ, უნაყოფო ნიადაგზე, მისი განოყიერების გერეშე. მაგრამ კეთილსასურველი პირობების შემთხვევაში გენოტიპის საუკეთესო საწყისი მთელი სიგრძე-სიგანით გაღვივდება და გაიშლება ფენოტიპში. ხოლო მცენარეთა და ცხოველთა დაბალპროდუქტიულ ჯიშებს როგორი კარგი, „სამოთხის“ პირობებიც არ უნდა შეუქმნათ, მათგან კარგს ვერაფერს მივიღებთ.

ეს, თითქოსდა ბანალური ჰემმარიტებაა. სამწუხაროდ, ჭერ კიდეც, ბევრს ჰგონია, რომ ძირითადი არის არა მემკვიდრეობა, არამედ მოვლა-პატრონობის კარგი პირობები. გენოტიპისა და ფენოტიპის ერთმანეთში არევა იმდენად გულუბრყვილოა, რამდენადაც რწმენა იმისა, რომ თუ ოთახის პატარა ქოფაკს უხვად ვკვებავთ ხორციით, ის გახდება ღოგის ზომის. ორგანიზმის განვითარების დროს გარემო მოქმედებს მხოლოდ როგორც გამამკლავებელი —

მეთოლისა და ჰიდროხინონის ნებისმიერი კონცენტრაციის დროს გაუშუქებელი ნეგატივი დარჩება გამჭვირვალედ.

იოვანსენის აღმოჩენების შემდეგ გენეტიკოსებმა კარგად აითვისეს ის სხვაობა, რომელიც არსებობს გენსა და ნიშან-თვისებას შორის. ზედმეტი არ იქნება იმის აღნიშვნა, რომ ჯერ კიდევ მენდელი არ სვამდა ტოლობის ნიშანს ნიშან-თვისებასა და მის განმსაზღვრელ ფაქტორს შორის. ამ ჭეშმარიტების მივიწყება, რომელსაც ზოვიერთი მკვლევარი პერიოდულად ავლენს, უდავოდ მიგვიყვანდა ლამარკიზმის აღორძინებამდე, მის ყველაზე ცუდ, ვულგარულ ვარიანტამდე.

ამიტომ საჭიროა განვასხვაოთ ერთმანეთისაგან გენეტიკა — მეცნიერება მემკვიდრეობის შესახებ და ფენოგენეტიკა — მეცნიერება იმ ხერხებსა და გზებზე, რომლითაც მემკვიდრეობის რეალიზაცია ხდება ორგანიზმის ნიშან-თვისებებში. ფენოგენეტიკის ერთ-ერთი საჭირობოროტო საკითხს ჩვენ განვიხილავთ მომდევნო ქვეთავში.

როგორ გახდა დომინანტურა ბატონი

ამ პრობლემას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს ევოლუციური თეორიისათვის, მაგრამ ის ბოლომდე ჯერ კიდევ არ არის შესწავლილი. რატომაც, რომ რაღაც განსაკუთრებულობის ძალიდან გამომდინარე, გენების ერთი ნაწილი დომინანტურია, ხოლო მეორე კი რეცესიული?

ჯერჯერობით ცხადია ერთი რამ: დომინანტობა აბსოლუტური არ არის, არამედ ალელის პირობითი თვისებაა. გავიხსენოთ, რომ თვით ცნება — „დომინანტური“ („dominance“ — ბატონობა) მეტყველებს იმაზე, რომ გენი დომინანტური შეიძლება იყოს მხოლოდ მეორე გენის მიმართ. რაც შემთხვევაში, მესამე გენისათვის შეიძლება თვით ის გახდეს რეცესიული. დომინანტობის ხარისხი შეიძლება იყოს სხვადასხვანაირი. ზოგჯერ დომინანტობა არის არასრული — ნიშან-თვისების გამოვლინებაში მონაწილეობას იღებს ორივე გენი, ასეთ გენებს უწოდებენ კოდომინანტურს. მაგალითად, კარგად ცნობილ ბალის მცენარეს, ღამის დედოფალას გააჩნია ორი ფორმა — წითელყვავილებიანი და თეთრყვავილებიანი. მათი ჰიბრიდების ყვავილები ვარდისფერია, მაგრამ მეორე თაობაში ხდება დათიშვა თეთრ და წითელ ფორმებად. ერთი და იგივე ნიშან-თვისებას შეუძლია იმემკვიდრეოს როგორც დომინანტად, ასევე რეცესიულად. ასე

მაგალითად, თვალის შიგა კუთხის დანაოქება („ეპიკანტუსი“) მონგოლური წარმოშობის რასაში დომინანტური ნიშან-თვისებაა, სამხრეთაფრიკელი ბუშმანებისა და პოტენტებისათვის კი რეცესიული. ეს ფაქტი შეიძლება იყოს იმის დამადასტურებელი, რომ ეპიკანტუსი, როგორც ნიშან-თვისება ორთავე შემთხვევაში წარმოიქმნა დამოუკიდებლად. შესაძლებელია ამის სხვა განმარტებაც— როგორც პირველ, ისე მეორე შემთხვევაშიც დომინანტობის ევოლუცია წარმოიშვა და მიმდინარეობდა სხვადასხვანაირად.

რა არის დომინანტობის ევოლუცია?

დავუბრუნდეთ 80 წელზე მეტი ხნის უკან მომხდარ ამბავს, როდესაც ი. მიჩურინმა ვლადიმირული ალუბალი, რომელიც ვარდისფერ ნაყოფს იძლევა, შეაჯვარა ვინკლერ თეთრი ჭიშის ბალთან. ჰიბრიდული მცენარის ნაყოფი იყო თეთრი „ოღნავ შესამჩნევი ვარდისფერი ელფერით“. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თეთრნაყოფიანობამ იდომინანტა. ძნელია იმის თქმა როგორ წავიდოდა საქმე ჰიბრიდი თავის ფესვებზე რომ მდგარიყო და თაობა მოეცა. აკი ჩვენც ბავშვობაში ხშირად ვართ ქერათმიანები, ხოლო შემდეგ, არც თუ ისე იშვიათად, მნიშვნელოვნად გვიმუქდება თმა. ჰიბრიდის დედისეული ხე, რომელსაც უწოდეს „ჩრდილოეთის სილამაზე“, მკაცრი ზამთრის დროს გაიყინა, მაგრამ მანამდე მისი კვირტები დამყნობილ იქნა ჩვეულებრივ წითელ ალუბალზე. ამის შედეგად მიღებულ იქნა ვარდისფერნაყოფიანი ჰიბრიდები. დაუკვირდით, ეს იყო ჰიბრიდების ჭერ კიდევ პირველი თაობა, მაგრამ დამყნობის შედეგად ვარდისფერნაყოფიანობამ და თეთრნაყოფიანობამ დომინანტობის თვალსაზრისით გაცვალეს ადგილები. ასე წარმოიშვა მენტორის („ოღისეის“ მთავარი გვირის ოღისევისის შვილის—ტელემაქეს გამზრდელი) მიჩურინული მეთოდი, რომლის ძირითადი საფუძველი იყო დომინანტობის მართვა.

ასეთ შემთხვევაში ჩვეულებრივ, პირველი თაობის ჰიბრიდებს ამყნობენ მცენარე-მენტორზე. მენტორის შერჩევა რთული საქმეა და ბევრადაა დამოკიდებული ინტუიციასზე. თუ გაამართლებდა და მენტორი აღმოჩნდებოდა კარგი, მაშინ საძირეს პლასტიკური ნივთიერება, რომელიც გადადიოდა რა სანამყენეში, ჩრდილავდა მასში „არასასურველი“ დომინანტი გენების გამოვლინებას და ამის საფუძველზე ფენოტიპში ვლინდებოდა რეცესიული გენები. მას შემდეგ, რაც სანამყენეს ყველა თვისება გამოვლინდებოდა და მცენარე იქნებოდა სასურველი, ის მრავლდებოდა ვეგეტატიურად.

ხაზი უნდა გაესვას იმას, რომ მენტორის მეთოდს არაფერი სა-

ერთო არა აქვს „ვეგეტატიურ ჰიბრიდიზაციასთან“ — აქ წარმოებს არა საძირეს ნიშან-თვისებათა გადაცემა სანამყენეზე. არაძველ სანამყენეს დომინანტური გენების წარმართვა.

მენტორი არა ერთადერთი და არც მთავარი ხერხია, რომლის დახმარებითაც მიჩურინი პირველი თაობის ჰიბრიდებში მართავდა დომინანტობას. ამის ძირითადი წყარო იყო ტემპერატურა და ტენიანობა, სინათლე და ნიადაგი. მიჩურინს ესმოდა, რომ დომინანტობის წარმოქმნა მეტად ძნელი და ისტორიულად ხანგრძლივი პროცესია, რომელშიც პირველხარისხოვან როლს თამაშობს ხელოვნური და ბუნებრივი გადარჩევა. ის შემთხვევით არ მიუთითებდა, რომ ჰიბრიდებში დომინანტობს, უპირველესად ყოვლისა, გარეული სახეების ნიშან-თვისება, შემდეგ ძველი წარმოშობის შედარებით მყარი კულტურული ჯიშები და ბოლოს ახალი წარმოშობის მცენარეები.

ჩვენი საუკუნის 30-იან წლებში დომინანტობის ევოლუცია ხელმეორედ იქნა აღმოჩენილი ინგლისელი გენეტიკოსის რ. ფიშერისა და სხვა მეცნიერების მიერ სულ სხვა ობიექტებზე. მაშინვე იქნა წამოყენებული რამოდენიმე ჰიპოთეზა, რომლებიც განმარტავდა ამ მოვლენის მექანიზმს. უნდა ითქვას, რომ ცალ-ცალკე აღებული არც ერთი იმათთაგანი ვერ ხსნის დომინანტობის ევოლუციას ბოლომდე. ყველაზე მეტად შესაძლებელია, რომ ბუნებაში არსებობს რამოდენიმე მექანიზმი, რომლებიც წარმართავენ გენის გამოვლინებას ნიშან-თვისებაში. გადარჩევა, როგორც ფიქრობდა მიჩურინი, ამაში მთავარ როლს თამაშობს, რაც ნაჩვენებია იქნა ინგლისელი გენეტიკოსის ე. ფორდის მიერ პეპელა-მოცხვარის მზომელაზე ჩატარებული ცდებით. ამ პეპელას, როგორც წესი, აქვს თეთრ ფონზე წინწყლებიანი ფრთები. ამასთანავე, ცნობილია მუტაცია ფრთის ყვითელ ფერზე. ჰეტეროზიგოტებს (გენომში ორთავე ალელის მქონე ჰიბრიდული ფორმა) ფრთის ფერის ფონი შუალედური აქვთ. საცდელი ჰიბრიდული პოპულაცია ფორდმა დაჰყო ორ ჯგუფად. ერთ ჯგუფში გადარჩეულ იქნა ჰეტეროზიგოტები ფრთის შედარებით თეთრი ფონით, ხოლო მეორეში — ყვითელი ფონით. რამდენიმე თაობის შემდეგ პირველ ჯგუფში „ყვითელი ფონის“ გენი სრულებით რეცესიული გახდა, ხოლო მეორეში — დომინანტური.

თანდათანობით ნათელი ხდება საკითხი იმის შესახებ, რომ საზოგადო ნივთიერების შესაქმნელად ადგილი აქვს ამა თუ იმ ალელის „ჩართვა“ და „გამორთვის“. ა. კიუნი და მისი თანამშრომლები მუშაობდნენ პატარა პეპლის მუხლუხაზე — ბელლის ალურაზე, ხოლო გ. ბიდლი და ბ. ეფრუსი — დროზოფილას მატლზე. ისინი აწარმოებ-

დნენ „დამყნობას“ ცოცხალ არსებებზე, ერთიდან მეორეში უჩრდლის იმაგინალური დისკოების (რომლისგანაც ვითარდება ზრდასრული მწერის სხეულის ორგანოები) გადანერგვით. მათ მიერ მიღებული იქნა ნივთიერება, რომელსაც უწოდეს გენოჰორმონი და რომელიც იწვევდა თვალის ფერის მკვეთრ ცვლილებას. შემდეგ გენოჰორმონი — კაროტინოიდის ნაწარმი მიღებული იქნა სხვა მწერებზედაც. მათი მოქმედება შედარებით სუსტად სპეციფიკურია. მაგალითად, როგორც ბუზ-დროზოფილას, ასევე პეპელა-ალურას თვალის ფერს განაპირობებს ერთი გენოჰორმონი. როდესაც ჩვენ გავერკვევით ყველა წერილმანში თუ რა ნივთიერება წარმართავს გენის დომინანტობას, მაშინ შევძლებთ ჰიბრიდებში წარმოუდგენელი სიზუსტით დავთრგუნოთ არასასურველი გენების მოქმედება და „ექვეწოთ“, ამ სიტყვის სრული მნიშვნელობით, ცხოველთა და მცენარეთა ახალ-ახალი ფორმები.

ამრიგად, კლასიკურმა გენეტიკამ, რომელიც XX საუკუნის დასაწყისში სწრაფი განვითარების გზას დაადგა, მტკიცე ფუნდამენტი ჩაუყარა დარვინისტული ევოლუციის სამი „ვეშაპიდან“ ერთერთს — მემკვიდრეობის შესწავლას. პარალელურად მიმდინარეობდა მემკვიდრეობის ანტითეზის—ცვალებადობის ინტენსიური გამოკვლევა.

3

გ ე ნ ი ც ვ ა ლ ე ბ ა დ ი ა

არამემკვიდრული ცვალებადობა ჩვენთვის არსებითი არ არის.

ჩ. ლ ა რ ვ ი ნ ი

თავდაპირველად იყო ტარიინი

მეოცე საუკუნის დასაწყისში, კლასიკური გენეტიკის წარმოშობის პერიოდში, მკვლევარებს აინტერესებდათ საკითხი: რამდენად სტაბილურია გენი? რა ფაქტორებით შეიძლება მისი შეცვლა და შეიძლება თუ არა ამის გაკეთება მიზანმიმართულად? სხვანაირად რომ ვთქვათ, საქმე ეხებოდა დარვინისტული ევოლუციის მეორე ფაქტორის — ცვალებადობის საიდუმლოების გამოცნობას.

შევჩერდეთ იმ შეხედულებებზე, რომლებიც პირველად გამო-
თქვა ა. ვეისმანმა და მის შემდეგ პ. ლოტსმა. ამ კონცეფციის თა-
ნახმად, ცვალებადობა განპირობებულია გენეტიკური რეკომბინაციე-
ბით — საკმაოდ სტაბილური, პრაქტიკულად შეუცვლელი სამემკვი-
დრო საწყისის გადაჯგუფებებით.

ასეთი კონცეფციის მომხრეებს ხშირად სთვლიდნენ იდეალის-
ტებად და რეაქციონერებად, ამასთანავე, მათდამი წაყენებულ ბრალ-
დებას უფრო ემოციური ხასიათი ჰქონდა, ვიდრე დამაჯერებელი.
ამ „ბრალდებულთაგან“ არავის არ ჰქონდა წარმოდგენილი გენი
პლატინას მსგავს მყარზე უმყარეს წარმონაქმნად (მაშინაც ხომ ცნო-
ბილი იყო თვით ატომის დაშლა!). პირველი გენეტიკოსები ხშირად
ფიქრობდნენ, რომ როდესაც გენი იცვლება გარემო პირობები იმდენ-
ნად მკაცრია, რომ შეუძლებელია სიცოცხლესთან შეთავსებადობა.
ამიტომ ევოლუცია იყენებს ძველ გენებს ახალ კომბინაციებში. რაც
შეეხება შესაძლებელი კომბინაციების რიცხვს, ის ასტრონომიულია
და საშუალებას იძლევა ვივარაუდოთ, რომ უახლოესი მილიარდო-
ბით წლების შემდეგაც ევოლუცია არ დამთავრდება.

პარადოქსულია, მაგრამ გენის სტაბილურობის მომხრეები არ
იყვნენ მთლად უსაფუძვლონი, თუმცა გენი, როგორც გამოირკვა,
ცვალებადია.

ღიახ, ვეისმანი მართალი იყო; ევოლუცია უფრო მეტად სარ-
გებლობს არსებული ანუ ძველი გენებით, ვიდრე ქმნის ახალს. გა-
მონაკლისს შეადგენს მხოლოდ მიკროორგანიზმები ქრომოსომების
ჰაპლოიდური რიცხვით. მიუხედავად ამისა, ახალი ალელები განუ-
წყვეტლივ წარმოიქმნებიან. გენის სტაბილურობა სავსებით არაა აბ-
სოლუტური.

ამაში შეიძლება დავრწმუნდეთ თუ დავაკვირდებით ისეთი ახა-
ლი ფორმების წარმოქმნას, რომელთაც შეცვლილი აქვთ სამემკვიდ-
რო ნიშან-თვისებები. მემკვიდრული ნიშან-თვისების ასეთ ცვალებ-
ადობას დიდი ხანია უწოდებენ მუტაციას.

ამჟამად ძნელია იმის დადგენა, თუ ვინ იყო ამ ტერმინის ავტორი,
რომელიც წარმოიშვა XVII—XVIII საუკუნეებში. ჰეიდელბერგე-
ლი აფთიაქის მფლობელი შპრენგერი, რომელმაც აღწერა საოცარი
მცენარე, სხვადასხვანაირი ფოთლებიანი ქრისტესისხლა; თუ ფრა-
ნგი მებაღე დიუშენი, რომელმაც აღმოაჩინა მარწყვი უბრალო და
არა სამეურთა ფოთლებით; თუ ბოტანიკოსი მ. ადანსონი, რომელმაც
სელის, ქერის, ცისთვალას და სხვა მცენარეებში აღწერა მთელი რი-
გი ცვლილებები. იმ დროს მეცნიერების უმრავლესობა ლათინურს
იყენებდა (ბოტანიკოსები და ზოოლოგები ახალ სახეებს დღემდე

აღწერენ და ახასიათებენ ხოლმე ვერგილისა და ციცერონის ენაზე). მუტაცია (mutation) ლათინურად ნიშნავს ცვალებადობას. ასე რომ, ის მეცნიერები, რომლებმაც პირველად იხმარეს ეს სიტყვა, შესაძლებელია არც კი ცდილიყვნენ შეექმნათ ახალი ტერმინი, მათ მხოლოდ ახალი ნიშან-თვისებების გამოვლინების ფაქტს გაუკეთეს კონსტანტირება. სიტყვა მუტაცია თავისებურად „მონათლა“ და გააღრმავა მენდელიზმის ხელმეორედ აღმოჩენლების ერთ-ერთმა წარმომადგენელმა ჰუგო დე ფრიზმა.

ყველაფერი იმით დაიწყო, რომ დე ფრიზმა მიზნად დაისახა „შემოწმებინა“ დარვინი — ექსპერიმენტულად შეესწავლა სახეობათა წარმოშობის პროცესი. თავდაპირველად ის თესავდა თესლს, რომელსაც აგროვებდა ავადმყოფი, განუვითარებელი, არსებობის არაკეთილსასურველ პირობებში გაზრდილი მცენარეებიდან, მაგრამ აქ მან შედეგს ვერ მიაღწია. მხოლოდ 1886 წელს მან აღმოაჩინა ობიექტი, რომლის საშუალებითაც გააკეთა მეტად მნიშვნელოვანი დასკვნები.

არის ასეთი მცენარე — ენოთერა. ის ახლო ნათესავია ყველასათვის ცნობილი, ნემსიყუნწას ოჯახის წარმომადგენელ თხა-წყაროხალასი, რომელიც სარეველაა და შემოტანილია ამერიკიდან (თუმცა გაკეთილშობილებულ, მსხვილყვავილიან მის ფორმებს ზოგჯერ აშენებენ ბაღებში). მე ამ ბოლო დრომდე არ მქონდა ნანახი ენოთერა. ის პირველად ვნახე ერთ-ერთ გატყუებულ ბაღში, კიევთან ახლოს, და მაშინვე ვიცანი. ძნელია იპოვო მცენარე, რომლისგანაც სამეცნიერო კვლევისათვის აეღოთ იმდენი ნიმუში, რამდენიც ამ მცენარისგან იქნა აღებული. სწორედ ეს მცენარე იყო მიზეზი დარვინიზმის საწინააღმდეგო ცხოველი კამათისა. სოფელ გილვერსუშში დე ფრიზმა, მიმოდოდა რა კარტოფილის ნათეს მინდორში ამოსული ენოთერის შორიახლო, შეამჩნია, რომ ჩვეულებრივ მცენარეთა მასაში თითქოს წინწყლებად დაფრქვეულიყო მათგან ძლიერ განსხვავებული ეგზემპლარები. მოაგროვა რა მათი თესლი, მან თავის საცდელ ბაღში დათესა ის და მათზე ჩაატარა დაკვირვება ჩვიდმეტწლის განმავლობაში, ისე რომ გამოიკვლია თხუთმეტ ათასზე მეტი მცენარე. დასაწყისში მან შეამჩნია მკვეთრად განსხვავებული სამი ფორმა, შემდეგ კი გამოვლინდა ათეულობით ასეთი ფორმა. ბევრი იმათგანი იყო საკმაოდ სტაბილური. მუტაცია იწვევდა არა ერთი ნიშან-თვისების, არამედ მთელი მცენარის ცვლილებას და მტკიცედ მემკვიდრეობდა ყოველგვარი დათიშვის გარეშე. ნიშან-თვისებათა

კომპლექსი თაობაში მემკვიდრეობით გადადიოდა როგორც ერთი მთლიანობა.

როგორ დასკვნამდე მივიდა დე ფრიზი? უპირველესად ყოვლისა მან დაასკვნა, რომ დარვინი არ იყო მართალი. სახეობათა წარმოშობა გარემო პირობებისადმი შეგუებულობის არა თანმიმდევრული პროცესია, არამედ ერთი სახეობიდან მეორის ნახტომისებური ნაწიერი. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ევოლუციის პროცესში ნახტომისებურად იცვლება არა გენები, არამედ თვით სახეობანი. ახალი სახეობა სხვა, მეორის წიალიდან იქმნება, ისე როგორც ათენა პალადა ზევსის თავიდან, რომელიც შეიარაღებულია გარემოს ყოველგვარი უკუღმართობის წინააღმდეგ. ბუნებრივი გადარჩევის როლი ამ დროს მიმართულია არასასურველი მუტანტების განადგურებისაკენ.

დე ფრიზმა არ იცოდა, რომ მანამდე მის მსგავს იდეებს ავითარებდა ნიჭიერი რუსი ბოტანიკოსი და ანტიდარვინისტი ს. კორჟინსკი. მოაგროვა რა ბევრი ფაქტიური მასალა სპონტანურ ცვალებადობაზე, კორჟინსკმა შექმნა პეტეროგენეზისის თეორია, რომელიც ყოველგვარ დეტალში დე ფრიზის მუტაციური თეორიის ანალოგიური იყო.

რა თქმა უნდა, ისე როგორც დე ფრიზი, კორჟინსკიც მართალი არ იყო. არ არსებობს ისეთი მუტაციები, რომლებიც მაშინათვე, ელვისებურად წარმოშობდეს სახეობას. მიზანშეწონილობის წარმოქმნაში გადარჩევის როლის უარყოფა კვლავ გვიბიძგებდა ლამარკიზმისა და თომა აქვინელის მოძღვრებისაკენ. მიუხედავად ამისა, დე ფრიზის ძირითადი დებულებანი აღმოჩნდა სავსებით სწორი:

1. მუტაციები წარმოიშობიან ნახტომისებურად, თანდათანობით გადასვლის გარეშე.

2. ერთხელ წარმოქმნილი მუტაცია მდგრადია, განსხვავებით ფენოტიპური ცვალებადობისა.

3. მუტაციები წარმოიშობიან არამიმართულად; ერთი და იგივე მუტაცია შეიძლება წარმოიშვას ხელმეორედ.

დე ფრიზის ამ დასკვნებმა დასაბამი მისცა გენოტიპების ცვალებადობის შემდგომ გამოკვლევას. დაშვებული შეცდომები გასწორდა დროულად. თვით ტერმინი „მუტაცია“ აღმოჩნდა ფართო ცნების, მოვლენების მთელი ჯგუფის აღმნუსხველი. ამჟამად გენეტიკოსებმა განასხვავებენ მემკვიდრული ცვალებადობის შემდეგ კატეგორიებს:

1. გ ე ნ ო მ უ რ ი მ უ ტ ა ც ი ა, როდესაც გენომში ქრომოსომების რიცხვი იცვლება.

2. ქრომოსომული გადაჯგუფება, რომლის დროსაც ერთ ქრომოსომს შიგნით ან იცვლება გენების თანმიმდევრობა, ან ხდება არა ჰომოლოგიური ქრომოსომების ნაწილების გაცვლა-გადაჯგუფება. ამ კატეგორიას მიეკუთვნება შემთხვევა, როდესაც ქრომოსომის გარკვეული მონაკვეთი ორმაგდება, ან პირიქით, იკარგება.

3. წერტილოვანი, ანუ გენური მუტაცია, როდესაც ცვლილებას განიცდის ცალკეული გენის სტრუქტურა.

თითოეული ამ კატეგორიების შესახებ და მათ როლზე ევოლუციის საქმეში საჭიროა ვისაუბროთ დაწვრილებით.

ქრომოსომების რიცხვი — სხეულის კასტორტი

ამრიგად, მუტაციას უწოდებენ ორგანიზმის ნიშან-თვისებების ცვლილებას, რომელიც გამოწვეულია გენომის — უჯრედის ქრომოსომთა ერთობლიობის ცვლილებით. ზოგჯერ ეს ცვლილებები შეიძლება უჯრედში დავინახოთ ოპტიკური მიკროსკოპითაც. პირველ რიგში შესამჩნევი ხდება ეგრეთ წოდებული გენომური მუტაციები, რომლის დროსაც სახეობისათვის დამახასიათებელი ქრომოსომების რიცხვი დიდდება. ამ მოვლენას უწოდებენ ავტოპოლიპლოიდას.

ქრომოსომების რიცხვი, რომლებზედაც განაწილებულია ბირთვის გენური მასალა, სხვადასხვა სახეობის ცხოველებში ძალზე ცვალებადობს და მერყეობს, დაწყებული ორი ქრომოსომიდან ცხენის ასკარიდაში, დამთავრებული 1260 ქრომოსომამდე ინდური ტროპიკული გვიმრისნაირთა ოჯახის წარმომადგენელ გველის ენაში. არის მონაცემები, რომ ერთუჯრედიან ორგანიზმ რადიოლარიას ქრომოსომების რიცხვი აღწევს 1600. გენური მასალის უსასრულოდ გადიდება იწვევს მიტოზის გაქარწყლებას და ამიტოვის წარმოქმნას, რომლის დროსაც მიმდინარეობს უჯრედის უბრალო დაყოფა ქრომოსომების განშლა-განაწილების ზუსტი მექანიზმის გარეშე.

პოლიპლოიდია უფრო ფართოდ გვხვდება მცენარეებში. ის გვხვდება, აგრეთვე, წყალმცენარეებსა და სოკოებში. პოლიპლოიდიზაციის პროცესი კარგადაა შესწავლილი უმაღლეს ყვავილოვან მცენარეებში. მცენარეთა მრავალ სახეობასა და გვარში პოლიპლოიდური რიგი ქრომოსომების რიცხვით წარმოდგენილია n , $2n$, $4n$ —

¹ ასო n -ით აღნიშნავენ ქრომოსომების რიცხვს სასქესო უჯრედში (ე. წ. კაპლოიდური რიცხვი).

308ი-მდე აბრეშუმის ქიის ზოგიერთ ფორმებში და 265ი თივაქას-რაში.

პოლიპლოიდურ რიგებთან დაკავშირებულია ევოლუციის ერთი პარადოქსი. ასე მაგალითად, თუ მცენარის ქრომოსომების ჰაპლოიდური რიცხვია n , ხოლო დიპლოიდური, შესაბამისად $2n$, მაშინ ტეტრაპლოიდური ფორმა ($4n$), რომელიც ერთი თაობის მანძილზე წარმოიქმნა, მაშინვე გვევლინება როგორც ახალი სახე, გენეტიკურად იზოლირებული დედისეული ფორმისაგან. ეს სავსებით გასაგებია. საქმე იმაშია, რომ რადგანაც ერთ გამეტას გააჩნია ქრომოსომების n ნაკრები, მეორეს $2n$, ხოლო განაყოფიერებულ კვერცხუჯრედს $3n$, შეჯვარების დროს წარმოიქმნება სტერილური ტრიპლოიდი. სამი, როგორც ცნობილია, ორზე არ იყოფა. ამიტომ ტრიპლოიდების ბირთვის რედუქციული გაყოფის პროცესში (მეიოზი) ხდება გენური მასალის არათანაბარი გადანაწილება გამეტებში, რაც იწვევს უნაყოფობას.

ბევრი სპეციალისტი მართლაც ასე ფიქრობს, რომ ამ შემთხვევაში ახალი სახეობა წარმოიქმნება ნახტომისებურად. საექვოა ამის სისწორე. პოლიპლოიდური ფორმების გენეტიკური ინფორმაცია იგივეა, იცვლება მხოლოდ მისი რიცხობრივი რაოდენობა. გენეტიკური იზოლიაცია, უუნარობა შეჯვარებებისადმი (რომელსაც ჩვენ არაერთხელ გაუსვავთ ხაზს), აუცილებელი, მაგრამ არც თუ ისე საკმარისი კრიტერიუმია.

პოლიპლოიდთა ფენოტიპი არც ითუ ისე იშვიათად იცვლება. პოლიპლოიდები ხშირად ხასიათდებიან მსხვილი, ზოგჯერ უჯრედების გადიდების გიგანტური ფორმებით. მათ პროდუქტიულობა და ცხოველმყოფელობა შეიძლება ჰქონდეთ ბევრად მაღალი, ვინემ ჩვეულებრივ დიპლოიდებს, რაც წარმატებით გამოიყენება კულტურული მცენარეების სელექციაში. საქვეყნოდ ცნობილია კარტოფილის და ბამბის, ბარდასი და სელის, ხორბლის და შვრიის, მარწყვის და შაქრის ლერწამის მაღალპროდუქტიული პოლიპლოიდურ ფორმები. ჩამოთვლილი სია შეიძლება მრავალჯერად გაიზარდოს. ნატურალური კაუჩუკის ძირითად მომწოდებელ მცენარე ჰევეიას, თავის მშობლიურ ქვეყანა ბრაზილიაში გააჩნდა $2n = 36$ ქრომოსომა. სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიაში მოჰყავთ $2n = 72$ ქრომოსომიანი ჰევეია.

მიუხედავად უნაყოფობისა, ტრიპლოიდები დიდად ფასდება მეურნეობაში. გავიხსენოთ გიგანტური ტრიპლოიდური ვერხვი, კულტურული უთესლო ბანანი, რომლებიც ვეგეტატიურად მრავლდებიან.

მაგრამ, დიდი შეცდომა იქნებოდა იმის მტკიცება, რომ თითქოს პოლიპლოიდია ყოველთვის დაკავშირებულია მცენარის მასის გადიდებასთან. როგორც ჩანს, არის პოლიპლოიდურობის რაღაც ოპტიმალური დონე სხვადასხვანაირი სხვადასხვა სახეებისათვის, რის გამოც ზოგჯერ ადგილი აქვს ბირთვისა და ციტოპლაზმის ურთიერთდამოკიდებულების უთანხმოებას, რის შედეგადაც, ზოგჯერ ვლინდება ჭუჭიანობა, ცხოველმყოფელობისა და პროდუქტიულობის დაქვეითება.

მცენარეთა ევოლუციაში პოლიპლოიდია ორმხრივად მოქმედებს: როგორც პროგრესის სტიმულიატორი და როგორც პროგრესის დამანუხრუქებელი. უძველესი წარმოშობის ბევრი მცენარე (ისეთები, როგორიცაა ხისებრი გვიძრა, მაგნოლია, გიგანტური წიწვოვანი ხე — სეკვოია ან არაჩვეულებრივი მონსტრი კალახარას უდაბნოდან და სხვ.) პოლიპლოიდურია. ამ შემთხვევაში პოლიპლოიდურ ფორმაში გენეტიკური ინფორმაციის მოქარბებული რაოდენობა ამუხრუქებს ევოლუციას. სხვა შემთხვევაში პოლიპლოიდები უფრო ცვალებადია, ადვილად ეგუებიან ახალ გარემო პირობებს და ზოგჯერ ისინი ხშირად გვხვდება ისეთი არეალის საზღვრებზე, სადაც არსებობის ძალზე ცუდი პირობებია. პოლიპლოიდები ყველაზე მეტადაა გავრცელებული არქტიკაში, მაღალ მთაგორიან ადგილებში და უდაბნოებში (მაგალითად შპიტბერგენზე სახეობების 80% პოლიპლოიდურია).

მცენარეთა სამყაროში არანაკლებადაა გავრცელებული ალოპოლიპლოიდია — სახეობათაშორის ჰიბრიდებში გენური მასალის გაორმაგება. ასეთი ჰიბრიდები, როგორც წესი, უნაყოფოა, იმდენად, რამდენადაც მეიოზისის დროს ერთი სახეობის ქრომოსომები ვერ პოულობენ შესატყვის ჰომოლოგ ქრომოსომებს. სულ სხვა საქმეა, თუ ქრომოსომული ნაკრები ორმაგდება. ამ დროს წარმოიქმნება ეგრეთ წოდებული ამფიპოლიპლოიდია. აქ არ შეიძლება არ გავიხსენოთ ცნობილი საბჭოთა გენეტიკოსის გ. კარპენჩენკოს პიონერული შრომები. გ. კარპენჩენკომ პირველმა მიიღო კომბოსტოსა და ბოლოკის ჰიბრიდი. ასეთი ჰიბრიდები ჩვეულებრივ არ იძლეოდა თაობას, იმიტომ რომ ამ დროს წარმოიშობოდა გამეტები ქრომოსომების დარღვეული რიცხვით. კარპენჩენკოს მიერ მიღებულ ოტეტრაპლოიდური ჰიბრიდი იყო სრულიად ნაყოფიერი და რაც საინტერესოა, არ უჩვენებოდა არც ერთ მშობელთაგანს — არც ბოლოკს და არც კომბოსტოს. ჰიბრიდის ეს ახალი სახე სრულიად იმსახურებდა ფორმალურად ცალკე გამოყოფას ბოლოკაკომბოსტოს

სახელწოდებით. კარპენკოს გაველულ გზას ბევრი მკვლევარი დაადგა. ამასთან დაკავშირებით, არამართო იქმნებოდა ახალი სახეები (უფრო სწორად, ჰიბრიდები, რომელთაც შეეძლოთ გამხდარიყვნენ ახალ სახეებად გადარჩევის „დახვეწით“ გარემო პირობებთან დაკავშირებით), არამედ შესაძლებელი ხდებოდა ძველის რესინთეზირებაც. ასე მაგალითად, ალუჩას კვრინჩხთან შეჯვარებია შესაძლებელი გახდა ქლიავის ხელახალი კონსტრუირება. ასეთივე გზით იქნა რესინთეზირებული თამბაქო და რაფსი, თავცეცხლა და ხორბლის სხვადასხვა სახეები.

ამჟამად ადგილი აქვს თუ არა მსგავსი ჰიბრიდული ფორმების წარმოშობას ბუნებაში?

ასეთი შემთხვევები აღწერილია. იაკუტიის სამხრეთით 300 კმ გადაჭიმულ წიწვიან ტყეში აღმოჩენილ იქნა ორიგინალური ბუჩქნარის პოპულაცია — ცირცელაშინდი, რომელიც წარმოშობილია ციმბირული ცირცელის შინდთან ბუნებრივი შეჯვარების შედეგად. ეს ჰიბრიდული სახეობაა, რომელმაც დაიმკვიდრა ადგილი მზის ქვეშ და მოედო უზარმაზარ ტერიტორიას. ამის მსგავსად ამერიკის შეერთებულ შტატებში წარმოიშვა ორი სხვადასხვა გარეული სახეობისაგან ჰიბრიდული სახეობა.

გვხვდება თუ არა ავტო- და ალოპლოიდია ცხოველთა სამყაროში, და თუ გვხვდება, რა მნიშვნელობა აქვს მას მათი ევოლუციონისათვის? არც თუ ისე იოლია ამ კითხვაზე პასუხის გაცემა.

სქესობრივად განსხვავებულ ცხოველებში, ისე როგორც ორსახლიან მცენარეებში, პოლიპლოიდების წარმოშობა ძნელდება სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმის არსებობით.

მაგალითად. გავიხსენოთ, რომ ადამიანს აქვს 46 ქრომოსომი. მათ შორის 22 წყვილი (მათ აუტოსომებს უწოდებენ) ერთნაირია ორთავე სქესისათვის. მაგრამ, 44 აუტოსომთან ერთად ქალებს გააჩნიათ 2 ერთნაირი x —ქრომოსომი, ხოლო მამაკაცებს— $1x$ და $1y$ ქრომოსომი. სასქესო უჯრედებში ქრომოსომების რიცხვი ორჯერ მცირდება. ძნელი არ არის იმის გააზრება, რომ კვერცხუჯრედს ყოველთვის ექნება 22 აუტოსომთან ერთად, ერთი x -ქრომოსომი, ხოლო სპერმას—ან x , ან y -ქრომოსომი. სპერმა, რომელიც x ქრომოსომის მატარებელია, კვერცხუჯრედთან შერწყმის დროს, ყოველთვის იძლევა მდებარეობითი სქესის ზიგოტას (ხდება ადღგენა xx კომპლექტის). ხოლო, სპერმა y -ქრომოსომით, პირიქით, განაპირობებს მამრობით სქესს (xy კომპლექტი). წარმოვიდგინოთ ახლა პოლიპლოიდი $xxxy$ სასქესო ქრომოსომების კომპლექტით. ასეთი კომპლექ-

ტი განაპირობებს 25% xx, 50% xy და 25% yy გამეტების წარმოშობას. ხოლო, ზიგოტებს ექნებათ სასქესო ქრომოსომების კომპლექტი 25% xxxx, 50% xxxy და 25% xxyy. ამრიგად, თაობის ნახევარი სქესობრივი თვალსაზრისით, იქნება ანომალური, ფაქტიურად უნაყოფო. ასეთი ორგანიზმების წარმოქმნა გამოიწვევდა პოლიპლოიდების ნაყოფიანობის მკვეთრ შემცირებას და ამრიგად, თვით ამ ფორმების შევიწროებას და სიცოცხლის არეალიდან განდევნას.

გარდა ამისა, იმისათვის რომ ზემოთ აღწერილი პროცესი განხორციელდეს, სჭირია ორივე მშობელი იყოს ერთნაირი პოლიპლოიდი. ასეთი მოვლენა ძალზე იშვიათი შემთხვევაა და თითქმის შეუძლებელი. ტეტრაპლოიდის შეჯვარება სხვა სქესის ჩვეულებრივ დიპლოიდ ინდივიდთან კი წარმოშობს გენეტიკურად სტერილურ ტრიპლოიდს. პოლიპლოიდი, ისე როგორც საერთოდ ნებისმიერი ორგანიზმი არსებითად საკმაო ქრომოსომული გადაჯგუფებით, აღმოჩნდება ბიბლიური კაენის მდგომარეობაში. თუ დავუჭვრებთ ბიბლიას, დედამიწაზე პირველ ადამიანებს — ადამ და ევას ყავდათ ორი შვილი — კაენი და აბელი. კაენმა მოჰკლა აბელი, რითაც საშიშროების წინაშე დააყენა კაცობრიობის მოდგმის შემდგომი არსებობა. მაგრამ, მან ცოლად შეირთო „ქალი ნოდის ქვეყნიდან“, რომელთა წინაპრები არ არის ცნობილი, და ამრიგად, კაცობრიობის მოდგმა გაგრძელდა. კაენის პარადოქსი უშუალოდ იმყოფება იმ თეორეტიკოსების გზაზე, რომლებიც არ კმაყოფილდებიან რა დარვინისტული თეორიით, ეძებენ მასალას ევოლუციისათვის მსხვილ, გენომის რეეოლუციურ გადაჯგუფებებში. ვისზე დაქორწინდა კაენი? სად იპოვის პოლიპლოიდი თანაწყვილს?

რა თქმა უნდა, სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი დეტალებში, არსებითად განსხვავდება ჩვენ მიერ ზემოთ აღწერილისაგან. სასქესო ქრომოსომა შეიძლება იყოს მხოლოდ ერთი (მდედრებს გააჩნიათ xx კომპლექტი, ხოლო მამრებს—xy); ფრინველებსა და მწერებში ერთნაირი სასქესო ქრომოსომები ახასიათებს მხოლოდ მამრებს და არა მდედრებს; და ბოლოს, სასქესო ქრომოსომები შეიძლება იყოს არა დამოუკიდებელი, არამედ კავშირში აუტოსომთან. მიუხედავად ამისა, განმარტება მასზედ, რომ პოლიპლოიდია ცხოველებში იშვიათია, რომელიც ეკუთვნის ცნობილ ამერიკელ გენეტიკოს გერმან მიულერს, ძალაში რჩება. განსაკუთრებით დამაჯერებელია მისი მტკიცება იმის შესახებ, რომ ჰერმაფროდიტულ ცხოველებში (მაგალითად, ჭიაყელა) და ორსქესიანი ცხოველების იმ სახეობასა და რასაში, რომლებიც მრავლდებიან პართენოგენურად, კვერცხ-

უჯრედის განაყოფიერების გარეშე, არსებობს პოლიპლოიდური რიგები (n, 2n, 3n და ა. შ.), ყოველმხრივ ანალოგიური მცენარეებში არსებული პოლიპლოიდური რიგებისა.

პატარა კიბორჩხალები, რომლებიც ცოცხლობენ მლაშე წყლიან ტბებში, ხშირად კარგავენ ორსქესიანი გამრავლების უნარს და მათში შეიძინევა პართენოგენეტიკური პოლიპლოიდური რასები. ასეთივე რასები აღმოჩენილია მწერებში — ხოჭო ცხვირგრძელაში, პეპლებში, სწორფრთიანებში, ტილებში.

მეტად საინტერესოა ეგრეთ წოდებული პინოგენეზისა — პართენოგენების ორიგინალური მოდიფიკაციის შემთხვევა. ჯერ კიდევ ადრე შემჩნეული იყო, რომ მოვერცხლისფრო კარჩხანას პოპულაციაში, რომელიც მოშენებულია ჩვენი ქვეყნის მთელ რიგ ტბორებში, მამრობითი სქესის ინდივიდები გვხვდება ძალზე იშვიათად, ხშირად კი სრულებითაც გამორიცხულია. აღმოჩნდა, რომ კარჩხანას ამ ერთსქესიანი პოპულაციის ქვირითი ვითარდება პართენოგენეტიკურად, განაყოფიერების გარეშე, მაგრამ ქვირითის მარცვლის შემდგომი განვითარებისათვის აუცილებელია მისი გააქტიურება სხვა სახის მამრის სპერმით (მაგალითად, კობრის, ხლაყუნასი და სხვ.). სპერმა შეიწოვება რა ქვირითის მარცვლის ციტოპლაზმაში, „უბიძგებს“ მას განვითარებისაკენ. თაობაში, ბუნებრივია, წარმოიქმნებიან მხოლოდ მდედრობითი სქესის ინდივიდები. კარჩხანას ერთსქესიანი ფორმა აღმოჩნდა ტრიპლოიდური, ქრომოსომების სამი კომპლექტით (ორსქესიანი ფორმების $2n = 94$, ერთსქესიანებისა — 141).

კარჩხანა-ამაზონკაც, რომელიც შესწავლილ იქნა საბჭოთა გენეტიკოსების დ. რომაშოვის და ნ. ჩერფასის მიერ, არ წარმოადგენს გამონაკლისს. გამრავლების ასეთი მექანიზმი ახასიათებს, აგრეთვე, ცენტრალური ამერიკის ბევრ პატარა-პატარა წყალსაცავებში ბინადარ ცოცხალშობ თევზებსაც. პინოგენური აღმოჩნდა ბევრი მწერი, ამფიბია და ზოგიერთი მატლი.

ამერიკული სალამანდრას ერთ-ერთი ნაირსახეობა, რომელიც ამბისტომა ლატერალეს სახელწოდებითაა ცნობილი, ერთი და იმავე წყალსაცავში შეიძლება წარმოდგენილი იყოს დიპლოიდური და ტრიპლოიდური რასით. ტრიპლოიდურ ამაზონკას, რომელიც უფრო დიდი ზომისაა და სიძლიერის, ვიდრე ჩვეულებრივი დიპლოიდური ფორმა, შეეძლო შეევიწროებინა ეს უკანასკნელი და ამის შედეგად თვითონაც განადგურებულიყო, იმდენად, რამდენადაც მათი ქვირითის მარცვლები განვითარებისათვის აქტიურდება დიპლოი-

დური მამრებით. მაგრამ ამ ფორმებს შორის წონასწორობა შენარჩუნებულია, რაც აიხსნება იმით, რომ ტრიპლოიდების ნაყოფიანობა მნიშვნელოვნად ნაკლებია და ამასთანავე მათი ქვირითის განვითარებისათვის შედარებით ბევრად მეტი დროა საჭირო.

ბოლო წლებში კვლავ წარმოიშვა კამათი ცხოველთა ევოლუციაში პოლიპლოიდიზაციის როლის შესახებ, განსაკუთრებით კი იმ ცხოველების მიმართ, რომელთა სქესი განისაზღვრება არა მხოლოდ ქრომოსომული კრებულებით, არამედ დამოკიდებულია ორგანიზმში მდებარეობით და მამრობითი სასქესო პორმონების შეფარდებაზე. განსაკუთრებით ცდილობენ ხაზი გაუსვან მის ფართო გავრცელებას ეგრეთ წოდებული „სახეობათა ელვისებური წარმოშობის“ მომხრეები. მათი შეხედულებით პირველ თაობაშივე წარმოიშობა ახალი სახეობა. აქ კი, მსგავსი ანალოგების შეკოწიწების იდეაზე იბადება კენის პარადოქსი, რომელსაც მცენარეები ადვილად უვლიან ხოლმე გვერდს, იმდენად, რამდენადაც მათ თვითდამტვერვის და ვეგეტატიური გამრავლების უნარი გააჩნიათ, მაგრამ რა მდგომარეობაა ცხოველების შემთხვევაში?

ასე თუ ისე, არის ფაქტები, რომლებიც ასაბუთებენ ორსქესიან ცხოველებში გენომის გაორმაგების შესაძლებლობას. წითური ფერის ტარაკანას, რომელსაც ზოგჯერ აბანოს ჭიას უწოდებენ, გააჩნია 24 ქრომოსომი, ხოლო მსხვილ შავს — 48. კობრს აქვს 104 ქრომოსომი, ხოლო კობრისნაირთა ოჯახის უმრავლესობას — 52. ორაგულისნაირი თევზები, როგორც ეს საკმაო დამაჯერებლობით არის დასაბუთებული, ტეტრაპლოიდებია. მაგრამ, როგორც შემდგომი გამოკვლევებით დადასტურდა, აღნიშნული და ბევრი სხვა შემთხვევა აღმოჩნდა არაქვეშმარატი, ეგრეთ წოდებული ცრუ პოლიპლოიდია, რაც განპირობებული იყო ქრომოსომების შერწყმით, დათიშვით და მთელი რიგი სხვა ფაქტორებით. გამოირკვა, რომ ცალკეულ ექსპერიმენტებში ცხოველთა პოლიპლოიდია შესაძლებელია. ასე მაგალითად, არაპირდაპირი გზით — პართენოგენეზისა და შორეული ჰიბრიდიზაციის მეთოდის გამოყენებით ბ. ასტაუროვმა თანამშრომლებთან ერთად შეძლო ალლოტეტრაპლოიდის — შინაური და გარეული აბრეშუმის ჭიის კონსტრუირება. შეგნებით ხაზს ვუსვამ სიტყვა კონსტრუირებას, იმიტომ რომ, როდესაც კითხულობ ამ უნიკალური ექსპერიმენტის აღწერას, აზრად მხოლოდ ეს სიტყვა გებადება მკითხველს. ასტაუროვის ალლოტეტრაპლოიდი, ისე როგორც კარპენჩენკოს ბოლოკაკომბოსტო, ორივე მშობლიური სახეობისაგან გენეტიკურად იზოლირებული ფორმაა. იმისათვის, რომ მიეღოთ ეს ფორმა, საჭირო აღმოჩნდა:

1) დაუფლებოდნენ ქრომოსომების დიპლოიდური რიცხვის მქონე პართენოგენეტიკური თაობის მიღებას (აქ კვერცხუჯრედის განვითარების ინდუქტორად გვევლინება არა სხვა სახეობის სპერმა, არამედ მისი გათბობა 48° ტემპერატურაზე 18 წუთის განმავლობაში):

2) მიეღოთ პართენოგენეტიკურად გამრავლების უნარის მქონე მდედრები (ქრომოსომების რიცხვით $4n = 112$);

3) ტეტრაპლოიდური მდედრების ჩვეულებრივი დიპლოიდურ მამრებთან შეჯვარებით მიეღოთ აბრეშუმის ჭიის ტრიპლოიდური ფორმები;

4) ტრიპლოიდური ფორმისაგან მიეღოთ ჰექსაპლოიდური. ექვსი ქრომოსომული კრებულის;

5) შინაური აბრეშუმის ჭიის ჰექსაპლოიდური მდედრები შეეჯვარებინათ გარეულ დიპლოიდურ მამრებთან. ამ შემთხვევაში ჰიბრიდულ თაობას ექნება, შესაბამისად, შინაური აბრეშუმის ჭიისაგან ქრომოსომთა სამი კრებული და ერთი — გარეულისაგან, ესე იგი თაობა იქნება ალლოტეტრაპლოიდური;

6) თაობიდან თაობამდე გადარჩევის გზით გაეზარდათ ჰიბრიდების ნაყოფიანობა.

მსგავსი ექსპერიმენტების მნიშვნელობა შეუფასებელია. ისინი ფუნდამენტურია გენეტიკისა და სელექციის ისეთი ახალი დარგების წარმოსაქმნელად, რომლის მიზანია სხვადასხვა სახეობის ცხოველებისაგან ნაყოფიანი ჰიბრიდების მიღება. მაგრამ, საეჭვოა, რომ ბუნებაში ადგილი ჰქონოდა ანალოგიური გზით ახალი სახეობების ხშირ წარმოქმნას, იმდენად, რამდენადაც ბუნების საშუალებების არსენალი შეუდარებლად ღარიბია, ვიდრე თანამედროვე ექსპერიმენტატორის მიზანმიმართული მოქმედება.

ბუნებას სულ სხვა უპირატესობა გააჩნია — დრო, რომლის დროსაც გენომის თითქმის ყოველი რადიკალური გადაჯგუფება, პრინციპში შეიძლება გახდეს შესაძლებელი...

შედარებით ნაკლებადაა შესწავლილი გენომის ისეთი გადაჯგუფება, რომლის დროსაც ქრომოსომების რიცხვის ნაწილობრივი გაორმაგება ხდება, რაც გამოიხატება ორი ქრომოსომის შერწყმით ერთ ქრომოსომად, ან პირიქით. ასეთი შემთხვევა უფრო ხშირია, ვიდრე ავტო- და ალლოპოლიპლოიდია.

დიდი ხნის განმავლობაში გენეტიკოსები მტკიცედ იყვნენ დარწმუნებული რომ ქრომოსომების რიცხვი ერთი რომელიმე მოცემული სახეობისათვის აბსოლუტურად მუდმივია და წარმოადგენს სა-

ხეობრივ მაჩვენებელს. მაგრამ ეს არ აღმოჩნდა მთლად სწორი. აღწერილია შემთხვევები, როდესაც ქრომოსომების რიცხვი იცვლება ერთი ქრომოსომის ორად დაყოფით, ან ორი არაჰომოლოგიური ქრომოსომის შერწყმით ერთ ქრომოსომად (მეიოზისის დროს არ ხდება წყვილი ჰომოლოგების წარმოქმნა). შესაძლებელია ასევე, ევრეთ წოდებული, პოლისომია — გაორმაგება არა მთელი ქრომოსომული აპარატისა, არამედ მხოლოდ ნაწილისა. ესეთნაირი ქრომოსომთაშორისი გადაჯგუფებები მეტად მნიშვნელოვანია ევოლუციური პროგრესისათვის. ამ შემთხვევაში ქრომოსომების რიცხვის გადიდება იწვევს კომბინაციური ცვალებადობის მკვეთრ გადიდებას. პირიქით, მათი შერწყმა-შეერთება ცვალებადობას ამცირებს, საბოლოოდ ამის შედეგია სახეობის მდგრადობა, ახალი ფორმების წარმოშობის დამუხრუჭება.

ბოლო წლებში ფართოდ გავრცელდა აზრი იმის შესახებ, რომ პრიმიტიულ სახეობებს გააჩნიათ გენომი, რომელიც შესდგება მრავალი პატარა ქრომოსომისაგან, ხოლო ევოლუციური პროცესი მიმდინარეობს მათი შერწყმისა და გამსხვილების გზით. შესაძლებელია, ბევრ შემთხვევაში ეს მართლაც ასე იყოს. მაგრამ მიზანშეწონილად მიმაჩნია და უადგილო არ იქნება თუ გავიხსენებთ გეტოს — „თეორია მკედარია, მხოლოდ სიცოცხლის ხე მარად მწვანობს“. არ შეიძლება ევოლუცია შევბოქოთ ერთი ტენდენციის ვიწრო ჩარჩოებით. არსებობს პირდაპირი დასაბუთება იმისა, რომ გენომის ცვალებადობა მიმდინარეობდა სხვადასხვა მიმართულებით, მრავალგზის კომბინირების საფუძველზე. ამის მაგალითად შეიძლება დავასახელოთ ირემი. ჩვენს დრომდე იქნა შენარჩუნებული პატარა ზომის, პრიმიტიული ტროიკული ირემი — *Muntiacus*, ამასთანავე, არსებობს ევოლუციურად მეტად განვითარებული დიდი ზომის სახეობაც. აღმოჩნდა, რომ ირმისნაირთა სახეობის მეტ ნაწილს გააჩნია 50—70 ქრომოსომი, პრიმიტიულ ევრეთ წოდებულ დავითის ირმებს — *Elaphurus davidanus*, ისე როგორც შველს და კეთილშობილ ირემს — 62, პრიმიტიული ირმების *Muntiacus*-ის ერთ-ერთ ქვესახეობას — 46, ხოლო მეორეს, მხოლოდ 6 ქრომოსომი, ესე იგი იმდენი, რამდენიც გააჩნია კოლოს, და ბევრად მცირე მასთან შედარებით, რაც საერთოდ ცნობილია ძუძუმწოვრებში. როგორც იტყვიან აქ კომენტარები ზედმეტია.

ციტოლოგიური ანალიზის დროს ძნელი შესამჩნევია, მაგრამ ფაქტიურად ხშირად გვხვდება ისეთი ქრომოსომული გადაჭყუებები, როგორცაა ინვერსია და ტრანსლოკაცია. ინვერსიის შემთხვევაში ერთი რომელიმე ქრომოსომის ნაწილი განიცდის 180°-ით შემოტრიალებას. ხოლო, ტრანსლოკაციის დროს წარმოებს ორი, არაჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის მონაკვეთების გაცვლა-გამოცვლა (ამით განსხვავდება ის კროსინგოვერისაგან).

გამოჩენილმა საბჭოთა გენეტიკოსმა ა. სერებროვსკიმ ჯერ კიდევ 1929 წელს გაშიფრა ინვერსიისა და ტრანსლოკაციის წარმოშობის მექანიზმი—ქრომოსომა გახლეჩვა და მათი ხელახალი აღდგენა სხვა მონაკვეთებით. თუ ქრომოსომა ერთდროულად გაწყდება ორ სხვადასხვა წერტილში, მოწყვეტილი ნაწილი შეიძლება შემოტრიალდეს 180°-ით და მიემაგროს ქრომოსომის სხეულის რომელიმე დაბოლოებას. ქრომოსომის გადაწვეტილ ბოლოებს, როგორც აღმოჩნდა, გააჩნიათ „შეწებების“ უნარი (ამ მოვლენის მოლეკულური მექანიზმის შეცნობა მხოლოდ ახლა ხდება შესაძლებელი). მაგრამ, თუ ქრომოსომის გახლეჩვა მოხდა ერთ ადგილას, მაშინ მისი „წრიული შემობრუნება“ არ წარმოებს. ასეთი ქრომოსომის დაბოლოებას, რომელიც ტელომერის სახელწოდებითაა ცნობილი, არ შესწევს უნარი „მიეწებოს“ თუნდაც ახლად გაწყვეტილ მონაკვეთსაც კი. ამიტომ ამ შემთხვევაში შესაძლებელია მხოლოდ ადრინდელი სტრუქტურის აღდგენა. და, თუ მისი აღდგენა არ მოხერხდა, მაშინ ქრომოსომის მოწყვეტილი ნაწილი უჩრედის ჰლაზმის მიერ უკუშეიწოვება და გენეტიკური ინფორმაცია, რომელსაც ის მოიცავდა, უკვალოდ იკარგება. ორგანიზმის, რომლის გენომმაც განიცადა ეგრეთ წოდებულა დეფიშენსი, მომავალი ბედი-იბაღი შეიძლება წარიმართოს სხვადასხვანაირად. თუ ქრომოსომის დაკარგული ნაწილი უმნიშვნელოა და არ შეიცავს სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან გენებს, მაშინ ორგანიზმები, განსაკუთრებით პოლიპლოიდური, ამას ადვილად იტანენ. ქრომოსომის დიდი ნაწილის დაკარგვა შეიძლება გახდეს სასიკვდილო. მაგალითად, ადამიანის გენომში ერთი ქრომოსომის მნიშვნელოვანი ნაწილის დაკარგვა, ჩვეულებრივ, იწვევს სასიკვდილო გენეტიკურ დაავადებას, (რომელიც ცნობილია, „კნავილის სინდრომის“ სახელწოდებით (cri de chat—ავადმყოფი ბაღლის ბგერის გამოღების მიხედვით).

ქრომოსომის ორმაგი გაწყვეტის შემთხვევაშიც მოწყვეტილია ნაწილი, აგრეთვე, შეიძლება უკუშეწოვილ იქნას პლაზმაში (ტელომერს ხელახლა შემოუერთდება მხოლოდ ბოლო ნაწილი). ქრომოსომში ასეთნაირი ნაკლებობის მოვლენას დელეციას უწოდებენ. სხვადასხვა ორგანიზმებში აღწერილია დელეციის უამრავი შემთხვევა. მსხვილი დელეციები ჰომიზიგოტურ მდგომარეობაში, როგორც წესი, ლეტალურია — სასიკვდილოა, ხოლო პატარა დელეციები იწვევს ფენოტიპურ ნიშან-თვისებათა მთელ რიგ ცვლილებებს.

შეიძლება ერთი შეხედვით მოგვეჩვენოს, რომ ინვერსია უწყინარია ორგანიზმისათვის, ვინაიდან გენეტიკური ინფორმაცია ამ დროს არ იკარგება, არამედ მხოლოდ იცვლება მისი ადგილმდებარეობა. დელეცია შეიძლება შევადაროთ იმ შემთხვევას, როდესაც დაბნეულ კინომექანიკოსს ავიწყდება ფილმის რომელიმე ნაწილის ჩვენება, ხოლო ინვერსია — როდესაც ფილმის ჩვენება მიმდინარეობს ნაწილების არათანმიმდევრობით. მაგრამ საკუთარი გამოცდილებიდან გამომდინარე, ჩვენ ვიცით, რომ მაყურებელი ორივე შემთხვევაში ერთნაირ რეაქციას ახდენს ამაზე და თავის უკმაყოფილებას გამოხატავს სტვენით, ან კიდევ კინომექანიკოსის ფეხსაცმლის მკერავთან გაიგივებით. ასეთივე მდგომარეობაა ინვერსიის შემთხვევაშიც. ისინი ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში ხშირად ლეტალურია, ესე იგი ორგანიზმი, რომელმაც მემკვიდრეობით მიიღო ის როგორც დედისაგან ისე მამისაგან, განწირულია და კვდება. ინვერსიის გამოქვადენება შესაძლებელი ხდება მხოლოდ ჰეტეროზიგოტებში, როდესაც წყვილი ქრომოსომიდან რომელიმე ერთი არ არის ინვერსირებული.

თუნდაც შედარებით უწყინარი ინვერსიები მნიშვნელოვნად ზღუდავს კომბინაციურ ცვალებადობას. როგორც გენეტიკოსები ამბობენ, ისინი „ჰკეტავენ კროსინგოვერს“. ეს თავისთავად გასაგებია. როგორც ვიცით კროსინგოვერს ადგილი აქვს მაშინ, როდესაც ხდება ქრომოსომის ჰომოლოგიური ნაწილების გაცვლა-გამოცვლა. თუ გენომი ინვერსიაზე არ არის ჰომოზიგოტური, ქრომოსომები ახდენენ არა ჰომოლოგიური ნაწილების გაცვლა-გამოცვლას, და თუ სასქესო უჯრედებში იქნება გენების რომელიმე ნაწილის ორმაგი კრებული და მეორე ნაწილის ნაკლებობა, მაშინ ორგანიზმი აღმოჩნდება არაცხოველმყოფელური.

ინვერსიის, ისე როგორც ყველა სხვა ქრომოსომული გადაჯგუფებების ევოლუციური როლი მდგომარეობს რეკომბინაციის შეზღუდვაში, რის შედეგაც გენთა სასურველი კომბინაცია (თუ ეს მოხ-

და) აღმოჩნდება იზოლირებული და გამრავლებული. სხვადასხვა სახეობების ქრომოსომთა კრებულის გამოკვლევისას ციტოგენეტიკოსებს ზოგჯერ შეუძლიათ დაადგინონ როგორი გზით წარმოიშვა გენეტიკური იზოლიაცია, შეუჭვარებლობა — ქრომოსომთა შერწყმის გზით თუ ერთი ან რამდენიმე ინვერსიის შედეგად.

ქრომოსომული გადაჯგუფების მეორე ტიპი არის ტრანსლოკაცია, რომლის დროსაც არა ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის ხდება ნაწილების გაცვლა-გამოცვლა. ამ მოვლენას, რომელზედაც ჭერ კიდევ სერებროვსკიმ გაამახვილა ყურადღება, ევოლუციისათვის შედარებით ნაკლები მნიშვნელობა აქვს. ამის მიზეზი ნათელია: ტრანსლოკაცია თუ ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაშია, ორგანიზმი სრულიად ცხოველმყოფელია, მაშინ როდესაც ჰეტეროზიგოტები წარმოქმნიან არაცხოველმყოფელურ გამეტებს გენური მასალის უკმარისობიდან გამომდინარე. ამ მუტაციაზე ჰეტეროზიგოტი ინდივიდების გამრავლების უნარი მკვეთრად ეცემა (50%-მდე), ამასთანავე ბუნებრივ გადარჩევას განწირული ჰყავს ასეთი ფორმები. ორი, ერთნაირი ტრანსლოკაციის მქონე ინდივიდების შეხვედრის შესაძლებლობა ძალზე უმნიშვნელოა. ამიტომ, შემთხვევა იმისა, რომ მსგავსი მუტაცია გამოყენებულ იქნას ევოლუციურ პროცესში, მეტიმეტად იშვიათი მოვლენაა და შეიძლება ის დაითვალოს ხელის თითებზე. გამონაკლისია მცენარეები, სადაც თვითდამტვერვისა და ვეგეტატიურად გამრავლების უნარიდან გამომდინარე, ტრანსლოკაცია შეიძლება განმტკიცდეს პოპულაციაში და მიეცეს საწყისი ახალ ფორმას, ისეთს, რომელიც არ შეუჭვარდება მშობლიურ ფორმებს. ასეთი ფორმები აღწერილია, მაგალითად, ენოთერაში, ტყის ყაყაჩოში, ლემაში. სხვადასხვა ფორმებთან მათი ჰიბრიდები სტერილურია. ენოთერას ზოგიერთმა ტრანსლოკატურმა ფორმამ „მხარი აუქცია“ დე ფრიზს, როდესაც ის ამბობდა, რომ დაკვირვებას აწარმოებს უშუალოდ სახეობათა წარმოშობის თვალნათლივ პროცესზე. აღმოჩნდა, რომ ენოთერას თითქმის ყველა ქრომოსომი ხშირად ერთიმეორეზე მიყოლებით ტრანსლოცირდება და მეიოზის დროს წარმოიქმნება მათი, ეგრეთ წოდებული ჩაკეტილი რგოლები. ამის შედეგად წარმოიშვა მრავალი თვითდამტვერი რასა, რომლებიც არ ითიშებიან და იზოლირებული არიან ერთმანეთისაგან. ფორმალურად, ესენი რა თქმა უნდა ახალი სახეობებია... თუ სახეობისათვის საკმარის კრიტერიუმად ჩაეთვლით გენეტიკურ განცალკევებულობას.

მცენარეთა გარკვეულ ნაწილში ტრანსლოკაცია მიმდინარეობს

საოცარი სირთულით. ენოთერის ერთ-ერთ სახეობას — ენოთერა ბიენისს გააჩნია ორი სხვადასხვა რგოლისებრი ქრომოსომი, რომლებმაც სპეციალური სახელწოდებაც მიიღო — რუბენსი და ალბიკანსი. მეიოზის დროს ამ რგოლისებრი ქრომოსომების გადანაწილება ხდება. ამასთანავე, ცხოველმყოფელურია მხოლოდ იმ ყუავილის მტვერი, რომელსაც რუბენსი გააჩნია, და ის მდედრობითი სასქესო უჯრედი, რომლის ქრომოსომულ კრებულში მხოლოდ ალბიკანსია. განაყოფიერების დროს მოხდება ორმაგი კრებულის აღდგენა. ბუნებრივია მამრი და მდედრი გამეტების 50% მიზანსმოკლებულია და იკარგება, ხოლო ჰომოზიგოტ რუბენს-რუბენსის და ალბიკანს-ალბიკანსის წარმოქმნის შესაძლებლობის საკითხი თავიდანვე უზრუნველყოფილია.

სულ სხვა მდგომარეობაა ცხოველებში. ტრანსლოცირებული ინდივიდებიდან გამრავლების უნარი გააჩნიათ მხოლოდ ზოგიერთებს, ისეთებს, რომელთა სასქესო ქრომოსომული ფორმულა მდედრებისათვის არის XX, ხოლო მამრებისათვის — XO. თუ აუტოსომა შეუერთდება, როგორც ამბობენ ხოლმე, ტრანსლოცირდება სასქესო ქრომოსომად, და გახდება რა მისი შემადგენელი ნაწილი, მაშინ წარმოიქმნება ახალი, ეგრეთ წოდებული რთული y ქრომოსომა. ცხოველებში ტრანსლოკაცია აუტოსომებს შორის, როგორც წესი, თაობისათვის საბედისწერაა. სხვადასხვა სახეობებს შორის მხოლოდ ძალზე ცოტას, მაგალითად, მორიელს გააჩნია უნარი მემკვიდრეობით მიიღოს ტრანსლოცირებული ქრომოსომი, ანალოგიურად იმისა, რაც აღინიშნება ენოთერასა და ტყის ყაყაჩოში. აკვირდებოდა რა მოვლენებს, სერებროვსკი ორიგინალურ იდეაზე მივიდა და შესაძლებლობა მიეცა შეექმნა მაცნე მწერებთან ბრძოლის ახალი მეთოდი, რომელსაც მან გენეტიკური მეთოდი უწოდა.

გენეტიკური მეთოდი გენიალურად მარტივია. საჭიროა მწერების ისეთი კულტურული ხაზების გამოყვანა, რომლებიც ტრანსლოკაციაზე ჰომოზიგოტური იქნებიან. თუ ჩვენ გავუშვებთ ბუნებაში ასეთი ტრანსლოცირებული ხაზის მამრების მასას, ისინი შეუჭვარდებიან „ველური“ ფორმის მდედრებს და ამის შედეგად მიიღება ჰეტეროზიგოტური თაობა. მაგრამ, ამ ჰეტეროზიგოტურ თაობას გამრავლების უნარი შეზღუდული ექნება. ემბრიონების არააქვებ 40—50% განვითარების ჭერ კიდევ ადრეულ ასაკში იხოცება. სერებროვსკიმ ზუსტად განსაზღვრა აღნიშნული მეთოდის ეფექტიანობის ამაღლების პირობები:

1. საჭიროა ბუნებაში გაშვებულ იქნას ტრანსლოცირებული წამლები გამრავლების პერიოდის დასაწყისშივე, როდესაც მავნე მწერების პოპულაცია რიცხობრივად შედარებით ნაკლებია.

2. უკეთეს შედეგს იძლევა ის ხაზები, რომლებიც პომოზიგოტური იქნება არა ერთ, არამედ რამდენიმე ტრანსლოკაციაზე. ასეთი ხაზების მიღება გაადვილებულია იმ სახეობებში, რომელთა გენომი შედგება ბევრი ქრომოსომისაგან. თუ მავნებელი მწერის გენომი რიცხობრივად მცირე ქრომოსომიანია (როგორც, მაგალითად, კოლო, ბუზი), მაშინ საჭიროა ბუნებაში რამდენიმე ტრანსლოცირებული ხაზის გაშვება.

სერებროვსკი, არ დაკმაყოფილდა რა თეორიით, შეუდგა ოთახის ბუზისა და ბელლის ცხვირგრძელას ტრანსლოკაციური ხაზების გამოყვანას. მეტად ძნელია ასეთი გაბედული ნაბიჯის გადადგმა. საქმე იმაშია, რომ მავნე მწერები ყოველთვის საჭიროებდა განადგურებას და არა მოშენებას. მაგრამ, სერებროვსკის ეყო გამბედაობაც და მოხერხებულობაც. სხვამ არაეინ, მხოლოდ მან შემოიყვანა 1927 წელს გერმანიიდან კურდღლის ახალი ჯიში იმ გზით, რაც აზრადაც არ მოუვიდოდა ყველაზე მეტად გაწაფულ კონტრაბანდისტს. იმ პერიოდში ძვირად ფასობდა რეკსის ჯიშის კურდღელი პლუშისებრი ბეწვით (დღეა კურდღელი თავისი ბაჭიებით ღირდა 200 მარკამდე). მხედველობაში ჰქონდა რა ჩვენი ქვეყნის სავალუტო საშუალებების ეკონომიური გამოყენება, სერებროვსკიმ გერმანიიდან მუქთად შემოიყვანა წყვილი მეტისი ცხოველი, რომელთაც ჯიშისათვის დამახასიათებელი რამ არაფერი გააჩნდათ და უმნიშვნელო ღირებულებისა იყვნენ. მაგრამ, ეს მეტისები იყვნენ პეტეროზიგოტული — რეცესიული მუტაცია რეკსის მატარებელი. პირველ თაობაშივე დაიბადა ორი რეკსი, ხოლო მესამე თაობაში ეს მუტაცია გამრავლდა და დაინერგა წარმოებაში.

სამწუხაროდ, გენეტიკური მეთოდების შემდგომი დამუშავება 1948 წელს შეწყდა. ამ წლებშივე განსაკუთრებული საერთო გატაცება ჰპოვა ღუსტისა და მისი მსგავსი შხამიანი ქიმიური ნივთიერებების — ინსექტიციდების გამოყენებამ. მავნებელ მწერებთან ბრძოლის ქიმიური მეთოდები აღმოჩნდა მეტად მარტივი და იაფი. მაგრამ ისინი სწორხაზოვნად ანადგურებდნენ ყოველგვარ ცოცხალ არსებას, მინდა ვთქვა განურჩევლად ავ-კარგისა. მას შემდეგ, რაც დადგინდა, რომ ყოველ ერთ მავნებელზე, რომელიც განადგურდა შხამიანი ქიმიური ნივთიერებებით — ინსექტიციდებით, მოდის ათი სასარგებლო მწერი, ხოლო რაც შეეხება ღუსტს, ის ნაპოვნი იქნა

არა მარტო დედების რძეში, არამედ ანტარქტიკული პინგვინების კვერცხშიც, მხოლოდ ამის შემდეგ გაიხსენეს მავნებელ მწერებთან ბრძოლის გენეტიკური მეთოდი. ბევრ პრაქტიკოს-ენტომოლოგს ხიზლავდა ამ მეთოდის აბსოლუტური უწყინარობა და მოქმედების განსაზღვრული, მკაფიო მიმართულება. ნამდვილად, ის ეხება მხოლოდ იმ ობიექტს, რომლის საწინააღმდეგოდ თვით არის შექმნილი. საზღვარგარეთ სასწრაფოდ ითარგმნა სერებროვსკის სტატია და მკვლევართა არმიის ყოველდღიური სახელმძღვანელო გახდა. ამ მეთოდის დანერგვას და გავრცელებას ხელი შეუწყო გამოსხივების მუტაგენური მოქმედების წყარობმაც — ბირთვული რეაქტორები და მათ მიერ მიწოდებული იზოტოპები. ლაბორატორიის პირობებში გამოზრდილ მამრობითი სქესის მავნებელ მწერებს ასხივედნენ ისეთი დოზით, რომელიც სპერმის ბირთვში იწვევდა მრავალ ქრომოსომულ მუტაციას, ხოლო შემდეგ ასეთ მწერებს ყრიდნენ თვითმფრინავოდან. შედეგი იყო საუკეთესო.

ასეთი ხერხებით 1954 წელს კარიბის ზღვის კუნძულ კარასაოზე, ხოლო შემდეგ ჩრდილო ამერიკის მთელ რიგ შტატებში გაანადგურეს ბუზი, რომელიც კვერცხებსა ჰყრიდა შინაური საქონლის ნაჭრილობებზე ადგილებზე. მას შემდეგ გენეტიკური მეთოდის წარმატების სია ბევრად გაიზარდა, ამასთანავე, მეტად გაუმჯობესებული და სრულყოფილიც გახდა. ხშირად სტერილურ მამრებს „ამუშავებენ“ გარკვეული სუნის მქონე სასქესო ნივთიერებებით (ფერომონით), რითაც ისინი მომხიბლავი ხდება „ველური“ მდედრებისათვის. მეორე გზა — ლაბორატორიულ პირობებში ისეთი რასების გამოყვანა, რომელთაც გენომში გააჩნიათ დომინანტური გენი ლეტალური ეფექტით. ბამბის ცხვირგრძელასათვის მიღებულია რასა გენით, რომელიც თიშავს ზამთრის „მოსვენების“ პერიოდს (დიაპაუზს). ლაბორატორიაში ისინი, რა თქმა უნდა, მრავლდებიან უსასრულოდ. მაგრამ მათი ჰიბრიდები ველურ რასასთან შემოდგომით იყინება და იხოცება.

გენეტიკური მეთოდის მთელი ისტორია თვალნათლივი დადასტურებაა იმისა, რომ შედარებით განუცნებელი, სრულიად თეორიული ძიებანი, ზოგჯერ უკეთ ემსახურება პრაქტიკას, ვინემ საქმონსური პრაქტიციზმი. ყველაფერი ხომ იმით დაიწყო, რომ სერებროვსკი 1929 წელს დაფიქრდა: რატომ ბევრად უფრო მკვიდრდება ევოლუციაში ინვერსია, ვინემ ტრანსლოკაცია? მანვე მწერებთან ბრძოლის გენეტიკური მეთოდის მარტო უპირატესობა, ასგზის გადაფარავს ყველა იმ დანახარჯს რაც საჭირო იქნებოდა, საერთოდ იმა-

ვე ევოლუციის შესწავლის საქმეში. რაც მთავარია, გამორიცხული ხდება ბუნებისა და თვით საკუთარი ორგანიზმის მოწამვლა ინსექტიციდებით. თანამედროვე მკვლევარის წინაშე, ბუნებაში მიმდინარე პროცესების მიმართული გადაჯგუფებების მეტად მიმზიდველი და მატუნებელი პერსპექტივებია გადაშლილი.

წარბილოვანი მუტაციები — ევოლუციის საარსებო ლუკმაპური

ახლა გავისაუბროთ ეგრეთ წოდებულ წერტილოვანი ანუ გენური მუტაციის შესახებ, რომელიც იწვევს გენის სტრუქტურის ცვლილებას. ასეთი მუტაციები უხილავია ჩვეულებრივი მიკროსკოპით (მათი უმრავლესობის გარჩევა შეუძლებელია ელექტრონული მიკროსკოპითაც). მიუხედავად ამისა, ისინი ევოლუციისათვის მეტად მნიშვნელოვანია. ჩვენ მიერ ზემოთ განხილული გენომის მსხვილი, რეეოლუციური გადაჯგუფებები სინამდვილეში გვევლინება როგორც „რეაქციონერები“. ქრომოსომული კრებულის გაორმაგება, ტრანსლოკაცია, საკმაოდ დიდი ინვერსია — ყველაფერი ეს ზღუდავს შექვარების პროცესს, „შეცვლილ“ ორგანიზმს ღობავს პოპულაციის სხვა წევრებისაგან „ჩინური კედლით“, რომლის გადალახვა ბევრ შემთხვევაში პრაქტიკულად შეუძლებელია (ყაენის პარადოქსი!). უწყინარი ინვერსიაც მკვეთრად ზღუდავს რეკომბინაციას კროსინგოვერის „ჩაკეტვით“. წერტილოვანი მუტაციები არ წარმოადგენს რეკომბინაციისათვის წინაღობას, ამიტომ ისინი ადვილად გადანაწილდებიან ზოლმე, როგორც ბანქოს ქალაღი არევისას თამაშის წინ.

მოლეკულური ბიოლოგიის განვითარებამდე გენური მუტაციის მექანიზმი უცნობი იყო. ამბობდნენ, რომ ამ დროს გენი იცვლის თავის სტრუქტურას, რაც საერთოდ იყო ტავტოლოგიური განმარტება (გავიხსენოთ, რომ სიტყვა მუტაცია ნიშნავს ცვალებადობას). მაგრამ მექანიზმის არცოდნა სრულებითაც არ უშლიდა ხელს ცვალებადობის ამ ფაქტორის გაგებას.

დადგინდა რომ ფენოტიპის განვითარებაზე წერტილოვანი მუტაციის ზემოქმედება შეიძლება იყოს სხვადასხვა — ოდნავ შესამჩნევადან ლეტალურამდე. ორგანიზმი, ჰომოზიგოტი ლეტალურ გენზე, კვდება განვითარების რომელიმე სტადიაზე. ცნობილია აგრეთვე, რომ სხვადასხვა გენი (ჰომოლოგიური ქრომოსომების ლოკუსები) განსხვავდება ცვალებადობის მიხედვით. ზოგიერთი მათგანი უფ-

რო ხშირად განიცდის მუტირებას, სხვები იშვიათად. დროზოფილაში სხვა ცხოველებსა და მცენარეებში მუტანტების წარმოქმნის მოვლენა მრავალგზის არის შემჩნეული. შესაძლებელია, აგრეთვე, შებრუნებითი მუტაციები, როდესაც მუტანტური გენი უბრუნდება საწყის მდგომარეობას, ხოლო ფენოტიპი — აღრინდელ ტიპს. ამ მოვლენას უწოდებენ რევერსიას. თუ რევერსია არ აღინიშნება და არ ხდება მისი გამოაშკარავება, ეს იმას ნიშნავს, რომ მოხდა გენის დაკარგვა — იგივე დელეცია, მასშტაბურად ჩვეულებრივ მიკროსკოპში შეუმჩნეველი.

ზოგჯერ ადგილი აქვს ცრუ რევერსიასაც. ის ფენოტიპში სხვა გენით გამოწვეულ მუტაციაზე იმიტაციას აკეთებს, ესე იგი ბაძავს მას (ეგრეთ წოდებული სუპრესორული მუტაციები). საგულისხმოა, რომ ცალ-ცალკე ორივე ეს მუტაცია შეიძლება იყოს ლეტალური ან მკვეთრად დააქვეითოს ორგანიზმის ცხოველმყოფელობა. გენომში ერთად თავმოყრილი, ისინი არ შელანდებიან ფენოტიპში — ხდება საწყისი ტიპის აღდგენა. მინუსი მინუსზე იძლევა პლიუსს. ეს გვახსენებს ხალხური ზღაპრის ორ გმირს, ერთ-ერთ მათგანს არ გააჩნდა ფეხები, ხოლო მეორეს მხედველობა. გააერთიანეს რა თავიანთი შესაძლებლობა, მათ მოძებნეს სანუკვარი წყლის წყარო, განიკურნეს თავიანთი სიმანკე და აღფრთოვანებულებმა იზეიმეს მტერზე გამარჯვება. ასეთი ზღაპრული სიტუაცია ბუნებაში ხშირად ხორციელდება. მეტად უფრო საგულისხმოა მეორე ფაქტი. აქამდე ჩვენ ვილაპარაკეთ გენზე, წარმოდგენილზე არა უმეტეს ორი ფორმით — ალელებით (მაგალითად, ბარდას მარცვლის ყვითელი და მწვანე ფერი მენდელის ცდაში). ალელი მამრობითი სქესის სიტყვაა, თუმცა ხშირად ერევათ და ხმარობენ მას, როგორც მდედრობითი სქესის სიტყვას. თუ თქვენც მოხვდებით ასეთი სიძნელის წინაშე, გაიხსენეთ მისი მსგავსი სახელი (მწყემსი ბიჭი ლელი — ლელი ოსტროვსკის „სნეგუროჩკი“-დან). ერთი და იგივე გენს შეიძლება გააჩნდეს არა ორი, არამედ მეტი, ზოგჯერ რამდენიმე ათეულამდე ალელური მდგომარეობა და იცვლებოდეს სხვადასხვანაირად. ამ მოვლენას ეწოდება მრავლადი ალელიზმი. ყველა თქვენთაგანს, რა თქმა უნდა, გინახავთ სხვადასხვა ფერის კურდღელი — შავი, თეთრი, შავი ყურებით და თათებით, ასევე სრულებით თეთრი წითელი ფერის თვალებით (ალბინოსი). ყველაფერი ეს არის ერთი გენის ალელები.

კიდევ ერთი თვალსაჩინო მაგალითი. ადამიანში ცნობილია გენის მუტანტური ალელები, რომლებიც განსაზღვრავენ ჰიპოქსანტი-

ნისა და გუანინის რეაქციას. პრაქტიკულად ამ გენის ყველა ალელი ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში განაპირობებს ორგანიზმში შარღ-მეავას დაგროვებას, მაგრამ ავადმყოფობის განვითარების დონე სხვადასხვაა. ერთი რომელიმე ალელი იწვევს მხოლოდ ნიკრისის ქარს, მეორე — თირკმლის დაავადებას კენქის დაგროვების სიადაგზე. სრული ფორმით, ბავშვს ჭერ კიდევ ადრეულ ასაკში უვითარდება საშინელი ნერვიულობა, ავადდება დამბლით და მისთვის დამახასიათებელი შეტევებით, რომლის დროსაც ავადმყოფი ისე მწარდება, რომ თვითონ ჰკბენს თავის თავს (ლემბახინას სინდრომი). აღამიანის გენეტიკიდან მეტად უფრო ცნობილი მაგალითია, ეგრეთ წოდებული სისხლის ჭგუფის გენეტიკური სისტემები. ისინი განაპირობებულია მრავალადი ალელებით, რომელთაგან ყველაზე მეტადაა ცნობილი ABO სისტემა.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, გენი (როგორც ვეისმანი ფიქრობდა) აბსოლუტურად სტაბილური თუმცა არაა, მაგრამ საკმაოდ მდგრადია. აღამიანში ცალკეული გენების მუტირების სიხშირე საშუალოდ შეადგენს 1:100000 (სხვათა შორის, სხვადასხვა ავტორი ასახელებს სხვადასხვა ციფრს). უჩრდის ბირთვში გენების რიცხვი იმდენად დიდია, რომ კვერცხუჯრედების და სპერმის არანაკლები 10% მატარებელია რომელიმე ახლად წარმოშობილი მუტაციის. თითოეული ჩვენთაგანი მრავალი მუტაციის მატარებელია. მაშ რატომა ცვალებადობა ასე თუ ისე შებოჭილი ბუნებაში? ხომ მართალია, რომ ყველა სახეობათაგანი საკმაოდ მდგრადია და ინარჩუნებს, როგორც ხშირად ამბობენ „წინაპრულ ტიპს“. საქმე იმაშია, რომ ყველაფერს ჰეტეროზიგოტულობა წარმართავს. მუტანტური ალელების უმრავლესობა რეცესიულია (გავიხსენოთ დომინანტობის ევოლუცია!). ამიტომ მუტირებულ გენს, რომელიც არ ვლინდება ფენოტიპში, შეუძლია გადავიდეს ასობით თაობიდან თაობამდე, და მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ის შეხვდება ასეთივე გენს ჰომოლოგიურ ქრომოსომში, ხდება მისი გამოაშკარავება. მხოლოდ ამ შემთხვევაშია მისი არსებობის მოქმედების ეფექტიანობა. ბუნებაში ამ პროცესების მიმდინარეობას დიდი ევოლუციური მნიშვნელობა აქვს. ამ საკითხზე ჩვენ ბევრჯერ გვექნება საუბარი.

კომპლექსური რიგების კანონი ანუ კარალელური ცვალებადობა

მკითხველს შეიძლება შეექმნას შთაბეჭდილება, რომ თუ ცვალებადობის „მარაგი“, მოგროვებული გენოფონდში, დიდია და შემ-

დგომშიც მოსალოდნელია მისი განუწყვეტელი „გამდიდრება“ მუტაციური პროცესით, მაშინ პრინციპში შეიძლება მიღებულ იქნას ორგანიზმები ნიშან-თვისებათა ნებისმიერი ნაკრებით. მაგრამ ეს სრულებითაც არ არის ასე. მეყვავილეებს უხსოვარი დროიდან გამოჰყავდათ ვარდი ნაირ-ნაირი ფერის. მიუხედავად ამისა, არაეის არ უნახია ლურჯი ვარდი. დროზოფილას თვალის ნორმალური ფერი მოწითალო მოყავისფროა. გენეტიკოსებმა შესძლეს შეექმნათ მისა მუტანტური ხაზები თვალის თეთრი, სინგურის, წაბლისფერი და ღია წითელი ფერით. ხოლო მიეღო დროზოფილა ცისფერი ან მწვანე ფერის თვალებით, ვერაეინ ვერ შესძლო, და საერთოდ შეუძლებელია ამის გაკეთება. ამა თუ იმ სახეობისათვის არსებობს თითქოს „აკრძალული“ ნიშან-თვისებები.

და პირიქით, ჯერ კიდევ ძველად შეამჩნიეს, რომ რომელიმე ნიშან-თვისება თუ გვხვდება სახეობის რომელიმე ერთ ფორმაში, სრულებით შესაძლებელია ის შემჩნეულ იქნას მის მონათესავე ფორმაშიც. ფიგურებით რომ გამოვხატოთ, არ შეიძლება გენის გაიგივება ბილიარდის ბურთთან, რომელიც შემთხვევით შეიძლება გამოქანდეს თქვენსკენ თავისი ზედაპირის ნებისმიერი წერტილით. ის, ალბათ უფრო მონეტაა, რომელიც ვარდება ან „ორიოლით“ ან „რემკათი“, ხოლო მრავლადი ალელიზმის შემთხვევაში კამათელია, გაჯორებული ექვსი შესაძლებლობიდან რომელიმე ერთ-ერთზე.

ასეთი შემთხვევა ცნობილი იყო დარვინისთვისაც: „ერთი და იგივე ნიშან-თვისება დროდადრო გამოვლინდება ხოლმე ზოგიერთ სხვადასხვა სახეობასა და რასაში, რომლებიც მომდინარეობენ ერთი საერთო წინაპრისაგან, და იშვიათად შორეული სახეობების შეჭვარების გზით მიღებულ თაობაში“. ამის დასამტკიცებლად ის იმოწმებდა ფრანგ ბოტანიკოს შ. ნოდენს, რომელმაც გოგრისნაირებში აღმოაჩინა პარალელური ცვალებადობა, და ინგლისურ ენთომოლოგ ბ. უოლშს. შემდეგში ბოტანიკოსების (მ. დიუვალ-ჟუვი და ჩვენთვის უკვე ცნობილი დე ფრიზი) და პალეონტოლოგების (ე. კობი და გ. ოსბორნი) მიერ ბევრი მსგავსი ფაქტი იქნა აღმოჩენილი. მაგრამ არ ჩანდა მკვლევარი ჰკუთის სინთეტიკური მარაგით, რომელიც შესძლებდა მიმოხედა აზრიანი თვალით (როგორც მ. ლომონოსოვი წერდა — „ჰკვიანი თვალებით“), მოეკრიბა მიმოფანტული ფაქტების ეს უზარმაზარი გროვა და შეექმნა ერთი, საერთო თეორია.

ახლა დავუბრუნდეთ 1920 წელს. შეიძლება მოგვეჩვენოს, რომ მეცნიერებისათვის ვის ეცალა მაშინ, მაგრამ მიუხედავად ამისა, სარატოვში იკრიბება სრულიად რუსეთის სელექციონერთა III ყრი-

ლობა. ჯერ კიდევ ახალგაზრდა, მაგრამ უკვე კარგად ცნობილი გენეტიკოსის ნ. ვაეილოვის მოხსენების შემდეგ აუდიტორია ტაშის გრიალმა მოიცილა. და, უცხო პიროვნების კითხვაზე — რა ხდება აქ? ისმის პასუხი — „ბიოლოგები მიესალმებიან თავიანთ მენდელეევს“. შედარება მეტად ხატოვანი, მოწონების გამოხატველია, მაგრამ ამავე დროს დიდად საპასუხისმგებლო. რა გააკეთა ვაეილოვმა? შეიძლება თუ არა მისი ნაშრომის შედარება დ. მენდელეევის პერიოდულ სისტემასთან? შევეცადოთ კვალდაკვალ მივყვეთ და თვალჯური ვადევნოთ ვაეილოვის აზროვნების მიერ იმ გაკვლეულ გზას, რომლითაც ის მივიდა თავის აღმოჩენამდე.

XX საუკუნის დასაწყისში მცენარეთა (და ასევე ცხოველთა) სისტემატიკა სასტიკად გართულდა იმასთან შედარებით, რაც მოგვცა სისტემატიკის ფუძემდებელმა კარლ ლინეიმ XVIII საუკუნეში. ლინეი სცნობდა ერთ ხორბალს, ერთი ჭვავს, ერთ ბრინჯს. მაგრამ ლინეის სახეობანი, როგორც მას ხშირად უწოდებენ, ლინეონები, სრულებითაც არ აღმოჩნდა ერთგვაროვანი ერთეულები. შესაძლებელი გახდა მათი დაყოფა ასეულ და ათასეულ შემკვიდრულ ფორმად. გარდა ამისა, დაყოფის პროცესი წარმოდგენილია აშკარა უსასრულობით. ამ მხრივ ველური, ადამიანის მიერ გაუკულტურებული სახეობანიც არ იყო გამონაკლისი. მაგალითად ა. ჟორდანმა ჩვეულებრივი, ძალზე შეუხედავი ბალახი — თავნათქვი დაჰყო 200-ზე მეტ სახეობად. ამგვარ მინი სახეობებს ლინეონებისაგან განსხვავებით ჟორდანონები უწოდეს. სისტემატიკოსები სახეობათა ოკეანეში ცურავდნენ, რომლებიც თავის დროზე მათივე მიერ იყო აღწერილი.

ამრიგად, ვაეილოვის ამოსავალი წერტილია მსხვილი სახეობების — ლინეონების პოლიმორფიზმი. ვაეილოვმა გენიალურად შეიცნო ლინეონების ცვალებადობის პარალელიზმი. ხორბალი, მაგალითად, იყოფა სამი ჯგუფის სახეობად — 42, 28 და 14 ქრომოსომიანებად. თითოეულ ამ ჯგუფში არის მსგავსი ფორმებიც, რომლებიც წარმოიშვნენ ან პარალელურად, ან ერთი საერთო წინაპრისაგან ისეთი ნიშან-თვისებების მემკვიდრეობის საფუძველზე, როგორიცაა: ფხიანობა და უფხობა, თეთრ-წითელ- და შავთავთავიანობა. ვაეილოვმა ასეთივე რიგები იპოვა ქერსა და ჭვავში, შვრიასა და ფეტვში, ბამბასა და ჭანგაში, კიტრში, გოგრაასა და ნესეში.

ეს ცოტაა. პარალელური ცვალებადობა აღმოჩნდა სხვადასხვა სახეობის წარმომადგენლებშიც. თუ ხორბალში არსებობს ფორმები გაშლილი თავთავით, მაშინ ის ჭვავსაც უნდა გააჩნდეს. და მართლაც, ვაეილოვი პოულობს ასეთ ფორმებს ჯერ პამირზე, ხოლო შემდეგ

სომხეთში. სხვადასხვა სახეობის ჰომოლოგიური² ფორმების მსგავსება იმდენად დიდი იყო, რომ მათ მიაკუთვნებდნენ სახეობათაშორის ჰიბრიდებს. მაგალითად, ს. კორჟინსკმა 23 წლით ადრე ვავილოვის აღნიშნულ მოხსენებამდე, აღწერა საზამთროსა და ნესვის ჰიბრიდები. ეს იყო ცრუ ჰიბრიდები, ისინი არასდროს არ არსებობდა. ვავილოვმა გულდასმით ძებნის შემდეგ იპოვა საზამთროს ჯიში, რომელიც ძლიერ ჰგავდა არა მარტო ნესვს, არამედ გოგრასაც და ყაბაყსაც.

ვავილოვის ეს მაგალითი მე გამახსენდა მაშინ, როდესაც ჩვენ კუნძულ მოლეკულას (ახალი ჰებრიდების არქიპელაგი) ადგილობრივი მოსახლეობის სოფელში ვნახეთ მეტად უცნაური ხილი, რომელიც მოყვანილობით, თესლის ფორმით და ზომით კიტრის მსგავსი იყო, ხოლო გემოვნებით — ტიპური საზამთრო.

როგორია ცვალებადობის ჰომოლოგიის გავრცელების არე? აღმოჩნდა, რომ მისი შემჩნევა შეიძლება სრულიად შორეულ ოჯახებსა და კლასებს შორისაც. მაგრამ, ბუნებრივია ეს ეხება მხოლოდ იმათ, რომელთაც აგებულების საერთო სახე აქვთ. ასე მაგალითად, ალბინიზმი (უქლოროფილო ფორმების წარმოქმნა), გიგანტიზმი და ჯუჯიანობა, ფესვის გარდაქმნა ძირხვანეულად, მცენარის ყვავილისა და ძირხვანეულის ფერის იგივეობა და სხვა ამგვარი მსგავსებანი წარმოიშობა ისეთ ოჯახებში, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია შორეული ნათესაობით. მაგალითად, ჰარხალი მონათესავეა ნაცარქათამასი და უდაბნოს მცენარე — საქსაულის (ენდროსებთა ოჯახი), მაგრამ ის, ამასთანავე წარმოქმნის ძირნაყოფს საოცრად მსგავსად იმისა, როგორც სტაფილო (ქოლგისებრთა ოჯახი) ან ბოლოკი (ჯვაროსანთა ოჯახი).

ვავილოვმა აგრეთვე აღნიშნა, რომ პარალელური ცვალებადობის პროცესი შეიძინევა არა მარტო უმაღლეს მცენარეებში, არამედ წყალმცენარეებსა და სოკოებშიც. ცვალებადობის ჰომოლოგიური რიგები დადგენილია ისეთ ცხოველებშიც, როგორცაა ინფუზორია და პარაზიტი მატლები, მოლუსკი და ზღვის ობობა, წყალხმელეთა ცხოველები, კუ, ხვლიკი, ფრინველი და ძუძუმწოვრები. მაგალითად, ცნობილმა ჯ. პოლდენიმმა, შეისწავლა მღრღნელებისა და მტაცებელი ცხოველების ბეწვის ფერის პარალელიზმი. აღმოჩნდა, რომ თავგებს, ვირთაგვებს, კურდღლებს და ზღვის გოკებს შესაძლებელია

² ჰომოლოგიურობა ამ შემთხვევაში შესაბამისობაა, ფორმათა მსგავსების პარალელურობაა.

გააჩნდეთ ფერის მსგავსი (იდენტური) გენები მაშინ, როდესაც კურ-
დღლებს საერთოდ გამოყოფენ მღრღნელებისაგან, ხოლო ზღვის გო-
ჭი საერთოდ არ არის თავის მონათესავე. ჰომოლოგიური რიგების,
ანუ ჰომოლოგიური ცვალებადობის კანონის შემდგომი ბედ-იღბალი
ძალზე ორიგინალური აღმოჩნდა.

გენეტიკოსების და სელექციონერების უმრავლესობა ადგრო-
ვანებული მიესალმა ვავილოვის იდეას. მსგავსად იმისა, როგორც
ქიმიკოსები ეძებდნენ მენდელეევის პერიოდული სისტემის ცხრილის
საფუძველზე ახალ ელემენტებს, სელექციონერებმაც, ჰომოლოგი-
ური კანონიდან გამომდინარე, დაიწყეს ძებნა და ჰოულობდნენ
მათთვის საჭირო ფორმებს. პარკოსანი მცენარე ლუპინი (*Lupinus*
L.), რომელიც ხშირად შეიძლება შევნიშნოთ მოსკოვთან ახლო
მდებარე ბაღებში, ლამაზი ყვავილების გარდა, იძლევა მწვანე
მასის დიდ გამოსავალს და ამასთანავე, მშვენივრად ამდინარებს ნი-
ადაგს აზოტით. რჩება ისეთი შთაბეჭდილება, თითქოს ეს საუკეთე-
სო საკვები კულტურაა. მაგრამ საქონელი მას არ ჰკამს, მისი მწარე
გემოს გამო. იხელმძღვანელებს რა ვავილოვის ჰომოლოგიური რიგე-
ბის კანონით, გერმანიის დემოკრატიულ რესპუბლიკაში საკმაოდ
სწრაფად იპოვეს ლუპინის არამწარე ფორმები, რომლებიც გახ-
დნენ ახალი ჯიშების ფუძემდებლები.

თეორეტიკოსების დამოკიდებულება ვავილოვის კანონისადმი
ზოგჯერ სექტური იყო. საქმე ეხება არა იმათ, ვინც ხელზე იხ-
ვევდა რა ვავილოვის წინამორბედებს, საერთოდ უარყოფდა მის
უფლებას პრიორიტეტზე (წინამორბედები რომ მადლიერების გრძნო-
ბით მოვიხსენიოთ, ეს რა თქმა უნდა, აუცილებელია, მაგრამ აქ საქ-
მის გამრუდება არაა საჭირო, ყოველ შემთხვევაში, ყველაფერს თა-
ვი რომ დავანებოთ, ჰომოლოგიური რიგების კანონის შემქმნელი სა-
ჭიროა ვალიაროთ პირველ ადამიანად, რომელმაც შეამჩნია, რომ
თეთრი და შავი ძაღლების გარდა არსებობს თეთრი და შავი კატე-
ბიც), არამედ ბევრად უფრო საშიშ პიროვნებებს — იმათ, ვინც
ალიარებდა ცვალებადობაში პარალელიზმს, მაგრამ აქედან აკეთებდა
ანტიდარვინისტულ დასკვნებს.

მსჯელობა და კამათი მიმდინარეობდა შემდეგნაირად. დარვინის
მიხედვით ცვალებადობა განუსაზღვრელია. მაგრამ, ჰომოლოგიური
ცვალებადობის ფაქტები თითქოს იმაზე მეტყველებდნენ, რომ დარ-
ვინი ცდებოდა: ცვალებადობა მიმართულია, მას გააჩნია მიზანი. ამის
შედეგად შეიქმნა პარადოქსული მდგომარეობა — ბოლოს და ბოლოს
ძნელი იყო იმის დათანხმება, რომ ჰომოლოგიური რიგების კანონის

შემქმნელი იყო პეტად შეზღუდული (თუ არ ვიტყვით სიტყვას — უგუნური), ვიდრე შემდგომი კომენტატორების ლეგიონი; ამასთანავე უსაფუძვლოა იმის მტკიცება, რომ ვავილოვი თავისი აღმოჩენით უარყოფდა დარვინიზმს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ყველაფერი გაირკვა მას შემდეგ, როდესაც წარმოიშვა ეგრეთ წოდებული ბიოქიმიური გენეტიკა. გენეტიკის ეს დარგი სწავლობს შედარებით უფრო დაბალი, ვიდრე მორფოლოგიური, ნიშან-თვისებების წარმოქმნას და მემკვიდრეობას ფენოტიპში, რაც დაკავშირებულია ორგანიზმში ამა თუ იმ ქიმიური ნაერთის სინთეზირებასთან.

ჯერ კიდევ 1914 წელს მ. ონსლოიმ მიუთითა, რომ ყვავილის ფერი მემკვიდრეობს მენდელური პრინციპით (ამაზე, სხვათაშორის, ღვით მენდელიც მიუთითებდა). რ. ვილშტეტერმა გამოიკვლია პიგმენტები, რომლებიც იწვევდა ყვავილის ფერს, და ის რეაქციები, რომელთა პროცესშიც ისინი წარმოიშობიან ორგანიზმში. მაგალითად, სურნელოვანი ცერცველას (ბალის არჩაკელი) ყვავილები შედებილია ანტოციანის პიგმენტებით (ეს იგივე ის პიგმენტებია, რომლებიც იისფრად და ვარდისფრად ლებავს კარტოფილის ძირხვეწებს, მოცვის კენკრას, ლურჯი კომბოსტოს ფოთლებს და მცენარეთა სამყაროს მრავალი სხვა წარმომადგენლის ფესვს, ნაყოფს თუ ფოთოლს). ანტოციანი უჯრედებში წარმოიქმნება ბიოქიმიური რეაქციის გრძელი ჯაჭვის შედეგად, ერთი ნივთიერების თანმიმდევრული გარდაქმნით მეორედ. ამ მოვლენის შუალედური ეტაპები აღვნიშნოთ ასობით, ისე, რომ არ გადავტვირთოთ ტექსტი ქიმიური ფორმულებითა და ტერმინოლოგიით:

$A \rightarrow B \rightarrow B \rightarrow \Gamma . . . \rightarrow$ ანტოციანი

ორგანიზმებს ქიმიური რეაქციის მიმდინარეობასა და სიჩქარეზე არ გააჩნიათ კონკურენტები. ცოცხალი ბუნება არ იყენებს რეაქციის ისეთ ძლიერ მომქმედ დამაჩქარებლებს, როგორცაა მაღალი წნევა და ტემპერატურა. ამ შემთხვევაში ორგანიზმებს არჩეული აქვთ სულ სხვა გზა — კატალიზების გამოყენების გზა.

თუ რა არის კატალიზატორი, მკითხველათვის ცნობილია ქიმიის სასკოლო კურსიდან. ყოველ შემთხვევისათვის გავისხენოთ, რომ კატალიზატორი არის ნივთიერება, რომელიც თვით არ მონაწილეობს რა რეაქციაში, აჩქარებს რეაქციის პროცესს (სხვანაირად რომ ვთქვათ, ცალმხრივ წარმართავს რეაქციის მიმდინარეობას). მაგალითად, წყალბადის ნარევი უანგბადთან ან ჰაერთან ძალზე საში-

შია აფეთქების თვალსაზრისით (ფეთქებადი გაზი). დაბალ ტემპერატურაზე წყალში წყალბადის ეანგვიით რეაქციის ნარევეში შეტანილ იქნას პლატინის პატარა ნატეხი, მაშინვე მოხდება აფეთქება. პლატინა ამ შემთხვევაში კატალიზატორის როლს ასრულებს.

ცოცხალი ბუნების კატალიზატორები არის სპეციალური ცილები—ფერმენტები. პრაქტიკულად უკრედში არ მიმდინარეობს რეაქცია, რომელიც არ იყოს კატალიზირებული ამა თუ იმ ფერმენტებით. ბუნებრივია, რომ რეაქციის ჯაჭვის თითოეულ რგოლში, რომელიც ხანაპირობებს რალაც ნიშან-თვისებას, საჭიროა ფერმენტი, ნებისმიერი ფერმენტის სინთეზს კონტროლს უწევს შესატყვისი გენი. წარმოვიდგინოთ, რომ მუტანტური ალელი ახდენს ფერმენტის სინთეზს, რომელსაც აქტიურობა დაქვეითებული აქვს ან სულ არ გააჩნია მოქმედების უნარი. რეაქციის ჯაჭვი, რომლის შედეგად უნდა მოხდეს ანტოციანის წარმოქმნა, წყდება, პიგმენტის სინთეზირება არ ხერხდება და რეცესიულ ჰომოზიგოტებს ექნებათ არა იისფერი, არამედ თეთრი ყვავილები.

საჭიროა გვახსოვდეს, რომ ნიშან-თვისების განმაპირობებელი რეაქციის ჯაჭვის გაწყდომა შეიძლება მოხდეს ნებისმიერ ადგილას, მაგრამ შედეგი იქნება ერთი — ჰომოზიგოტებში ანტოციანი არ წარმოიქმნება. ეს იცოდა ვაეილოვმა, როდესაც მიუთითებდა. რომ „ფენოტიპური რიგის ერთნაირი ცვალებადობა შეიძლება გამოწვეული იყოს სხვადასხვა გენებით“. ჰომოლოგია ქვეშარჩია ფენოტიპის დონეზე და ცრუა — გენოტიპის დონეზე.

მეორე დიდი ნაბიჯი ბიოქიმიურმა გენეტიკამ გადადგა მას შემდეგ, რაც ბიდლმა, ეფრუსმა და სხვა მეცნიერებმა შეასრულეს დროზოფილას თვალის ფერის დეტალური გამოკვლევა. როგორც ზემოთ გვქონდა საუბარი, დროზოფილას თვალის ნორმალური ფერი წითურ-მოყავისფროა და განპირობებულია ორი — წითელი და ყავისფერი პიგმენტის არსებობით. აღმოჩნდა, რომ მათი შესატყვისი ფერმენტების სინთეზირებისათვის კონტროლის გამწვევი გენი რამდენიმეა, ისინი მოთავსებულია სხვადასხვა ქრომოსომში და შეიძლება წარმოდგენილი იყოს სხვადასხვა ალელებით. ზიგოტაში მათი სხვადასხვა კომბინაცია წარმოშობს ბუზებს ყავისფერი, სინგურის, ღია წითელი, ალისფერი და თეთრი ფერის თვალით (უკანასკნელ შემთხვევაში ორთავე პიგმენტის სინთეზირება ბლოკირებულია). ხოლო, რამდენადაც მწერებში თვალის პიგმენტაციის განმაპირობებელი ბიოქიმიური მექანიზმი საერთოა სხვადასხვა რაზმის წარმომადგენლებსათვის (მაგალითად, დროზოფილა ორფრთიანი რაზმიდან და პეპ-

ლები — ბელლის ალურა, აბრეშუმის ქიისა და სხვა), ცვალებადობის პომოლოგიურობა ამ ნიშან-თვისებაზე, ბუნებრივია, არ წარმოიშობა. რა თქმა უნდა, რიგ შემთხვევაში, ყველაფერი ეს წარმოდგენილი არ არის ასე მარტივად და ადგილი აქვს მთელ რიგ სირთულეებს. რეაქციის ჯაჭვის რომელიმე რგოლის გაწყვეტის შედეგად შეიძლება არ წარმოიშვას საბოლოო პროდუქტი. ასე მაგალითად, აუ პიგმენტ მელანინის სინთეზი ბლოკირებულია, მაშინ ბერბემლიანია ყველა ჯგუფში წარმოიშობიან ალბინოსები — ინდივიდები თეთრი ბალნით და წითელი თვალებით. ყველა კარგად იცნობს თეთრ თავებსა და ვირთავებს, რომლებსაც ლაბორატორიაში ამრავლებენ. აღწერილია გორილას, ვეფხის, ჟირაფის, პინგვინისა და ყვავის ალბინოსები. ამასთანავე, ზოგიერთისათვის ნაკლებადაა ცნობილი, რომ ახალ გვინეაში არის რიგი ოჯახები და სოფელიც კი, სადაც ცხოვრობენ მხოლოდ ალბინოსი — პაპუასები (ორანგ-ბულაი). მელანეზიელ მუქკანიანებში ალბინოსები მეტ წილ შემთხვევაში ქორწინდებიან ერთმანეთს შორის (გარკვეული, მაგრამ მცდარი შეხედულებიდან გამომდინარე). მათი შვილები, ბუნებრივია, აგრეთვე რეცესიული პომოზიგოტები არიან გენ ალბინოსზე. მსგავსი შემთხვევები აღწერილია ეკვატორულ აფრიკაშიც.

უჯრედში მიმდინარე პროცესების გარდაქმნის მიმდინარეობის ბლოკირება ყოველთვის როდი იწვევს მხოლოდ საბოლოო პროდუქტის გამორიცხვას. ხშირად მას თან ახლავს ბლოკირებული რეაქციის წინამორბედი მდგომარეობის დაგროვება ორგანიზმში. ასეთი ცვალებადობა შეიძლება დამთავრდეს სიკვდილით. პრაქტიკულად, ადამიანის ყველა მემკვიდრული დაავადება აღმოჩნდა რომელიმე გარკვეული ცილის დეფექტის, ანუ თუ იმ ფერმენტის აქტიურობის დაქვეითების შედეგი.

რა თქმა უნდა, ერთი შეხედვით შეიძლება იმის მტკიცება, რომ ჩვენ მიერ განხილული პომოლოგიური ცვალებადობის განმარტება ეხება მხოლოდ ბიოქიმიურ ცვალებადობას. მაგრამ ეს იქნებოდა უცოდინარობის აპელაცია. მთელ რიგ შემთხვევაში ჩვენ არ ვიცით რა გზით მიმდინარეობს გენის სტრუქტურის ცვლილების ნიადაგზე ნიშან-თვისების შეცვლა, როგორია მისი მექანიზმი. ამის გასარკვევად გამუდმებით გვიხდება იმ ბიოქიმიური გარდაქმნების ჯაჭვის გამოცნობა, რომელიც მიმდინარეობს მოზარდი ორგანიზმის უჯრედებში. მაგრამ, უკვე არსებობს პირდაპირი დასაბუთება, მიღებული სხვადასხვა ობიექტებზე — ვირუსიდან ადამიანამდე — იმისა, რომ დეფექტიანი ფერმენტი, განაპირობებს რა ორგანიზმში ნივთიე-

რებათა გარდაქმნის ჯაჭვის გაწყვეტას, იწვევს მორფოლოგიურ ცვლილებასაც. მაგალითად, ადამიანის მემკვიდრული დაავადება— ჰემოციტინურიის დროს, გონებრივი დაჩლუნგებისა და თრომბოზის გარდა წარმოიშობა ძვლის განვითარების მრავალი ანომალია, და ყველაფერი ეს ხდება იმიტომ, რომ ავადმყოფის ორგანიზმი აბდენს დეფექტური ფერმენტის (L — სერინდეჰიდროგენაზას) სინთეზს.

კიდევ ერთი მაგალითი. ჩვენ უკვე გვექონდა საუბარი ჰიმალაისა და ყარყუმის კურდღლების შესახებ, შემთხვევაზე, როდესაც კურდღელს ღია ფონზე გააჩნია შავი ფერის ყურები, სახე, თათები და კუდი. შეფერადობის მსგავსი ტიპი (სხეულის ღია შეფერადობა შავი კიდეებით, ყურით და კუდით) აღინიშნება სხვა ძუძუმწოვრების სხვადასხვა რაზმებშიც. ყველასათვის ცნობილია სიამის კატა. ამ ლამაზი ცხოველის მოყვარულებმა უნდა იცოდეს, რომ მათი სილამაზის დასაბამია ფერმენტი, მუტანტური გენით, რომელიც ამინომჟავა თიროზინს გარდაქმნის პიგმენტ მელანინად (ამ ფერმენტს უწოდებენ თიროზინაზას). მუტანტური თიროზინაზა ძუძუმწოვართა სხეულის 37° ტემპერატურაზე აქტიური არ არის, ამიტომ მუტანტებში ბეწვეული მუქდება მხოლოდ სხეულის იმ ადგილებში, რომლებიც შედარებით უფრო მგრძობიარეა სიცივისადმი. რადგანაც ოიროზინაზა გააჩნია ყველა ძუძუმწოვარს, არ შეიძლება მათში ჰიმალაის (ან თუ გნებავთ სიამის) ფენოტიპის ჰომოლოგიური ფორმები არ წარმოიშვას, ისე როგორც თვალის სხვადასხვაფერიანობა მწერებში.

ფენოტიპურ ნიშან-თვისებას შეიძლება კონტროლს უწევდეს გენების მთელი ჯგუფი — მათი ალელების შეთანაწყობა განაპირობებს პოლიმორფოზმს, რომელიც ჰომოლოგიურია მონათესავე ჯგუფებისათვის. ეს არ არის გასაკვირი — ორგანიზმში ნივთიერებათა გარდაქმნის გზები არაჩვეულებრივად კონსერვატორულია, ბევრი იმათთაგანი წარმოიქმნა არქეულ ერამდე და ამიტომ არის ხოლმე საერთო ყველა ცხოველისათვის (და მცენარისათვის). მაგრამ, როგორც უკვე ვთქვით ცვალებადობის პარალელიზმი გამოირიცხავს ნათესაობის ხარისხს. ერთი რაზმისა და ოჯახის ფარგლებში, ან უფრო მაღალ სისტემატიკურ კატეგორიაში მან შეიძლება გამოიწვიოს ისეთი ახალი ფორმების წარმოშობა, რომლებიც იქნებიან მსგავსი და არა მონათესავე. აქ ჩვენ ხშირად საქმე გვაქვს ცრუ ჰომოლოგიასთან. ეს არ არის თვით გენის ევოლუციის პარალელიზმი, არამედ ფენოტიპების ევოლუციის პარალელიზმია, იმ ფენოტიპებისა, რომლებიც განპირობებულია მსგავსი ეფექტის მქონე სხვადასხვა გენ-

ბით. ბასრკბილა ვეფხები, მაგალითად, წარმოიშენენ სამჯერ მაინც — ჩანთოსანთა რაზმში და ორჯერ კატინსაირთა ოჯახში. ცნობილია აგრეთვე ასეთივე კბილებიანი ქვეწარმავლების ნამარხი. მიუხედავად ამისა, არ გავრისკავდი იმის მტკიცებას, რომ ამ შემთხვევაში ჰომოლოგიურობა წარმოიქმნა ერთ და იმავე გენეტიკურ საფუძველზე. რაც უფრო შორს დგანან ერთმანეთისაგან შესადარებელი ფორმები, მით უფრო ნაკლებ გამოსაყენებელია ჰომოლოგიური რიგების კანონი. მაგალითად, დელფინისა და ზვიგენის მსგავსების მტკიცება ისეთივე უფლებამოსილია, როგორც მსგავსება დელფინსა და წყალქვეშა ნავს შორის.

თავისი ორიგინალურობით მეტად მიმზიდველი ვავილოვის ჰომოლოგიური რიგების კანონი — გენეტიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მიღწევათაგანია. ის ზღუდავს რა ცვალებადობის განუსაზღვრელობას, საშუალებას იძლევა ეიწინასწარმეტყველოთ სამყაროს ორგანული ევოლუციის სირთულეში მოსალოდნელი შემთხვევითობის საფუძვლიანობა. ეს კი პასუხობს კაცობრიობის ნატურის მოთხოვნილებას — აღამიანი ხომ გამუდმებით ცდილობს რაღაც იწინასწარმეტყველოს. ჰომოლოგიური რიგების კანონის პრაქტიკული მნიშვნელობა უდავოა. ის სელექციონერებისათვის კომპასია, რომელიც მიუთითებს სწორ კურსს რასის, ჯიშების და ფორმების ნაირსახოვან ოკეანეში.

ამრიგად, XX საუკუნის გენეტიკოსები გაერკვნენ მემკვიდრეობისა და ცვალებადობის ბევრ, ფრიად მნიშვნელოვან საკითხში. დღის წესრიგში დადგა საკითხი: როგორ დაუკავშირდეს გენეტიკის მიღწევები ევოლუციის თეორიას?

უდიდესი სინთეზი

როგორ დავუჯავშინოთ ევოლუცია გენეტიკას?... შეიძლება თუ არა ცვალებადობის საკითხს მიუვლდგეთ არსებობისათვის ბრძოლის, გადარჩევის — ერთი სიტყვით, დარვინიზმით, არა იმ არსებითად უფორმო, ბუნდოვანი, გაურკვეველი შეხედულებებით მემკვიდრეობაზე, რომელიც დარვინისა და მისი უშუალო თანამოსაქმეების დროიდან არსებობდა, არამედ გენეტიკის მტკიცე კანონებიდან გამომდინარე?

ს. ჩ ე ტ ვ ე რ ი კ ო ე ი

ორი რიცხვის უპაჩის კვლავი ანუ ჰარდი-ვაინბერგის განხილვა

ჩვენი საუკუნის ოციან წლებში უცნაური ვითარება შეიქმნა ბიოლოგიაში. ორი ათეული წლის განმავლობაში დიდი სისწრაფით ვითარდებოდა ახალი მეცნიერება — გენეტიკა. დარვინის მიხედვით ევოლუციის ორი ფაქტორის — ცვალებადობისა და მემკვიდრეობის საკითხებთან დაკავშირებით კვლევითი სამუშაოები წარმოებდა მტკიცე მეცნიერულ საწყისებზე. სპეკულაციური ჰიპოთეზები შეიკვალა ზუსტი ექსპერიმენტებით. შემოქმედებისა და აზროვნების მთელი ეს ძლიერი ნაკადი გამომდინარეობდა ბიოლოგიის იმ დარგის — ევოლუციის თეორიის დამოუკიდებელი, რომელსაც პირველ რიგში ესაჭიროებოდა მისი დახმარება. გარდა ამისა, აღმოჩნდნენ ადამიანები, რომლებიც ცილს სწამებდნენ გენეტიკას მასზედ, რომ იგი თითქოს შეუთავსებელია დარვინიზმთან. მეორე მხრივ, მენდელის მეტად „თავგამოდებული“ მომხრეები ფიქრობდნენ, რომ დარვინიზმი მოძველდა.

ამ უსაფუძვლო კონფლიქტს, რომლის „დალი“ დღესაც შეიძლება შეგვხვდეს ლიტერატურაში, ჯერ კიდევ 40 წლის წინათ საბოლოო წერტილი დაუსვა შესანიშნავმა საბჭოთა ბიოლოგმა სერგეი სერგეის ძე ჩეტვერიკოვმა. სწორედ მან ჩაუყარა საფუძველი ახალ, ეგრეთ წოდებულ სინთეტიკური ევოლუციის თეორიას, რომელმაც გააერთიანა დარვინიზმი და გენეტიკა.

ჩვენს ქვეყანაში გენეტიკის ისტორია მდიდარია ტრადიციული მოვლენებით და ამასთანავე, გამოჩენილი პიროვნებებით. ისტორიული ამბებისა და გმირების შემოქმედების ფონზე განსაკუთრებული სიძლიერით გამოირჩევა ჩეტვერიკოვის ფიგურა. ის სამუდამოდ შევიდა გენეტიკის ისტორიაში. ყველამ როდი იცის, რომ პირველ რიგში ის იყო ენტომოლოგი — ქერცლფრთიანების სპეციალისტი, თავისი დროის უდიდესი მეცნიერი და ამავე დროს 1905 წლის რევოლუციის პერიოდში მოსკოვის საგაფიცვო კომიტეტის წევრი. იშვიათად თუ ვინმე მუშაობდა ისე დაძაბულად და ნაყოფიანად, როგორც ჩეტვერიკოვი. მაგრამ, არსებული ვითარების მრავალი ფაქტორიდან და პირველ რიგში თავისი უკიდურესი თავდამბლობისა და კეთილსინდისიერებიდან (მინდა ვთქვა — ზედმეტი კეთილსინდისიერებიდან, თუ ეს თვისება საერთოდ შესაძლებელია იყოს ზედმეტი) გამომდინარე, იშვიათად იბეჭდებოდა მისი შრომები. ცნობილია მხოლოდ 30-მდე შრომა. დღეს „ელვისებური ინფორმაციის“ ხანაში, ზოგჯერ ასპირანტს მეტი პუბლიკაცია გააჩნია. მაგრამ, ჩეტვერიკოვის მხოლოდ ერთი ნაშრომი — „ევოლუციური პროცესის ზოგიერთი მომენტების შესახებ თანამედროვე გენეტიკის თვალსაზრისით“ (1926) თავისი მნიშვნელობით ბევრად ჰარბობს ასეულობით მსგავს სხვა ნაჩქარევ შრომებს. აღნიშნული ნაშრომი მეცნიერული აზროვნების უდიდესი მონაპოვარია. შემთხვევით არ ყოფილა, რომ 1927 წელს ბერლინში გენეტიკოსთა V საერთაშორისო კონგრესზე ჩეტვერიკოვის მოხსენებას განსაკუთრებული აღფრთოვანებით შეხვდნენ. მომხსენებელს, როგორც ტრიუმფატორს. ყველგან დიდი პატივით ხვდებოდნენ, შემდეგ, სამწუხაროდ, დაივიწყეს ეს ბუმბერაზი მეცნიერი. მხოლოდ სიკვდილის შემდეგ, 1959 წლიდან ჩეტვერიკოვის მივიწყებული სახელი კვლავ გაიხსენეს, 1926 წელს გამოქვეყნებული მისი ნაშრომი ითარგმნა რიგ ქვეყნებში. ჩეტვერიკოვის შრომების საფუძველზე შეიქმნა მეცნიერების ახალი დარგი — ევოლუციური და პოპულაციური გენეტიკა. როგორც ამბობენ ძნელი გამოსაცნობია ღმერთების ასავალ-დასავალი, მაგრამ მეცნიერული აღმოჩენების ბედ-იღბალი ზოგჯერ მით უფრო ძნელი საწინასწარმეტყველოა.

რა გააკეთა ასეთი სერგეი სერგეის ძე ჩეტვერიკოვმა?

ჩეტვერიკოვის ნაშრომს გააჩნდა წინამორბედები. ჯერ კიდევ 1904 წელს კ. პირსონმა მათემატიკურად დაამტკიცა, რომ მუტაციის მემკვიდრეულობის მენდელური პრინციპი დღის წესრიგიდან ხსნის დარვინიზმისათვის საშიშ ჭენკინის საწინააღმდეგო მოსაზრებას. სი-

ნამდვილეში, როგორც ვნახეთ, არ ხდება ერთი გენის განსნა-გაზა-ვება მეორით. ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში ისინი ცალ-ცალკე თანაარსებობენ. მუტაცია, როგორც ჩვენკინი წერდა, არ „ქუპუიან-დება“ შეჭვარებით და ახალ ნიშან-თვისებას ყოველთვის გააჩნია შანსი გამოვლინდეს ფენოტიპში შეუცვლელი მდგომარეობით.

პირსონის შრომის გამოქვეყნებიდან ორი წლის შემდეგ ინგლი-სელმა მათემატიკოსმა გ. ჰარდიმ და მისგან დამოუკიდებელი გერ-მანელმა გენეტიკოსმა ვ. ვეინბერგმა გაუკეთეს ფორმულირება დე-ბულებას, რომელიც დღეს ცნობილია ჰარდი-ვეინბერგის კანონის სახელწოდებით, სადაც მოცემულია გენური სიხშირის განსაზღვრის პრინციპი გაწონასწორებულ პოპულაციაში პანმიქსიის — ორგანიზ-მთა თავისუფალი შეჭვარების დროს (გაწონასწორებული პოპულა-ციის ქვეშ იგულისხმება ინდივიდთა ერთობლიობა, რომელთა შიგ-ნით გენების შეფარდება არ იცვლება და წონასწორულ მდგომარე-ობაშია).

აქამდე ქემმარიტული გმირობით ვცდილობდი გვერდი ამევილო მათემატიკური ფორმულებისათვის. სამწუხაროდ, ახლა ამის ვაკე-თება შეუძლებელია. ჩვენ ვეცდებით ჩავეტიოთ მათემატიკის იმ ჩარჩოში, რომელიც ცნობილია საშუალო სკოლის პროგრამით.

დავუშვათ, რომ პოპულაციაში დომინანტური გენი A-ს სიხ-შირე ტოლია q-სი, ხოლო რეცესიული a-ს, შესაბამისად, 1—q, მა-შინ ჰომო-და ჰეტეროზიგოტების შეფარდება იქნება შემდეგნაირი:

$$q^2AA + 2q(1-q)Aa + (1-q)^2aa$$

ეს საშუალო სკოლის პროგრამიდან ცნობილი ორი რიცხვის ჯამის კვადრატის ფორმულაა. თუ $q=0,5$, ისე როგორც მენდელის ცდაში პირველი თაობის ჰიბრიდების შემთხვევაში, მაშინ მეორე თაობაში იქნება შეფარდება:

$$0,25AA + 0,50Aa + 25aa,$$

ხოლო რამდენადაც Aa სრული დომინანტობის შემთხვევაში ფენო-ტიპურად გამოვლინდება როგორც A, ვლებულობთ მენდელისე-ბურ დათიშვას—0,75:0,25, ანუ 3:1.

ფიზიკოს-თეორეტიკოსები ამა თუ იმ ფორმულის გამოყენის დროს, სამუშაოს გაადვილების მიზნით, ხშირად მიმართავენ „და-შვებას“ (მათ უწოდებენ პირობითობას, მოთხოვნილებას ან შეზღუ-დულობას). ამის შედეგად მიიღება აბსტრაქციულობა „იდეალური გაზის“ და „იდეალური ხსნარის“ მსგავსად. ჰარდი-ვეინბერგის კა-

ნონიკ, აგრეთვე, ეხება აბსტრაქტულ „იდეალურ“ პოპულაციას, რომელსაც ისეთი თვისებები გააჩნია, რაც რეალური პოპულაციისათვის შეუძლებელია:

1) პოპულაცია რიცხობრივად უნდა იყოს უსასრულოდ დიდი. სხვათაშორის, ეს არც თუ ისე მკაცრი მოთხოვნაა, როგორც ერთი შეხედვით გვეჩვენება. სტატისტიკოსები რომელიმე ობიექტის რაოდენობის დასადგენად იყენებენ, ეგრეთ წოდებულ, ნორმალური განაწილების — გაუსის მრუდს, თუმცა ამას აზრი აქვს იმ შემთხვევაში, როცა ამონაკრეფი ჭკუფი უსასრულოდ დიდია. ამასთანავე, გაანგარიშებაში შეტანილი უნდა იქნას შესწორება, რომელსაც ეწოდება ამონაკრეფის შეცდომა.

ამონაკრეფის ცნება საჭიროებს განმარტებას. საქმე იმაშია, რომ სტატისტიკოსს ყოველთვის არ შეუძლია გამოიკვლიოს შესასწავლი ობიექტის მთლიანი შემადგენლობა (ეგრეთ წოდებული გენერალური ერთობლიობა). დავუშვათ თქვენ მუშაობთ დეგუსტატორად და უნდა შეათასოთ ხარისხზე ათასობით კოლოფი კონსერვი. რა თქმა უნდა, თქვენ ვერ შესძლებთ სათითაოდ გასინჯოთ ყველა ისინი — სხვებმაც ხომ უნდა მიირთვას ის; წინააღმდეგ შემთხვევაში თქვენს მუშაობას აზრი არა აქვს. ამიტომ საჭიროა მთელი ერთობლიობის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილის შეფასება და ამ დროს შეცდომა გამორიცხული არ არის, მაგრამ თქვენ შეგიძლიათ მისი მინიმუმამდე დაყვანა თუ ამონაკრეფის ჭკუფს გაზრდით.

დედამიწის ზურგზე არ არსებობს პოპულაცია უსასრულოდ დიდი. ბუნებაში არსებული კალიების ან ქაშაყის ჭიშის თევზის რაოდენობის მაჩვენებელი, ყოველგვარი ცოდვის გარეშე შეიძლება ჩაგვეთვალა როგორც უსასრულო რიცხვი. მაგრამ, მაგალითად, მხოლოდ ნაკრძალებში მოზინადრე დომბას, ან პატარა ჩაკეტილ ტბორებში არსებულ თევზ ქორჭილას პოპულაცია რიცხობრივად სრულებითაც არ არის უსასრულო. ჩვენ შემდეგში დავრწმუნდებით თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ევოლუციური პროცესისათვის მსგავსი გადახრები.

2) პოპულაციის შიგნით ინდივიდებს შორის შეჯვარება უნდა იყოს სრულიად თავისუფალი, ყოველგვარი შეზღუდულობის გარეშე (ვარაუდი მასზედ, რომ პოპულაციის თითოეული წევრი ერთნაირად შეუქვარდება ნებისმიერ სხვა დანარჩენს). ასეთ პოპულაციებს უწოდებენ პანმიქსიურს. ამ მოთხოვნილებს უზრუნველყოფა ფაქტიურად შეუძლებელია. მაგალითად, ადამიანს ყველა ცხოველზე მეტად შეუძლია გადაადგილდეს პლანეტაზე, მაგრამ ვარაუდი, რომ

მოსკოველი დაქორწინდება მოსკოველზე, ალბათ ბევრად მეტია. ვიდრე ირკუტსკელზე ან ყარაგანდელზე. სხვადასხვა მხარეების საკმაოდ მრავალრიცხოვანი პოპულაციის ინდივიდების შეჯვარების შესაძლებლობა პრაქტიკულად ნულის ტოლია. ამიტომ არ უნდა აგვიერიოს ერთმანეთში ორი სხვადასხვა ცნება — პოპულაცია და სახეობა. ერთი და იგივე სახეობა შეიძლება გავრცელებული იყოს ძალიან ფართოდ, პრაქტიკულად ყველგან. მახსოვს, ჩემს გაოცებას საზღვარი არ ჰქონდა, როდესაც არქიპელაგ გილბერტის მარჯნის კუნძულზე ვნახე ერთ-ერთი ჩვენბური ბანალური — ყვითელი კრიჭინა. მათი გავრცელების არეში ისინი ერთმანეთისაგან იყოფა ნახევრად და სრულებით იზოლირებულ მცირე პოპულაციებად. მაგრამ, თვით ძალიან პატარა იზოლირებულ პოპულაციაშიც პანმიქსია აბსოლუტური არ არის. ასე რომ, მეორე შეზღუდულობა უფრო სერიოზულია პირველზე.

3) ჰარდი-ვეინბერგის განტოლების თანახმად პოპულაციაში არ უნდა მოხდეს გენები სხვა პოპულაციისაგან, ის უნდა იყოს აბსოლუტურად იზოლირებული.

ბუნებაში ასეთი მკაცრი პირობა — მოთხოვნის „დაკმაყოფილება“ ძალზე იშვიათ შემთხვევაში ხორციელდება. მეტ წილად ეზოლაცია არ არის აბსოლუტური. ის ირღვევა, ძირითადად, მონარდი ცხოველების მიგრაციით, მცენარეთა თესლის ან ყვავილის მტკრის მიმოფანტვით ქარის, მწერების ან ფრინველების საშუალებით. ამასთანავე, ცნობილია, რომ ვირთაგვებში მშობლები თავიანთ შვილებთან ერთად ცხოვრობენ და სხვა „ოჯახებისაგან“ დამოუკიდებლად არსებობენ. თუ მათთან შემთხვევით აღმოჩნდება გზააბნეული უცხო ვირთაგვა, ისინი მას მაშინვე დაუწყებენ ჩიჭვენას. ავსტრალიური კაჟკაჟები გუნდებად ბუდობენ, ისე რომ, ერთ გუნდს შიგნით მამლები უწყვილდებიან ნებისმიერ დედლებს, რომლებიც კვერცხს სდებენ ერთ საერთო ბუდეში. ამ კვერცხს ათბობს ყველა დედალი მორიგეობით. საინტერესოა, რომ შემთხვევით შემოფრენილ სხვა კაჟკაჟს ისინი თავიანთ ბუდეში არ უშვებენ (პანმიქსიის წინაშე ერთდროულად იზოლაცია!). სულ სხვა სურათს ვხედავთ გორილას შემთხვევაში. ამერიკელი ზოოლოგი გ. შალერის დაკვირვებით გორილა მომთაბარეობს ეკვატორული აფრიკის მაღალმთიან ტყეებში. მიგრაციის დროს „ოჯახს“ წინ მიუძღვება ხნიერი მამრები, რომლებიც სრული სიღინჯით პასუხობენ სხვა „ოჯახებიდან“ სტუმრების ვიზიტს.

4) პოპულაციის შიგნით არ უნდა წარმოიშვას გენის ახალი

აღლები — ახალი მუტაცია. ცხადია, რომ ეს მეტად მკაცრი მოთხოვნაა. მიუხედავად ამისა, თუ ჩვენი ამოცანაა პოპულაციაში ისეთი გენის სიხშირის განსაზღვრა, რომელიც ორი ალელური ფორმითაა წარმოდგენილი, მაშინ ჰარდი-ვეინბერგის განტოლება სრულად მისაღებია. ერთი და იგივე მუტაციის ხელმეორედ წარმოშობის სიხშირე ძალზე უმნიშვნელოა. პოპულაციის რიცხოზობრივად შეზღუდულობის დროს შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ გენის ნებისმიერი ალელური ფორმა წარმოიშობა ერთხელ. რა თქმა უნდა ასეთი დაშვება მისაღებია მხოლოდ რამდენიმე თაობამდე, გარკვეულ პერიოდში.

5) მეხუთე შეზღუდულობა ყველაზე არსებითია. იმისათვის, რომ გენების განაწილება პოპულაციაში შეესაბამებოდეს ჰარდი-ვეინბერგის განტოლებას, ბუნებრივი გადაჩევა დომინანტური და რეცესიული ალელებით განპირობებულ ნიშან-თვისებებზე, გამორიცხული უნდა იყოს. მუტაციები უნდა იყოს ნეიტრალური, სხვანაირად რომ ვთქვათ, ჰომოზიგოტ AA და aa და ჰეტეროზიგოტ Aa უნდა გააჩნდეთ ერთნაირი ცხოველმყოფელობა და ნაყოფიანობა, ერთნაირი შესაძლებლობა გამრავლების უნარზე.

ნეიტრალური მუტაციის არსებობის შესაძლებლობაზე და მათ როლზე ევოლუციაში, საუბარი ჩვენ გვექნება სხვა დროს. ჭერჭერობით უნდა ვალიაროთ, რომ ჰარდი-ვეინბერგის იდეალური პოპულაცია ალბათ არასდროს არსებობდა.

მიუხედავად ამისა, ჰარდი-ვეინბერგის ფორმულის გამოყენება რეალური პოპულაციისათვის სავსებით მისაღებია. ამ შემთხვევაში წარმოიშობა სრული ანალოგია ფიზიკურ მოძვლებთან იდეალური სითხის მსგავსად, რომელიც წარმატებით „მუშაობს“ თავისი შესაძლებლობის ფარგლებში. ამ ფორმულის გამოყენებით შეიძლება დათვლილ იქნას, მაგალითად, პოპულაციაში სიკვდილიანობის რა მაჩვენებელს იძლევა ლეტალური რეცესიული გენის სიხშირე, რომელიც იწვევს ჰომოზიგოტები aa-ს 100-პროცენტთან სიკვდილს. როგორც ჩანს, მკაცრი გადარჩევის მიუხედავად, სიკვდილის გამომწვევი რეცესიული გენი თანდათანობით დაითიშება რა ჰეტეროზიგოტებში, ნარჩუნდება ასეულ თაობაში. სხვა საქმეა დომინანტური ლეტალური მუტაციები. ისინი პოპულაციიდან ქრებიან, ბუნებრივია, პირველ თაობაშივე — მათ არ შეუძლიათ „მიიმალონ“ ჰეტეროზიგოტებში! ამ კანონზომიერებიდან გამონაკლისი ძალზე იშვიათია. ასეთია მაგალითად, ადამიანში დომინანტური გენით გამოწვეული, მემკვიდრული, ნერვიული სისტემის მძიმე დაავადება—გენტინგტო-

ნის ქორეა, რომელიც შეიძლება გაგრძელდეს რამდენიმე წელი და დიდი ტანჯვის შემდეგ დამთავრდეს სიკვდილით. ეს დაავადება მელანდობა მხოლოდ ზრდასრულ (30—45 წლის) ასაკში, მას შემდეგ რაც ეს გენი უკვე გადაეცა მშობლისაგან თავიანთ შეილებს. ასეთი შემთხვევები შესაძლებელია იყოს ბუნებაში იმაზე მეტი, რაც ჩვენ ფაქტიურად გვეჩვენება. არსებობს ორიგინალური ჰიპოთეზა, რომელიც ორგანიზმის სიბერეს ხსნის გენომში სიბერის განმპირობებელი დომინანტი გენების არსებობით. ჩვენ ვებრძობით და ვკვდებით იმიტომ, რომ გავუნთავისუფლოთ ადგილი მომავალ თაობას და ეს რომ ასე არ ყოფილიყო, მაშინ ევოლუციაც არ იქნებოდა.

ამ საკითხის გარჩევა შორს წაგვიყვანს. ამიტომ დაუბრუნდეთ მენდელური გენეტიკისა და კლასიკური დარვინიზმის სინთეზის საკითხს. 1926 წელს ჩეტვერიკოვმა სრულიად სამართლიანად უჩვენა, რომ ისწორედ ის შეზღუდულობა, რომელიც რეალური პოპულაციისაგან განასხვავებს ჰარდი-ვეინბერგის პოპულაციას, განაპირობებს ევოლუციის პროცესს. განვიხილოთ ჩეტვერიკოვის მიხედვით ევოლუციის ფაქტორები.

როგორ წარმოიშობა ნაირსახეობა

თქვენ უკვე იცით, რომ გენი აბსოლუტურად მყარი არ არის. მთელი რიგი მიზეზებიდან გამომდინარე, ცვალებადობას განიცდის ცალკეული გენის სტრუქტურა, ქრომოსომში მათი ადგილმდებარეობა, და თვით ქრომოსომული კრებული — მრავალჯერად გამრავლებამდე. ასეთი ცვალებადობის ბელ-ილბალი სხვადასხვაა.

ბევრი იმათაგანი განაპირობებს არაცხოველმყოფელურ ფორმებს. რომლებიც ილუპება განვითარების ამა თუ იმ სტადიაში. ასეთი მუტაციის მატარებელი ზოგიერთი ინდივიდის ირგვლივ აღიმართება შეუფარებლობის „ჩინური კედელი“. მეტ წილ შემთხვევაში „განდგომილები“ სტოვებენ უნაყოფო თაობას. ბოლოს, არის ისეთი ცვალებადობაც, რომელიც ჩაერთვება გენურ ფონდში და მემკვიდრეობით გადაეცემა თაობიდან თაობამდე. მეიოზის დროს ის განიცდის გენეტიკურ რეკომბინაციის პერიპეტეას და საბოლოო ანგარიშით აღრე თუ გვიან, აღმოჩნდება რა ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში, გამოვლინდება ფენოტიპში. ესა თუ ის სახეობა თავისი არსებობის ისტორიის განმავლობაში განუწყვეტლივ „მდიდრდება“ მუტანტური ალელებით. ჩეტვერიკოვის ხატოვანი გამოთქმით, სა-

ხეობა როგორც ღრუბელი შთანთქავს მუტაციას (მართალია, ის უპირატესობას აძლევდა სხვა ტერმინს — გენოვარიაციას, რომელმაც პრაქტიკაში ვერ აიღვა ფეხი).

მაგრამ, მაინც რით აიხსნება ის ფაქტი, რომ სახეობა მთელა რიგი თაობის განმავლობაში რჩება სტაბილური, ინარჩუნებს, როგორც ამბობენ, „წინაპრულ ტიპს“? შეგახსენებთ, რომ მუტაციის უმრავლესობა რეცესიულია. ყოველი მუტაცია საკმაოდ იშვიათი მოვლენაა. მხოლოდ მას შემდეგ, რაც შემდგომ თაობებში ის მოზრავლდება, ზიგოტაში ორი ერთნაირი გენის შეხვედრის შესაძლებლობის შანსი იზრდება. სელექციონერს შეუძლია დააჩქაროს ეს პროცესი. პრაქტიკულად, უმეტეს შემთხვევაში შინაური ცხოველებისა და კულტურული მცენარეების ჯიშები ჰომოზიგოტებია სხვადასხვა რეცესიულ გენებზე. ასეთ ორგანიზმებთან ორი სხვადასხვა ჯიშის შეჯვარების დროს თაობაში ხშირად აღვილი აქვს შექცევას აღრინდელ „წინაპრულ ტიპთან“. ეს იცოდა დარვინმაც, რომელმაც სხვადასხვა ჯიშის მტრედების შეჯვარების დროს თაობაში მიიღო ნაცარა მტრედი — გვიძინისებრი. ამ მოვლენის მექანიზმი იგივეა რაც, სუპრესორული მუტაციის შემთხვევაში, რომლის შესახებ ჩვენ უკვე გვქონდა საუბარი, როდესაც ერთი გენომის დეფექტი გამოსწორდება მეორეთი. გარეგანი, ფენოტიპური ერთგვაროვნობის შემთხვევაში სახეობის გენომი იმდენად გამდიდრებულია „მალული“. მრავალფეროვნებით, რომ მუტაციური პროცესის შეჩერებითაც, როცა გენები გახდება რა აბსოლუტურად მყარი, ევოლუცია არ შეწყდება. ფენოტიპში დაგროვილი გენეტიკური მრავალფეროვნების რეალიზაცია თვალმისაწვდომად მოცემულ დროში შეუძლებელია. ჩეტვერიკოვის მიხედვით, ევოლუციისათვის უფრო მეტი მნიშვნელობა აქვს გენეტიკური მასალის იმ ცვლილებებს, რომლებიც არსებობენ რა რეცესიულად, არ მქლავნდებიან ფენოტიპში. ასეთი ცვალებადობა არ განიცდის გადარჩევის ზემოქმედებას, პოპულაციაში შესაძლებელია მათი დაგროვება საკმაო რაოდენობით. ამ კანონზომიერებაში, რა თქმა უნდა, არ არის გამორიცხული გამონაკლისი. ბაქტერიები და წყალმცენარეები—ორგანიზმები არაფორმირებული ბირთვით, არ გააჩნიათ რა მეიოზის ფაზა, როგორც წესი, ჰაპლოიდობა არიან. მათ გააჩნიათ გენების მხოლოდ ერთი კრებული, ამიტომ ნებისმიერი მუტაცია მაშინვე გამოქვლავნდება ფენოტიპში. მათ არა აქვთ გენეტიკური ცვალებადობის „მარაგი“. ხატოვანი გამოთქმით, მათ არ ახსოვთ წარსული და არც ემზადებიან მომავლისათვის, არსებობენ დღევანდელი დღით. ელვისებური გამრავლების უნარი მათ

საშუალებას აძლევს გაუძღონ „არსებობისათვის ბრძოლას“. მაგრამ, მიუხედავად იმისა, რომ გააჩნიათ შეგუებლობის უნარი, ისინი არ ევოლუციონირებდნენ. პლანეტაზე გაჩენის დღიდან დღემდე, ისინი შეუცვლელნი დარჩნენ. შემთხვევითი არაა, რომ ბაქტერიულმა, და ვირუსებმაც, გამოიმუშავეს თავისი, გენეტიკური რეკომბინაციის ორიგინალური მექანიზმი, მაშინ, როდესაც ისინი ძალზე შორს დგანან უმაღლეს ორგანიზმებში მიმდინარე სქესობრივი პროცესისაგან, მეიოზისაგან.

ახლად წარმოშობილ ყველა მუტაციას არ შეუძლია დამკვიდრდეს თაობაში. თითოეული მუტაციის მატარებელი ინდივიდები როდი ცოცხლობს სქესობრივ სიმწიფემდე. მუტაციის დაგროვებასთან ერთად, არსებობს უკუპროცესიც—დაკარგვა, გენური ფონდის გაღარიბება. მუტაციის მოსალოდნელი დაკარგვა შეიძლება გამოვითვალათ: თუ დაეუშვებთ, რომ ერთი მდედრი ინდივიდის თაობიდან იცოცხლებს მხოლოდ ორი, ესე იგი პოპულაციის რიცხოვნობრივი მაჩვენებელი არც გადიდდება და არც შემცირდება (ის, რასაც გერმანელები უწოდებენ ორი ბავშვის სისტემას—Zweikinder system), მაშინ შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ყოველი 100-დან 37 მუტაცია დაიკარგება. პოპულაციის გენური ფონდის შექმნაში მონაწილეობს ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო ტენდენცია.

შეიძლება თუ არა იმის მტკიცება, რომ მუტაციური პროცესი, გენეტიკურ რეკომბინაციასთან ერთად, უზრუნველყოფს ევოლუციის ნორმალურ მიმდინარეობას, ანუ გარემო პირობებთან შეგუებულ ახალი სახეობების წარმოშობას. შეგახსენებთ, რომ ანალოგიური იდეას ავითარებდა დე ფრიზი. მაგრამ, გენეტიკური ნაირგვარობის წარმოშობა არ შეიძლება ჩაითვალოს ევოლუციის ერთ-ერთ მამოძრავებელ ძალად. მუტაციური პროცესი, იწვევს რა გენომის ცვლილებას, გულგრილია ორგანიზმების ბედ-იღბალის მიმართ. მას არ შეუძლია შექმნას გარემო პირობებისადმი შეგუებლობა.

„სიცოცხლის ზვირთი“, „გოთლის ხელი“ და „დაპაარსებლის პრინციპი“

ჩეტვერიკოვის მიხედვით, მუტაციურ პროცესთან ერთად ევოლუციის მეორე, არანაკლებ მნიშვნელოვანი ფაქტორია პოპულაციის რიცხოვნობრივი მერყეობა, რომელსაც ის ხატოვანი გამოთქმით უწოდებდა „სიცოცხლის ზვირთს“.

თითოეულ ჩვენთაგანს ყოველდღიურად შეუძლია შეამჩნიოს „სიცოცხლის ზეირთი“. აღრე გაზაფხულზე ფანჯრის ჩარჩოებს შორის იშვიათად დავინახავთ „გამოზამთრებულ“ ბუხს მაშინ, როდესაც იმავე ჩარჩოში აგვისტოს თვეში ისინი მომამბეზრებელი რაოდენობითაა. ზოგიერთ წელიწადს ზაფხულობით ძალიან ბევრი კოლოა, ზოგჯერ კი ცოტა. ზოგიერთი სახეობის რიცხობრივად ელვისებურ გაზრდას ქემპარიტად საპლანეტო ხასიათი აქვს. ასეთია, მაგალითად ზოგიერთი ელვისებური გამრავლების წლებში კალიების მასიური მიგრაცია, თავების „შემოსევით“ გამოწვეული ზარალიანი წლები, პოლარული ფრინველი — თავშავა მემატლიას მრავალრიცხოვანი გუნდის გადაფრენები.

პოპულაციის რიცხობრიობის ასეთნაირი „აფეთქების“ ერთი ნაწილი ციკლური ხასიათისაა: მათ გააჩნიათ ელვისებური გამრავლების სეზონური, წლიური ან მრავალწლიური პერიოდი (ხშირად, თუმცა ზოგჯერ უსაფუძვლოდ და არადამაჯკრებლად, ამ მოვლენას უკავშირებენ მზის სხივების აქტიურობას); მეორე ნაწილს პერიოდულობა არ გააჩნია. ამ უკანასკნელს შეიძლება მივაკუთვნოთ იმ ორგანიზმების რიცხობრივი ზრდა, რომელიც გამოწვეულია მათი ყოფა-ცხოვრების ახალი პირობებით, როდესაც არ არსებობს ან საკმაო რაოდენობით არ იქნება მათზე მოიერიშე მტრები; გრიპის ეპიდემია და სხვა დაავადებები; მავნებელთა შემოსევა სხვა ქვეყნიდან და სხვ.

კოლორადული ხოჭო თავის სამშობლოში, ჩრდილოეთ ამერიკაში, სადაც ის იკვებება ძალსუფთვანათა ოჯახის წარმომადგენელი გარეული მცენარეებით, არასდროს არ ყოფილა წარმოდგენილი დიდი რაოდენობით. ძალზედ მომრავლდა და დაუნდობელი მავნებლის „დიდების“ სახელი მან მოიპოვა ევროპის კარტოფილის მინდვრებში. იგივე შეიძლება ითქვას ყურძნის მავნებელ მწერზე — ამერიკულ ფილოქსერაზე. ევრაზიის კონტინენტი, სხვათაშორის ვალში არ დარჩა ამერიკის წინაშე, „დააჯილდოვა“ ის სქესობრივად უწყვილო აბრეშუმის ჭიით, ბელურებით და მრავალი სარეველა მცენარით. გავისხენოთ აგრეთვე, კაქტუსისა და კურდღლების შემოსევა ავსტრალიაში.

სახეობების რიცხობრიობის ასეთი ზრდა ყოველთვის არ არის ზიანის მომტანი. კასპიის ზღვაში აკლიმატიზირებული აზოვის ზღვის მატლი-ნერეისის სწრაფმა მომრავლებამ მნიშვნელოვნად გაზარდა თევზის საკვები ბაზა. ამან თავის დროზე კომპენსაცია გაუკეთა კასპიისპირეთის გაღარიბებას, რომელიც დაიწყო მდინარე ვოლგის ნა-

კადის რეგულირების შედეგად. ნერვისის მატლი რომ არ ყოფილიყო, ჩრდილოეთ კასპიისპირეთის გამარბილიანება გამოიწვევდა კასპიის ზღვის მეთევზეობაში აუნაზღაურებელ ზარალს. არაეის არ შეუძლია იყოს წინააღმდეგი და უარყოს ჩვენს ქვეყანაში ამერიკული ონდატრების „შემოსევა“, რომლებიც ბინადრობენ და მიმოფანტულია კამჩატკიდან მურმანსკამდე, ჩრდილოეთ ციმბირიდან შუა აზიამდე (თუმცა ზოგიერთი მონაცემების მიხედვით, ის ავიწროებს მეტად ძვირადღირებულ, საუკეთესო ბეწვის მქონე ციხეს). და მიუხედავად ამისა, მცენარეთა და ცხოველთა ერთობლიობის უკვე ჩამოყალიბებული სტრუქტურის „გაფუჭება“ უფრო ადვილია, ვიდრე მისი გაუმჯობესება.

პოპულაციის რიცხობრივი მერყეობის შესახებ მრავალი საინტერესო ფაქტის მოყვანა შეიძლება, კერძოდ, როდესაც მაქსიმალური პერიოდის შემთხვევაში ის მილიონჯერ მეტია, ვიდრე რიცხობრივად მინიმალური პერიოდის დროს. ოკეანის ჩვეულებრივი ტალღის ზვირთები ვერასდროს ვერ მიაღწევს ისეთ სიმაღლეს, როგორსაც „სიცოცხლის ზვირთები“! ზოგიერთ იმათთაგანს, ისე როგორც რადიოტალღის გენერატორს, გააჩნია მერყეობის ავტომატური პროცესი. ასე მაგალითად, თავისინაირთა მღრღნელებში, ადრე იზოლირებული პატარა-პატარა პოპულაციები, რიცხობრივად „აფეთქების“ პერიოდში შეერთდებიან ერთ დიდ პოპულაციად და ამით იზრდება მათი კონტაქტური ურთიერთდამოკიდებულება. ეს განაპირობებს ავადმყოფობის გამომწვევი ბაქტერიების სწრაფად გავრცელებას (მაგალითად, ჭირი ან ტულარემია), მასიურ ეპიზოოტიას და საბოლოო ანგარიშით რაოდენობრივი რიცხვის მკვეთრად დაცემას. ზვირთების „სავარცხელი“ განიცდის ნგრევას, პოპულაცია მერყეობს როგორც ქანქარა.

ჩვენთვის საინტერესოა ასეთი მერყეობის ევოლუციური მნიშვნელობა. „სიცოცხლის ზვირთები“, იწვევს რა ალელების რიცხობრივ ცვალებადობას, პირველ რიგში არყევს პოპულაციის გენოფონდს, ირღვევა მასში უკვე ჩამოყალიბებული ჰარდი-ვეინბერგის შეფარდება. ამას, საბოლოოდ მივყავართ პოპულაციისათვის დამახასიათებელი თვისებების ცვლილებამდე. „სიცოცხლის ზვირთის“ დაქვეითების ზოგიერთი მუტაციის რიცხვი იზრდება, ეს ნიშნავს, რომ ჰომოზიგოტებში იზრდება რეცესივების შეხვედრის შესაძლებლობა. „მალული“ ალელები გამოვლინდება ფენოტიპში და აღმოჩნდება გადარჩევის შემოქმედების ქვეშ. ახალი „სიცოცხლის

ზვირთი“ შეცვლილი გენოფონდის მქონე ინდივიდების შემცველი გახდება.

იმავე „სიცოცხლის ზვირთის“ დაქვეითების დროს, ზოგჯერ მუტაცია შეიძლება საესებით ამოვარდეს გენოფონდიდან. ამ მოვლენას ხატოვნად უწოდებენ „ბოთლის ყელს“ (ანუ ბოთლის ყელის ეფექტს) — ყოველი ალელი ყოველთვის არ აღმოჩნდება ახალ თაობებში, მით უმეტეს თუ ეს თაობები რიცხობრივად მცირეა. მაგალითად, მელიებში რიცხობრივი დაქვეითების შემთხვევაში თუ პოპულაციიდან გაქრება მოწითალო-შავი ფერის გენის მატარებელი ინდივიდი, მაშინ ამ პოპულაციაში შავმურა მელიები არ იარსებებს.

არანაკლებ მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ „სიცოცხლის ზვირთის“ აღმავლობის დროს, უპირველესად პატარა, იზოლირებული პოპულაციების გაერთიანება ხდება ერთ მთლიანობაში და იწყება გენთა ინტენსიური გაცვლა-გამოცვლა. ასეთი პოპულაციის გავრცელების არე ფართოვდება, მისი პერიფერიული ნაწილები აღმოჩნდება ისეთ ახალ პირობებში, რომელშიც ისინი არასდროს ყოფილან. ეს დაკარგული შვილები—*enfants perdu* (ასე უწოდებენ ფრანგულ არმიაში მოწინავე ხაზზე დაცვის დარაჯებს) ხშირად ხდება ახალი ფორმების, ქვესახეობებისა და სახეობების წინამორბედი (რა თქმა უნდა, თუ ისინი თავს დააღწევენ არსებობისათვის ბრძოლას). რიცხობრივად დაქვეითების შემთხვევაში ისინი ხშირად განკერძოებულ მდგომარეობაში აღმოჩნდებიან თავისი გავრცელების არე-მარესაგან და განაგრძობენ თავიანთ არსებობას იმ პირობებით და იმ გენოფონდით, რაც თვით გააჩნიათ. ასეთი გენოფონდი, როგორც წესი, მთელი პოპულაციის საერთო გენოფონდის არაადექვატურია. რიცხობრივი მაჩვენებლის შემდგომი აღმავლობა შეწყვეტილ კავშირს აღადგენს, მაგრამ პოპულაციაში შემოერთებული ინდივიდები უკვე „ვერ სცნობენ“ ერთმანეთს, ისინი გენეტიკურად იზოლირებულნი აღმოჩნდებიან.

ეს შედარებით ნათლად მქლავნდება ფენოტიპში, რომელიც ჩეტვერიკოვმა აღწერა და რომელსაც ბევრად მოგვიანებით თეორეტიკოს-ევოლუციონისტმა ე. მაირმა უწოდა „დამაარსებლის პრინციპი“. ხშირად გავრცელების ახალ არეში (მაგალითად, ძალზე მოშორებულ კუნძულზე) ჩაასახლებენ შემთხვევით შეტანილი სახეობის რამდენიმე ინდივიდს. ასე მაგალითად, მთელი დასავლეთ-ევროპული ონდატრების პოპულაცია თავის საწყისს იღებს მხოლოდ ხუთი ინდივიდისაგან, რომლებიც გაშვებულ იქნა პრალის ახლო მდებარე რაიონში ჩვენი საუკუნის დასაწყისში. პოპულაციის საწყისად შეიძ-

ლება ჩაითვალოს ერთი განაყოფიერებული მდედარი ინდივიდი. მაგრამ, ბუნებრივია, მხოლოდ მას და თუნდაც რამდენიმე ინდივიდს არ შესწევს უნარი დაიცვას მშობლიური პოპულაციის მთელი გენოფონდი. ამ სახეობის ევოლუცია ახალ ადგილზე საჭიროა წარმართოს სულ სხვა გზით. გარემო პირობების შეცვლასთან ერთად, „დამაარსებლის პრინციპის“ არსებობა განაპირობებს ამა თუ იმ კუნძულის, რასის, ქვესახეობის და სახეობის ფორმირებას.

ბოლო წლებში იაპონელ მკვლევართა ჯგუფმა დეტალურად შეისწავლა ვირთაგვის პოპულაცია რიკიუს ბევრ კუნძულზე. ამ მღრღნელებმა — რომანტიკული მარჯნის „ნამდვილმა ქირმა“ — მოასწრო დასახლების მომენტიდანვე გაევილო დივერგენციის დიდი გზა, ბევრი იმათთაგანი აღმოჩნდა გენეტიკურად იზოლირებული.

მაგრამ, პოპულაციის მართო რიცხობრივ მერყევობას არ შეუძლია განაპირობოს სახეობათა წარმოშობა, გარემო პირობებთან შეგუებული ფორმების წარმართვა. ის ცელის პოპულაციაში ალელების რიცხვის ფარდობითობას, რაც არ არის საეჭვო, მაგრამ ასევე ექვსგარეშეა ისიც, რომ ეს ცვლილებები არამიმართული ხასიათისაა.

ჩეტვერიკოვის მიხედვით ევოლუციის მომდევნო ფაქტორი, როგორც ჩანს უფრო მეტი მნიშვნელობისაა.

იზოლაცია — რა არის ის?

როგორც გახსოვთ პარდი-ვეინბერგის გენთა წონასწორობის ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა პანმიქსია — პოპულაციის ყველა წევრის მიმართ ურთიერთშეჯვარების ერთნაირი შესაძლებლობა. ამიტომ, ჩეტვერიკოვის მიხედვით, შემდგომი „მყუდროების დამრღვევად“ გვევლინება იზოლაცია — პანმიქსიის შეზღუდულობა, — რომელიც წარმოიშობა სხვადასხვა მიზეზით.

როგორია ეს მიზეზები? ერთ-ერთ ამ მიზეზთაგანზე ჩვენ უკვე გვქონდა საუბარი — როდესაც „სიცოცხლის ზვირთის“ დაქვეითების დროს აღრინდელი პოპულაცია იყოფა მთელ რიგ პატარა-პატარა სუბპოპულაციებად, რომლებიც სივრცეში ერთმანეთისაგან იზოლირებულნი ხდებიან. ასეთნაირად დაქუცმაცებულ პოპულაციებს იზოლაციებს უწოდებენ. ისინი უფრო მეტ დანაწევრებას განიცდიან, თუ მათ შორის წარმოიშობა ფიზიკური ხასიათის ბარიერი. მაგალითად, ადამიანის მსგავს მაიმუნებს არ შეუძლიათ ცურვა, ამიტომ გორილას

ჯოგისათვის ნებისმიერი პატარა მდინარეც წარმოადგენს გადაულახავ წინაღობას. ბოლო დროს სივრცობრივი იზოლაციის მნიშვნელობა გადაჭარბებითაა შეფასებული, მაგრამ ამის შესახებ საუბარი შემდეგ გვექნება.

ხშირად პოპულაციაში შეჯვარება შეზღუდულია იზოლაციის სხვა ფორმებით. ამათაგან ერთ-ერთია ეკოლოგიური იზოლაცია, რომლის დროსაც კლებულობს გამრავლებისათვის მომწიფებული ინდივიდების შეხვედრის შესაძლებლობა. ასეთებია მცენარეთა სამყაროში არსებული სეზონური რასები, თევზები და ბევრი უხერხემლო — აქ იზოლაცია აღინიშნება არა სივრცეში, არამედ დროში. არის კიდევ უფრო გასაოცარი მაგალითები ერთი და იმავე პოპულაციის სხვადასხვა ფორმების თანაარსებობაზე, რომლებიც მრავლდებიან ერთდროულად. მაგრამ ერთმანეთს არ უჯვარდებიან. მაგალითად, დროზოფილაში გვხვდება ეგრეთ წოდებული „სიყვითლის“ მუტაცია. ყვითელი ფერის მამრ ინდივიდებს ჩვეულებრივი რუხი ფერის მდედრ ინდივიდებთან შეჯვარების ძალზე უმნიშვნელო შანსი გააჩნიათ, იმდენად, რამდენადაც ისინი შედარებით ბევრად ნელი ტემპით განიცდიან ფრთებით ვიბრირებას, თრთოლას. რაც აქვეითებს მათდამი მიმზიდველობას. თუ რუხი ფერის მამრს ფრთებს მოვაშორებთ, მაშინ ის საერთოდ დაკარგავს უნარს მდედრის სტიმულირებაზე შეწყვილებისადმი. პირიქით, მდედრ დროზოფილას თუ მოვაშორებთ ულვას, მაშინ ის კარგავს გამოცნობისა და არჩევითობის უნარს და უწყვილდება ნებისმიერ მამრებს. ასეთი შემთხვევები აღწერილია ცხოველთა სხვადასხვა სახეობებშიც.

ცნობილია შემთხვევები, როდესაც შეჯვარება (ან დამტვერვა მცენარეებში) ნორმალურად მიმდინარეობს. მაგრამ განაყოფიერებას იშვიათად აქვს ადგილი. ესაა ეგრეთ წოდებული ფიზიოლოგიური იზოლაცია. მცენარეთა ზოგიერთ ინდივიდებში მტკრიანაში ყვავილის მტვერი არ წარმოიქმნება, სხვა დანარჩენებში ეს ნორმალურად მიმდინარეობს. ამ მოვლენას უწოდებენ საკუთრივ გენეტიკური იზოლაციას. ამ შემთხვევაში განაყოფიერება მიმდინარეობს, მაგრამ პირველი თაობის ჰიბრიდები არაცხოველყოფელურია, ან ზეითონის დარღვევასთან დაკავშირებით სტერილური.

ზემოთ აღწერილი იზოლაციის ფორმების უმეტესობა შეიძლება გადაილახოს (მაგალითად, ხელოვნური დათესვლით) მაშინ. როდესაც გენეტიკური იზოლაცია სხვადასხვა ფორმებს შორის ქმნის გადაულახავ ბარიერს. ეს უკანასკნელი არ უნდა ჩაითვალოს სახეობრივ ზღვარად, რასაც ხშირად აკეთებენ. ამასთანავე, უნდა აღინიშნოს,

რომ ხშირად ბევრი სახეობა არ უჭვარდება ერთმანეთს მხოლოდ იმიტომ, რომ მათ შეუღლების წინამდებარე, ანუ როგორც ამბობენ „საქორწინო ცერემონიალის“ ქცევის სხვადასხვანაირი ნორმები გააჩნიათ. პირიქით, შედარებით ადვილია ისეთი ფორმის გამოყვანა, რომელიც საწყისი ფორმისაგან გენეტიკურად სავსებით იზოლირებული იქნება, მაგრამ გვაქვს თუ არა უფლება ვუწოდოთ მას ახალი სახეობა? მცენარეებში პოლიპლოიდია და ცხოველებში ტრანსლოკაციის ტიპის ქრომოსომული გადაჯგუფებები გენეტიკური იზოლაციის ყველაზე საიმედო ხერხია. მაგრამ, როგორც უკვე ვთქვით, იზოლაცია არა სახეობათა წარმოშობაა, არამედ მხოლოდ მისი მსახური. მისი სამსახური დიდია. შეჭვარება აწონასწორებს პოპულაციის შიგნით განსხვავებას, ეწინააღმდეგება მოცემული ერთიანი სახეობის დივერგენციას შიგასახეობრივ დაჯგუფებებზე. რომლებიც შესაძლებელია მომავალში გამხდარიყვნენ ახალ სახეობებად. საწინააღმდეგოდ ამისა, იზოლაცია განამტკიცებს და ამკვიდრებს სხვაობას პატარ-პატარა პოპულაციებში (სუბპოპულაციებში). უამრსოდ არ იქნებოდა დივერგენცია. ესე იგი, პოპულაცია თუ შეიცვლებოდა მთლიანად, მაშინ ერთი სახეობა უმუშაოდ გადავიდოდა მეორეში, ყოველგვარი ახლის წარმოშობის გარეშე. ეს იქნებოდა სახეობის გარდაქმნა და არა სახეობათა წარმოშობა.

შევიჩრდეთ კიდევ ერთ, ბევრისათვის თავსატეხ საკითხზე. მაინც რა არის იზოლაცია, გენეტიკური სხვაობის მიზეზი თუ შედეგი? დაკვირვებული მკითხველი ყოველგვარი ჯაფის გარეშე მიხვდება, რომ ცალმხრივი პასუხი ამ შეკითხვაზე არ შეიძლება არსებობდეს. პორტუგალიის კუნძულ მადეირაზე აკლიმატიზირებული კურდღლები არსებითად შეიცვალნენ და დაკარგეს ევროპულ ჯიშებთან შეჭვარების უნარი. აქ გენეტიკური სხვაობა აღმოჩნდა იმ შედეგის თანანაწარმი, რომელიც დაგროვდა პოპულაციის განკერძოებულად არსებობის პერიოდში.

ცნობილია სხვა შემთხვევებიც, როდესაც უმნიშვნელო გენეტიკური სხვაობა (მაგალითად, ბაყაყებში საქორწინო ცერემონიალის დროს ყიყინის სიხშირის ცვლილება, ან კიდევ ციციანათელას ციმციმის სისწრაფის ცვალებადობა) განაპირობებს იზოლაციას, რომელიც თავის მხრივ იწვევს პოპულაციის დანაწევრებას სახეობრივ განცალკევებამდე.

ბოლოს, ტრანსლოკანტის ან ტეტრაპლოიდის წარმოქმნა დაკავშირებულია პოპულაციის სხვა ინდივიდებთან მათი შეჭვარების შეუძლებლობასთან. აქვე შეიძლება მოვიყვანოთ მაგალითი საკმაოდ

დიდი ინვერსიის მოვლენაზე. აქ არის ერთი განსაკუთრებულობა — ქრომოსომული მუტაციების წარმოშობა იშვიათი მოვლენაა, ამასთანავე, ისინი შეიმჩნევა ცალკეულ ორგანიზმებში. ასეთი იზოლაცია ევოლუციისათვის მეტად კარგი იქნებოდა. მაგრამ, იზოლაციის ამ გზას ექვემდებარება მხოლოდ ვეგეტატიური გამრავლების უნარის მქონე ორსქესიანი მცენარეები. ავტორები, რომლებიც მტკიცედ იცავენ სახეობათა წარმოშობაში ქრომოსომული გადაჯგუფებების მთავარ როლს, ჩვეულებრივ იწყებენ ქება-დიდებათ, ხოლო ამთავრებენ ლანძღვა-გინებით. ისინი გენეტიკის პოსტულატების შესაბამისობის ქვეშ მიიჩნევენ, რომ: ა) ყოველი ქრომოსომული გადაჯგუფება ერთეულია (აქედან გამომდინარეობს, რომ ევოლუციის ერთეულად მიღებული უნდა იქნას ცალკეული ინდივიდი და არა პოპულაცია); ბ) ეს გადაჯგუფებები ქმნის აბსოლუტურ გენეტიკურ ბარიერს შეცვლილ „გმირ-ერთეულებსა“ და პოპულაციის სხვა, „უფერულ“ მასას შორის. მსჯელობის დროს საჭირო ხდება მივიჩინოთ, რომ ან გადაჯგუფებები წარმოიშობა ათასჯერ მეტი სიხშირით, ვიდრე ბუნებასა და ექსპერიმენტში ვლინდება, ან ისინი ვერ უზრუნველყოფენ აბსოლუტურ იზოლაციას (არ სჩანს საკმარისი დასაბუთება). ჩემი შეხედულებით, ჩეტვერიკოვის კვალდაკვალ, უკეთესია ვცნოთ, რომ იზოლაცია თავისთავად არ ქმნის სახეობას, არამედ, როგორც წესი, ვითარდება თანმიმდევრულად და ევოლუცია მომდინარეობს რამდენიმე ფაქტორის მოქმედების შედეგად. ამ უკანასკნელზე, კერძოდ, ბუნებრივ გადარჩევაზე საუბარი გვექნება შემდეგ თავში.

ევოლუციის მამოძრავებელი ძალა

ევოლუციის მნიშვნელოვანი ფაქტორია ბუნებრივი გადარჩევა. აქ ჩეტვერიკოვი ღარვინს ემხრობა და სავსებით იზიარებს მის შეხედულებას. ჩვენ მიერ ზემოთ განხილული ყველა ფაქტორი შემთხვევით იწვევს პოპულაციაში გენების რაოდენობის ცვალებადობას, ყოველგვარი მიმართულების გარეშე. მხოლოდ გადარჩევაა მიზანმიმართული პროცესი. სწორედ ის განაპირობებს შექცევად კავშირს ყოფა-ცხოვრების გარემო პირობებსა და პოპულაციის გენოფონდს შორის, თავისებურ, სასარგებლო დაღს ასევე პოპულაციაში მიმდინარე ცვლილებებს. მაგრამ, მარტო გადარჩევა, ევოლუციის სხვა ფაქტორების გარეშე, უძლურია. გავიხსენოთ იოგან-

სენის კლასიკური მაგალითი: სუფთა ხაზში, სადაც ყველა გენი ერთნაირია, ამოსარჩევი არაფერი რჩება. ამიტომ, ევოლუციისათვის უპირველესად საჭიროა მუტაციური პროცესი — „ნედლეულის“ მიწოდებელი და აგრეთვე, თავისუფალი შეჭვარება, რომელიც გადაანაწილებს ამ „ნედლეულ“ მასალას სხვადასხვა კომბინაციებში. მაგრამ, რაც გინდ აბსოლუტური არ უნდა იყოს თავისუფალი შეჭვარება (პანმიქსია), მაინც ადგილი არ ექნება დივერგენციას, აღრინდელი ერთი სახეობიდან ახალი, შვილეული სახეობების წარმოქმნას. ამრიგად, იზოლაციის ესა თუ ის ფორმა ასევე აუცილებელია ევოლუციისათვის. ბოლოს, რაც გინდ უსასრულოდ დიდი არ უნდა იყოს პოპულაცია, რეცესიული ჰომოზიგოტების წარმოქმნის შესაძლებლობა უმნიშვნელოა და ისინი ვერ აღმოჩნდებიან გადარჩევის ზემოქმედების ქვეშ. ამიტომ აუცილებელია პოპულაციის რიცხობრივი მერყეობა. ჩეტვერიკოვის ოთხი ფაქტორი შეიძლება შევადაროთ პოსტულატებს, რომლებიც საფუძვლად უდევს გეომეტრიას. მსგავსად იმისა, როგორც გეომეტრიული პოსტულატებიდან შეიძლება აიგოს თეორიები, ჩეტვერიკოვის ფაქტორებიდან გამომდინარე, შეიძლება აღწერილ იქნას სახეობათა წარმოშობის ყველა პროცესი. ეს ფაქტორები ზუსტად იმდენია, რამდენიც აუცილებელია ევოლუციის პროცესის ამომწურავი განმარტებისათვის (როგორც მათემატიკოსები ამბობენ — აუცილებელი და საკმარისი).

ევოლუციის პროცესების შესწავლისა და განმარტების ბევრი თუ არა, ყველა მცდარი ტენდენცია ემყარება სწორედ იმას, რომ რომელიმე ერთი ფაქტორის განდიდება მოხდეს სხვა ფაქტორების დაზარალების ხარჯზე. ამასთანავე, რატომღაც ყველაზე მწარე წილი შეხვდა გადარჩევას. მკვლევართა გარკვეული ჯგუფი ცდილობდა ეყარაუდა: შეიძლება თუ არა ევოლუციის ფაქტორებიდან გამოვრიცხოთ გადარჩევა? ბევრს ეჩვენებოდა, რომ მათ შესძლეს ამის გაკეთება. ისინი ხშირად უარყოფენ გადარჩევის ზემოქმედებით როლს — თითქოს ეს კონსერვატორული ფაქტორია, რომელიც დაუნდობლად აქარწყლებს ყოველივე იმას, რაც არაა საჭირო და ამასთანავე, უძლურია შექმნას რაიმე ახალი.

ასეთი შეხედულება დიდი ხანია რაც არსებობს. გავიხსენოთ, რომ ანალოგიურ შეხედულებას ჯერ კიდევ გასულ საუკუნეში ავითარებდნენ. მექანოლამარკიზმის ფუძემდებელი გ. სპენსერი. ნამდვილად, გადარჩევას შეუძლია შეენარჩუნოს პოპულაციას აღრინდელი „ნორმა“ — მოცემული გარემო პირობებისადმი მეტად შეგუებული

გენური კომბინაცია (ასე მაგალითად, ძაღლების გამოფენაზე პირველ ადგილს აკუთვნებენ იმ ინდივიდს, რომელიც ჭიშური სტანდარტისაგან ყველაზე ნაკლებადაა გადახრილი). ასეთი გადარჩევის კლასიკური მაგალითი მოცემულია ამერიკელი ბიოლოგის ხ. ბამპუსის აღრიხდელ ნაშრომში. ხ. ბამპუსმა, გამძვინვარებული ქარბუქის შემდეგ, თავი მოუყარა სიცივისაგან ნახევრად გაყინულ ბელურებს. კარგი მოვლა-პატრონობის მიუხედავად მათი ნახევარი დაიღუპა. აღმოჩნდა, რომ გადაარჩა ძირითადად ის ინდივიდები, რომელთა მორფო-ფიზიოლოგიური ნიშან-თვისებების მაჩვენებლები უახლოვდებოდა ძირითადად იმ საშუალო სიდიდეს, რომელიც ტიპიურად დამახასიათებელია ამ სახეობისათვის. ეს კანონზომიერება აღამიანებზედაც ვრცელდება. სამშობიარო სახლებში ახალშობილთა პირადი ბარათების ანალიზი დამაჯერებლად მოწმობს იმაზე, რომ სიცოცხლის პირველი 28 დღის განმავლობაში უფრო მეტ სიკვდილიანობას ადგილი აქვს იმ ბავშვებს შორის, რომელთა წონა დაზადებისას მეტად ნაკლებიც, ან პირიქით, ბევრად მეტია საშუალოზე (საში კილოგრამი და ექვსასი გრამი). უკანასკნელ წლებში პედიატრიის დიდი მიღწევები საშუალებას იძლევა შენარჩუნებულ იქნას ასეთი ახალდაბადებულების მნიშვნელოვანი ნაწილი.

შესანიშნავმა ბიოლოგ-ეეოლუციონისტმა ი. შპალგაუზენმა, განაზოგადა რა მსგავსი დაკვირვებები, გადარჩევის ასეთ ტიპს უწოდა მასტაბილიზებელი, ამის შესახებ ჩვენ კიდევ გვექნება საუბარი. არსებობს გადარჩევის სხვა ფორმაც — შემოქმედებითი, მიზანმიმართული. ასეთ გადარჩევას აწარმოებს სელექციონერი, რომელიც სანაშენოდ ტოვებს მისთვის საინტერესო, ამა თუ იმ ნიშან-თვისებაზე მაქსიმალურად განვითარებულ ორგანიზმებს (სიტყვა სელექციონერი ნიშნავს გადამრჩევს). ასეთი გადარჩევის შემოქმედების ქვეშეშირად აღმოჩნდება გარეული ცხოველებისა და მცენარეების პოპულაცია, რომლებიც თავიანთი გავრცელების ზონის პერიფერიულ ნაწილებშია მიმოფანტული, სადაც მათი ყოფა-ცხოვრების პირობები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ჩვეულებრივისაგან. სელექციონერი არჩევს რა, მაგალითად, მცენარეს გვალვაგამძლეობაზე ან ყინვაგამძლეობაზე, ფაქტიურად, თითქმის არ განსხვავდება ბუნებისაგან (მხოლოდ იმ გამოწვევით, რომ უკიდურეს პირობებში ცხოველმყოფელობის გარდა, სელექციონერს მიზნად აქვს დასახული მიიღოს სამეურნეო ეფექტიც — რატომ უნდა გარდაიქმნას ხორბალი კაქტუსად?).

მხოლოდ აქ შედგენდება მთელი სისრულით გადარჩევის შემოქმედებითი როლი. ჩეტვერიკოვის საქმის შესანიშნავმა გამგრძელებელმა, ინგლისელმა გენეტიკოსმა რ. ფიშერმა შესანიშნავად შენიშნა, რომ გადარჩევა — „პროცესია, რომლის წყალობითაც რაღაც შემთხვევითი მოვლენის (გენების სასურველი კომბინაცია, — ბ. მ.) ძალზე მცირე შესაძლებლობა დრო და დრო ისე იზრდება, რომ ნაკლებშესაძლებელი ხდება ამ მოვლენის არა არსებობა, არამედ გამოირიცხვა“. შემოქმედებითი გადარჩევა, ისე როგორც მასტაბილიზირებელი, პოპულაციაში აქვეითებს ნაირგვარობას. მაგრამ თუ გადარჩევის მასტაბილიზირებელი ფორმა ინარჩუნებს ნორმას, შემოქმედებითი პირიქით — მისგან გადახრას.

ასეობობს გადარჩევის მესამე ფორმაც, რომელიც ცნობილია დიზრუპტულის სახელწოდებით (ინგლისური სიტყვა to disrupt — გახლეჩვა, გაპობა). ასეთი გადარჩევა ინარჩუნებს არა ერთ, არამედ ორ და მეტ ნორმას. დიზრუპტული გადარჩევა ადამიანმა გამოიყენა, მაგალითად, გარეული ქათმიდან მეხორცული და მეკვერცხული ფორმების, გარეული ცხენისაგან — საჯდომი და ტვირთმზიდავი, მგელიდან დოგისა და გოშისა ჯიშების გამოყვანის დროს, ბუნებრივი დიზრუპტული გადარჩევა განაპირობებს ერთი სახეობის დივერგენციას ორ და მეტ სახეობად.

ზოგჯერ ცდილობენ დააქვეითონ გადარჩევის მნიშვნელობა შემდეგი შეხედულებიდან გამომდინარე. პოპულაციაში გენოტიპების შედარებითი შეგუებულობა წარმოვიდგინოთ გეოგრაფიული რუქის მსგავს რამედ, სადაც შეგუებულობის მაქსიმუმი აღნიშნულია მწვერვალებით, ხოლო მინიმუმი — მთებს შუა ჩანაქცევებით, ხნარცვებით, დაბლობით. გენოტიპს, რომელიც მოექცევა ერთი რომელიმე მწვერვალის პიკზე, არ შეუძლია შეცვალოს ის მეორეთი, თუნდაც მასზედ მაღალი პიკით. იმისათვის, რომ ეს მოხდეს, საჭიროა მოცემული გენოტიპი არ დაექვემდებაროს ბუნებრივი გადარჩევის ზემოქმედებას. რაც შეეხება ერთიდან მეორე პიკზე გადასვლას მწვერვალებს შორის არსებული ხნარცვებისა და დაბლობის უგულველყოფის გზით, შეიძლება მხოლოდ შემთხვევითი ელვისებური ნახტომით. ინგლისელი გენეტიკოსი ს. რაიტი ადამიანის პოპულაციას ადარებს მთის ძირში ნისლში გახვეულ გზაჯვარედინზე მყოფ პიროვნებას. თუ ასეთი ადამიანი, იმ მიზნით, რომ თავი დააღწიოს ბურუსს, გადაწყვეტს წაეიდეს რაც შეიძლება მაღლა, მაშინ მისი მოგზაურობა დამთავრდება პირველსავე პატარა გორაკზე (მაქსიმალურ ადაპტაციას — გარემო პირობებისადმი შეგუებლობას პოპულაცია ვერ მიაღწევს).

ასეთი მსჯელობა, ერთი შეხედვით, საკმაო დამაჯერებლობით გამოიყურება, მას მხოლოდ ერთი ნაკლი აქვს: ის არასწორია. ხომ მართალია, რომ „შეგუებული ქვეყნები“ ბოლომდე არ რჩება სტაბილური! სინამდვილეში დედამიწის ზურგზე არსებული მწვერვალები და დაბლობები განუწყვეტლივ იცვლიან ადგილმდებარეობას. გეოგრაფიკული კომბინაციები, რომლებიც გარკვეულ პირობებში შეგუებულობით ხასიათდებიან, გარემო პირობების შეცვლით კვლავ გახდებიან არაშეგუებულნი და გადარჩევის მასტაბილიზირებული ფორმა შეიცვლება შემოქმედებითი ფორმით, ხოლო ხშირად დიზპრუტულითაც (თუ პოპულაციის ერთი ნაწილი ავა ერთ პიკზე, ხოლო მეორე — მეორეზე). ადაპტაციის ველი მთიანი ქვეყნის რუქა არ არის, ესაა ტაიფუნის ცენტრში ტალღის ზედახოცვა, რომლის მეჩეთზე აღმოჩნდება პოპულაციის მავნელოციონირებელი ხომალდი. ეს არ გამოირიცხავს ისეთი გარემო პირობების შესაძლებლობის არსებობას, რომლებიც იცვლებიან ძალიან ნელა. აი, ამ დროს წარმოიქმნება ეგრეთ წოდებული პერსისტენტული ფორმები — „ცოცხალი ნამარხი“, რომლებმაც ყოველგვარი შესამჩნევი ცვლილებების გარეშე გადაიტანეს მთელი რიგი გეოლოგიური ეპოქა!

მოკლედ რომ ვთქვათ, ორგანიზმების მიზანშეწონილობის განმარტებისას გვერდს ვერ აუვლით ბუნებრივ გადარჩევას. მაგრამ გადარჩევას თავისი მისიის შესრულება შეუძლია მხოლოდ რიგი პირობების არსებობის დროს, რომელთა შესახებ ახლა გვექნება საუბარი.

გადარჩევა და ნათესაური ხმარობის კავშირი

ჩეტვერიკოვის თეზისების უმრავლესობა საყოველთაოდ ცნობილი და ტრივალური გახდა. ამასთანავე, საჭიროა გვახსოვდეს, რომ მან ზემოთ აღნიშნული დასკვნები გააკეთა 1926 წელს. იმ პერიოდისათვის ცნობილი იყო დროზოფილას — გენეტიკის კლასიკური ობიექტის — ასამდე მუტაცია, მაგრამ ეს მუტაციები აღმოჩენილი იყო ლაბორატორიულ პირობებში ხელოვნური მოშენების დროს და ბუნების სინამდვილისათვის ასეთი მოვლენა უცხოდ მიაჩნდათ, ისე როგორც დეკორატიული ძაღლები — ოთახის ფინია და ფოქსტერიერი. იმის თქმა და წინასწარმეტყველება, რომ ბუნებაში არსებული „ნორმალური“ ბუნებრივი აღნიშნული მუტაციების განპირობებული გენების მატარებელნი არიან პეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში, იყო

საკმაოდ გაბედული ნაბიჯი. ბუნებრივია, ჩეტვერიკოვი თავის მოწაფეებთან — ბ. ასტაუროვთან, ნ. ტიმოფეევ-რესოვსკისთან, ს. გერშენზონთან, პ. როკიცკისთან, დ. რომაშოვთან, ე. ბალკაშთან (შემდგომში თითოეულმა ამათაგანმა დიდი სამსახური გასწია გენეტიკის განვითარების საქმეში) ერთად შეუდგა წამოყენებული ჰიპოთეზის ექსპერიმენტულად შემოწმებას.

ძირითადი მეთოდი, რომლითაც ისინი ხელმძღვანელობდნენ, ფაქტიურად მდგომარეობდა ევოლუციის მოდელირებაში იმ პრინციპით, რომელსაც მოგვიანებით ეწოდა „დამაარსებლის პრინციპი“. ბუნების პირობებში დაჭერილ ბუზებს ამრავლებდნენ „თავისში“ სუფთა ხაზებად — ერთი მდელი ბუზის შთამომავლობის დები უწყვილდებოდა მათივე ძმებს, შვილისშვილები შვილისშვილებს და ა. შ. რა მოხდა პოპულაციაში? რაც უფრო რიცხობრივად მცირე რაოდენობითა წარმოდგენილი პოპულაცია, მით უფრო მეტა შესაძლებლობა იქმნება მასში არსებული ორი, გენოტიპში ერთნაირი მუტანტური ალელების მქონე ინდივიდების დაწყვილებაზე და მუტაციის გამოვლინებაზე ფენოტიპში. რეცესიული ალელები ბუნებაში არსებულ, ეგრეთ წოდებულ „ველური“ ბუზების პოპულაციაში დაჩრდილულია დომინანტებით. მაგრამ, გარეგნულად ერთგვაროვანი ჰეტეროზიგოტული ნიღაბის ქვეშ იმალება ერთ აუწყრელი ნაირგვაროვნება. გაბედულმა ჰიპოთეზამ დროულად იჭეკა, ის ჩინებული აღმოჩნდა — გარეგნულად ერთგვაროვანი „ველური“ ტიპი გაქლენთილი იყო მუტაციებით (ჩეტვერიკოვის გამოთქმით — როგორც ღრუბელა წყლით). ყველა ბუნებრივი პოპულაცია აღმოჩნდა ჰეტეროგენური.

ახლო ნათესაური შეჯვარება ცნობილია უხსოვარი დროიდან. მას უწოდებენ ინბრიდინგს ან ინცუხტს („თავისში“ მოშენებას). სელექციონერები ხშირად მიმართავენ მას იმ მიზნით, რომ შთამომავლობაში დამკვიდრდეს გამოჩენილი მწარმოებლის ნიშან-თვისებები. ამასთანავე, მაშინაც კარგად იყო ცნობილი, რომ ცხოველებსა და მცენარეებში ინბრიდინგი დაკავშირებულია გადაჯვარებასთან, პროდუქტიულობისა და ცხოველმყოფელობის დაქვეითებასთან. დარვინმა ყოველმხრივ გამოიკვლია ეს საკითხი თავის ცნობილ ნაშრომში „ჯვარედინი დამტვერვისა და თვითდამტვერვის მოვლენის მოქმედება მცენარეთა სამყაროში“. მაგრამ, თუ როგორი იყო ინბრიდინგის მექანიზმი, მენდელური გენეტიკის განვითარებამდე, არავინ იცოდა, იმის თქმა, რომ ინბრიდინგი, რადგან აქ-

ვეითებს ცხოველმყოფელობას, ზიანის მომტანია, ნიშნავს მხოლოდ ფორმალური მხარე მიეცეს მის განმარტებას. გენეტიკამ ახსნა ინბრიდინგის მექანიზმი — რეცესიული გენების ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში გადასვლა, რომელთა უმრავლესობა საზიანოა, ხოლო ხშირად ლეტალური.

მაგალითი. სანაშენო მეცხოველეობაში დიდად ფასდება ბულა-მწარმოებელი. ჰოლანდიური ჯიშის სახელგანთქმულ ბულას, რომელიც პრინც ადოლფს ეკუთვნოდა, 1930 წლისათვის ყავდა ორი ათასზე მეტი შთამომავლობა. მაგრამ ეს იყო ისეთი რეცესიული გენის მატარებელი, რომლის შემცველი ორგანიზმები ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში იბადებოდა ბალნის საბურველის გარეშე, და ბუნებრივია იხოცებოდა. ამ „მელოტი“ ხბოებით გამოწვეული ზარალი მილიონობით მანეთს შეადგენს. დღეს, როდესაც საკმაოდ დანერგილია ხელოვნური დათესლვა და ერთი და იგივე ბულა-მწარმოებელი შეიძლება იყოს მამა ყველა იმ ხბოსი, რაც ჩვენს ქვეყანაშია, მსგავსი მოვლენის ანალოგიური გაანგარიშებით გამოწვეული ზარალი შეადგენდა ბევრად უფრო მეტს.

შეიძლება მოგვეჩვენოს, რომ ინბრიდინგს ევოლუციისათვის მხოლოდ უარყოფითი მნიშვნელობა აქვს. მაგრამ, ეს ასე არ არის. გავიხსენოთ ფერმენტ თიროზინას მუტაცია, რომელიც ცხოველებში ბეწვის გამუქებას იწვევს. არსებობს რეცესიული ალელი, რომელიც განაპირობებს ტემპერატურის მიმართ თერმოლაბილურ — მგრძობიარე ფერმენტის წარმოშობას. ცელსიუსის 37°-ზე მუქი პიგმენტი — მელანინი ბეწვში არ წამოიქმნება.

დაუფშვათ, რომ სამხრეთის რომელიმე ცხოველს შევეუცვალეთ ადგილსამყოფელი და გადმოვასახლეთ ჩრდილოეთში ისეთ ადგილზე, სადაც თოვლის დიდი საფარი და მკაცრი ზამთარი იცის. სამხრეთში თერმოლაბილურ ფერმენტზე მუტანტები არიან ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში, ხოლო იშვიათად გამოვლინებულ ღია ფერის ჰომოზიგოტებს არავითარი უპირატესობა არ გააჩნიათ. პოპულაცია თავისი გავრცელების არეს საზღვარზე შედარებით ბევრად მცირერიცხოვანია და ინბრიდინგი მით უფრო მნიშვნელოვანია, რაც უფრო პატარა იქნება ის. ასეთ შემთხვევაში ჰომოზიგოტები მით უფრო მეტი იქნება და ზაფხულობით, მაღალ ტემპერატურაზე მათი ბეწვსაფარი აღმოჩნდება სუსტად პიგმენტირებული. ასეთი, სუსტად პიგმენტირებული ინდივიდები ზამთრობით თოვლის საფარის ფონზე ნაკლებ შესამჩნევია, რაც მათ არსებობისათვის ბრძოლაში უპირატესობას ანიჭებს. გარდა ამისა, დაბალი ტემპერატურის დროს ღია

ფერის ბეწვის ქვეშ მათ ეზრდებათ მუქი, პიგმენტირებული ბეწვი (მუტანტური ფერმენტი იწყებს მოქმედებას!), რომელიც ზაფხულის დასაწყისისათვის ცვივა, ამრიგად, ისინი იცვლიან ფერს და კვლავ შეუძინველი ხდებიან მიწის მუქ ფონზე.

აი, ასე წარმოქმნა ყველასათვის კარგად ცნობილი ბეწვსაფარის სეზონური ცვლა (შებუმბლვა — ფრინველებში), რომელიც ფართოდაა გავრცელებული ჩვენში არსებულ კლიმატურ პირობებში ბინადარ ცხოველებს შორისაც. მუტაციური პროცესის მოვლენის წყალობით შეიქმნა მაღალი ტემპერატურისადმი არამდგრადი ფერმენტი. მაგრამ თუ არა იზოლაცია, რომელმაც განაპირობა ინბრიდინგი და ბუნებრივი გადარჩევა, რომელმაც შეათასა ინბრიდინგის შედეგი, ეს, უცილობლად დიდად ღირებული შეგუებლობა არ წარმოიქმნებოდა, თანაც მრავალგზის, მითუმეტეს არა მონათესავე ორგანიზმების სხვადასხვა ჯგუფებში. რა თქმა უნდა, ყველაფერი ეს ბევრად უფრო რთულადაა წარმოდგენილი, ვიდრე ჩვენ მიერ ზემოთ განხილულში, მაგრამ საქმის ვითარება ამით არ იცვლება, ფერი განისაზღვრება მრავალი გენის ზემოქმედებით.

ამ ბოლო წლებში ზედმეტადაა შეფასებული ინბრიდინგის ეფექტი პატარა პოპულაციებისათვის. მსჯელობის მიმდინარეობა დაახლოებით შემდეგნაირია: თითოეულ თაობაში წინაპრების რიცხვი ორმაგდება, ნამდვილად, თითოეულ ჩვენთაგანს ჰყავს ერთი დედა და ერთი მამა, მაგრამ ამასთანავე, ორი ბებია და ორი პაპა, ოთხი ბებიის მამა და ოთხი პაპის მამა და ა. შ. თუ დაუშვებთ, რომ ადამიანი როგორც სახეობა არსებობს 500 ათასი წელი (ციფრი ზომიერების ფარგლებშია) და თითოეული თაობის ხანგრძლივობა 25 წელია, მაშინ თითოეული ადამიანის წინაპართა რიცხვი გამოისახება ასტრონომულად დიდი ციფრით 2^{20000} . დედამიწის ზურგზე არასოდეს არ არსებობდა ამდენი ადამიანი. ამიტომ ჩვენ ერთმანეთს შორის „უნდა გავინაწილოთ“ წინაპრები. ძველი ანდაზა „ოთხ ზღვას შორის მყოფი ყველა ადამიანი ძმებია“ სწორია — ჩვენ ყველანი სისხლით ნათესავეები ვართ. მაგრამ, ნათესაობის ექსტრაპოლაციის დროს, როგორც იტყვიან ნულოვანი წერტილიდან, არ შეიძლება აბსურდში ჩაფლობა და ადამიანის „გამოძვარვა“ ერთი წინაპრისაგან — რალაც მაიმუნის მსგავსი ადამიანისაგან, რომელიც ერთი ევზემპლარისაგან წარმოიშვა. ასეთ ადამს არ შეეძლო ყოფილიყო ყველა იმ ურიცხვი ალელების შემცველი და შემომნახველი (მაგალითად, სისხლის ჯგუფების), რომლებიც გვანათესავენს ჩვენ ადამიანის

მსგავს მამიძუნებთან. გაიხსენეთ ჩვენი საუბარი „ბოთლის ყელის“ შესახებ — ის უნდა ყოფილიყო საკმაოდ ფართო!

სახეობის წინაპარი პოპულაცია, რომელიც დასაწყისის აძლევის ახალს, შეიძლება იყოს პატარა, მაგრამ ასე თუ ისე, ეს უნდა იყოს უპირველესად პოპულაცია, ესე იგი ინდივიდთა გარკვეული დაჯგუფება და არა ერთი „გმირი“. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მრავალადი ალელიზმი ვერ იმეპყიდრებდა ერთი სახეობიდან მეორეში გადასვლის დროს.

გენთა დრეიფი, ანუ ეპოლუცია გადარჩევის გარეშე

ჩვენ უკვე გვქონდა საუბარი იმის შესახებ, რომ პოპულაციაში ალელების ფარდობითი რიცხვის აბსოლუტურად ზუსტი აღწერა შესაძლებელი ხდება ჰარდი-ვეინბერგის განტოლებით, იმ შემთხვევაში, თუ თვით პოპულაცია იქნება უსასრულოდ დიდი. რაც უფრო პატარაა რიცხობრივად პოპულაცია, მით უფრო მეტია გადახრა და თუ გასამრავლებელი ინდივიდების რიცხვი აღმოჩნდება 500-ზე ნაკლები, მაშინ მეტად საინტერესო მოვლენას აქვს ადგილი. დეტალურად აღწერეს რა ეს მოვლენები, საბჭოთა გენეტიკოსებმა ნ. დუბოინმა და დ. რომაშოვმა მათ უწოდეს გენეტიკურ-ავტომატური პროცესები. ხოლო იმავე, 1932 წელს საზღვარგარეთ ანალოგიურ დასკვნამდე მივიდა ს. რაიტი, რომელმაც გამოიყენა უფრო მოკლე ტერმინი — გენთა დრეიფი. სახელწოდება, როგორც ე. მაიერმა შენიშნა, არც თუ ისე მოხერხებულია. დრეიფის ქვეშ ჩვენ მივეჩვიეთ ვიგულისხმობთ რომელიმე მოცემული ობიექტის პასიური ცალმხრივი მოძრაობა, მაგალითად, დამუხტული ნაწილაკების შერწყმა ელექტრულ ველში. სინამდვილეში კი, ის უფრო მეტად მოგვაგონებს ბრაუნისებურ მოძრაობას. მაგრამ აღნიშნული ტერმინი დამკვიდრდა ძირითადად თავისი ლაკონიურობიდან გამომდინარე, რაც საყურადღებოა ჩვენს მშფოთვარე საუკუნეში.

გენთა დრეიფის არსი შემდეგში მდგომარეობს. დავუშვათ პოპულაცია შესდგება 100 ინდივიდისაგან და A და a ალელების (დომინანტური და რეცესიული) ფარდობითობა არის 1:1. აქ შეიძლებოდა გვევარაუდა, რომ პოპულაციაში მომდევნო თაობაში გვექნებოდა 25 AA, 50Aa და 25aa. მაგრამ შემთხვევითი გადახრის გამო ერთი ამ ალელთაგანი შეიძლება ამოვარდეს პოპულაციიდან. ამ შემთხვევაში ინდივიდი იქნება მოცემულ გენზე ჰომოზიგოტი. ხოლო

თუ რომელი ალელი ამოვარდება—დომინანტური თუ რეცესიული—
ეს შემთხვევის საქმეა.

შემდგომ გაანგარიშებას მივყავართ მეტად საყურადღებო დას-
კვნამდე. თუ პოპულაციაში ალელების კონცენტრაცია მცირეა, მა-
შინ გენეტიკურ-ავტომატური პროცესებით იზრდება შესაძლებლობა
მათ გამორიცხვა-გაქარწყლებაზე. მეტად მრავალრიცხოვანი ალელე-
ბი წარმატებით უპირისპირდება დრეიფის მოვლენას. ასე ხორციელ-
დება ბიბლიური უსამართლობა — ღარიბს ართმევს, მდიდარს აქ-
ლევს.

ადვილი მისახვედრია, რომ დრეიფის მოვლენა ხსნის პოპულა-
ციის დიფერენცირების გზას — სახეობის სავსებით განცალკევებუ-
ლობამდე. გაანგარიშებამ უჩვენა, რომ პატარ-პატარა პოპულაციებ-
ში დრეიფი ძალზე ეფექტურია. მაგრამ, თუ პოპულაციაში თავი-
სუფალი შეჭვარების უნარის მქონე გასამრავლებელი ინდივიდების
რაოდენობა 500-ზე მეტია, მაშინ დრეიფის ეფექტი უმნიშვნელოა.

თავის პირველ ცდებში რაიტის მიერ გადაჭარბებითაა შეფა-
სებული დრეიფის მნიშვნელობა, რომელსაც ის სთვლიდა სახეო-
ბათა წარმოშობის ძირითად ფაქტორად. მაგრამ, იგივე გამოთვლებ-
მა ცხადყო, რომ პოპულაციის დრეიფული ცვალებადობა შესაძლე-
ბელია მხოლოდ გადარჩევის ძალზე უმნიშვნელო მოქმედების
დროს. სხვანაირად რომ ვთქვათ, გენთა დრეიფმა შეიძლება შექმნას
ახალი სახეობა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მუტაცია ნეიტრალუ-
რია (ე. ი. თუ არ იმოქმედებს ნაყოფიანობასა და ცხოველმყოფე-
ლობაზე).

ხშირია თუ არა ასეთი მუტაციები? თანამედროვე სამეცნიერო
ლიტერატურაში არსებობს ორი კონცეფცია. პირველი კონცეფციის
თანახმად მუტაციების თითქმის უმრავლესობა ნეიტრალურია. მუ-
ტაციების მხოლოდ მცირე ნაწილი აღმოჩნდება გადარჩევის მოქმე-
დების ქვეშ, მაგრამ იმდენად, რამდენადაც ახლად წარმოქმნილი
ალელები უფრო „სუსტია“, ვიდრე გარემოსთან აპრობირებული ძვე-
ლი ალელები, ისინი გადარჩევით ნადგურდება. ამ კონცეფციის თა-
ნახმად გადარჩევა მხოლოდ წუნმდებელი და მესაფლავეა, მისი შე-
მოქმედებითი როლი უარყოფილია. მეორე კონცეფციის თანახმად,
ყოველი მუტაცია ამა თუ იმ ხარისხით იწვევს ორგანიზმის ცვალე-
ბადობას და ამიტომაც ნეიტრალური ნიშან-თვისებები, ნეიტრალუ-
რი ალელები, ნეიტრალური მუტაცია არ არის და არც შეიძლება არ-
სებობდეს.

ჩეტვერიკოვი ამ საკითხს სთვლიდა, როგორც ჭერ კიდევ ამო-

უხსნელს და სადავოს. მაგრამ ის მინც არ იზიარებდა შეხედულებას ყოველი ნიშან-თვისების აბსოლუტური ადაპტაციის უნარიანობის შესახებ. მიუხედავად თავისი უაღრესი დელიკატურობისა, მას, ამ შეხედულების მიმართ, როცა საჭირო იყო, შეეძლო ყოფილიყო გესლიანი: „...ზოგჯერ პირდაპირ არ იცი რა არის უფრო გასაკვირი — ავტორების უსასრულო მახვილგონიერება თუ მათი რწმენა მკითხველთა განუსაზღვრელ გულუბრყვილობაში“.

მითუმეტეს, შეიძლება თუ არა ესა თუ ის ნიშან-თვისება ჩაითვალოს როგორც ნეიტრალური, ხოლო სხვა — როგორც სელექციური, გადარჩევის ზემოქმედებას დაქვემდებარებული? ყოველი კონკრეტული შემთხვევისათვის დიახ, შეიძლება, ხოლო საერთოდ, ზოგადად — არა. ინგლისელმა მეცნიერებმა ა. კეინმა და პ. შეპარდიმ ოქსფორდის მიდამოებში ჩაატარეს მეტად მოხდენილი დაკვირვება მიწისზედა ლოკოინას ნიჟარას ფერის სახესხვაობის მნიშვნელობაზე (ჩვენ გვექნება შემთხვევა კვლავ დაუბრუნდეთ მათ ამ გამოკვლევას). აღმოჩნდა, რომ ადრე გაზაფხულზე ჭერ კიდევ შიშველი მიწის ზედაპირიდან ფრინველები უფრო კენკავენ ყვითელ ნიჟარიან ლოკოინებს, ვიდრე ზოლიანებს. აპრილის დასასრულსა და მაისის დასაწყისში ნიჟარას ყვითელი ფერი ნეიტრალური ნიშან-თვისება ხდება, ხოლო მაისის შუა რიცხვებისათვის, როდესაც ბალახი საკმაოდ ამოსულია, ის უკვე თავის მფლობელს ანიჭებს სასელექციო უპირატესობას. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ერთი სეზონის განმავლობაში გადარჩევა თავისი მოქმედების მიმართულებას იცვლის 180°-ით. ბუნებრივია ამ შემობრუნების დროს ის გაივლის ნულოვან წერტილზე, ესე იგი იმ პერიოდს, როდესაც ნიშან-თვისება გახდება ნეიტრალური.

ანალოგიური ხასიათის მეორე, შესანიშნავი მაგალითი აღწერა ნ. ტიმოფეევ-რესოვსკიმ და ი. სირევევიმ. მათ უჩვენეს, რომ ჭიამაიაში ერთ სეზონში გადაირჩევა წითელი ფორმები, ხოლო მეორეში — შავი.

ხშირი იყო შემთხვევა, როდესაც ნიშან-თვისება ერთი შეხედვით თითქოსდა ნეიტრალური იყო, ხოლო სინამდვილეში მას გააჩნდა სასელექციო მნიშვნელობა. ჩვეულებრივ, ამის მაგალითად მოჰყავთ ადამიანის სისხლის ჯგუფის სისტემები. ადრე ყველას მიაჩნდა, რომ სისხლის ABO ჯგუფები ნეიტრალურია. ფაქტიურად ეს სავსებით არ არის ასე. მოვანდინოთ პატარა მოგზაურობა ევრაზიის მატერიკზე და დავიწყოთ ის ატლანტიკის სანაპირო პირინეის რაიონიდან. აქ ადგილობრივ მოსახლეობას შორის პრაქტიკულად არ

გვხვდება B გენის მატარებელი ადამიანი. მაგრამ რაც უფრო წავალთ მზის ამომავალი მხარისაკენ მით უფრო ხშირად შეგვხვდება ის. ასტრახანის რაიონში მისი სიხშირე შეადგენს 35%. უფრო შორს ინდოეთის, ჩინეთის, ინდოჩინეთის — ჰირისა და ყვავილის დაავადების უძველესი კერის — მიმართულებით B გენის მატარებელ ადამიანთა პროცენტი მით უფრო მეტად იზრდება. აღმოჩნდა, რომ ადამიანები, რომლებსაც სისხლის B ჯგუფი გააჩნიათ, იშვიათად ავადდებიან ყვავილითა და ჰირით, ხოლო ყვავილით დაავადების შემთხვევაში მას შედარებით ადვილად იტანენ. ამერიკის თეთრკანიან დამყრობლებებს — ესპანელებსა და ინგლისელ ანგლოსაქსებს — დიდად დაეხმარა ის გარემოება, რომ ადგილობრივ ინდიელებს პრაქტიკულად არ გააჩნდათ B სისხლის ჯგუფი, ყვავილის დაავადებით მთელი რიგი გვარ-ტომები დაიხოცნენ. ჯერ კიდევ XIX საუკუნეში ჩრდილო ამერიკელი კოლონიზატორები შეგნებით ავრცელებდნენ ინდიელებს შორის ყვავილით დასნებოვნებულ ტანსაცმელსა და ზეწრებს (თანამედროვე ბაქტერიოლოგიური ომი, პრიმიტიული, მაგრამ არანაკლებ საძაგელი). ასეთივე მოქმედებას ეწეოდნენ ავსტრიელი კოლონიზატორებიც. დადგენილია კავშირი სისხლის ABO ჯგუფსა და სხვადასხვა დაავადებებს შორის (ყუქისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის მუწუკით და კიბოთი დაავადება). როგორც ჩანს, აბსოლუტურად ნეიტრალური, უსაფუძვლო ნიშან-თვისებები არ არსებობს. გადარჩევის ინტენსიურობის მაჩვენებელი შესაძლებელია იყოს მცირე, ზოგჯერ იმდენად უმნიშვნელო, რომ ყოველგვარი სიძნელის გარეშე მუტაცია შეიძლება ჩაითვალოს როგორც ნეიტრალური. მაგრამ ის ნულის ტოლი ალბათ არასოდეს არ იქნება. გადარჩევამ შეიძლება არ იმოქმედოს პოპულაციაში ნიშან-თვისების გავრცელებაზე გარკვეულ ღრომდე, მაგრამ აღმოჩნდება თუ არა ახალი ფაქტორი (როგორც აღმოჩნდა ყვავილის ვირუსი ამერიკაში) ნეიტრალურობა მაშინვე გაქრება. მუტაციების ერთი ნაწილის ნეიტრალურში, ხოლო მეორესი სელექციურში ერთხელ და სამუდამოდ დამკვიდრების ცდის ამაოებაზე მოწმობს ასკობინის მუტაცია — ყველასათვის ცნობილ ვიტამინ C-ს ისტორია. ყოველგვარი ცდა იმისა, რომ საცდელ ცხოველებში (ძაღვი, თაგვი, ფრინველი) გამოეწვიათ ავიტამინოზი C — ცნობილი სურავანდის სახელწოდებით — წარმატებით არ დაგვირგვინდა. აღმოჩნდა, რომ ეს ცხოველები თვითონ ახდენენ ორგანიზმში ასკობინის სინთეზირებას გლუკოზისაგან. ამ პროცესში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ფერმენტი რთული სახელწოდებით — L — გულონოლაქტონოქსიდაზა. ჩვენს რომელიღაც წინაპარს,

მაიმუნის მსგავს ადამიანს მუტაცია შეეხო იმ ლოკუსზე, რომელმაც განაპირობა ამდენად მნიშვნელოვანი ფერმენტის წარმოქმნა, მაგრამ ამას მათ ჯანმრთელობაზე უარყოფითად არ უმოქმედია. მაიმუნთა ჩვეულებრივი ულუფა — ახალგაზრდა მცენარე, ხილი, სხვადასხვა მწერები — იმდენად მდიდარია C ვიტამინით, რომ მუტაცია სრულ-უფლებიანი იყო ყოფილიყო ნეიტრალური.

მაგრამ, რაც უფრო განსხვავდებოდა ადამიანის ულუფა მაიმუნის ულუფისაგან და რაც მეტად ხმარობდა ის გამხმარ და დამარილებულ პროდუქტს, მუტაცია მით უფრო ნაკლებ ნეიტრალური ხდებოდა. სურავანდი ფაქტიურად გენეტიკური დაავადებაა, ზოგადი ხასიათისაა მთელი კაცობრიობისათვის. ჭერ კიდევ რომელი ლეგიონერები, რომლებმაც დაიპყრეს ბრიტანეთი, იტანჯებოდნენ სურავანდით. სხვანაირად რომ ვთქვათ, შეიცვალა ყოფა-ცხოვრების პირობები და მუტანტურმა ალელმაც შეწყვიტა ყოფილიყო ნეიტრალური. ჩვენ რომ წარმოვშობილიყავით ისეთი წინაპრისაგან, რომელიც იკვებებოდა ვიტამინ C-ზე ღარიბი პროდუქტებით, მაშინ ასეთ მუტაციას დაუყოვნებლივ მოუჭრიდა გზას გადარჩევა და ამოადგებდა მას არსებობის სფეროდან — ასკორბინის მკაფა ხომ ბიოქიმიური პროცესების შეუცვლელი, მნიშვნელოვანი კომპონენტია. სწორედ ამიტომ, რომ ზღვის გოკებს დამატებით ესაჭიროებათ ვიტამინი C (თავის სამშობლოში, სამხრეთ ამერიკის ჯუნგლებში ისინი იკვებებიან მცენარეებით და მათ გენომში შეუმჩნეველია ეს მუტაცია), ხოლო თავგები და ვირთაგები, რომელთა ძირითადი საკვებია მშრალი მარცვალი, თვითონ ახდენენ მის სინთეზირებას.

ამრიგად, არ არსებობს მუტაცია ნეიტრალური, ისე როგორც არ არის საზიანო და სასარგებლო მუტაციები. მათზე ყოველგვარი ლაპარაკი გარემო პირობების გაუთვალისწინებლად სუფთა წყლის ნაყუაა.

არ უნდა დაგვავიწყდეს ისიც, რომ გენთა დრეიფი განსაზღვრავს ერთი სახეობის განცალკევებულობის მიზეზს მეორისაგან და არა მიზანმიმართულების წარმოშობას, გარემო პირობებთან შეგუებულობას. ეს კი შეუფერებელია ევოლუციური თეორიისათვის. ამავე დროს გენეტიკურ-ავტომატური პროცესები არ შეიძლება უარყვოთ. ისინი არსებობენ, ეს უდავო ფაქტია, ასევე უდავოა მათი გარკვეული როლი პოპულაციებს შორის განსხვავებულობის წარმოქმნაში. განსაკუთრებით პერსპექტიულია ევოლუციისათვის ის ნიშან-თვისებები, რომელთა ფორმირებაში მონაწილეობდა როგორც გადარჩევა, ისე დრეიფიც.

საქმე იმაშია, რომ გადარჩევისა და დრეიფის მაღალი ეფექტურობის პირობები დიამეტრიულად ურთიერთსაწინააღმდეგოა. გადარჩევა ეფექტურია მრავალრიცხოვანი პოპულაციის დროს. დარვინს მოჰყავს ვილაც მქაღლის პასუხი კითხვაზე, თუ როგორ აღწევს ის იყოლიოს საუკეთესო ძალები: „მე ვაშენებ ბევრ ძალს და ბევრსაც ვხოცავ“. რომელიმე გენის მუტანტური ალელის გავრცელება რიცხობრივად დიდ პოპულაციაში ძნელდება. დრეიფი, პირიქით, ეფექტურია პატარა პოპულაციაში და შეუძლია სწრაფად გაზარდოს მუტანტური გენის შემცველი ინდივიდების რიცხვი. თუ შემდგომ პოპულაციის რიცხვი გაიზარდება, მაშინ გადარჩევა შეაფასებს დრეიფის „მუშაობის“ შედეგს, გამოიწუნებს გენების ყველა იმ კომბინაციას, რომლებიც ნაკლებ შეგუებული აღმოჩნდება გარემო პირობებისადმი. შემთხვევითი, არამიმართული დრეიფი და მიმართული გადარჩევა „ხელიდან ხელზე“ გადადის და პოპულაცია მით უფრო გადაიხრება პირველსაწყისისაგან.

ამიტომ, თუ შეხედულება დრეიფის პირველხარისხოვან როლზე ევოლუციაში აღმოჩნდა ზედმეტად შეფასებული, პირიქით, გამოკვლევები, რომლებშიც გათვალისწინებული იყო როგორც გადარჩევის (სელექციის), ისე გენეტიკურ-ავტომატური პროცესების მოქმედება, შევიდა ევოლუციის თეორიის ოქროს ფონდში.

ვავილოვის მეორე კანონი

ჰომოლოგიური ცვალებადობის კანონის შემქმნელი ნ. ვავილოვი 1924 წელს ხელმძღვანელობდა მცირერიცხოვან ექსპედიციას, რომლის შემადგენლობაში მის გარდა შედიოდა სულ ორი ადამიანი — დ. ბუკინიჩი და ვ. ლებედევი. ამ ექსპედიციამ შეისწავლა ავღანეთის კულტურული მცენარეები. კოლექციისათვის მოგროვდა ათასობით ნიმუში. ყოველ ახალ აღმოჩენას მეორე მოსდევდა.

მათ ნახეს ხორბლის ყანები, დანაგვიანებული ჭვავით. აქ ჭვავი სარეველაა, გვხვდება მისი ველური ფორმები, ჩამოკვენილი თავთავებით. ველური ჭვავი ურცელდება თვითჩათესვით. მაგრამ, ჭერ კიდევ აღარე, ავღანეთში წარმოიშვა ჭვავის ფორმები, რომლებიც თავთავში მარცვალს ინარჩუნებენ ყანის გაღწევამდე. ეს მარცვლები, რბილ ხორბალთან ერთად, ადამიანმა გაავრცელა უფრო შორს და შორს ჩრდილოეთით. უკრაინისა და ჩრდილოეთ კავკასიის შუამდებარე რაიონებში მიწათმოქმედები იძულებული იყვნენ დაეთე-

სათ საშემოდგომო ხორბლისა და ქვავის ნარევი. მკაცრი ზამთრის პირობებში ხორბალი იყინებოდა და მხოლოდ ქვავი — ყოფილი სარეველა — შეელოდა ხალხს შიმშილისაგან თავის დასაღწევად. უფრო შორს, რუსეთის შუა ზოლში ქვავი გახდა ძირითადი მარცვლეულა მცენარე. აქვე წარმოიშვა ანდაზა: „ქვავის პურო — პაპას კვერო“. თვით ავღანურმა ხორბალმა გააოცა ვავილოვი — მას არსად არ უნახავს ფორმების, ჭიშების, სახესხვაობების ასეთი საოცარი სიმდიდრე. ასზე მეტი სახესხვაობა! დარვინისეული გამოთქმით „ქმნილებათა პაპანაქებაა“. ასე იქნა აღმოჩენილი კულტურული მცენარეების წარმოშობის პირველი ცენტრი — ცენტრალურაზიური, რბილი ხორბლის, ბარდას, ოსპისა და სხვა კულტურების სამშობლო. შემდეგში ვავილოვმა და მისმა მცირერიცხოვანმა თანამშრომლებმა (ჩვენი დიდი გენეტიკოსი, ისე როგორც ცნობილი მხედართმთავარი სუვოროვი, იბრძოდა არა „რაოდენობრივი უპირატესობით, არამედ უნარით და გამჭრიახობით“) აღმოაჩინეს კულტურული მცენარეების წარმოშობის სხვა ცენტრებიც — ხმელთაშუა ზღვასა და აბისინიაში, ინდოეთსა და ჩინეთში, ცენტრალურ ამერიკაში, პერუსა და ბოლივიაში. უძველესი მიწათმოქმედების ცენტრები დაემთხვა შინაური ცხოველების მოშინაურების ადგილებს. მსოფლიოს ყველაზე მეტი მისცა აზიამ — ხუთი მთავარი ცენტრი! მაგრამ მათ შორის, ვავილოვის განსაკუთრებული ყურადღება მიიქცია ცენტრალურაზიურმა, რომლის შესწავლის შემდეგ თანდათანობით გასაგები გახდა რეცესიული და დომინანტური გენების განაწილების კანონი სახეობის გავრცელების არეალის საზღვრებში.

გავრცელების არეალის ცენტრში ჰარბობდნენ დომინანტური ნიშან-თვისებები. მცირერიცხოვანი რეცესიეები, იმყოფებოდნენ რა ჰეტეროზიგოტურ მდგომარეობაში. ფენოტიპში არ ვლინდებოდნენ, სულ სხვა სურათია გავრცელების არეალის პერიფერიულ ნაწილებში. იქ, საზღვარზე „მობინადრენი“ მცირერიცხოვანია, რაც დაკავშირებულია ინბრიდინგის მაღალ ხარისხთან. რეცესიული გენები მით უფრო და უფრო ხედებიან ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში. მამასა-დამე, ისინი გამოვლინდებიან ფენოტიპში და მოხვდებიან ბუნებრივი (ხოლო როცა საქმე ეხება კულტურულ მცენარეებსა და მოშინაურებულ ცხოველებს, ასევე ხელოვნური) გადარჩევის ქვეშ. შემდეგ კი სელექციური პროცესების საქმეა დაამკვიდროს პოპულაციაში ის რეცესიული გენები, რომელთა მატარებლები აღმოჩნდებიან მოშენების ახალ ადგილზე მეტად შეგუებულნი.

მაგრამ ვავილოვი ამით არ დაკმაყოფილდა. ის ჩაფიქრდა კაცობრიობაში რასების წარმოშობის პრობლემაზე. იმ დროისათვის ათასობით საგვარეულო გენეალოგიის ანალიზის შედეგად ცნობილი იყო, რომ ადამიანებში ნიშან-თვისებათა ერთი ნაწილი რეცესიულია, ხოლო მეორე — დომინანტური:

რეცესიული

მაღალი ტანი
ღია ფერის თმა
რუხი და ცისფერი თვალები

სწორი თმები

ღია ფერის კანი
სწორი ცხვირი

დომინანტური

საშუალო სიმაღლე
მუქი ფერის თმა
შავი და თაფლისფერი თვალები

ხვეული და ტალღისებრი თმა

მუქი პიგმენტირებული კანი
კეხიანი ცხვირი

მინდა ახლავე გაგაფრთხილოთ: თუ თაფლისფერთვალება მშობლებს დაებადება ცისფერთვალება ბავშვი, არ უნდა ჩავთვალოთ ეს მოვლენა მენდელის კანონის საწინააღმდეგოდ. საქმე იმაშია, რომ მოცემულ შემთხვევაში მშობლები ამ ნიშან-თვისებაზე ჰეტეროზიგოტები არიან, ის გენები, რომლებიც განაპირობებს თვალის ღია ფერს, იმათ გააჩნიათ „მაღულ“ მდგომარეობაში. წითურ ბებიებს ან პაპებს ხშირად ჰყავთ წითური არა შვილები, არამედ შვილისშვილები

მაგრამ, ამჟამად ჩვენ სულ სხვა გვაინტერესებს. ძნელი არ არის იმის შემჩნევა, რომ „რეცესიულ სვეტში“ დაჯგუფებულია ის ნიშან-თვისებები, რომლებიც დამახასიათებელია ჩრდილოეთ ევროპის — სკანდინავიისა და ბალტიისპირეთის მცხოვრებლებისათვის. ვავილოვის იდეის შუქზე, რომელიც შემდეგ განავითარეს ანთროპოლოგებმა (ნ. ჩებოკსაროვმა და სხვებმა), გაადვილებულია ჩრდილოეთ ევროპის მოსახლეობისათვის დამახასიათებელი კომპლექსი ნიშან-თვისებათა წარმოშობის მექანიზმის გამოცნობა.

ათეული ათასობით წლის უკან მყინვარმა დაიწყო დნობა სკანდინავიის მთებისგან უკუქცევით. გამონთავისუფლებულ ტერიტორიას იკავებდნენ მამონტებსა და ჩრდილოეთის ირმებზე მამაც მონადირეთა პატარ-პატარა ჯგუფები. ცხოვრობდნენ ისინი ძალიან მცირერიცხოვანი თემით და ბუნებრივია, ქორწინების ახლონათესაური კავშირი გარდუვალი იყო. ჩრდილოეთისკენ ყოველ ას კილომეტრზე,

ყოველ ახალ თაობაში მათი პოპულაციიდან იკარგებოდა დომინანტური გენები.

ეს მოვლენა აღინიშნება არამარტო ევროპის ჩრდილოეთზე. იმავე ავღანეთში მოგზაურობის დროს „ბედმა გაუღიმა“ ვავილოვს რათა გადაეღაბა ძნელად მისაწვდომი მალალმთიანი რაიონი — კაფირისტანი, ესე უფი კერბთაყვანისმცემელთა „ურწმუნოთა ქვეყანა“. მართალია, XIX საუკუნის ბოლოს ემირმა აბდურახმანმა მახვილისა და ცეცხლის მუქარით გაავრცელა იქაურ მოსახლეობაში მუსულმანური რელიგია, რომლის შემდეგ შეუცვალა მას სახელი და დაარქვა ნურისტანი. მაგრამ ამით ეს კარჩაკეტილი, ღრმა ხეობებისა და იშვიათი, დაფანტული ყიშლალების მხარე არ გამხდარა უფრო „მისაწვდომი“. მოგზაურებმა აქ ნახეს ადგილობრივი მცხოვრებლები — კაფირები — მნიშვნელოვნად უფრო ღია ფერის თვალებითა და კანით, ვიდრე ავღანეთის სხვა მკვიდრნი. კაფირების წარმოშობაზე მრავალი ლეგენდა არსებობს. ზოგი მათ სთვლის ალექსანდრე მაკედონელის ჭარისკაცის შთამომავლობად, და თითქოს მათ ენაში იპოვეს ბერძნული სიტყვა (სხვათაშორის, ამის გაკეთება ადვილია ნებისმიერი ორი სხვადასხვა ენისათვის — სიტყვა „მომეცი“ გერმანულად და არაბულად თითქმის ერთნაირად ჟღერს).

კაფირების ბერძნებისაგან წარმოშობაში არ მდგომარეობს ძირითადი არსი. ვავილოვის სიტყვით რომ ვთქვათ, პოპულაციიდან დომინანტი გენების ამოვარდნა-დაკარგვის პროცესი აუცილებელი არ არის დაკავშირებული იყოს გავრცელების არეალის განაპირა მხარესთან. აქ მთავარია პოპულაციის მცირერიცხვიანობა და „ჩაკეტილობა“, რომელიც განაპირობებს ინბრიდინგს, სქესობრივად აბლონათესაური კავშირის მალალ პროცენტს.

ზოგიერთმა ვულგარიზატორმა ვავილოვის თეორიაში „დაინახა“ რასიზმის ელემენტები. მაგრამ სინამდვილეს ვერაფერ ვერ გაექცევა. რასიზმი იწყება მხოლოდ იქ, სადაც ერთ რასას სხვებზე მალლა აყენებენ.

მიუხედავად ამისა, შეიძლება თუ არა ვივარაუდოთ, რომ კაცობრიობაში რასის წარმოშობის პროცესი მიმდინარეობდა რომელიმე ცალკეული გენების სხვა გენებით შევიწროების ხარჯზე გადარჩევის გარეშე? რასის ნიშან-თვისებები, პირველ რიგში კანის პიგმენტაცია, ხომ ადაპტურია, შემგუებლურია. ზანგებისათვის შავი ფერის კანი საუკეთესო დაცვაა სამხრეთში მზის სხივებით მოსალოდნელი სიდამწვრისადმი. მკითხველებს ალბათ ახსოვთ ი. გონჩაროვის მიერ აღწერილი სასაცილო და ამალეღვებელი ისტორია მას-

ზედ თუ როგორ დაიწვენენ ტროპიკული მზის ქვეშ ფრეგატ „პალა-
დას“ მეზღვაურები („მზე აქ ისეთივეა როგორც სალბუნი!“). ხოლო
ჩრდილოეთში შავი ფერის კანი არა მარტო არ არის საჭირო, არამედ
საზიანოცაა: ის შთანთქავს და „არადანიშნულებისამებრ იყენებს“
ულტრაიისფერ სხივებს, რომელიც ორგანიზმში რახიტისაწინააღმდე-
გო ვიტამინ D სინთეზის სტიმულირებას იწვევს. ძნელია იმის გან-
მარტება, თუ როგორ წარმოიშვა მონგოლებში ვიწროთვალეებიანობა
შიგა ნაოქებით — ეპიკანტუსი. მაგრამ, განა შემთხვევითია რომ ასე-
თი ვიწროთვალეებიანობა უფრო მეტადაა გავრცელებული აზიის
უდაბნოებში, სადაც გაბატონებულია გრივალისებრი, ქვიშიანი ქა-
რი, და ამავე დროს გვხვდება პლანეტის მეორე ბოლოშიც — კალა-
ხარის უდაბნოში?

აქედან შეიძლება დავასკვნათ: რეცესიული პომოზიგოტების
წარმოშობა-გავრცელების არე განაპირა საზღვრებში მხოლოდ იქ-
ლევა მასალას ახალი ფორმების სახით ბუნებრივი გადარჩევისათვის.
გადარჩევის საქმეა შეათასოს ახალი ფორმების ვარჯისიანობა ახალ
პირობებში, და თუ ისინი მოცემულ პირობებში აღმოჩნდებიან შე-
გუებულნი, მაშინ შეიძლება „საქმიანობას“ შეუდგეს ახალი ფაქტო-
რი — დომინანტობის ევოლუცია. ჩვენ უკვე ვიცი, რომ გადარჩე-
ვის შედეგად რეცესიული ნიშან-თვისება შეიძლება გახდეს დომი-
ნანტური.

სახეობის პრობლემა, ანუ ახანა ჩოლოის ბოლოსი

ჩათვიკრებულხართ თუ არა თქვენ, თუ რატომ უწოდა დარვინმა
თავის ძირითად ნაშრომს „სახეობათა წარმოშობა...“ და არა სხვანაი-
რად, მაგალითად, „ევოლუციის თეორია“? საქმე იმაშია, რომ ინგლი-
სელმა დიდმა ნატურალისტმა იცოდა, რომ სახეობის პრობლემა და
ერთი სახეობის წარმოქმნა მეორესაგან ევოლუციაზე არსებული ყვე-
ლა თეორიის ძირითადი პრობლემაა.

დარვინამდე და მის შემდეგ სახეობის შესახებ გამოთქმული
იყო ბევრი, ზოგჯერ ურთიერთსაწინააღმდეგო შეხედულებანი. ლი-
ტერატურაში დღესაც კი შეიძლება შეგვხვდეს მოსაზრებანი, ჩემი
შეხედულებით, მეტად გასაკვირი და თავზარდამცემი. მაგალითად,
არის აზრი იმის შესახებ, რომ ჯერ წარმოიქმნა ტიპი, შემდეგ კლასი,
რაზმი, ოჯახი და მხოლოდ ამის შემდეგ სახეობა. ეს შეიძლება
შევადართ არმიის შექმნას ანალოგიური გზით — ჯერ შეიქმნას

პოლკები, ბატალიონები, ასეულები და მხოლოდ ამის შემდეგ გაწვეულ იქნეს რიგითი ჯარისკაცები. ჩვენ არ დავკარგავთ დროს მსგავსი კურონების განსახილველად. დავსვით ახლავე საკითხი: რეალურია თუ არა სახეობა? არსებობენ თუ არა ბუნებაში სახეობები ჩვენი ცნობიერებისაგან დამოუკიდებელი?

მაგალითად, ლამარკი სახეობას და უფრო მაღალ სისტემატიკურ კატეგორიებს სთვლიდა როგორც არარეალურს და ამის შესახებ ამბობდა არაორაზროვნად: „...თავის ქმნილებებს შორის ბუნებას არ წარმოუქმნია არც კლასები, რანგები, ოჯახები, გვარები და არც სახეობა, მაგრამ გამონაკლისია ინდივიდი...“.

დარვინის შრომებში შეიძლება ვიპოვოთ საწინააღმდეგო მოსაზრებანი. მომხიბლავადაა ციტირებული მისი სიტყვა, რომ ტერმინ „სახეობას“ ის სთვლის „სავსებით ნებისმიერად შეთხზულს, შექმნილს მოხერხებულობისათვის“. დარვინის მიხედვით, სახეობასა და სახესხვაობას შორის არ არსებობს მკვეთრი საზღვარი. სახესხვაობა არის ის, რაზედაც დასაბამს იღებს და იწყება ახალი სახეობის წარმოქმნა.

მაგრამ უწოდებდა თუ არა დარვინი თავის შრომას „სავსებით ნებისმიერი ტერმინების წარმოშობას“? სინამდვილეში ერთ ადგილას ის წერს: „მე ვფიქრობ, რომ სახეობებს გააჩნიათ საკმაოდ კარგად განსაზღვრული საზღვრები და ცვალებადი და შუალედური ქაოსის რგოლი არასდროს არ რჩება ამოუხსნელი“.

ყოველგვარი ალბათობის გარეშე საპირობა შევთანხმდეთ, რომ რეალურობა არსებობს. რეალობა ფილოსოფიური კატეგორიაა, რომლის თანახმად, არსებობს რაღაც ობიექტი ჩვენი ცნობიერების დამოუკიდებელი. ამასთანავე ობიექტი შეიძლება იყოს არა დისკრეტული, ესე იგი შეიძლება არ გააჩნდეს მკვეთრად შემოფარგლული საზღვარი, მაგრამ ამით ის არ შეწყვეტს იყოს რეალური. რეალობის ცნების ჩარჩოში არ შედის დისკრეტულობა!

ამრიგად, დარვინის მიხედვით, სახეობები რეალურია. არარეალური შეიძლება იყოს მხოლოდ საზღვარი მათ შორის. ნამდვილად, თუ ჩვენ არ გავიზიარებთ დე ფრიზის შეხედულებას მასზედ, რომ სახეობები წარმოიქმნებიან ნახტომისებურად ერთი თაობის განმავლობაში, მაშინ აუცილებელი ხდება ვალიაროთ, რომ სახეობათა წარმოშობა საკმაოდ ხანგრძლივი პროცესია, მაშასადამე, ჩვენ შეგვიძლია თვალყური ვადევნოთ წინაპრული სახეობის რომელიმე სახესხვაობიდან ახალი სახეობის წარმოქმნის პროცესის ყველა სტადიას. ძველიდან ახალ სახეობამდე არსებული შუალედური ფორმები,

დარვინის მიხედვით, ნადგურდება ბუნებრივი გადარჩევით, მათ შორის არსებული უმნიშვნელო „ნაპრალი“, რომელიც ზოგჯერ შემჩნეველია გამოცდილი სისტემატიკოსის თვალისთვისაც. თანდათანობით ფართოვდება, გარდაიქმნება უფსკრულად და სახეობები გახდება დისკრეტული ერთეულები.

დარვინის იდეამ მაშინვე მოახდინა ზემოქმედება სისტემატიკური ხასიათის შრომებზე. მაგალითად, დარვინის მეგობარი ჯ. გუკერი ახასიათებდა რა მცენარის ახალ სახეობას, მიუთითებდა ნიშან-თვისებათა საშუალო მაჩვენებელს და აგრეთვე, მისგან შესაძლებელ გადახრებს. სამწუხაროდ, შემდეგში ფართო გავრცელება ჰპოვა კონცეფციამ, რომელსაც მაირმა უწოდა ტიპოლოგიური. ამ შეხედულების თანახმად, სახეობა ხასიათდება იმ ეგზემპლარის ნიშან-თვისებებით, რომლის მიხედვით ის იყო აღწერილი. როგორც წესი, ეს ეგზემპლარი დაცულია და ინახება პერბარიუმში ან ქილაში დასპირტული ან ფორმალინირებული და იწოდება ძირითად ტიპად. ყველა დანარჩენი ეგზემპლარი, თუნდაც იმავე ავტორის მიერ მოვროვილი ერთ კოლექციაში, სახეობის აღწერის დროს განწირულია და უგულველყოფილი ხდება.

ჩვენ არ ვლაპარაკობთ ანეკდოტურ შემთხვევებზე, როცა ახალი სახეობა აღწერილი იყო სახელდახელოდ „გატენილი“ ჩუჩელას მიხედვით, ან როდესაც სახეობის ავტორი, აღწერდა რა „ძირითად ტიპს“, შეცდომას უშვებდა მტკრიანას ან ხერხემლის ძალების დათვლის დროს. მარტო ამაში არ მდგომარეობდა მთელი უბედურება. საქმის ვითარება ბევრად უფრო ცუდი იყო. მკითხველი ალბათ უკვე დარწმუნდა, რომ რომელიმე ერთი ინდივიდი არ შეიძლება იყოს სახეობისათვის დამახასიათებელი ყველა ნიშან-თვისების მატარებელი (არსებობს ალელები, გენების ურთიერთგამომრიცხავი ფორმები). სისტემატიკოს-ტიპოლოგები შეიძლება მიგვემსგავსებინა ინგლისელი იურისტებისათვის, რომლებიც ასამართლებდნენ არა იმ კანონებით რაც კოდექსში იყო მოცემული, არამედ კაზუსისებურად — წინასწარ მიღებული გადაწყვეტილებებით. კაზუსები (ჩვენს შემთხვევაში, ძირითადი ტიპები და მისი აღმწერი ავტორები) ბლომად იყო, რამაც გამოიწვია სისტემატიკოსებს შორის გაცხარებული კამათი. მაგრამ მათ ამ კამათს არ წარმოუშვია ჭეშმარიტება.

მაირი მართალია როდესაც ამბობს, რომ შეხედულებათა ასეთი სისტემა მოდის პლატონისა და არისტოტელესაგან, რომელთა მიხედვით არსებობს საგნის რალაც იდეა, ხოლო მატერიალური საგნები ამ იდეის არასრულყოფილი განსახიერებაა. პლატონისებრი „სა-

ხეობის იდეა“ მოცემულ შემთხვევაში მატერიალიზებულია ფორმალინისაგან „მოკაცვული“ სამუზეიმო ექსპონატი, რომელიც უბედური შემთხვევის ანკესზე წამოეგო და პირველი მოხვდა სისტემატიკოსის ხელში.

საქირო გახდა ტიპოლოგიური წესის უარყოფა წმიდა პრაქტიკული მიზეზებითაც. არსებობს მთელი რიგი სხვადასხვა ფორმები, რომლებშიც ადგილი აქვს შიგასახეობრივ პოლიმორფიზმს. მათ შორის, ყველაზე უმარტივესია — სქესობრივი (დედალი და მამალი იხვი ერთმანეთისაგან უფრო განსხვავდებიან, ვიდრე ზოგიერთი შორეული სახეობები). გავიხსენოთ საზოგადოებრივ-სასარგებლო მწერებში — ფუტკარსა, ბზიკსა და კიანჭველაში არსებული განსხვავება ფორმაში, მათი ჯიშობრივი, სეზონური და ასაკობრივი განსხვავებულობანი, აგრეთვე, ნაირგვაროვანი სიმახინჯე, სხვადასხვანაირი გადახრები, რაც აუწერელი რიცხვითაა წარმოდგენილი.

რა თქმა უნდა, ეს იმას არ ნიშნავს, რომ საქიროა დაიკეტოს მუზეუმი და პერბარიუმი. ისინი აგრძელებენ შეასრულონ თავისი უდიდესი დანიშნულება — იყოს თავისებური „წონისა და ზომის პალატა“ ნებისმიერი სპეციალობის ბიოლოგებისათვის. რაც შეეხება თანამედროვე სისტემატიკოსების მუშაობის მეთოდს, ის მნიშვნელოვნად შეიცვალა. დღეს სისტემატიკოსის ოცნებაა სერიულობა, პოპულაციიდან საკმაოდ წარმოსადეგი ამონაქრეფი. ეს კი საშუალებას იძლევა ობიექტური წარმოდგენა ვიქონიოთ სახეობის მორფოლოგიური ვარიაციის გადახრაზე. საქმისადმი ასეთი მიდგომა დარწინისეულია.

პოპულაციის გენეტიკის, როგორც დარგის წარმოშობამ განაპირობა სახეობაზე არსებული კონცეფციის მნიშვნელოვანი ცვლილება. მართალია, ახლაც არსებობს ამ საკითხზე აზრთა სხვადასხვაობა, რომლის შესახებ ჩვენ მხოლოდ გაკვირთ გეჭონდა წინა თავებში საუბარი. ახლა შეუძლებელია ამაზე არ ვილაპარაკოთ.

თანამედროვე ვაგებით, სახეობად იწოდება ბუნებრივი პოპულაციის შეჯვარების უნარის მქონე გარკვეული ჯგუფი, იზოლირებული სხვა ასეთივე ჯგუფისაგან. სახეობებს შორის, ბუნებრივ პირობებში არ უნდა მოხდეს გენების გაცვლა (თუმცა ხელოვნურ პირობებში შეიძლება ისინი ერთმანეთს შეუჯვარდეს და ზოგჯერ მოგვეცეს კიდევ ნაყოფიანი ნაჯვარები).

დაკვირვებული მკითხველი სწრაფად იპოვის სახეობის ამ განსაზღვრაში ბევრ ნაკლს. ფაქტიურად ჩვენ ვუბრუნდებით შეუჯვა-

რებლობის ძველ კრიტერიუმს და მაშინვე იბადება გასაოცარი კითხვები:

1. როგორ უნდა გამოვიყენოთ ეს კრიტერიუმი პალეონტოლოგიური მასალის შემთხვევაში? იყო თუ არა, მაგალითად ნეანდერტალის ადამიანი განსაკუთრებული სახეობა ან თანამედროვე ადამიანის გადაშენებული რასა.

2. სახეობები შეიძლება იყოს გამოცალკევებული არა მარტო დროში, არამედ სივრცეშიც. ისინი სახეობებია თუ მხოლოდ ერთი სახეობის ქვესახეობები?

3. როგორ მოვექცეთ იმ ფორმებს, რომლებსაც არ გააჩნიათ სქესობრივი გამრავლების უნარი? ასეთები ზომ ცოტა არ არის: მიკროორგანიზმები, რომლებიც წარმოქმნიან კლონებს (ხაზებს — ერთა უჯრედის შთამომავლობას), უმაღლესი მცენარეები, რომლებსაც თესლი უვითარდებათ განაყოფიერების გარეშე, ან კიდევ ვეგეტატიურად გამრავლების უნარის მქონენი.

4. თუ ჩვენ ამ კრიტერიუმს თანმიმდევრულად გავატარებთ, კარჩხანა-ამაზონკას თითოეული ინდივიდი, რომელთა შესახებ ჩვენ უკვე გვქონდა საუბარი, უნდა ჩავთვალოთ განსაკუთრებულ სახეობად — მათ შორის ხომ არ არსებობს გენების გაცვლა?

5. მცენარეთა შორის ბევრი ხომ პოლიპლოიდურია? გვაქვს თუ არა უფლება ვთქვათ, რომ ქრომოსომული კრებულის გაორმაგების შემთხვევაში ნახტომისებურად წარმოიშობა ახალი სახეობა?

სავსებით უფლებამოსილი ეს შეკითხვები, რომლებზედაც შეუძლებელია ცალმხრივი პასუხის გაცემა, იმაზე მეტყველებს, რომ სახეობის ზემოთ ხსენებული კონცეფცია (ეგრეთ წოდებული ბიოლოგიური კონცეფცია) არასრულყოფილია. მასში არ არის ერთი რამ — ბიოლოგია.

სახეობა საჭიროა დახასიათდეს არა მარტო მორფოლოგიური ნიშან-თვისებებით და გენეტიკური იზოლაციით, არამედ იმ ადგილითაც, რომელსაც ის იკავებს ბუნების ეკონომიკაში, ეგრეთ წოდებულ ეკოლოგიურ ნიშში, ბუნებრივ პირობებსა და ძირითად სხვა ორგანიზმებს შორის ურთიერთდამოკიდებულების დროს.

ტეტრაპლოიდურ მცენარეს, რომელიც დიპლოიდებს შორის წარმოიშვა, ეკოლოგიური ნიში პრაქტიკულად ვერ სცვლის, ის ბიოცენოზში დაიკავებს იმავე ადგილს, რაც დამახასიათებელია მცენარეებისა და ცხოველების თანაარსებობისათვის. ეს ჭერ კიდევ არაა ახალი სახეობა. მხოლოდ მას შემდეგ, როდესაც გენოტიპში იზოლაციის შედეგად დაგროვდება ისეთი განსხვავება, რომელიც

საშუალებას მისცემს შეიცვალოს გარემოსთან ურთიერთდამოკიდებულება, ტეტრაპლოიდურ რასას შეუძლია ამალდეს სახეობის რანგამდე. რაც შეეხება კლონებს, უსქესო გზით გამრავლების უნარის მქონე ორგანიზმებს, ისინი სულ სხვა მდგომარეობაშია. თითოეული კლონი, მკაცრად რომ ვთქვათ, არ წარმოადგენს პოპულაციას, არამედ ესაა ინდივიდი, გამრავლებული ათასობით ეგზემპლარამდე. კლონები შეიძლება განსხვავდებოდნენ ეკოლოგიური ნიშით, შეუძლიათ აწარმოონ „ბრძოლა თავისში“, შეაფიწროონ ერთიმეორე. მაგრამ ეს არაა პოპულაციის ბრძოლა, ეს არის ამ თავისებური „ურიცხვი ორგანიზმების“ შიგნადახეობრივი ბრძოლა.

რიგ შემთხვევებში პოპულაციები გენეტიკურად იზოლირებულია და იკავებენ სხვადასხვა ეკოლოგიურ ნიშს, მაგრამ ჯერ კიდევ არ გააჩნიათ საკმაო მორფოლოგიური განსხვავებანი. ასეთ სახეობებს უწოდებენ ორეულა-სახეობებს. ადრე მათი არსებობა იშვიათ მოვლენად ითვლებოდა. მაგრამ, როგორც კი რომელიმე სახეობის სერიოზულ შესწავლას დაიწყებდნენ, ის ხშირად აღმოჩნდებოდა ორეულა-სახეობების გროვად, რომელთაც წინათ სისტემატიკოსები ვერ ამჩნევდნენ. ჩვეულებრივ, ასე ხდება იმ სახეობებში, რომელთაც მნიშვნელოვანი პრაქტიკული დანიშნულება აქვთ. მალარიის გამავრცელებელი კოლო-ანოფელესი ადრე ითვლებოდა როგორც ერთი სახეობა, ფაქტიურად ის ორეულა-სახეობების მთელი კომპლექსია, ამასთანავე მისი „დაქუცმაცების“ პროცესი ჯერ კიდევ არ არის დამთავრებული.

ორეულა-სახეობის კარგი მაგალითი მოჰყავს ცხოველთა ქცევის ცნობილ მკვლევარს ნ. ტინბერგენს. მისი ორი მოწაფე — ცოლ-ქმარი ბერენდსები — სწავლობდა ჰოლანდიურ კრაზანას. ეს კრაზანა იკეთებს სუროს და ავსებს მას მისივე კბენის შედეგად დამბლადაცემულ პეპელას მუხლუხათი. გაშეშებული, მოძრაობისუნარმოკლებული ცოცხალი მუხლუხები გამოიყენება კრაზანას მატლის საკვებად.

მეორე მკვლევარი ა. ადრიანსე, ჰოლანდიაშივე სწავლობდა კრაზანას იმავე სახეობას და ბერენდსების მონაცემებსა და თავის მონაცემებს შორის შეამჩნია განსხვავებულობა. კრაზანები, რომლებსაც ის აკვირდებოდა, სუროში ყრიდნენ იმ მასალას, რომელსაც ისინი მისი მშენებლობის პერიოდში აგროვებდნენ და წინასწარ აკურატულად აწყობდნენ კონებად. ბერენდსების კრაზანები „ნაკლებ აკურატული“ აღმოჩნდნენ და ამ მიზნით იყენებდნენ ნებისმიერი ქვიშისა და თიხის მარცვლებს ახლო მდებარე ბუდეებიდან. თითქოს

ყველაფერი ეს წერილმანია, მაგრამ აღრიანსემ. დაინტერესდა რა ამით; შემდეგში კიდევ აღმოაჩინა ბევრი სხვა განსხვავებაც — მისი კრაზანები აღამბლავებდნენ არა პეპელას მუხლუხას. არამედ აკოვანფრთოსანთა მატლებს (ისინი ძალიან ჰგვანან ერთმანეთს, მათ ხშირად უწოდებენ ცრუმუხლუხას). ასევე, გაირკვა განსხვავება გამრავლების პერიოდსა და მთელ რიგ სხვა დეტალებში.

სისტემატიკოსმა ი. ვილკემ, გაიგო რა ამ ამბის შესახებ, გაიხსენა, რომ კრაზანას ეგზემპლარები მუზეუმის კოლექციებში განსხვავდებოდა, ეს განსხვავება იყო ძალზე უმნიშვნელო და მათ არავინ არ სთვლიდა სახეობრივ განსხვავებად. ვილკეს გამოხმაურების შემდეგ აღრიანსემ დაადგინა, რომ კრაზანას ამ ორ ფორმას შეუძლია ერთად ბინადრობა ერთ ქვიშნარ ფერდობზე, მაგრამ ისინი არასდროს არ უჯვარდებიან ერთმანეთს. შეიქმნა ვითარება შექმნილიყო ახალი სახეობა აღრიანსეს სახელთან დაკავშირებით. საერთოდ ორეულა-სახეობებში იგივე ხდება რაც ტყუპებში: გაეცნობი რა მათ, პირველად ძნელია მათი გარჩევა ერთმანეთისაგან, ხოლო შემდეგ, დაახლოებიდან და ყოველდღიური დაკვირვებიდან გამომდინარე, ხედავ, რომ ერთი ენაწყლიანი მოსაუბრეა, მეორე კი სიტყაძუნწი, და ბოლოს პოულობ „მორფოლოგიურ განსხვავებასაც“ — მეჭექს, უტრებს უკან ხალს, ზედმეტ ნაოქს. ორეულა-სახეობების განცალკავებული ევოლუციის დროს მათში გროვდება ცვლილება, ასე რომ ისინი კოლექციებში განსხვავებულა.

დასასრულს რამოდენიმე სიტყვა რეპროდუქციული იზოლაციის ანუ პოპულაციის შეუჯვარებლობის შესახებ. ჩვენ უკვე დავრწმუნდით, რომ მისი მექანიზმი შეიძლება იყოს სხვადასხვა — დაწყებული გამრავლების სხვადასხვა პერიოდითა და სეზონურობით, დამთავრებული ჰიბრიდების უნაყოფობით. მას შეუძლია წინასწარი სიტყვის თქმა სახეობათა წარმოშობის აქტზე და მისი დაგვირგვინებაც. და ბოლოს, ის შეიძლება წარმოიქმნას ნახტომისებურად (პოლიპლოიდიზაცია ან მსხვილი ქრომოსომული გადაჯგუფება) — მაშინ აღრიანდელი ერთიანი სახეობის ცალკეულ ნაწილებში გენთა ნაკადის გზაზე აღიმართება ჯებირი. მაგრამ, კიდევ უფრო ხშირია შემთხვევა, როდესაც გენთა ნაკადი ემსგავსება ამოშრობამდე მისულ პატარა ლელეს. ის თანდათანობით ქრება. მთავარ როლს ამ პროცესში თამაშობს დიზრუპტული გადარჩევა, რომელიც „სთესავს“ ნაკლებად შეგუებულ ჰეტეროზიგოტებს. დარვინის კვალდაკვალ ჩვენ მივდივართ დასკვნამდე, რომ სახეობათა შორის საზღვარი შეიძლება წარმოიქმნას თანდათანობით და რომელიღაც ეტაპზე აღმოჩნდება პირობითი.

ასეთი დასკვნა ბევრ მკვლევარს უხერხულ მდგომარეობაში აყენებს, მათ ეს არ აწყობთ. ისინი შეუპოვრად ეძებენ სახეობის რაღაც აბსოლუტურ კრიტერიუმს. მაგრამ ეს ხშირად გვაგონებს „რგოლის ბოლოს ძებნას“.

იზოლაცია და სახეობათა წარმოშობა

ევოლუციური მოძღვრების ისტორიისადმი რეტოსპექტრული ხედვა საშუალებას იძლევა მივიღეთ მეტად საინტერესო დასკვნამდე. მცდარი შეხედულების ბევრი ავტორი გამომდინარეობდა ერთობ სწორი დებულებიდან. შეცდომა იმაში მდგომარეობდა, რომ ზღებოდა ამ დებულების აბსოლუტიზირება, რომელიმე ფაქტორის როლის გადაჭარბებით შეფასება.

ასე მაგალითად, ვეისმანი საეხებით მართალი იყო, როცა მიუთითებდა სამემკვიდრეო საწყისის მაღალ სტაბილურობაზე და ევოლუციაში გენეტიკური რეკომბინაციის უდიდეს როლზე. სინამდვილეში ევოლუცია იშვიათად იყენებს ახალ გენებს, ვიდრე ძველის გადაჭგუფ-გადმოჭგუფებას. მაგრამ ჩავთვალოთ გენი სრულიად შეუცვლელ რამედ, ეს უკვე შეცდომაა.

მართალი იყო დე ფრიზიც, ნიშან-თვისებათა ნახტომისებრი ცვალებადობის — მუტაციის აღმოჩენი. მაგრამ იმის თქმა, რომ მუტაციური პროცესით მაშინვე წარმოიქმნება სახეობა, ასევე იქნებოდა მცდარი. მცენარეთა სახეთაშორისი ჰიბრიდებიც დიდხანს „იხვეწება“ გადარჩევით, გარემოსთან სრულ შეგუებულობამდე.

ვავილოვის მასწავლებელი ვ. ბეტსონი ფიქრობდა, რომ ახალი ნიშან-თვისება წარმოიქმნება გენოტიპიდან რომელიმე გენის ამოვარდნის შედეგად („ყოფნა-არყოფნის თეორია“). ჩვენ უკვე ვიცით, რომ გენთა დრეიფი და გადარჩევა განაპირობებს პოპულაციიდან გენის დაკარგვას, მაგრამ ამით ევოლუციის შეზღუდვა არ შეიძლება.

ამეამად, შეიძლება ითქვას, რომ მეტისმეტი გადაჭარბებითაა შეფასებული პანმიქსის შეზღუდულობის ევოლუციური მნიშვნელობა. გარდა ამისა, გენეტიკურ იზოლაციას ხშირად სთვლიან გეოგრაფიული იზოლაციის სინონიმად. ამ საკითხზე მსჯელობის მიმდინარეობა დაახლოებით ასეთია: პანმიქსიურ პოპულაციაში ერთზე მეტი ახალი სახეობის ფორმირება შეუძლებელია იმდენად, რამდენადაც შეგვარება გამორიცხავს ორი ბალანსირებული გენოფონდის წარმოქმნის შესაძლებლობას. ჯენკინის შეხედულების მსგავსად, აქ-

ცენტი გაკეთებულია „შეჯარების გამაქუჭყიანებელ მოქმედებაზე“, მაგრამ აქ უკვე საუბარია არა ცალკეულ ნიშან-თვისებებზე და გენებზე, არამედ კომბინაციაზე. ამიტომ, ამ შეხედულებების თანახმად სახეობათა წარმოშობა შეიძლება წარიმართოს მხოლოდ გავრცელების არეს სხვადასხვა ნაწილში (ეგრეთ წოდებული ალოპატრულ სახეობათა წარმოშობა). პირველადი პანმიქსიური პოპულაციის დაყოფა ორ სახეობად (სიმპატრული სახეობათა წარმოშობა) გამორიცხულია.

ეს აზრი სრულებითაც არ არის ახალი. ჯერ კიდევ დარვინის სიცოცხლეშივე გერმანელი ნატურალისტი მ. ვაგნერი ამტკიცებდა, რომ გეოგრაფიული იზოლაცია სახეობათა წარმოშობის აუცილებელი პირობაა, მაგრამ ბუნებრივი გადარჩევის თეორიის შემქმნელი მას არ დაეთანხმა; „...მე არც ერთ შემთხვევაში არ შემიძლია დავეთანხმო ამ ნატურალისტს მასზედ, რომ მიგრაცია და იზოლაცია აუცილებელი ელემენტებია ახალი სახეობის წარმოშობის პროცესში“. დარვინის ღრმა რწმენა გადარჩევის ძლიერებაში ურყევადარჩა და ამჟამად ჩვენ მხოლოდ გაკვირვება შეგვიძლია გამოვხატოთ მის გამჭკრიახობასა და შორსმჭვრეტელობაზე.

განვიხილოთ რამოდენიმე მაგალითი გეოგრაფიულ იზოლაციაზე. კარგად შესწავლილი ჩრდილოამერიკული ლეოპარდისებრი ბაყაყი ფართოდაა გავრცელებული კანადიდან ფლორიდამდე. მისი გეზობელი პოპულაციები კარგად უჯვარდებიან ერთმანეთს, მაგრამ უკიდურესად ჩრდილოეთის და უკიდურესად სამხრეთის ბაყაყები უკვე გენეტიკურად იზოლირებულია და როგორც ჩანს, მიაღწიეს სახეობრივ განცალკევებას, თუმცა მათ შორის საზღვრის გავლება ძალიან ძნელდება. ის მიმოფანტულია აშშ-ის აღმოსავლეთის თითქმის ყველა რაიონში.

მსგავსი სურათი შემჩნეულია ფრინველთა ბევრ სახეობაშიც. მაგალითად, ვერცხლისფერი თოლია და ეგრეთ წოდებული თოლია-კრუხი დასავლეთ ევროპაში იმსახურებენ „კარგი სახეობის“ სახელს. დასახლდნენ რა ჩრდილოეთ ყინულოვანი ოკეანის სანაპიროზე, მათ ჩაკეტეს ევროპაში გავრცელების რგოლი — და ვერ იცნეს ერთმანეთი. ყველასათვის ცნობილი დიდი წიწკანა აღმოსავლეთში გავრცელდა ორი გზით: ჩრდილოეთის — ციმბირისა და ბაიკალის გავლით და სამხრეთის — შუა აზიის, ინდოეთის, ჩინეთის გავლით (წიწკანას არ იზიდავდა ცენტრალური აზიის უდაბური ზეგანი). სამხრეთის წიწკანა „გზაში“ რამდენადმე შეიცვალა, ის უფრო პატარა გახდა და ამ ქვესახეობას მიაკუთვნეს საკმაოდ უცნაური სახელი — პატარა დიდი წიწკანა. ისინი ვნახეთ ჩვენ შორეული აღმოსავლეთის

მხარეში. აქ ისინი ვერ ცნობენ ერთმანეთს და ერთმანეთს არ უჭვარ-
ლებიან. ყოველივე ეს გეოგრაფიულ სახეობათა წარმოშობის, ალო-
პატრიის კარგი მაგალითია. ექვსგარეშეა, რომ ალოპატრული სახეო-
ბები ხშირად წარმოიქმნებიან ბუნებაში. მაგრამ, ვაგნერის თანა-
მედროვე მიმდევრები ფიქრობენ, რომ სახეობები წარმოიქმნებიან
მხოლოდ ამ გზით.

გეოგრაფიულ სახეობათა წარმოშობის კატეგორიას მიაწერენ,
აგრეთვე, სახეობათა წარმოქმნას პოპულაციის წინაპარი სახეობე-
ბიდან, რომლებიც პრაქტიკულად ერთად ბინადრობდნენ. გეოგრაფი-
ის მოქმედების ასეთი ფართო დიაპაზონი, რა თქმა უნდა, არ სტო-
ვებს ადგილს სიმპატრულ სახეობათა წარმოშობისათვის (რავინდ
ახლოს არ უნდა ბინადრობდეს წინაპრული ინდივიდი, მათ აუცი-
ლებლად უნდა დაიკავონ სივრცის სხვადასხვა წერტილი), მაგრამ ეს
უკვე ისაა, რასაც მათემატიკოსები უწოდებენ აბსურდამდე მიყვანას.

‘გავიხსენოთ, რომ სივრცობრივის გარდა, არსებობს იზოლაციის
სხვა ფორმებიც. ჩეტვერიკოვმა იცოდა მათ შესახებ. შეიძლება თუ
არა ასეთი იზოლაცია წარმოიქმნას ერთი პოპულაციის ფარგლებში?

ეკოლოგიური იზოლაციის ყველაზე უფრო მარტივი მაგალითია
პარაზიტის ერთი სახეობის შეგუებულობა სხვადასხვა სახეობის
პატრონ ორგანიზმებთან, რასაც ბოლოს და ბოლოს მოსდევს ადრინ-
დელი ერთი სახეობის „რადიაცია“ რამდენიმე სახეობად, რომელ-
თაგან თითოეულს შეუძლია „მიეკედლოს მხოლოდ ერთ პატრონს“.
ლორისა და ადამიანის ასკარიდები გარეგნული მორფოლოგიით არ
განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, მაგრამ მაუხედავად ამისა, ლორის
ასკარიდას კვერცხები ადამიანის ორგანიზმში ვერ ვითარდება. ცხა-
დია, რომ ისინი წარმოიშვნენ ერთი სახეობისაგან. მაგრამ როდის
მოხდა მისი ორად დაყოფა? შეიძლება ადამიანისა და ლორის ასკა-
რიდების გზა გაიყარა იმის შედეგად, როდესაც მოსემ აუკრძალა
მართლმორწმუნე იუდას საკმელად ლორის ხორცის გამოყენება. ეს
აკრძალვა დაადანტურა მუჰამედმაც, რის შედეგადაც მოხდა იზოლა-
ცია ადამიანისა და ლორის პარაზიტებს შორის. ეს თუ ასეა, მაშინ
ასკარიდი რელიგიური აკრძალვით წარმოქმნილი სახეობის მაგალი-
თია. საოცარია ევოლუციის გზები!

სახეობის წარმოქმნის უახლოესი გზაა სხვადასხვა საკვები ობი-
ექტებისადმი შეგუებულობა. მაგალითად, მექსიკისა და აშშ-ის სამ-
ხრეთდასავლეთის უდაბნოებში ბინადრობს დროზოფილას ერთ-ერთ
თი სახეობა, მისი მატლები ვითარდებიან კაქტუსის ღეროში, რომე-
ლიც შეიცავს სპეციფიკურ ალკალოიდს. ეს ალკალოიდი მათთვის

აუცილებელია, მაგრამ ის აბსოლუტურად საწამლავია მათ გვერდით ბინადარი დროზოფილას სხვა სახეობისათვის. მსგავსი გზით 'სახეობის წარმოშობა შესძლეს ლაბორატორიულ პირობებშიც. ამერიკელი მკვლევარი დ. პაიმენტელი თანამშრომლებთან ერთად რამდენიმე წლის განმავლობაში ამრავლებდა ოთახის ბუზის ორ ხაზს — ერთს ბანანზე, ხოლო მეორეს თევზზე და მივიდა დასკვნამდე, რომ თუ გადაარჩევა აქარბებს 90 პროცენტთან დონეს (ესე იგი მთელი თაობის არა უმეტესი 10% იცოცხლებს), მაშინ შეიძლება ერთი ფორმის დაყოფა ორად, მაშინაც კი, თუ ხაზები თავის შემადგენლობის 30% გაცვლიან. ბუნებაში, როგორც წესი, გადაარჩევის დონე ბევრად უფრო მაღალია.

სიმპატრულ სახეობათა წარმოშობის ასეთ შემთხვევებს არ უარყოფენ მისი თავგამოდებული მოწინააღმდეგეებიც. უფრო რთულ მდგომარეობაშია არა სივრცობრივი, არამედ დროსთან დაკავშირებული იზოლაცია. წარმოვიდგინოთ სახეობა, რომლის გამრავლების სეზონი გაკვიანურებულია, მაგალითად, გაზაფხულიდან შემოდგომამდე, ამასთანავე ინდივიდი, რომელიც მრავლდება შუაგულ ზაფხულში, აღმოჩნდება მისთვის არასასურველ პირობებში. ასეთი სახეობისათვის გარდუვალია დაყოფა საგაზაფხულო და საშემოდგომო რასებად, რომლებიც ერთად ბინადრობენ, მაგრამ გენეტიკურად რზოლირებული არიან. აქედან კი, იხსნება პირდაპირი გზა ერთი სახეობის ორად დივერგენციაზე.

ბუნებაში ხშირია მსგავსი ვითარების რეალიზაცია. ამის შესანიშნავი მაგალითია მცენარეთა შეგუებულობა კულტურულ მიწათმოქმედებასთან. ალპური მდელოების ჩვეულებრივი ფორმა — მთის წკლაპუნა — ჰყვავის მთელი ზაფხულის განმავლობაში, მაგრამ იქ, სადაც მდელოებს თიბავენ, წარმოიქმნება მისი ორი ფორმა: საგაზაფხულო, რომელიც ასწრებს სრულ სიმწიფემდე ყვავილობას და თესლის ჩაცვენას თიბვის სეზონის დაწყებამდე; და საზაფხულო-საშემოდგომო, რომელიც ვითარდება თიბვის დამთავრების შემდეგ.

ამასვე ადასტურებს რუსი ბოტანიკოსის ვ. ცინგერის კლასიკური შრომა, სადაც აღწერილია სარეველა დიდი ხრილას შეგუებულობა თიბვის პროცესთან და მკვიდრობა ჰყავის ნათესებში. გვიან თიბვამ განაპირობა ადრეული ყვავილობის უნარის მქონე სახეობა. წელიწადში ორჯერ თიბვის პირობებში ეს სახეობა ორ ჯგუფად გამოცალკევდა — საგაზაფხულო და გვიან საზაფხულოდ. ხოლო ჰყავის ნათესებში წარმოიქმნება სახეობა, რომელსაც თესლი არ უცვივია სათესლე კოლოფიდან — ის მოითხოვს ლეწვას. ამ სახეობის თესლს თესავს არა ქარი, არამედ ადამიანი.

თიბეა ეს არის „ცნობადაკარგული“, სრულიად მკაცრი გადარჩევის ერთ-ერთი ფორმა, რომელსაც ადამიანი აწარმოებს. თავისებური სიმკაცრიდან გამომდინარე, სწორედ თიბეა წარმოადგენს ძალზე მოქმედ ფაქტორს მორფოლოგიური ცვლილებებისა და სახეობათა წარმოშობის საქმეში. მისადმი შეგუებულობის გზები სხვადასხვაა. მაგალითად, ნაცარქათამა წარმოშობს თავის კარლიკურ ფორმას, რომელიც სიპატარავის გამო თიბვის პროცესში უენებელი რჩება (მკითხველს ალბათ უნახავს ის ნათბ მდელოზე).

ის, რაზედაც ჩვენ საუბარია გეჭონდა, მიმდინარეობს გაკულტურებულ მიწებზე. წარმოიშობა თუ არა ასეთი გზით სახეობები ბუნებაში? დიახ, წარმოიშობა, განსაკუთრებით ზაფხულის გველისა და სხვა იმ ფაქტორების პირობებში, რომელიც იწვევს გამრავლების სეზონის დარღვევას.

ასეთივე მდგომარეობას ვხვდებით ცხოველთა სამყაროშიც. მაგრამ აქ საჭიროა კიდევ ერთი გარემოების გათვალისწინება, რაც არც თუ ისე შეიმჩნევა მცენარეებში. თუ ორი ფორმა ერთმანეთს არ უჭვარდება, მაგრამ იკავებენ ერთ ეკოლოგიურ ნიშს, მაშინ შედარებით მეტად შეგუებული ფორმა ავიწროებს ნაკლებად შეგუებულს. აქ ყველაზე მნიშვნელოვანია საკვების მიმართ სპეციალიზაცია. მათემატიკოსების ა. ლოტკისა და ე. ვოლტერის თეორიულმა შრომებმა გვიჩვენა, რომ სიმპატრულ სახეობებს, თუ ისინი ერთ ეკოლოგიურ ნიშს დაიკავებენ, არ შეუძლიათ თანაარსებობა. ეს დებულება ბრწყინვალედ დაადასტურა თავის ცდებში საბჭოთა ბიოლოგმა გ. გაუზმა, რომელმაც საფუძველი ჩაუყარა ბიოლოგიის ახალ დარგს — ექსპერიმენტულ ეკოლოგიას.

სწორედ კვებითი სპეციალიზაციის შედეგად ხდება შესაძლებელი აფრიკაში ჩლიქოსანთა მრავალრიცხოვანი სახეობების, ან აესტრალიაში კენგურუს არა მარტო თანაარსებობა, არამედ იმ გარემოს შენარჩუნება-დაცვა, სადაც ისინი ბინადრობენ, მაშინ როდესაც ადამიანის მიერ მოშენებულ ცხვარს „არასწორი დატვირთვით“ შეუძლია ველი სულ მალე დაამსგავსოს უდაბნოს.

სიმპატრულ სახეობათა წარმოშობის უარყოფა შეიძლება აიხსნას იმით, რომ ამ დარგში ბევრი წამყვანი თეორეტიკოსი, პირველ რიგში ე. მაირი, ორნითოლოგები იყვნენ. მათი ობიექტი — ფრინველები — ხასიათდება განვითარების მკაცრი მიმართულებით, რომლის შედეგად წარმოიქმნებიან სტაბილური, გამოთანაბრებული ზრდა-სრული ფორმები. შეეცადეთ იპოვოთ ფრინველის ისეთი სახეობა, რომელთა ზრდასრული ინდივიდები წონით ერთმანეთისაგან განსხვავდე-

ზიან ასჯერ და ათასჯერ მრავლდებიან წლის ნებისმიერ პერიოდში და იკვებებიან ნაირფეროვანი საკვებით — დაწყებული მწერებით, დამთავრებული თავისივე ორგანიზმის „ნაწარმით“. თევზებს შორის, განსაკუთრებით ორაგულისნაირებში ეს ჩვეულებრივი მოვლენაა (კარლიკური ორაგულის ზრდასრული მამრი იწონის მხოლოდ რამდენიმე ათეულ გრამს, მაშინ, როდესაც იმავე სახეობის განსაკუთრებულად დიდი ეგზემპლარების წონა შეიძლება იყოს 20—30 კგ), ამიტომ მათ შორის წარმოიქმნება სიმპატრული ფორმები, დიდები და პატარები, მტაცებლები და პლანქტოფაგები, აგრეთვე, ქვირილის დაყრის საგაზაფხულო და საშემოდგომო სეზონურობა. თავის დროზე დიდ ინტერესს ვიჩენდი ამ საკითხისადმი და გამოვთქვა ჩემი შეხედულება, რომ ასეთი ფორმები შეიძლება იყოს მასალა სიმპატრულ სახეობათა წარმოშობისათვის. მაგალითისათვის მე მომყავდა ბაიკალის ტბაში ბინადარი შესანიშნავი თევზები — დიდი და პატარა ტლუ. ესენი უცნაური თევზებია. ისინი ახლოს დგანან ჩრდილოეთის ქვაქვეშია ღორჯოსთან, ამავე დროს შეეგუენ ციმბირის ვებერთელა ტბა-ზღვის (ბაიკალის) წყლის სიღრმეში არსებობას. მკვდარი ტლუ ფსკერზე არ იძირება, არამედ ამოტივტივდება ზედაპირზე (კოლოსალური ცხიმიანობის გამო მისი ხედრითი წონა ძალზე მცირეა). ბაიკალის ტლუს თავისებურება იძულებულს ხდის სისტემატიკოსებს გამოყონ ის განსაკუთრებულ ოჯახად, რომელიც დამახასიათებელია მხოლოდ ბაიკალისათვის. ცხადია, რომ ორივე სახეობის ფორმირება მოხდა ერთი საერთო წინაპრისაგან, შესაძლებელია შედარებით ახლო პერიოდში. საინტერესოა, რომ აღნაგობით, რომლითაც განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან თევზ-ტლუს სახეობანი, ემთხვევა სხეულის აგებულების იმ განსაკუთრებულობას, რაც გააჩნია ბევრ თევზში სახეობათა შიგა ფორმებს. მაგალითად, თევზი-ქორჭილა სხვადასხვა ტბაში ჰქმნის ორ რასას, რომელთაგან ერთია მსხვილი, მტაცებელი, ღიად შეფერილი, პოპულაციაში მდებარების სიჭარბით; ხოლო მეორეა პატარა, მუქად შეფერილი, პოპულაციაში მამრების სიჭარბით ან სქესთა თანაბარი ფარდობით, რომლებიც იკვებებიან პლანქტონული კიბოებით. საოცარია, ეს ხომ დიდი და პატარა ტლუს დამახასიათებელი ნიშან-თვისებაა! ხომ არ წარმოიშენენ ისინი სიმპატრულად მსგავსი ფორმებიდან?

აღნიშნული ნაშრომი იყო უაღრესად თეორიული ხასიათის (იმ დროს მე არ გამაჩნდა არც ცოცხალი და არც დასპირტული ტლუს ეგზემპლარი). მით უფრო გასაკვირი იყო, რომ მას კეთილგანწყობილებით გამოეხმაურნენ რიგი სპეციალისტები, რომლებმაც შემდეგ

სხვა მაგალითებიც აღმოაჩინეს. ე. კორიაკოვი ვარაუდობს, რომ სახეობათა წარმოშობის ასეთი გზა შესაძლებელია ბაიკალის სხვა ლორჯობისათვისაც. მაგალითად, ცნობილია, რომ გრძელფარფლიანი ლორჯოს გვარი წარმოდგენილია ორი სახეობით. ერთი ამ სახეობათაგანი — პატარა პლანქტოფაგი იკვებება კიბოსნაირებით, ხოლო მეორე — საკმაოდ დაგეშილი მტაცებელია. როგორც ჩანს, კვებითი სპეციალიზაცია აუცილებელი პირობაა სიმპატრულ სახეობათა წარმოშობისათვის და მათი შემდგომი თანაარსებობისათვის სივრცობრივად ერთ ადგილზე.

შესაძლებელია გამოვიწვიო ორნითოლოგების რისხვა და გულსწყრომა, მაგრამ მაინც გავებდავ და გამოვთქვამ აზრს მასზედ, რომ დარვინისეული ჩიტი — მთიულა, რომელიც ბინადრობს არქიპელაგ გალაპაგოსკის კუნძულზე, და რომლის შესწავლით დარვინმა სახეობათა ცვალებადობის დასკვნამდე მივიდა, წარმოიშვა არა ალოპატრულად, არამედ სიმპატრულად. ამაზე მეტყველებს მათი საოცრად ნაირგვაროვნული განცალკევებულობა საკვები ნიშით. სწორედ მათში იქნა აღწერილი კვებითი სპეციალიზაციის სავესებით ორიგინალური მაგალითები. ასე მაგალითად, ამ ფრინველის ერთი სახეობა მწერებს ჩიჩქნის ეკლებიანი კაქტუსის დამსკდარი, ნაჩვრეტიანი ღეროებიდან, რისთვისაც ის ნისკარტს ძალზე მოხერხებულად იყენებს (ფრინველი იყენებს იარაღს!); მეორე — ნისკარტით კენჭებისა და ქვიშის ქეჩვითა და გადაყრით პოულობს მარცვალსა და მწერებს; ხოლო მესამე სახეობა, როგორც ახლახან გამოიკვია, გახდა ნამდვილად სისხლის მწოველი პარაზიტი. ეს უკანასკნელი ნისკარტით ჩხვლეტს ზღვის მსხვილ ფრინველ-რეგვენას ფრთის ნაკეც ადგილზე და სწოვს იქედან გამოჟონილ სისხლს. ამ სახეობების წარმოქმნის დროს ზედმიწევნითაა დაცული სიმპატრულ სახეობათა წარმოქმნის პრინციპი — არ შეუშალონ ხელი ერთმანეთს.

მგონი კმარა საუბარი ამ მეტად საჭირბოროტო საკითხებზე, რომლებიც უშუალოდ ეხება სიმპატრულ სახეობათა წარმოშობას.

პირველ რიგში, ეს გენეტიკური იზოლაციაა, რომლის დროსაც პეტეროზიგოტები გამოირჩევა დაბალი ცხოველმყოფელობითა და ნაყოფიანობით. ის, როგორც ჩანს, არ ღირს შეიზღუდოს მხოლოდ ქრომოსომული გადაჯგუფებებით. ბოლო წლებში საკმაოდ მოგროვდა მონაცემები, რომლებიც ადასტურებენ, რომ კონიუგაციის დროს (პომოლოგიური ქრომოსომების შეერთება-დაწყვილება გამეტებში განშლა-გადანაწილებამდე) ქრომოსომები „ცნობენ“ ერთმანეთს სპეციალური მონაკვეთებით — მარკერებით. ეს „იარლიყი“ — მარკერე-

ზი განიცდის ვარირებას, რის შედეგად პოპულაცია თითქოსდა ქრომოსომების ერთნაირი კრებულის განიცდის დაყოფას სუბპოპულაციებად. მათი შეჯვარება განაპირობებს მეიოზის დროს ქრომოსომების არათანაბარ განაწილებას და წარმოიქმნება არასრულყოფილი სასქესო უჯრედი. აი კიდევ ერთი სიმპატრული დივერგენციის მაკროვოცირებელი მექანიზმთაგანი.

ბოლოს, ზოგი რამ ეთოლოგიური იზოლაციის შესახებ, როდესაც პანმიქსია შეზღუდულია შეუღლების სხვადასხვა ქცევის მქონე ფორმების არსებობით (მწერების, ფრინველების და წყალმღეითა ცხოველების „სიმღერა“, სხვადასხვა ცხოველების, დაწყებული მწერებით, დამთავრებული კიბოსნაირებით, „საქორწინო ცეკვები“). ზევრ ცხოველში მდებარებითი და მამრობითი სქესის ინდივიდები ერთმანეთს სცნობენ ყნოსვით, სუნის სპეციფიკურობით. ასე, მაგალითად პეპელა-თეთრულას ახლომდებარე სახეობების მამრ ინდივიდებს აქვთ სხვადასხვა სუნი: კომბოსტოს პეპელას—ნემსიწვერასი, ბოლოკის პეპელას—რეზედასი, თალგამურას პეპელას—ლიმონის. ასეთი ნიშან-თვისება განპირობებულია ერთი ან რამდენიმე გენით და მათზე პოლიმორფიზმი მკვეთრად ზღუდავს შეჯვარებას პოპულაციაში ყოველგვარი გამოცალკევებულობის გარეშე. სამწუხაროდ, მრავალი ასეთი მოვლენის შეცნობა ადამიანს უძნელდება, ის მას ისე ცნობს, როგორც ბრმა საღებავის ფერს (ადამიანის ყნოსვისუნარიანობა ბევრად არასრულყოფილია).

რადგან საუბარი ჩამოვარდა საღებავზე, უადგილო არ იქნება გავიხსენოთ ამერიკელი ენტომოლოგების ზილბერგლაიდისა და ტეილორის უახლოესი ნაშრომი, რომელიც ეხება ჩრდილოამერიკულ ყვითელ პეპელას ორ სახეობას. აღმოჩნდა, რომ მათში არსებობს პოლიმორფიზმი, რომელიც ჩვენთვის შეუმჩნეველია. ზოგიერთი პეპელა ფრთებით უკუაქცევს, აირეკლავს ულტრაიისფერ სხივებს (რეცესიული ალელი), ხოლო სხვები — შთანთქავენ (დომინანტურა ალელი). ულტრაიისფერი სხივებისადმი დიმორფიზმი (მოვლენა, როდესაც სახეობა წარმოდგენილია ორი ფორმით), როგორც ჩანს. ფართოდაა გავრცელებული პეპელა-თეთრულას ოჯახში. თუ ჩვენ გავიხსენებთ პომოლოგიური ცვალებადობის მოვლენას და იმას, რომ მწერები „არჩევენ“ ულტრაიისფერს, მაშინ მივალთ დასკვნამდე, რომ მსგავსი მოვლენები შეიძლება არსებობდეს სხვა მწერებშიც. ეს თემა სავსებით მრავლის მთქმელია. საჭიროა ხაზი გაესვას იმას, რომ სიმპატრულ სახეობათა წარმოშობის შემთხვევაში კარვად ვლინდება გადარჩევის სხვადასხვა ფორმათაგან ერთ-ერთის როლი

(დიზრუპტულის). ყველაზე უკეთესად ეს ჩანს მოდელურ ცდებში. მაგალითად, ჯ. ტოლენი და ჯ. გიბსონი დროზოფილას „ველური“ ტიპის პოპულაციიდან ყოველ თაობაში არჩევდა ინდივიდებს ჯაგრის მცირე და დიდი რიცხვით. შემდეგ გადაარჩეულ ბუზებს ერთმანეთში ურევდნენ და ათავსებდნენ ერთ საერთო ჭურჭელში. თორმეტი თაობის შემდეგ საწყისი პოპულაცია ორად გაიყო, ამასთანავე, მათ შორის ჰიბრიდები იშვიათად თუ წარმოიქმნებოდა. ჯერ კიდევ დარჩენს მოჰყავდა მაგალითი გადაარჩევის გზით ნიშან-თვისებათა ურთიერთგამორიცხვის შესახებ. ცნობილია, რომ ოკეანის კუნძულებზე, სადაც ძლიერი ქარებია, მწერებს ან გააჩნიათ ძლიერი, ნორმალურთან შედარებით გადიდებული ფრთები, ან პირიქით, რედუცირებული.

შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ გეოგრაფიული იზოლაციის მნიშვნელობა როგორც ჩანს, მეტისმეტადაა შეფასებული. იზოლაციის სხვა ფორმებს რომელიმე კონკრეტულ პირობებში შეიძლება გააჩნდეთ არა ნაკლები როლი და ადგილი ექნეს სემპატრულ სახეობათა წარმოშობას, ამავე დროს, ვაგნერის მიმდევრები მართალნი არიან ერთ რამეში — პანმიქსისის შეზღუდულობა (ე. ი. ისევ და ისევ გადახრა პარდი-ვეინბერგის იდეალური პოპულაციიდან) განაპირობებს ევოლუციის არსებობას. 100-პროცენტიანი პანმიქსისის მქონე პოპულაციაში ურთი სახეობის ორად და მეტად დივერგენცია გაძორიციხულია და თვით პოპულაცია იცვლება მთლიანად, ამასთანავე ძალზე ნელი ტემპით (ჰიბრიდიზაციის „დამჭუჭყიანებელი ეფექტი!“). მაგრამ, პანმიქსია შეიძლება შეიზღუდოს სხვადასხვა გზით, რომელთაგან სივრცობრივი იზოლაცია მხოლოდ ერთ-ერთია და ხშირად არაძირითადი. საინტერესოა, რომ პანმიქსისის შეზღუდულობის შესაძლებლობა არსებობისათვის ბრძოლის სერიოზული ფაქტორია. შემჩნეულია, რომ ერთად ბინადარი სიგისებრი თევზები ადვილად უჭვარდებიან ერთმანეთს, იმდენად რამდენადაც მათი იზოლაციის მექანიზმები არაეფექტურია (გუნდურობა, სხვაობა ზომაში). ჰიბრიდული ინდივიდები ნაკლებად ნაყოფიანია. ამიტომ მრავალრიცხოვან სახეობას, შეუჭვარდება რა მცირერიცხოვანს, შეუძლია საბოლოოდ განდევნოს ის წყალსაცავიდან. ასეთ მოვლენას შეეძმა იქტიოლოგმა გ. სვერდსონმა უწოდა გენეტიკური პარაზიტისმი. ამ მიმართულების კვლევითი ხასიათის სამუშაოები უაღრესად საინტერესოა და მომავალში ბევრი სიახლის მომტანია იმ საკითხების გასარკვევად, რომლებიც სახეობის დივერგენციის დასაწყის სტადიას ეხება.

ეს თავი შეგვიძლია დავამთავროთ იმის მტკიცებით. რომ დარ-
ვინის ევოლუციურმა თეორიამ არა მარტო გაუძლო გენეტიკის „გა-
დასინჯვას“, არამედ მასთან კავშირის შედეგად უფრო განმტკიცდა და
არაჩვეულებრივად მოლონიერდა. მაგრამ, ბევრი საკითხი კვლავ
რჩებოდა გაურკვეველი, კერძოდ, თვით გენის ცნება. რა არის გენი?
რისგან შესდგება ის? როგორია მისი მოქმედებისა და ცვლილების
მექანიზმი? შემეცნების გზაზე ყოველი ახალი ნაბიჯი წარმოშობდა
სულ სხვა, ახალ-ახალ საკითხებს. ზოგიერთ ამათთაგანს პასუხი გას-
ცა სავსებით ახალგაზრდა მეცნიერებამ — მოლეკულურმა ბიოლო-
გიამ, რომლის მიღწევებსაც ახლა გავეცნობით.

5

გენი კოულობს სორცმუნსხვას

თქვენი ყურადღება გეინდა გაემახვი-
ლოთ დეზოქსირიბონუკლეინის მეჯას
(დნმ-ის) სტრუქტურაზე. ამ სტრუქტუ-
რას გააჩნია ზოგიერთი ახალი, ბიო-
ლოგიურად მეთად მნიშვნელოვანი და
საინტერესო ნიშანდებანი.

ფ. კ რ ი ე დ ა ჯ. უ ო ტ ს ო ნ ი

მუტაცია და ენერგია

გენეტიკოსთა მე-5 საერთაშორისო კონგრესი, რომელიც შედგა
1927 წელს, ბიოლოგიის ისტორიაში მნიშვნელოვანი მომენტი იყო.
ჩეტვერიკოვის გარდა მისი ერთ-ერთი გმირი გახდა ამერიკელი გე-
ნეტიკოსი, გერმან მელერი, რომელმაც დროზოფილაში ხელოვნური
გზით პირველად მიიღო წერტილოვანი ანუ გენური მუტაცია
რენტგენის სხივების გამოყენებით. მანამდე გენეტიკოსები იმყო-
ფებოდნენ რადიაქტიურობის შემსწავლელ ფიზიკოსთა მდგომარეო-
ბაში — შეეძლოთ მხოლოდ თვალყური ედევნებინათ მუტაგენებისა-
თვის, ისე, როგორც ფიზიკოსები აწარმოებენ დაკვირვებას ბირთვის
თვითნებურ დაშლაზე. მათ შორის თითქოს არ არის, და ამავე დროს
არსებობს სავსებით არსებითი განსხვავება. იმ დროის ფიზიკოსებს
ჯერ კიდევ არ შეეძლოთ დაეჩქარებინათ რადიაქტიული დაშლა. ადა-

მიანისათვის იმ დროისათვის ხელმისაწვდომი ყველაზე მაღალი ტემპერატურა უძლური იყო დაეშალა ბირთვის ატომური სტრუქტურა.

სულ სხვა საქმეა გენები. არ იცოდნენ რა გენის ქიმიური სტრუქტურა, მეცნიერები მაინც ხვდებოდნენ თუ რატომ მიმდინარეობს სპონტანური, ბუნებრივი მუტაგენეზი. მიუხედავად იმისა, რომ გენი არაჩვეულებრივად მტკიცეა, მისი დაშლა შეიძლება. გენი შემოფარგლულია მოლეკულებით, რომლებიც მდებარეობენ სითბური მოძრაობის ქაოსურ მდგომარეობაში. ამა თუ იმ მოცემული ტემპერატურისათვის დამახასიათებელია მოლეკულის გარკვეული სიჩქარე და საშუალო კინეტიკური ენერჯია. მაგრამ, ესაა სწორედ საშუალო ენერჯია. ორგანიზმების ცხოველმოქმედებისათვის სასარგებლო, ნორმალური ტემპერატურის დროს მოლეკულების უდიდეს ნაწილს არ გააჩნია საკმარისი ენერჯია გენის სტრუქტურის დასაშლელად. მაგრამ, ყველა მოლეკულა არ მოძრაობს ერთნაირი სიჩქარით. მოლეკულათა უმნიშვნელო ნაწილი ურთიერთშეჯახების შედეგად „იძენს“ ენერჯიის მარაგს, რომელსაც უნარი შესწევს იმოქმედოს გენზე.

თუ ჩვენ ავამაღლებთ ტემპერატურას სიცოცხლის არსებობის უკიდურეს წიკრილამდე, მაშინ მუტაციის წარმოქმნის სიხშირე უნდა გაიზარდოს. ასეც ხდებოდა ექსპერიმენტებში (ჩვენში პირველად ასეთი ცდები ჩაატარეს პ. როკიციმ და ა. პრომპტოვმა). ეს მოგვაგონებს ღრმა, პრინციპიალურად მნიშვნელოვან ანალოგიურობას ქიმიურ რეაქციასთან. ქიმიური რეაქციებიც ხომ ასევე ჩქარდება ტემპერატურის ზეგავლენით. რაც უფრო მაღალია ის, მით უფრო მეტია რეაქციის წარმმართავი ენერჯიის მქონე მოლეკულები (როგორც ფიზიკო-ქიმიკოსები ამბობენ — რეაქციის ენერგეტიკული ბარიერის გადალახვის უნარის მქონენი).

გამოდირდა, რომ თითქოს მუტაცია ქიმიური რეაქციის მსგავსი რამაა ძალზე მაღალი ენერგეტიკული ბარიერით.

შესაძლებელი გახდა ორიენტაციით შეფასებულიყო ბარიერის „სიძლიერის“ მაჩვენებელი. ფიზიკურ ქიმიაში არის, ეგრეთ ცნობილი ვან-დერ-ვალსის ტემპერატურული კოეფიციენტის ცნება (აღინიშნება Q_{10}). Q_{10} გვიჩვენებს, თუ რამდენჯერ გაიზარდა რეაქციის სიჩქარე ტემპერატურის 10° -ით გადიდების დროს.

თუ განტოლებაში რეაქციის სიჩქარის ნაცვლად ჩავსვამთ მუტაციის წარმოქმნის სიხშირის მაჩვენებელს, მაშინ მივიღებთ, რომ სადიდე Q_{10} დროზოფილას მუტაგენეზისათვის საშუალოდ იქნება 5-ის ფარგლებში. ის ზოგი მუტაციისათვის, ზოგი გენებისათვის მაღა-

ლია, ხოლო ზოგისათვის დაბალი — ეს ნიშნავს, რომ სხვადასხვა გენები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სიმყარით. როგორი მაჩვენებლით ხასიათდება მუტაგენზის ენერგეტიკული ბარიერი? $Q_{10} = 5$ -ის შემთხვევაში ის ტოლია 2,5—3 ევ (ევ — ელექტროვოლტი, ენერჯის ერთეული). ასეთ ენერჯიას ლეზულობს ელექტრულ ველში მოძრავი ელექტრონი 1 ვოლტი ძაბვის დროს. 3 ევ თითქოს ძალზე უმნიშვნელო სიდიდეა, ის სიგარეტის მომწვარი ბოლის დასაფერფლადაც არ კმარა. მიუხედავად ამისა, უჯრედის მიკროსამყაროში 3 ევ უდიდესი ძალაა. ოთახის ტემპერატურის დროს მოლეკულათა სითბური მოძრაობის საშუალო ენერჯია სულ 1/40 ევ. სწორედ ეს განმარტავს მუტაციის წარმოქმნის შედარებით იშვიათობას და დედამიწის ზურგზე თავისთავად სიცოცხლის არსებობას. საერთოდ, შეიძლება თუ არა წარმოშობილიყო სიცოცხლე, გენის სტრუქტურა ბევრად უფრო ნაკლებ სტაბილური რომ ყოფილიყო? ასეთი წარმოდგენა საპნის ბუშტისაგან მაღალი სახლის აშენების ცდის ტოლფასია.

წინასწარი გამოკვლევებით მაშინვე გამოირკვა სამი, პრინციპულად მნიშვნელოვანი დასკვნა:

1. სხვადასხვა გენები განსხვავდებიან სტაბილურობით. ამიტომ, რომ ლოკუსების ერთი ნაწილი ხშირად განიცდის მუტირებას, ხოლო მეორე — იშვიათად.

2. მუტაგენზი თავისი ბუნებით სტატისტიკური, შემთხვევითი მოვლენაა. შეუძლებელია იმის წინასწარ განსაზღვრა თუ რომელი მოლეკულათაგანი შეიძენს უნარს გადალახოს ენერგეტიკული ბარიერის სიჩქარე და ათასობით გენიდან რომელ ერთ-ერთს „დაუმიზნებს“ ის. ამიტომ დარვინისეული განუსაზღვრელი ცვალებადობა პირდაპირ გამომდინარეობს მოლეკულათა სიჩქარის არათანაბარი განაწილებიდან.

3. ორნახევარ ელექტროველზე მძლავრ ენერჯიას, დაწყებული ულტრაიისფერით, მკაცრი კვანტური გამოსხივების უნარი გააჩნია. მასასადამე, მუტაცია შეიძლება წარმოქმნათ უჯრედის დასხივებით! ულტრაიისფერი შეიძლება შთაინთქას უჯრედის გარსით, მაგრამ რენტგენული სხივებისათვის არ არსებობს წინაღობა. აქედან გამომდინარე, ამ გზის სარბიელს მაშინვე დაადგა რამდენიმე მეცნიერი, და პრიზი, ესე იგი ნობელის პრემია, მიიღო გ. მიულერმა, მორგანის მოწაფემ, რომელიც შემდეგ რამდენიმე წელიწადს მუშაობდა საბჭოთა კავშირში.

მეოცე საუკუნის 20—30-იან წლებში, როდესაც კაცობრიობისათვის უცხო იყო და დედამიწის ზედაპირზე ჯერ კიდევ არ იყო აზვირთებული ატომური ბომბის ბირთვული „სოკოები“, გამოსხივების ერთადერთი წყარო იყო რენტგენული მილაკი და რადიუმის პრეპარატი. ნ. ტიმოფეევა-რესოსკის და დ. რომაშოვის პირველი ცდები წარმატებით არ დაგვირგვინებულა, იმდენად, რამდენადაც მათ არ გააჩნდათ დროზოფილას „სუფთა“ ხაზები და ალელების ბანალური გადაჯგუფ-გადმოჯგუფების შედეგად წარმოქმნილი მუტაციები შეუძინეველი იყო გენეტიკური რეკომბინაციის ფონზე.

1925 წელს გამოქვეყნდა საბჭოთა მეცნიერების გ. ნადსონისა და გ. ფილიპოვის ნაშრომი. ეს ნაშრომი ყოველმხრივ შესანიშნავი იყო. ისინი რენტგენის სხივით ასხივებდნენ სოკოს ობის კოლონიებს (მათ შორის ჩვეულებრივი ფქვილის ობის კოლონიებს, რომელიც წარმოიშობა პურის დიდი ხნით შენახვის შედეგად). რენტგენისა და რადიუმის სხივები ობის კოლონიების ზრდას რომ ამუხრუქებს, იმ პერიოდში უკვე ცნობილი იყო. მაგრამ, ნადსონმა და ფილიპოვმა პირველად მიიღეს ფქვილის ობის მუტანტური ფორმა მკვეთრად გამოხატული მემკვიდრული ნიშან-თვისებებით. როგორც ცნობილია, ობი თეთრი ფერისაა. მათი მუტანტი აღმოჩნდა ღია ნარინჯისფერი, არ ივითარებდა სასქესო ორგანოს, არ წარმოქმნიდა ზიგოტას, მრავლდებოდა მხოლოდ ვეგეტატიურად.

შემდეგ ნადსონმა და ფილიპოვმა მიიღეს რენტგენომუტანტების ხვა უმდაბლეს სოკოსნაირებში — საფუარებში.

შეიძლება ითქვას, რომ უდიდეს მიღწევას ჰქონდა ადგილი. მაგრამ მეცნიერებაში ამა თუ იმ მიღწევის გზა ყოველთვის არ არის პირდაპირი, ამ შრომებმა ვერ მიიღო საკმაო აღიარება ვერც ჩვენს ქვეყანაში და ვერც საზღვარგარეთ, მიუხედავად იმისა, რომ ის იბეჭდებოდა ფრანგულ ენაზედაც. ვინ იცის როგორ წარიმართებოდა საქმე, რომ სიკვდილს არ შეეწყვიტა მათი შემოქმედებითი საქმიანობა. მხოლოდ 40-იან წლებში საზღვარგარეთ გ. ბილმა და ე. ტეტუმ, შეისწავლეს რა სხვა ობისნაირთა — ნეიროსპორების მუტაცია, საბოლოოდ საფუძველი ჩაუყარეს ბიოქიმიურ გენეტიკას. მათ სამუდამოდ დაამტკიცეს, რომ ერთი ფერმენტის შექმნისათვის საჭიროა, როგორც მინიმუმში, ერთი გენი (ცნობილი აფორიზმი: „ერთი გენი — ერთი ფერმენტი“). ის პირები, რომლებიც თავიანთი აღმოჩენებით ბევრად უსწრებენ მეცნიერების დონეს, იშვიათად თუ ხდებიან

ბედნიერნი სისცოცხლეშივე. სხვათა შორის, ჩამორჩე დროის მიმდინარეობას მით უფრო ცუდია: ზოგიერთებს არ სცნობენ სიცოცხლეში, სხვებს ივიწყებენ სიცოცხლეშივე.

პირველობა წილად ხვდა მიულერს, რომელმაც გამოიყენა მაშინდელი გენეტიკის კლასიკური ობიექტი — დროზოფილა. სამწუხაროდ, 40-იანი წლების ერთ-ერთ პოპულარულ ნაწარმოებში მიულერის ცდები უკიდურესად პრიმიტიულადაა აღწერილი. თითქოს, მან სინჯარაში, სადაც დროზოფილები იყო, გაატარა „რენტგენის მომწვანო სხივთა კონა“ და მიიღო ბუზები, რომელთაც არ ჰქონდათ თვალები, ფრთები და ფეხები. შემთხვევითი ადამიანების მიერ ასეთნაირ დახასიათება-პოპულარიზებას მიეყავართ მეცნიერების მხოლოდ დანაგვიანებამდე — ნამდვილად, რა ადვილი მისაღებია ნობელის პრემია! ავტორის სინდისზე იყოს რენტგენის უხილავი „მომწვანო სხივთა კონა“. საკმარისია გავიხსენოთ, რომ მუტაციების უმრავლესობა რეცესიულია წინაპრულ ტიპთან შედარებით და პეტროზიგოტულ მდგომარეობაში არ ვლინდება. ასე რომ, დასხივებას წინ უსწრებდა მეტად ხანგრძლივი და თავსატეხი სამუშაო, რომლის პროცესშიც მიულერმა მიიღო დროზოფილას „სუფთა“ ხაზი, სადაც მუტირებული მდიდრი ინდივიდები არ იძლეოდნენ თაობაში მამრ ინდივიდებს. მეტად თავსატეხი ამოცანა რეცესიული მუტაციის გამოსავლინებლად მიულერმა ჩინებულად გადაწყვიტა.

მეორე ამერიკელმა გენეტიკოსმა რ. სტალდერმა 1927 წელს მიიღო რენტგენომუტანტები სიმინდსა და ქერში. სწორედ ამ წლიდან დაიწყო რადიოგენეტიკის — თანამედროვე გენეტიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დარგის, აღმავლობა. უდიდესია მისი მნიშვნელობა კაცობრიობის პრაქტიკული საქმიანობისათვის. ორგანიზმის დასხივებით შეიძლება მკვეთრად გავზარდოთ მუტაციის წარმოქმნის სიხშირე — ესე იგი, სელექციონერისათვის ხელმისაწვდომი მეტად მდიდარი მასალა.

მიუხედავად იმისა, რომ საერთაშორისო ხელშეკრულებით ბირთვული იარაღის მიწისზედა გამოცდა აკრძალულია, ფაქტიურად მისი წარმოების განვითარებამ მკვეთრად გაზარდა ჩვენი პლანეტის რადიოაქტიული ფონი — კაცობრიობის წინაშე ჭერ კიდევ წინაა მასიური ვასელა კოსმოსში, ხანგრძლივი ცხოვრება ორბიტალურ სადგურებსა და საპლანეტაშორისო ხომალდებზე. ამან არ შეიძლება დამამძიმებლად არ შეარყიოს ჩვენი გენეტიკური ფონდი მალეული მუტაციებით. გარდა ამისა, გასათვალისწინებელია ისიც, რომ მეტ წილ შემთხვევაში ექიმები იძულებული ხდებიან გააშუქონ ავადმყოფები რენტგენის სხივებით.

ჩვენს ამოცანას არ შეადგენს რადიოგენეტიკის მიღწევების დეტალური ანალიზი მით უმეტეს, ამ თემაზე უკანასკნელ წლებში გამოქვეყნდა როგორც სამეცნიერო-პოპულარული, ასევე მკაცრად სამეცნიერო ხასიათის ბევრი წიგნი.

შეიჩერდეთ მხოლოდ ცვალებადობის პრობლემისათვის უკიდურესად მნიშვნელოვან დასკვნებზე, რომელიც გააკეთა ნ. ტომოფევე-რესოვსკიმ და კ. ციმერმა. დავიწყეთ პრიმიტიული ანალოგიით. დაუშვათ, რომ მარსზე კოსმონავტებმა აღმოაჩინეს რაღაც, მსხვილი და საშიში არსება, რომლის მოკვლა შესაძლებელია მხოლოდ მის ზომასთან შედარებით მეტად პატარა, სხეულის ერთ-ერთ გარკვეულ ადგილზე ტყვიის მოხვედრით. როგორ შეფასდეს ამ „აქილევსის ქუსლის“ ზომა?

მეტად უბრალო მეთოდზე იბადება აზრი. საშიში არსების ზომა ცნობილია. დაუშინოთ მას რაც შეიძლება მეტი რაოდენობით ტყვია. მაშინ, გავარკვევთ რა ცალკეული გასროლისა და მოხვედრის სიხშირეს და შესაბამის ადგილს, შეიძლება შეფასდეს ჩვენთვის საჭირო სიდიდე.

შევცვალოთ მარსზე მყოფი საშიში მხეცი დროზოფილას გამეტათი, ავტომატი—რენტგენის სხივებით და შევეცადოთ განვსაზღვროთ მუტაციის სიხშირე. გვეცოდინება რა უჯრედის მოცულობა, კვანტების ნაკადის სიმკვრივე და მუტაციის სიხშირე, ადვილია შეფასდეს იმ სტრუქტურის ზომა, რომლის ცვლილება იწვევს წერტილოვან მუტაციას. ეს სიდიდეა ეგრეთ წოდებული ეფექტური მოცულობის რადიუსი 10^{-7} სმ (სანტიმეტრის შემილიონედი ნაწილი) ფარგლებში. ატომის ზომა დაახლოებით სანტიმეტრის ასმემილიონედი ნაწილია (ჩვენ ვამბობთ „დაახლოებით“, იმიტომ რომ ატომს არ გააჩნია მკვეთრად გამოხატული ზომა). ესე იგი „აქილევსის ქუსლზე“ მოთავსდება მხოლოდ 10 ატომი.

რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება აქედან? ის, რომ მუტაგენების პროცესის აღწერისათვის კლასიკური მექანიკა, რომლის საშუალებითაც შეიძლება ზუსტად გაიზომოს სხეულის ენერგია და ტრანექტორია, ხოლო შემდეგ განისაზღვროს დრო და მოვლენის ადგილი, არ გამოდგება. საჭიროა ის შეიცვალოს კვანტური მექანიკით, რომლის ერთ-ერთი ძირითადი დებულებაა გერმანელი ფიზიკოსის გეიზენბერგის მიერ ფორმულირებული განუსაზღვრელობის პრინციპი.

ეს პრინციპი მარტივია. ატომებისა და მისი ნაწილაკების დონეზე ჩვენ არ შეგვიძლია განვსაზღვროთ ერთდროულად მიკროსხეულის კოორდინატები და მისი იმპულსი (ენერგია) გარკვეული შეცდო-

მების გარეშე. ეს შეცდომა უმნიშვნელოა და მიკროსამყაროში შე-
იძლება ის უგულვებელყოთ ნიუტონის მექანიკის კანონების გამო-
ყენებით.

იმისათვის, რომ ვიწინასწარმეტყველოთ ერთეული მემკვიდ-
რული ცვალებადობის 100-პროცენტისანი მოსალოდნელობა, საჭი-
როა ერთდროულად და აბსულუტური სიზუსტით ცოდნა იმ სხეუ-
ლაკების ენერჯისა და კოორდინატების, რომლებიც მოქმედებენ
გენზე, რაც შეუძლებელია.

საჭიროა ითქვას, რომ გენეტიკასა და კვანტურ მექანიკას შორის
ურთიერთკავშირი არც იმდენად პირდაპირია, როგორც ამ პოპულა-
რული გაშუქებიდან ჩანს. იძულებული ვიყავი გამემარტივებინა
ის, თავი ავარიდე ტექსტის გადატვირთვას ისეთი ტერმინებით, რო-
გორიცაა „კვანტური ნახტომი“ და „პროტონის დაგვირაბება“. ამ
ბოლო დროს ნობელის პრემიის ლაურეატი მ. ეიგენი ასევე მივიდა
დასკვნამდე მუტაციის შემთხვევითობასა და კვანტომექანიკური გა-
ნუსაზღვრელობას შორის არსებულ კავშირზე.

ასეთი განმარტება ბევრს არ მოსწონს. მაგალითად, ა. ეინშტეინი
არ აღიარებდა კვანტურ მექანიკას („შეუძლებელია იმის წარმოდ-
გენა, რომ სამყაროს ეთამაშება ღმერთი კამათლით“). მიუხედავად
ამისა, თავისი გენიალურობა ეინშტეინს არ ეყო იმისათვის, რომ
უარეყო კვანტური მექანიკა, ამიტომ გულუბრყვილო გვეჩვენება ზო-
გიერთი ბიოლოგის „თავგამოდება“, აიკრძალოს მისი გამოყენება.

დავუბრუნდეთ ორი ათასი წლის უკანა პერიოდს და გავიხსე-
ნოთ დემოკრიტესა და ეპიკურეს კამათი. დემოკრიტეს მიხედვით სამ-
ყარო მკაცრად დეტერმინირებულია, ყოველგვარი მოვლენა ურთი-
ერთდაკავშირებულია მიზეზობრივი კავშირით, მასში არ არის თა-
ვისუფალი ადგილი ნება-სურვილის წარმართვისათვის. ეპიკურეს მი-
ხედვით სამყაროში შემთხვევითობის პრინციპზე არსებული ატომე-
ბის გაუთვალისწინებელი გადახრები, რომლის წინაშე უძლიერია
ღმერთიც და ადამიანიც, ანადგურებს დემოკრიტეს ბრმა აუცილებ-
ლობის იდეას. პირადად ჩემში მეტ მოწონებას იმსახურებს ეპიკუ-
რეს სამყარო. გეიზენბერგმა, გაანადგურა რა მექანიკური დეტერმი-
ნიზმი ატომების დონეზე, ფაქტიურად დაავიკრივინა ეპიკურეს წა-
მოწყებული საქმე.

ამრიგად, მიზეზობრიობა მიკროსამყაროში სტატისტიკურია.
ჩვენ შეგვიძლია ვილაპარაკოთ მხოლოდ ამა თუ იმ მოვლენის ალბა-
თობაზე, მოცემულ შემთხვევაში მუტაციაზე. კვანტურ მექანიკაზე
არსებული დასკვნები ყოველდღიურად დასაბუთებულად მტკიცდება

პრაქტიკით (მათ გარეშე შეუძლებელი იქნებოდა გამოთვლები ნების-
მიერ დამჩქარებელზე ან ბირთვულ რეაქტორზე). დასკვნა შეიძლება
იყოს ერთი — კვანტური მექანიკის პოსტულირებაა პრინციპია-
ლური არამიმართლება, გენეტიკური ცვალებადობის შემთხვევი-
თობა, რომლებიც დარვინისეული განუსაზღვრელი ცვალებადობის
ხასიათისაა.

ყოველივე ამისაგან გამომდინარეობს კიდევ ერთი მეტად საინ-
ტერესო შედეგი. არაცოცხალ სამყაროში ერთადერთი კვანტური
ნახტომი არაფერს წარმოადგენს. მნიშვნელოვანია მხოლოდ ისეთი
კვანტური ნახტომი, რომელიც მუტაციას იწვევს. მას შეუძლია მნი-
შვნელოვნად შეცვალოს მაკროსხეულის — ორგანიზმის თვისება
და სტრუქტურა, ხოლო შემდგომ პოპულაციაც და შეიძლება გააჩნ-
დეს ჰემმარიტად გლობალური მასშტაბი.

ეს პრინციპი, რომელსაც ნ. ტიმოფეევ-რესოვსკიმ უწოდა გ ა-
ძ ლ ი ე რ ე ბ ი ს პ რ ი ნ ც ი პ ი, დემონსტრაციულად შეიძლება იქ-
ნეს ნაჩვენები შემდეგ მაგალითზე. მუტაციის შედეგად წარმოიშო-
ბა და გამოვლინდება გრიპის ახალი შტამი, რომლის საწინააღმდე-
გოდ უძლურია ადამიანის ორგანიზმის დაცვითი სისტემები. წარმო-
იშობა ებიდეშია, რომელიც ედება სოფელსა და ქალაქს, ქვეყანას და
კონტინენტს. მკვეთრად ეცემა შრომისუნარიანობა, ნაციონალური
პროდუქციის გამომუშავება, ადგილი აქვს გეგმის ჩავარდნებს, ქვე-
ითდება მეურნეობების ეფექტიანობა — და ყველაფერი ეს მუტა-
ციის შედეგია, რომელიც გამოწვეულია, მაგალითად, მზის ულტრა-
ისფერი გამოსხივების ერთადერთი კვანტით.

გენები და ქიმიკა

გენის სტრუქტურის შეცვლას ცდილობდნენ ქიმიური გზითაც,
უჯრედზე სხვადასხვა ქიმიკალების ზემოქმედებით. ამ მეთოდს გა-
აჩნია გარკვეული უპირატესობა. თუ დავადგენთ რომელი ნივთიე-
რება აჩქარებს მუტაგენების პროცესს, მაშინ ჩვენ შეგვიძლია საკ-
მაო ჰემმარიტებით ვიმსჯელოთ გენის არა მარტო სტაბილურო-
ბაზე, არამედ მის ქიმიურ შემადგენლობაზეც, მაგრამ ამ მიმართუ-
ლებით წარმატების მიღწევას საკმაოდ დიდი დრო დასჭირდა —
ძალზე ძლიერ მოქმედი ქიმიკალები ანადგურებდა თვით უჯრედს
და რა თქმა უნდა, ამით მუტაგენების პროცესი არ ჩქარდებოდა.

ვენური მუტაცია აღმოაჩინა ი. გერასიმოვმა ჯერ კიდევ 1892 წელს ძაფისებრი წყალმცენარე სპიროგენას უჯრედებში. მათზე დაბალი ტემპერატურის, ქლოროფორმისა და ქლორალპიდრატის ზემოქმედების შედეგად. სამწუხაროდ ეს ცდები მიივიწყეს. 1937 წელს ა. ბლესლიმ დაადგინა, რომ შხამიანი მცენარიდან გამოყოფილი ნივთიერება (ლათინურად კოლხიკუმ, ამიერკავკასიის ძველი სახელწოდება — კოლხიდადან გამომდინარე, ამ ნივთიერებას უწოდეს კოლხიციუმი) ამუხრუქებს ქრომოსომების განშლას შვილეულ უჯრედებში. კოლხიციინით დამუშავება გახდა სტანდარტული მეთოდი პოლიპლოიდების მიღებისათვის. ჯერ კიდევ უძველესი რომაელები ცდილობდნენ კოლხიციინის გამოყენებით განეკურნათ ნიკრისის ქარი. ამჟამად ის წარმატებით გამოიყენება კიბოს ზოგიერთი ფორმის სამკურნალოდ. საერთოდ, კოლხიციინის მოქმედების მექანიზმი ცნობილი გახდა მხოლოდ ამ ბოლო წლებში.

უჯრედის გაყოფის დროს ადგილი აქვს ძაფისებრი ქრომოსომების დამოკლება-დამსხვილებას და მათ მიზიდვას მოპირდაპირე მიმართულებებით ეგრეთ წოდებული თითისტარას სხივით, რომელიც უჯრედში წარმოიქმნება მიტოზის დროს. კოლხიციინი უერთდება რა ქრომოსომის ამ ცილოვან ნაერთს, ბლოკირებას ახდენს მათ დამოკლებაზე, რის შედეგადაც ისინი არ გადანაწილდებიან და რჩებიან ერთი და იმავე უჯრედში. მიტოზისა და მეიოზის მექანიზმი ძალზე კონსერვატორულია, ამიტომ კოლხიციინი ერთნაირ ზემოქმედებას ახდენს მცენარისა და ცხოველის ყველა უჯრედზე. მაგრამ არის გამონაკლისიც. ესაა ჩვეულებრივი ლაბორატორიული ცხოველი — სირიული ანუ მოოქროსფერო ზაზუნა. ის მეტად მდგრადია კოლხიციინის მიმართ, რაც განპირობებულია იმით, რომ, როგორც სახეობა, მისი ჩამოყალიბება მოხდა უდაბურ ადგილებში, სადაც საკვების სიმცირის გამო ხშირად უხდებოდა ამავე, შხამიანი მცენარით კვება. სიტყვამ მოიტანა და, ეს ბუნებრივი გადარჩევის სიძლიერის კარგი მაგალითია. იმდენად უძველესი ნიშან-თვისებაც, როგორც თითისტარას სხივის ცილაა, რომლის ფორმირება მოხდა არანაკლებ მილიარდი წლების უკან, განიცდის ცვალებადობას. ხოლო, როგორც კი გაჩნდება გადარჩევის ახალი ფაქტორი, მას შეუძლია შეარჩიოს შემგუებლობითი უნარის მქონე მუტანტები.

მაგრამ დაეუბრუნდეთ ქიმიურ მუტაგენებს. ჯერ კიდევ 1932—1934 წლებში საბჭოთა გენეტიკოსებმა ვ. სახაროვმა და მ. ლობაშოვმა ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი პირველად მიიღეს წერტილოვანი მუტაციები იოდისა და სხვა ნივთიერებების გამოყენებით.

პირველად გამოყენებული მუტაგენების ეფექტურობა, რენტგენის სხივებთან შედარებით, დაბალი იყო, ამიტომ მისი გამოვლენა შეუძლებელი რჩებოდა — ძირითადად ყურადღება გამახვილებული იყო ისეთ მუტაციებზე, რომლებიც გამოწვეული იყო რენტგენის გამოსხივებით. ის მეცნიერები, რომლებიც ამ ახალი დარგის შექმნაზე მუშაობდნენ, ხშირად მოგვაგონებს ხოლმე ფეხბურთის ცუდი გუნდის იმ მოთამაშეებს, რომლებიც არ ზოგავენ ძალ-ღონეს, თავგანწირვით დასდევენ ბურთს, მაგრამ ირგვლივ ვერაფერს ამჩნევენ. სამწუხაროა! თუმცა პირველად გამოყენებული მუტაგენები მცირე ეფექტური იყო, მაგრამ ხშირად ისინი ერთ, რომელიმე განსაკუთრებულ მუტაციას იწვევდნენ. სხვანაირად რომ ვთქვათ ისინი მოქმედებდნენ სპეციფიკურად, რაც პირდაპირ მიუთითებდა სხვადასხვა გენების ქიმიური შემადგენლობის განსხვავებულობაზე. გარდა ამისა, დადგინდა, რომ გენის მოქმედება ვლინდება უჯრედის სიცოცხლის გარკვეულ პერიოდში, რითაც შესაძლებელია გენის მოქმედების მექანიზმის შესწავლა.

ქიმიური მუტაგენების შესწავლის საქმეში დიდი ნაბიჯი გადაიდგა მაშინ, როდესაც საბჭოთა გენეტიკოსმა ი. რაპოპორტმა აღმოაჩინა ფორმალდეჰიდის მუტაგენური მოქმედება (1946), ხოლო შემდეგ სუპერმუტაგენები, რომლებიც თითქმის 100%-იან მუტაციას იწვევს მათზე დაქუთავებულ ინდივიდებში. შ. აუერბახმა დაადგინა, რომ მსგავსი ეფექტით ხასიათდება, აგრეთვე, იპრიტის ზოგიერთი ნაწარმი. უკანასკნელ წლებში ქიმიურ მუტაგენებს განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა, მის შედეგებს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს.

მუტაგენების მოქმედების სპეციფიკურობამ დასაბამი მისცა გაუმართლებელ შეხედულებას „შეკვეთით“ სასურველი მუტაციების მიღების შესაძლებლობის შესახებ. პრესაში ზოგჯერ ვხვდებით ცნობას სასწაულმოქმედი მუტაგენების სინთეზის შესახებ, რომლებიც თითქოსდა განაპირობებენ მიმართულ მუტაციას. ეს არ არის სწორი. მუტაგენებს, ისე როგორც რენტგენის გამოსხივებას, შეუძლია გამოიწვიოს მუტაცია მხოლოდ შემთხვევით, იმისათვის, რომ „შეკვეთით“ მივიღოთ სასურველი მუტაცია, საჭიროა მუტაგენი ვაიძულოთ იმოქმედოს მხოლოდ საჭირო გენის გარკვეულ ადგილზე (უჯრედში კი გენები რამდენიმე ათასია, მათი უმრავლესობის ადგილმდებარეობა და თანმიმდევრობა ჩვენთვის უცნობია და მხოლოდ იშვიათ შემთხვევაში შეიძლება ვიწინასწარმეტყველოთ მოსალოდნელი ფენოტიპური ეფექტი). ამიტომ საეჭვოა უახლოეს მომავალში ეგრეთ

წოდებული მიმართული მუტაციის პრობლემის დადებითად გადაწყვეტა. პარადოქსულია, მაგრამ მემკვიდრეობის მიმართული ცვალებადობა ადვილი აღმოჩნდა სულ სხვა გზით: გენის ხელახლა სინთეზირებით და მისი ჩართვით უჯრედის გენომში (ამ სამუშაოს ორივე ეტაპი უკვე შესწავლილია მოდელურ ობიექტებზე).

ამრიგად, ქიმიური და რადიომუტაგენების დარგში წარმოებულმა გამოკვლევებმა საბოლოოდ დაამტკიცა გენეტიკური ცვალებადობის არამიმართული ხასიათის პრინციპულობა, გენეტიკური ცვლილებების შემთხვევითობა. მუტაციების დროს ადექვატურობა გამორიცხულია და მათ გააჩნიათ დარეინისეული განუსაზღვრელი ცვალებადობის ხასიათი.

აღნიშნულ ნაშრომებში ყველაზე მნიშვნელოვანი ის არის, რომ ისინი საშუალებას იძლევიან შეფასდეს გენების თანმიმდევრობა და სტაბილურობა. ამ საკითხთან დაკავშირებით თავის დროზე ტ. მორგანი წერდა, რომ „ადვილად შეიძლება აღმოჩნდეთ ალოქმულა ქვეყნის გზაზე, სადაც ბიოლოგიური პროცესები შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც ფიზიკური და ქიმიური მოვლენები“.

ალოქმულ ქვეყანამდე — მოლეკულურ ბიოლოგიაში — ჩიებოდა ხელის თითებზე ჩამოსათვლელი წლები. უფრო სწორად, ის უკვე არსებობდა, მაგრამ ვერაინ (მცირერიცხოვან მეცნაერთა, პირველ რიგში აკად. ნ. კოლცოვის გამოკლებით) ვერ შესძლო ეწინასწარმეტყველა მისი ძლევა მოსილება.

გენის თვითგანადგობის გამოცნობა

შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ყველაფერი დაიწყო ტრანსფორმაციის აღმოჩენის ეფექტით. ამერიკელი ბაქტერიოლოგი ფ. გრიფიტის 1928 წელს სწავლობდა პნევმოკოკებს, რომელიც თავებში იწვევდა ფილტვების ანთებას. მის ხელთ იყო ორი შტამი—S და R. S შტამის კოკებით, როგორც წესი, თავი კვდებოდა. ამ შტამის უჯრედებს კაფსულის გაკეთების უნარი გააჩნიათ. ხოლო, მეორე R შტამი არ იწვევდა თავების ავადმყოფობას და არც კაფსულას წარმოქმნიდა.

გრიფიტმა გაცხელებით დახოცა S შტამის უჯრედები, შეუერთა ისინი R შტამის ცოცხალ უჯრედებს და შეუშაპუნა თავებს. 3—5 დღის შემდეგ თავები დაილუპნენ, მათი სისხლიდან გამოყოფილ იქნა ცოცხალი დაკაფსულირებული S შტამის კოკები.

ექსპერიმენტის შედეგს შეიძლება ჰქონოდა მხოლოდ ერთი განმარტება: დაზოცილი კოეზი გამოყოფენ რაღაც ნივთიერებას, რომელიც ჩაერთვება ცოცხალ უჯრედებში და ამით გადასცემს მას მემკვიდრულ ნიშან-თვისებას. ადვილია იმის წინასწარმეტყველება, რომ ეს იყო იდუმალებით მოსილი, საკმაოდ შეზღუდული „სამემკვიდრეო ნივთიერება“ — მასალა, რომლისაგან შესდგება გენი. მაგრამ, არავინ იცოდა თუ რას წარმოადგენდა ეს ნივთიერება. ყოველი ორგანიზმის ქრომოსომები შესდგება ორი ნივთიერებისაგან — ცილასა და დეზოქსირიბონუკლეინის მქაეასაგან (დნმ), რომელიც ამ პერიოდში ცნობილი იყო თიმონუკლეინის სახელწოდებით. ჩვენმა შესანიშნავმა ბიოლოგმა ნ. კოლცოვმა ჯერ კიდევ 1927 წელს გამოთქვა აზრი, რომ გენი უნდა იყოს უზარმაზარი ძაფისებური ფორმის მოლეკულა, რომლებიც ქრომოსომში შეერთებული იქნებიან გარკვეული თანმიმდევრობით. შემდეგ ის დიდი დამაჯერებლობით გამოთქვამდა აზრს გენის თვითგაორმაგების შესახებ, მასვე ეკუთვნის გენის მატრიცულ პრინციპზე სინთეზირების იდეა. და მხოლოდ ერთ რამეში შეცდა კოლცოვი. ის გენის სუბსტრატად სთვლიდა ცილას, რაც იქედან გამომდინარეობდა, რომ იმ პერიოდში თიმონუკლეინი წარმოდგენილი ჰქონდათ როგორც ძალიან მარტივი ნაერთი: „ეგრეთ წოდებული ფელგენის საღებავი, რომელიც სპეციფიკურია ქრომატინისათვის, თიმონუკლეინის მქაეას (ესე იგი შედარებით მარტივი ორგანული ნაერთის) რეაქტივი აღმოჩნდა, და უცნაური იქნებოდა მისთვის სამემკვიდრეო თვისებების მატარებლის როლის მიკუთვნება. ამასთანავე, უჯრედის გაყოფის შუალედურ პერიოდში ეს ნივთიერება იკარგება (ესე იგი არ იღებება სპეციფიკური საღებავით — ფელგენის რეაქტივით — ბ. მ.), ხოლო სტრუქტურა, რომელსაც გენეტიკოსები ქრომოსომას აკუთვნებენ, მით უმეტეს, იმდენად რთულია, რომ უაზრობა იქნებოდა მისი დაშლის შესაძლებლობის დაშვება თუნდაც გარკვეული დროითაც კი“.

იმდროინდელი ცოდნის დონიდან გამომდინარე, კოლცოვის ეს დასკვნა უმწიკვლო ხასიათს ატარებდა. მას მკვლევართა დიდი უმეტესობა ემხრობოდა (დნმ-ის, როგორც სამემკვიდრეო ნივთიერების როლის პოზიციასზე იდგა მხოლოდ ცნობილი გენეტიკოსი მ. ლემერ-ცივი).

ასე იყო 1944 წლამდე, მანამ, სანამ ო. ეივერმმა, ს. მაკ-ლეოლმა და მ. მაკარტმა ათი წლის დაძაბული შრომის შედეგად არ მიიღეს ბიოქიმიური ანალიზისათვის საკმარის რაოდენობით გასუფთავებული ნივთიერება, რომელიც იწვევდა პნევმოკოკების თვისების ცვლილ-

ბას, რასაც პირობითად ეწოდა გრივიტის ფაქტორი. ეს იყო დნმ-ი. ამ პერიოდიდან დაიწყო არაჩვეულებრივი სისწრაფით ზრდა და გაფურჩქვნა ბუნებისმეტყველების ახალმა დარგმა—მოლეკულურმა ბიოლოგიამ, მეცნიერების ისტორიაში არ ყოფილა ასეთი პრეცედენტი (რა თქმა უნდა, თუ გამოვირცხავთ კვანტური მექანიკისა და ატომური ფიზიკის შექმნის პერიოდებს), როდესაც დროის უმნიშვნელო პერიოდში ადამიანმა ბევრი რამ ახალი გაიგო.

ამ წიგნის ავტორი მოესწრო ამ ახალი მეცნიერების სრულიად ახალგაზრდობის პერიოდს. ძნელია აღწერო არაჩვეულებრივი ენთუზიაზმის ის ატმოსფერო, როდესაც ყოველ თვეს (ყოველ დღესაც კი!) თან ახლდა ახალ-ახალი აღმოჩენები.

ამჟამად მდგომარეობა მოლეკულურ ბიოლოგიაში სტაბილიზირებულია, აღმოჩენათა ტემპი შენელდა (ზედაპირული ოქროვანი ძარღვები შერჩეულია, დაიწყო სიღრმის დამუშავება). წინა პლანზე დადგა ახალი სუბმოლეკულური ბიოლოგიის ბევრისმეტყველი პერსპექტივა.

ბუნებისმეტყველების ამ ახალი დარგის შთამბეჭდავი მიღწევები მოცემულია ბევრ წიგნში, რომელთა შინაარსის ნელმეორედ გამოცემას აზრი არა აქვს. ჩვენთვის საინტერესოა მხოლოდ ის ახალი რამ, რაც შეიტანა მოლეკულურმა ბიოლოგიამ ევოლუციის თეორიაში. მაგრამ მანამდე საჭიროა პატივი დავდოთ იმათ, რომლებმაც სრულყოფის სიტყვა „ნუკლეინი“ თანამედროვე გაგებით.

როგორ მიიღეს ნუკლეინისაგან დნმ-ი

1868—1869 წლებში გერმანელი ქიმიკოსის ე. ფ. გოპე-ზეილერის ცნობილ ტიუბინგენის ლაბორატორიაში სტაჟირებით იმყოფებოდა შვეიცარიელი მკვლევარი იოგან ფრიდრიხ მიშერი. მას განსაკუთრებით აინტერესებდა უჯრედის ბირთვის ქიმიური აგებულება. ჯერ კიდევ მაშინ ზოგიერთ შორსმჭვრეტელს კარგად ესმოდა ბირთვის სტრუქტურის მნიშვნელობა უჯრედის სიცოცხლისათვის. იოგან ფრიდრიხ მიშერის ცდების ძირითადი ობიექტი იყო ჩირქი—არასასიამოვნო, მაგრამ მეტად მაღლიანი მასალა. საქმე იმაშია, რომ ჩირქი შესდგება ნახევრად დაშლილი სისხლის თეთრი სხეულაკებისაგან — ლეიკოციტებისაგან, რომელთაგან ბირთვი უკვე გამოყოფილია. მიიღო რა ბირთვები „სუფთა“ სახით, მიშერმა მათგან გამოყო რაღაც ახალი ნივთიერება. სპირტისა და მჟავის ხსნარში ეს

ნივთიერება ილექებოდა და თვით იყო საკმაოდ ძლიერი მკაფა, გააჩნდა მაღალი მოლეკულური წონა და შეიცავდა ბევრ ფოსფორს. რადგანაც ბირთვის ლათინურად ნუკლეუსს უწოდებენ, ახალგაზრდა შვეიცარიელმა მეცნიერმა მონათლა ეს ახალი ნივთიერება ნუკლეინის სახელწოდებით (მსგავსად იმისა, როგორც ბელადონასაგან, რომელსაც ლათინურად ატროპა ეწოდება, გამოყოფილ ნივთიერებას დაარქვეს ატროპინი, ხოლო კოფესაგან — კოფეინი).

გოპე-ზეილერმა, დიდი პორიზონტისა და ალლოს მქონე ქიმიკოსმა, დიდად შეაფასა თავისი მოწაფის აღმოჩენა. ყველა, ვინც კი გადიოდა სტაჟირებას ტიბიუნგენის ლაბორატორიაში, ცდილობდნენ (ყოველი ცდა კი წარმატებით მთავრდებოდა) გამოეყოთ ნუკლეინი სხვა ობიექტებიდან: საფუარიდან, ფრინველთა და ქვეწარმავალთა ერთროციტებიდან. ამ უჭრედებს გააჩნიათ ბირთვი. რაც შეეხება ძუძუმწოვრებს, მათი ერთროციტებიდან ნუკლეინის გამოყოფა თითქმის შეუძლებელია. სიტყვა „თითქმის“ ამიტომ ვიხმარე. რომ ამ ბოლო პერიოდში ძუძუმწოვართა ერთროციტებში აღმოაჩინეს მეტად საოცარი დნმ-ი, რომელიც დაკავშირებულია თვით ერთროციტის გარსთან და არა ბირთვთან, რაც ამ უჭრედებს საერთოდ არ გააჩნიათ.

მიშერი, თავის სამშობლო ბაზელში დაბრუნების შემდეგ კვლევით მუშაობას აგრძელებს ახალ ობიექტზე — ორაგულის სპერმაზე. როგორც ჩანს, მას უნარი გააჩნდა შეერჩია ობიექტი — სპერმატოზოიდები თითქმის 50%-მდე დნმ-ს შეიცავს. მიშერმა სულ მალე დაადგინა, რომ ნუკლეინი რთული ნივთიერებაა, რაღაც მარილის მსგავსი, სადაც ტუტის როლში გამოდის ცილა-პროტამინი, ხოლო მკაფას როლში — საიდუმლოებით მოსილი ფოსფორით მდიდარი ნივთიერება. მოლეკულური ბიოლოგიის შვეიცარიელი კოლუმბი მიხვდა, რომ მემკვიდრეობის პრობლემაში ნუკლეინს გააჩნია პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა, მაგრამ სამწუხაროდ, მან ვერ მოასწრო ამის დამტკიცება.

ჯერ კიდევ მიშერის სიკვდილამდე (1895) ა. კოსელმა დაადგინა, რომ ნუკლეინის მკაფე კომპონენტი შეიცავს ფოსფორმკაფას, ჰურინისა და პირიმიდინის ფუძეებს და ნახშირწყლებს. ცნობილი ნახშირწყლები — ქეცოზები შეიცავს ნახშირბადის 6 ატომს (გლუკოზა, ფრუქტოზა). ნუკლეინში შემავალი ნახშირწყლები აღმოჩნდა ზუთნიშნაინი — პენტოზები.

1891 წელს ფიშერმა და პილოტმა ყველასათვის ცნობილი არაბული წებო — გუმარაბიკისაგან გამოყო არაბინი, ხოლო ამ უკანას-

კნელისაგან ახალი შეავა, რომელსაც რიბონმეავა უწოდეს. სწორედ რიბონმეავასგან იქნა მიღებული ერთ-ერთი პირველი პენტოზი — რიბოზა. ნახშირწყლების აგებულებით რიბოზას მსგავს ნაერთს, რომლისაგანაც განსხვავებით მას არ ჰყოფნიდა ენგბადის ერთი ატომი, უწოდეს დეზოქსირიბოზა.

შემდეგ კი, ბიოქიმიკოსების დაყინებულმა მიდრეკილებამ სტანდარტული ობიექტებისადმი, ყველაფერი გააფუჭა და დაღუპა. დაიწყეს ნუკლეინის მეავას მიღება საფუარიდან (მცენარეული მასალა) და ხბოს ჩიყვის ჭირკვალისაგან (ცხოველური მასალა). მეავათა პირველ ჯგუფს, რომლებიც შეიცავდა რიბოზას, დაარქვეს მცენარეული ნუკლეინის მეავა, ხოლო მეორეს, დეზოქსირიბოზას შემცველს — ცხოველური, ანუ თიმონუკლეინის მეავა. ეს სახელწოდებანი ძალაში დარჩა ჩვენი საუკუნის 40-იან წლებამდე.

მეოცე საუკუნის 30-იან წლებში მკვლევართა ჯგუფმა, რომელსაც მეთაურობდა ა. ლევინი (როკფელერის ინსტიტუტი, აშშ) დაადგინა, რომ ნუკლეინის მეავა სახაროზა პენტოზის გრძელი ჯაჭვია, რომელიც აკინძულია ფოსფორმეავას ანარჩენებით (ფოსფორმეავა — H_3PO_4 ; ორი ჰიდროქსილი OH ხმარდება პენტოზის მიერთებას, ხოლო მესამე — თავისუფალი ხასიათისაა და ნუკლეინს ანიჭებს მეავურ თვისებას). თითოეულ პენტოზზე მიმაგრებულია აზოტოვანი ფუძეები — ადენინი, თიმინი, გუანინი, ციტოზინი და ურაცილი. თიმინი (როგორც სახელწოდებიდან ჩანს) გამოყოფილ იქნა მხოლოდ თიმონუკლეინის მეავისაგან და მისი უტყუარი ინდიკატორია.

ლევინის მიერ შექმნილი სკოლის შეცდომა ის იყო რომ მისი წარმომადგენლები ენდობოდნენ იმ პერიოდში დაუბეწველი ანალიზის შედეგად მიღებულ შედეგებს, რომელთა თანახმად თითქოს ყველა უკრედში ნუკლეინური საწყისი თანაბარი რაოდენობითაა წარმოდგენილი. ასე წარმოიქმნა ტეტრანუკლეოტიდური თეორია, რომელიც ამტკიცებდა, რომ ყველა ნუკლეინის მეავა ორი ნუკლეოტიდის პოლიმერიზაციის პროდუქტია (ნუკლეოტიდს უწოდებენ აზოტოვან ფუძეს + შაქარი). თიმონუკლეინის მეავა აღნიშნული იყო (აგტ) U , სადაც U არის მითურად წარმოდგენილი ამ რგოლების რიცხვი, ხოლო A, G, C, T — შესაბამისად, ადენინი, გუანინი, ციტოზინი და თიმინი. „მცენარეულ“ ნუკლეინის მეავაში თიმინი იცვლებოდა ურაცილით. ასეთ ნივთიერებას — ოთხი ფუძისაგან შემდგარ პოლიმერს — მარტივი აგებულების ნაერთად მიიჩნევდნენ და შეუძლებლად სთვლიდნენ, რომ ის ყოფილიყო მემკვიდრეობის მატერიალური ფაქტორი, რა თქმა უნდა აგებულების სიმარტივე არ

შეიძლება იყოს წინაღობა: მემკვიდრეობის ინფორმაციის თეორია ადასტურებს, რომ ნებისმიერი სტრუქტურა შეიძლება კოდირებულ იქნას მხოლოდ ორი სასიგნალო ნიშნით, მაგალითად, ან არსებობით, ან გამორიცხვით სხვადასხვა შეთანაწყობაში.

„მცენარეული“ და „ცხოველური“ ნუკლეინის მკვლევარ იღვას უარყვეს არა ბიოქიმიკოსებმა, არამედ უჩრდის ქიმიის სპეციალისტებმა — ციტოქიმიკოსებმა. 1924 წელს რ. ფელგენმა შემუშავა თიმონუკლეინის მკვლევარ ფერადი რეაქცია — ფელგენის რეაქტივი, რომელიც მიკროსკოპულ პრეპარატზე ლეზავდა უჩრდის ბირავს. აღმოჩნდა, რომ მცენარეული უჩრდის ბირთვებიც ასევე იღებებოდნენ ფელგენის რეაქტივით. დადგა ყველაზე მნიშვნელოვანი მომენტი, აუცილებლობა მოითხოვდა მცენარეული უჩრდისაგან გამოყვით „ცხოველური“ ნუკლეინის მკვლევარ და ამით დამტკიცებულიყო მათი ერთობლიობა ცოცხალ ბუნებაში.

სამწუხაროდ, ქიმიკოსები არც თუ ისე სიამოვნებით ეტანებოდნენ ნუკლეინის მკვლევარ შესწავლის საქმეს. ლევიინის აღმოჩენების შემდეგ თითქოს ყველაფერი გასაგები იყო. მიუხედავად ამისა, გამოჩნდა რამდენიმე პიროვნება, რომელთათვის პირველხარისხოვანს არ წარმოადგენდა ობიექტისა და მეთოდის „მოღა“.

ამათ რიცხვს მიეკუთვნება იმ დროისათვის ჯერ კიდევ ახალგაზრდა ბიოქიმიკოსი ანდრეი ნიკოლაევის ძე ბელოზერსკი. რომელიც მოსკოვის უნივერსიტეტში ახალი გადმოსული იყო ტაშკენტიდან. ეყრდნობოდა რა ციტოქიმიის მონაცემებს, ის შეუდგა იმ დროისათვის მეტად რთული ამოცანის გადაწყვეტას — გამოეყო თიმონუკლეინი მცენარეული უჩრდიდან. ბევრს ეს ეჩვენებოდა წარმოუდგენელ რამედ — ეს იგივეა, რომ გამოყო ქლოროფილი ცხოველური უჩრდიდან.

ცდა წარმატებით დაგვირგვინდა: ა. ბელოზერსკიმ ი. ღუმბროვსკისთან ერთად გადაამუშავა რა წაბლის ერთ-ერთი სახეობის რამდენიმე კილოგრამი ყუნწი, 1936 წელს მიიღო სუფთა თიმონუკლეინის მკვლევარ მცენარისაგან. ამით ზღვარი, რომელიც ერთმანეთისაგან ყოფდა მცენარეულ და ცხოველურ სამეფოს, ერთხელ და სამუდამოდ წაიშალა.

ერთი წლის შემდეგ ფელგენმა თანამშრომლებთან ერთად თიმონუკლეინი გამოყო ჭვავის ყუნწისაგან. საფუარებიც, რომლებიც სტანდარტული ობიექტია „მცენარეული“ ნუკლეინის მკვლევარ გამოსაყოფად, ასევე შეიცავდა „ცხოველურ“ ნუკლეინის მკვლევარ. ორივე ნუკლეინის მკვლევარ საერთო აღმოჩნდა ყოველი ცოცხალი არსებისა-

თვის (ვირუსების გარდა, მაგრამ მათ შესახებ მოგვიანებით). ამ დროისათვის ხმარებაში შევიდა ისეთი საბელწოდებები, როგორცაა, ღებოქსირიბონუკლეინისა და რიბონუკლეინის მკაეა და მათი შემოკლებანი — ღმ და რმ, რაც ამჟამად სკოლის ყველა მოსწავლისათვის ცნობილია.

ამ მიმართულებით მიმავალ კვლევის გზაზე ტეტრანუკლეოტიდური თეორიის ძელი აღიმართა. მისი დაძლევა შესძლო მხოლოდ ჯ. გულანდუმ თანამშრომლებთან ერთად, რაც მოხდა ბელოზერსკის შრომების გამოქვეყნების 10 წლის შემდეგ. მათ, ზუსტად განსაზღვრეს რა სხვადასხვა ობიექტების ღმ-ში აღენინის, თიმინის, გუანინის და ციტოზინის შემცველობა, დაადგინეს, რომ ნუკლეოტიდის ამ აზოტოვანი ფუძეებს შორის შეფარდება განსხვავდება 1:1:1:1-საგან.

ამან გარკვეული სტიმული მისცა ნუკლეინის მკაეათა ჭიმიის კლასიკოსის ე. ჩარგაფის შრომებს. ჩარგაფმა შეიმუშავა მეთოდი, რომელიც შესაძლებლობას იძლეოდა ღმ-ის და რმ-ის შემადგენლობა განსაზღვრულიყო ძალზე მცირე რაოდენობის ნივთიერებაში (ათეულ გრამებში). იმ დროისათვის ეს უდიდესი ნახტომი იყო. მხოლოდ ახლახან გახდა შესაძლებელი ღმ-ის შემადგენლობის განსაზღვრა ერთი რომელიმე ქრომოსომის მონაკვეთში.

ჩარგაფი თვითონ აღიარებს, რომ ღმ-ის შესწავლისადმი მისი მიდრეკილება წარმოიშვა ეივერის, მაკ-ლეოდის და მაკარტის შრომების შედეგად, რომლებმაც უჩვენეს, რომ სწორედ ღმ-ი წარმოადგენს გრიფიტის იმ ყველაზე გამოუცნობ ფაქტორს, რომელიც ბაქტერიაში იწვევდა მემკვიდრეობის ცვალებადობას. ლაბორატორიაში სამი წლის მუშაობის შედეგად მას ტეტრანუკლეოტიდური თეორიისაგან არაფერი დარჩა. მცენარეთა, ცხოველთა და მიკროორგანიზმთა სხვადასხვა სახეობებში ღმ-ი და რმ-ი შემადგენლობით აღმოჩნდა სხვადასხვანაირი. გარდა ამისა, ჩარგაფის მიერ ფორმულირებულ იქნა ღმ-სათვის წესი. რომელიც მომავალში მოლეკულური ბიოლოგიისათვის აღმოჩნდა ისეთივე მნიშვნელოვანი, როგორც კეპლერის ემპირიული კანონი ასტრონომიისათვის.

ღმ-ის შედგენილობა საკმაოდ ფართოდ იცვლება. რა თქმა უნდა, როცა ვლაპარაკობთ შედგენილობაზე, მხედველობაში გვაქვს აზოტოვანი ფუძეები, ხოლო რაც შეეხება ფოსფორმკაეას ანარჩენსა და ნახშირწყლებს, ისინი ყველა ღმ-ში ერთნაირია.

ჩარგაფის მიხედვით, ღმ-ში აღენინისა და გუანინის ჯამი ყოველთვის ტოლია ციტოზინისა და თიმინის ჯამისა ($a + g = c + t$). ასევე, გუანინისა და თიმინის ჯამი ტოლია აღენინისა და ციტოზინის

ჯამისა. დნმ-ში შესაძლებელია შეცვლილიყო მხოლოდ გუანინისა და ციტოზინის ჯამის პროცენტი (% გც). რნმ-ის შედგენილობა არ იყო ასე მკაცრად პროგრამირებული.

ჩარგაფის წესმა, ინგლისელი ფიზიკოსების მ. უილკინსის და რ. ფრანკლინის რენტგენოგრაფიულ გამოკვლევებთან ერთად, დასაბამი მისცა ფიზიკოს ფ. კრიკსა და გენეტიკოს დ. უოტსონს კემბრიჯის ლაბორატორიაში გამოცნოთ დნმ-ის სტრუქტურა — ის აღმოჩნდა გაყოფის უნარის მქონე ორმაგი სპირალი. ამგვარი აგებულების განმარტების უდიდესი აზრი ის იყო, რომ აქედან ავტომატურად გამომდინარეობდა თვითგაყოფადობის, მოლეკულათა და გენთა რეპლიკაციის შესაძლებლობა. სწორედ ეს პროცესი მიმდინარეობს უჯრედში გაყოფის დროს, და სწორედ ეს იწინასწარმეტყველან. კოლცოვმა (მხოლოდ ის ფიქრობდა, რომ გენი ცილოვანი მოლეკულაა). თითქმის ასი წლის განმავლობაში ასე შეკოწიწდა და გაიჟიმა ჯაჭვი მკვლევარიდან მკვლევარამდე. კრიკმა და უოტსონმა დაავგვირვეინეს ის საქმე, რომელიც დაიწყო მიშერმა გოპე-ზეილერის ლაბორატორიაში. მიშერიდან მათკენ ესტაფეტა მთელი საუკუნის განმავლობაში ერთმანეთს გადასცეს კოსელმა და ლევიმმა, ფელგენმა და ბელოზერსკიმ, გულანდმა და ჩარგაფმა. მხოლოდ ჩვენმა თაობამ მიაღწია მიზანს (მინდოდა დამეწერა სიტყვა ფინიში, მაგრამ მეცნიერებაში არ არსებობს ფინიში, არის მხოლოდ მომდევნო სტარტი).

სიცოცხლე მოლეკულის დონეზე

ამრიგად გენი „გიგანტური“ აღმოჩნდა, ელექტრომიკროსკოპში კარგად ჩანს ნუკლეინის მუკათა — დნმ-ისა და რნმ-ის ძაფისებრა მოლეკულები. დნმ-ი ბუნებაში არსებული ცოცხალი ორგანიზმების გენური მასალაა. ის, ნორმით, სპირალისებურად დახვეული ორმაგი ძაფისებრი ჯაჭვია, უფრო სწორად, ისეთი ჯაჭვი, რომლის რგოლებრივი სტრუქტურა განპირობებულია მომიჯნავე აზოტოვანი ფუძეების ძაფებს შორის წარმოქმნილი წყალბადის კავშირებით. ამასთანავე, გუანინი უერთდება ციტოზინს, ხოლო ადენინი — თიმინს გ ყოველთვის იმდენია, რამდენიც ც, ხოლო ა იმდენი, რამდენიცაა თ. ამგვარი სტრუქტურიდან ავტომატურად გამომდინარეობს ჩარგაფის წესი.

მაგრამ დნმ-ი ყოველთვის არ არის ორმაგი ჯაჭვით წარმოდგენილი. ზოგიერთ ვირუსებს გააჩნიათ დნმ-ის ერთმაგი ჯაჭვი. ასეთი დნმ-ი ჩარგაფის წესს არ ექვემდებარება. ბევრ ვირუსში გენური მასა-

ლის მატარებლის როლში გამოდის რნმ-ი (როგორც ორმაგჯაჭვიანი, ისე ერთმაგჯაჭვიანიც). ვირუსებში გვხვდება აგრეთვე ისეთი დნმ-ი, რომელიც დეზოქსირიბოზას ნაცვლად შეიცავს რიბოზას, და ისეთი რნმ-ი, რომელშიც თიმინის ნაცვლად ურაცილია.

ძნელია იმის თქმა, თუ რომელი ნუკლეინის მკვათა წარმოიშვა პირველად ამ ორიდან სიცოცხლის წარმოშობის პროცესში. ამ საკითხზე სხვადასხვა აზრი არსებობს. ალბათ, უფრო სწორი იქნება ვიფიქროთ, რომ დასაწყისში იყო რაღაც საშუალო იქს-ნმ, რიბოზასა და დეზოქსირიბოზას თანაპოლიმერი, რომელსაც ახლა ექსპერიმენტულად ლებულობენ. შემდეგში, გენეტიკური ინფორმაციის მატარებლის მთავარი როლი თავისთავზე „აიღო“ დნმ-მა, ალბათ იმიტომ, რომ ის უფრო მდგრადი გამოდგა. ამის მიზეზი მარტივია. ჯერ ერთი დნმ-ი ორმაგსპირალისებურია, გარდა ამისა, მასში შემავალი პენტოზა განიცდის ჰიდროქსილის ერთი ჯგუფის ნაკლებობას. გენეტიკური ინფორმაცია კოდირებულია ორმაგი ჯაჭვიდან მხოლოდ ერთში. მეორე, კომპლემენტალური ჯაჭვი საჭიროა რეპლიკაციისათვის (გაორმაგებისათვის) და რეპარაციისათვის. უკანასკნელი ტერმინი მოითხოვს განმარტებას. თუ დნმ-ის რომელიმე ჯაჭვიდან მუტაციური პროცესის შედეგად გაწყდება ან ამოვარდება რგოლი, მაშინ სპეციალური ფერმენტი რეპარაზას წყალობით გაწყვეტილი ადგილის აღდგენა ხდება. ეს შემდგენაირად მიმდინარეობს: ფერმენტი რეპარაზა გაწყვეტილ ადგილზე ჩასვამს მეზობლებს შორის შესატყვის ანუ კომპლემენტალურ ფუძეს, აღენი მიუერთდება თიმინს, ხოლო გუანინი—ციტოზინს.

ერთჯაჭვიანი ნუკლეინის მკვათათა შემცველი ვირუსები საექვთა ყოფილიყენენ ჩვენი პლანეტის თავდაპირველი ბატონ-პატრონი. ყველა ისინი პარაზიტებია და გამრავლება შეუძლიათ მხოლოდ მათი ჰატრონი ორგანიზმების უჯრედებში. მათ არ გააჩნიათ მექანიზმი დნმ-ის რეპლიკაციისა და ცილოვანი მოლეკულების სინთეზისათვის. ყველაფერ ამას ისინი მხოლოდ პატრონი ორგანიზმების საშუალებით აღწევენ. ამიტომ, შეიძლება უფრო სამართლიანი იყოს აზრი იმის შესახებ, რომ ვირუსთა ასეთნაირი ორგანიზებულობა შედეგია მეორადი გამარტივებულობისა. მათ, ისე როგორც ბევრმა პარაზიტულმა ჭიებმა, რომლებიც ნაწლავებში ცოცხლობენ, უარყვეს ცილას მასინთეზირებელი სისტემა, საჭიროდ არ ჩათვალეს საკვებ-მონელებადი სისტემა.

ვირუსების ნუკლეინის მკვათათა ჯაჭვი შედარებით მოკლეა. ასეთი ჯაჭვის მქონეთაგან ყველაზე უმოკლესი შეიცავს მხოლოდ 1000—

3000 წყვილ რგოლს. ბაქტერიიდან მოყოლებული გენომი მნიშვნელოვნად რთულდება, მიუხედავად იმისა, რომ თვით ბაქტერიალური დნმ-ი წარმოდგენილია ერთი მოლეკულით, რომელიც წარმოშობს მხოლოდ ერთადერთ ქრომოსომს. მის ჩაკვეში რგოლების რაოდენობა უკვე სამ მილიონამდე აღწევს. ბაქტერიალური ქრომოსომა წრიული ფორმისაა, მათი ბოლოები ურთიერთდაკავშირებულია.

უჩრედის გაყოფის დროს ქრომოსომა ორმაგდება. ეს პროცესი ხორციელდება ფერმენტ დნმ-პოლიმერაზის მეშვეობით, რომელიც ფორმით მოგვაგონებს ჩვეულებრივ ორ ნახევრეტიან ლილს. დნმ-პოლიმერაზა ემაგრება ქრომოსომს და იწყებს მოძრაობას მის გასწვრივ ისე, რომ დნმ-ის თითოეულ ნახევარ ნაწილს „მიუშენებს“ მის კომპლემენტალურ მეორე ნახევარს. ასეთი რეაქციის პროცესი ითხოვს გარკვეული ენერჯიის ხარჯვას. ბუნებრივია, რომ ქრომოსომის რგოლი ამ დროს უნდა გაიხლიჩოს და შემდეგ ისევ აღსდგეს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ახლად წარმოქმნილ შვილეულ ქრომოსომა რგოლი დარჩება ურთიერთდაკავშირებული და არ გადანაწილდება უჩრედებში.

თითოეულ ახალ ქრომოსომას გააჩნია ერთი ნახევარი ძველი, წინამორბედი ქრომოსომისაგან, ხოლო მეორე ნახევარი ახლად სინთეზირებულია. ასეთ დაყოფას ეწოდება ნახევრად კონსერვატული. ფორმირებული ბირთვის მქონე უმაღლეს ორგანიზმებშიც ასეთივე გზით ხდება გენების გაორმაგება ქრომოსომებში. მაგრამ ცხოველთა, მცენარეთა და უმარტივესთა გენომი ბევრად უფრო რთული აგებულებისაა, ვიდრე ბაქტერიების, და დნმ-ის გარდა შეიცავს ამ უკანასკნელთან კომპლექსში ცილებს. ცხოველთა, მცენარეთა და უმარტივესთა გენომის სტრუქტურის შესახებ დღემდე გრძელდება ყამათი. ბევრ მოვლენათა მექანიზმი, რომლებსაც ციტოლოგები დიდი ხანია აკვირდებიან, დღემდე გაურკვეველია. ჩვენ ჯერ კიდევ არ ვიცით გადაპირით უჩრედში ბირთვის მქონე ორგანიზმების ქრომოსომა დნმ-ის ერთი თუ რამოდენიმე მოლეკულისაგან შესდგება. აქედან გამომდინარე, ბევრს მიაჩნია, რომ ბაქტერიის გენურ აპარატს არ შეიძლება ეწოდოს ქრომოსომა, და გვთავაზობენ სხვა ტერმინს — გენოფორს, გენთა მატარებელს. მაგრამ, ბოლოს და ბოლოს, სექმე მხოლოდ სახელწოდებაში არ არის.

რნმ-ს წილად ხედა არანაკლებ მნიშვნელოვანი როლი როგორც დნმ-ისა და ცილას შუამავალს, გარდა ამისა, ის განაგებს ამინო-მჟავების გადატანას ცილას ფაბრიკაში — რიბოსომებში და შედის ამავე რიბოსომების შემადგენლობაშიც. მხოლოდ ზოგიერთი ჯგუფ-

ფის ვირუსებში გადააქვს რნმ-ს გენეტიკური ინფორმაცია თაობიდან თაობამდე. ძნელია იმის თქმა, ყოველთვის არის თუ არა ასეთი ვირუსების გენები რნმ-ური წარმოშობის, თუ პირიქით, ხელმეორედ წარმოქმნის მოვლენაა. ყოველ შემთხვევაში ბევრი ვირუსი, მათ შორის თამბაქოს მოზაიკის ვირუსი, მშვენივრად არსებობენ თაობიდან თაობამდე დნმ-ის გარეშე.

თუმცა ყოველთვის ასე არ ხდება. ბევრ შემთხვევაში ვირუსი არ ახშობს უჯრედს თავისი, საოცრად სწრაფი გამრავლებით, არამედ ამჯობინებს ისეთნაირად ჩაერთოს პატრონი ორგანიზმის გენომში, რომ გადაეცეს ყოველ შვილულ უჯრედს ყოველი ახალი გაცოფის დროს. „ავაზაკი“ პატრონი ორგანიზმის სამადლოდ სარჩენი ხდება. ამას ადვილად აღწევს და აკეთებს დნმ-შემცველი ვირუსი. მაგრამ როგორ მოიქცეს რნმ-შემცველი ვირუსი? გამოსავალი ერთია — ის უნდა გახდეს დნმ-შემცველი. ასეთი ვირუსების ცილოვან გარსში არის განსაკუთრებული ფერმენტი (უკუტრანსკრიპტაზა, ანუ როვორც მას ხშირად უწოდებენ, რევერტაზა), რომელიც რნმ-ის ძაფზე დნმ-ის სინთეზირებას ახდენს. ასეთნაირად ახლად სინთეზირებული დნმ კი ჩაერთვება პატრონი ორგანიზმის გენომში. ამ მოვლენაზე ამჟამად დიდი ყურადღებაა გამახვილებული და გაძლიერებული ტემპით ისწავლება — საქმე იმაშია, რომ ის არის თუ არა ფართოდ გავრცელებული ონკოგენურ ვირუსებში?

XX საუკუნეში ბიოლოგიის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიღწევას წარმოადგენს იმ მეთოდისა და ხერხის შემუშავება, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი გახდა დნმ-ში კოდირებული გენეტიკური ინფორმაციის გაშიფრვა, იმ გზების გამოჩვენა, რომლითაც ეს ინფორმაცია გადაეცემა ცილას, რაც თავის მხრივ შემდეგ განსაზღვრავს ფენოტიპის მთელ ნიშან-თვისებას. გენეტიკური კოდი — სიცოცხლის „ალფავიტი“ წარმოდგენილია ოთხი ნუკლეოტიდის სამმაგი შეხამება-შეუღლებით. სულ შესაძლებელია 64 ასეთი შეუღლება; მათ შორის 61 განაპირობებს ცილაში გამოყენებული ოცი ამინომჟავას კოდირებას, ხოლო 3 საბოლოო ნიშანს სვამს და მოასწავებს „ცილას სიტყვის“ დამთავრებას, მათზე ცილას სინთეზი წყდება. თითოეული ამინომჟავას კოდირება ხდება სამი ნუკლეოტიდის ურთიერთშეხამებით (ე. წ. ტრიპლეტებით, ანუ როგორც მას ზოგჯერ უწოდებენ, კოდონებით). ასეთ კოდს უწოდებენ გადაგვარებულს.

სიტყვა „გადაგვარებული“ ელერს არც თუ ისე სასიამოვნოდ და თითქოს საწყენადაც. მაგრამ ამაში საწყენის მსგავსი არაფერია. უბრალოდ, ის მიუთითებს, რომ თითოეულ ამინომჟავაზე მოდის

არა ერთი, არამედ რამდენიმე კოლონი. ანალოგიურად იმისა, რაც ზოგჯერ გვხვდება სხვადასხვა ენებში—ასობსა და ბგერებს შორის დამოკიდებულებაში. არც თუ ისე იშვიათად ერთ ბგერას შეესაბამება რამდენიმე ასო. ასე მაგალითად, ძველ რუსულ ორთოგრაფიაში იყო ორი აღნიშვნა «Ф» ბგერისათვის (ფერტი და ფიტა) და სამი აღნიშვნა «И»-სათვის («И»—უბრალო, «И»—წერტილებით და «И»—იეიცა—ძველი სლავური ანბანის ბოლო ასოს «V» სახელწოდება). 1917 წლის რეფორმამ მნიშვნელოვნად შეამცირა რუსული ორთოგრაფიის „გადაგვარება“, მაგრამ სრულებით ვერ მოსპო ის. სწორედ ამიტომ შეძლო მიაკოვსკიმ ვართიმვა—ЛЕНИВ, ЛИФТ, ПРИЛИВ—«В» და «Ф» სიტყვის ბოლოს იკითხება ერთნაირად.

რა მნიშვნელობა აქვს გენეტიკური კოდის გადაგვარებას ევოლუციისათვის? — ძალზე დიდი. ის მნიშვნელოვნად ზრდის დნმ-იდან ცილაზე ინფორმაციის გადაცემის საიმედობას. თავდაპირველად დნმ-მატრიცაზე სინთეზირდება ეგრეთ წოდებული ინფორმაციული დნმ, ისე როგორც ძირითადი ნახაზის დედანიდან ხდება სამუშაო ასლების გადაღება. ამ დროს კვლავ კოდირება არ სწარმოებს — მხოლოდ თიშინი იცვლება ურაცილით. ინფორმაციული რნმ-ის (ი-რნმ) ძაფზე ცილის პაწაწინა ფაბრიკების — რიბოსომების მეშვეობით სინთეზირდება ცილოვანი მოლეკულები. და, სწორედ რიბოსომული აპარატის უქონლობა აიძულებს ვირუსებს იყვნენ ობლიგატურნი, „ვალდებული“ პარაზიტები.

რიბოსომა „ამოიკითხავს“ სოლმე ი-რნმ-დან გენეტიკურ ინფორმაციას, თანაც ამ დროს 64 ტრიპლეტისაგან შემდგარი ალფავიტი იცვლება 20 ამინომჟავასაგან შემდგარი ალფავიტით. ამ უკანასკნელის ტრიპლეტის ნუკლეოტიდების უმეტესი ნაწილი არ არის აუცილებელი ინფორმაციის ზუსტი წაკითხვისათვის. ამიტომ, თუ წერტილოვანი მუტაცია ან ამოკითხვისას გამოცნობის შეცდომა შეეცლის, ვთქვათ, მესამე ნუკლეოტიდს, ამით უბედურება არ მოხდება — ცილაში ჩაერთვება იგივე ამინომჟავა იგივე ადგილზე.

მაგრამ, თუ მუტაცია შეეხება პირველ ან მეორე ნუკლეოტიდს? აქ მდგომარეობა რთულდება, თუმცა სავსებით უიმედობას არც აქა აქვს ადგილი, ეს პრობლემა მხოლოდ ნაწილია იმ მეტად უფრო ზოგადი საკითხისა, რომელიც გამომდინარეობს ეგრეთ წოდებული მუტაციის გარდუვალი „მავნებლობისაგან“.

მოლეკულური ბიოლოგიის მონაცემები საშუალებას იძლევა ახლებურად შეფასდეს მუტაციის მნიშვნელობა ევოლუციაში. დღემდე გავრცელებულია აზრი მუტაციის გარდუვალი მავნებლობის შე-

სახებ. თავისთავად ეს შეხედულება საკმაოდ უსაფუძვლო და არადიალექტურია. მუტაცია მაენებელია, მაგრამ რა პირობებში? ჩვენ გვქონდა საუბარი იმის შესახებ, რომ მაიმუნებში, მათი ჩვეულებრივი ულუფით კვების პირობებში, გლუკოზასაგან ვიტამინ C სინთეზირების განპირობებული ფერმენტის გენურ მუტაციას არავითარი მნიშვნელობა არა აქვს, ხოლო ადამიანებში ეს კი შეიძლება გახდეს სურავანდით დაავადების მიზეზი. შეიძლება მოვიყვანოთ უფრო თვალსაჩინო მაგალითები. ცნობილია შემთხვევები, როდესაც გენის კონცენტრაცია ჰომოზიგოტისათვის სასიკვდილოა, მაგრამ მიუხედავად ამისა, ის ნარჩუნდება პოპულაციაში, ზოგჯერ საკმაოდ მაღალი დონითაც, იმიტომ რომ ჰეტეროზიგოტებს გააჩნიათ დიდი სელექციური უპირატესობა.

ადამიანებში ცნობილია მუტაცია, რომელიც იწვევს ნამგლისებრ უჯრედოვან ანემიას (გენი S). ამ დაავადების დროს ჰომოზიგოტების ერთროციტები არა მრგვალი, არამედ ნამგლისებრი ფორმისაა. ასეთ უჯრედებში ძალზედ რთულდება ქანგბადის კავშირი და ჩეილობის ასაკში რეცესიული ჰომოზიგოტები ანემიისაგან იღუპება. ჰარდი-ვეინბერგის განტოლების თანახმად, S გენის კონცენტრაცია უნდა იყოს დაბალი. ფაქტურად კი აფრიკის ადგილობრივი მოსახლეობის რიგ რაიონებში ის აღწევს 36—40%. აღმოჩნდა, რომ ჰეტეროზიგოტები არ ავადდებიან მალარიით, ან შედარებით ადვილად იტანენ მას. დადგენილია პირდაპირი კავშირი მალარიით დაავადებასა და S გენის მატარებლობის სიხშირეს შორის. მსგავს ეფექტს იწვევს T გენი (ხმელთაშუაზღვის ქვეყნებში) და ზოგიერთი სხვა. საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ გენები, რომლებიც ვერ უზრუნველყოფენ მალარიის საწინააღმდეგო იმუნიტეტს, გადარჩევის ზეგავლენით ელიმინირებას განიცდიან (პენჯაბის, არაბეთის, სანხოხეს ჰემოგლობინის მუტანტები, რომლებმაც ეს სახელწოდება შესაბამისად აღმოჩენის ადგილის მიხედვით მიიღეს, და ბევრი სხვა). მაშ რატომაა, რომ S გენი მალარიისადმი მდგრადობით ხასიათდება?

აღმოჩნდა, რომ მოხდა წერტილოვანი მუტაცია, რომელმაც მკაცრად განსაზღვრულ ადგილზე გამოიწვია გლუტამინის მქავეს შეცვლა სხვა ამინომჟეათი — ვალინით. ამის შედეგად ჰემოგლობინი შხამიანი გახდა მალარიის პლაზმოდოფისათვის.

აქედან ჩანს, რომ გადარჩევა ემსახურება მთელი პოპულაციის ინტერესებს და თითქოს გულგრილობას იჩენს ცალკეული ინდივიდების მიმართ. ამის შედეგად შემუშავდა მექანიზმი, რომლითაც ჰომოზიგოტები SS იღუპება (მოცემულ შემთხვევაში, ყოველწლიუ-

რად მილიონამდე ბავშვი), მაგრამ თვით პოპულაცია შეგუებულობას იჩენს იმ გარემოსადმი, სადაც მნიშვნელოვან ფაქტორად წარმოდგენილია მალარიის აღმძვრელი, და მუტაცია ლეტალურია მხოლოდ მისი გარკვეული ნაწილისათვის¹.

გარდა ამისა, სხვადასხვა მუტაცია ფენოტიპის სხვადასხვანაირ ცვლილებას იწვევს. შვედაროთ მუტაცია ამპუტაციას (მოკვეთას): თავის ამპუტაცია სასიკვდილოა, ხოლო კიდურების ამპუტაცია აქვეითებს ორგანიზმის ცხოველმყოფელობას. მაგრამ ხომ არის შესაძლებელი თითის, კოჩრის, ავთვისებიანი სიმსივნის ამპუტაცია; ესენი შეიძლება იყოს არა მარტო ნეიტრალური, არამედ სასარგებლოც.

კლასიკურ გენეტიკაში მუტაციის ანალიზისათვის ხშირად იყენებდნენ ფენოტიპის აგებულების საკმაოდ მკვეთრი ცვალებადობის მოვლენებს. გენომის ასეთი ცვალებადობა ნამდვილად მნიშვნელოვნად ამცირებდა ფენოტიპის ცხოველმყოფელობას — ნულამდეც კი. ცილებში ამინომჟავათა შეცვლას ანალიზმა გენეტიკოსებს მთელი სიგრძე-სიგანით გადაუშალა მუტაციური ცვალებადობის თავისებურება.

უპირველესად ყოვლისა, კოდის გადაგვარებულობა იმას მიუთითებს, რომ ყოველი მუტაცია როდი სცვლის ამინომჟავათა თანმიმდევრობას. მაგალითად, თუ ცვლილება მოხდება ფერამენტის მოლეკულის არაფუნქციონალურ ნაწილში და მისი სტრუქტურა არსებითად არ შეიცვლება, მაშინ ცილას თვისება შეიცვლება ძალზე უმნიშვნელოდ. ასეთი უნიშვნელო ცვლილებები იწვევს ფერამენტების მოქმედების ოპტიმალური ზონის გადაადგილებას, მისი აქტივობის დაქვეითებას ან გაზრდას, სუბსტრატის მეტ-ნაკლებად შერჩევითობას, და წარმოდგენენ ძირითად მასალას ევოლუციური პროცესისათვის. ამრიგად, დარვინის დებულების ახლებური გააზრება ხდება: „ბუნება არ ქმნის ნახტომებს“. თუმცა თითოეული მუტაცია ნახტომისებურია, გენომის ხარისხობრივი ცვლილებაა. ასეთი ნახტომისებური მოვლენების დიდი უმეტესობა ფენოტიპის მხოლოდ უმნიშვნელო ცვლილებას იწვევს და იქმნება არასწორი შეხედულება თანმიმდევრულ რაოდენობრივ ცვალებადობაზე. ფენოტიპზე მუტაციათა

¹ ცნობილია ირმის ერთ-ერთი სახეობა, რომლისთვისაც ნამკლისებრ-უკრედიანი ერთროკიტები ვახდა სახეობის დამახასიათებელ ნიშან-თვისებად და გეხედება მის ყველა ინდივიდში. როგორც ჩანს, აქ S ვენის მუტაცია კომპენსირებულია ისეთი სხვა მუტაციით, რომელიც გამოირიცხავს ლეტალურ ეფექტს.

დიდი უმეტესობის სუსტი ზემოქმედების მიზეზია მუტაციის დროს ამინომჟავათა პოლარულობის შენარჩუნება.

ცილას შემადგენლობაში არსებული ამინამჟავები განსხვავდებიან ქიმიური თვისების მიხედვით. განაცალკავებენ პოლარულ და არაპოლარულ ამინომჟავებს. პოლარული ამინომჟავები ფლობენ წყლის მოლეკულასთან მკვეთრად გამოხატული მსგავსების მქონე გამოცალკევებულ ჯგუფებს, ისინი თითქოს სეკლდებადა. არაპოლარული, პირიქით, ერთიმეორესთანაა მიწებებული. ამიტომ მუტაციის შედეგად პოლარული ამინომჟავას არაპოლარულად (და პირიქით) შეცვლის დროს მკვეთრად იცვლება ცილოვანი მოლეკულის მთელი კონფიგურაცია, მისი მეორადი სტრუქტურა. ასეთი მუტაციები ხშირად ლეტალურია (S გენში მოხდა პოლარული გლუტამინის მჟავას შეცვლა არაპოლარული ვალინით). თუმცა, როგორც გაანგარიშებები უჩვენებს, გენეტიკური კოდი ისეა აგებული, რომ წერტილოვანი მუტაციები მეტ წილ შემთხვევაში არ ცვლის ამინომჟავათა პოლარულობას. ამიტომ ცილოვანი მოლეკულის კონფიგურაცია იცვლება უმნიშვნელოდ. ამჟამად მეცნიერთა უმეტესობა იმ აზრისაა, რომ ერთ მსხვილ მუტაციაზე, რომლის შედეგადაც მნიშვნელოვნად შეიცვალა ფენოტიპი და რომელიც შესაძლებელია იყოს ლეტალურიც, მოდის ასობით და ზოგჯერ კი ათასობით ჩვენთვის პრაქტიკულად შეუმჩნეველი მუტაცია. ჩვენ შეგვიძლია მათი გამოაშკარავება მხოლოდ მას შემდეგ, თუ განვსაზღვრავთ მუტანტური ფორმის ცილაში ამინომჟავათა თანმიმდევრობას.

ზოგიერთ მკვლევარს ისეთი შეხედულება შეექმნა, რომ თითქოს ევოლუცია მიმდინარეობს ცილაში ამინომჟავათა განურჩევლა (ნეიტრალური, არაშემგუებლური) ურთიერთშეცვლის დაგროვებით (ეგრეთ წოდებული „არადარვინისტული ევოლუცია“). ძნელი არ არის დანახვა, რომ ეს საკმაოდ ძველი შეცდომაა და ის წარმოადგენს სხვა არაფერს, თუ არა, როგორც რაიტის ნეიტრალური ნიშანთვისებების იდეის გადატანას მოლეკულურ დონეზე. ასეთი ალელულების გადარჩევის კოფიციენტი შეიძლება იყოს ძალზე უმნიშვნელო. ამ შემთხვევაში მუტაციის ადაპტურობა თვალსაჩინო გახდება მხოლოდ ასეული თაობის შემდეგ, ჩვენ არ შეგვიძლია მისი შემჩნევა, ისე როგორც ჩვენთვის შეუმჩნეველია მყინვარის დნობა. ხელმეორედ იბადება კითხვა — ასე შეიძლება აიხსნას დივერგენცია, სახეობათა განცალკევებულობა? როგორ წარმოიქმნება მიზანშეწონილობა ევოლუციის პროცესში გადარჩევის გარეშე?

მოლეკულურმა ბიოლოგიამ არა მარტო გაამდიდრა ჩვენი ცოდნა გენისა და მუტაციის ბუნების თაობაზე, არამედ აგრეთვე, გასაგები გახდა არაბირთვული (ციტოპლაზმატური) მემკვიდრეობის არსიც. უჯრედის ციტოპლაზმაში რალაც არაბირთვული ფაქტორების არსებობას, რომლებიც მოქმედებენ ორგანიზმის ნიშან-თვისებებზე, ლამარკისტები სთვლიდნენ (და ღღემდე მიიჩნევენ) ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან დასაბუთებელ დარვინიზმის საწინააღმდეგოდ. სხვათაშორის, მე არასოდეს ვცდილვარ შემეფასებინა მსგავსი დასაბუთების სიძლიერე. საქმე იმაშია, რომ არის გენები, რომლებიც ლოკალიზებულია ბირთვის ქრომოსომებში, და ასევე არსებობს ციტოპლაზმატური გენები, მიმოფანტული ციტოპლაზმაში. რით შეიძლება ამან სამსახური გაუწიოს შექმნილ ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის ჰიპოთეზას? მოლეკულურ გენეტიკამდე არსებულ კლასიკურ გენეტიკასაც არ შეეძლო უარეყო ამ ფაქტის არსებობა — თვითონ გენეტიკოსებმა (ჯ. კორენსმა, მენდელიზმის ერთ-ერთ ხელახლა აღმომჩენთაგანმა და ე. ბაუერმა) აღმოაჩინეს ციტოპლაზმატური მემკვიდრეობა და საფუძვლიანად შეისწავლეს ის.

ციტოპლაზმატური მემკვიდრეობის მოვლენა ყველაზე თვალსაჩინოა ეგრეთწოდებული რეციპროკური-შებრუნებითი შეჯვარების დროს. სპერმატოზოიდი პრაქტიკულად წარმოდგენილია „შიშველი“ ბირთვის სახით, ციტოპლაზმის უმნიშვნელო რაოდენობით. კვერცხუჯრედი, პირიქით, მდიდარია ციტოპლაზმით. ამიტომ, თუ პლაზმაში არის რაიმე სამემკვიდრეო ფაქტორები, მაშინ ისინი ჰიბრიდში გამოვლინდებიან მხოლოდ დედის მხრიდან. ციტოპლაზმატური მემკვიდრული ნიშან-თვისება მამის მხრიდან არ გადაეცემა. აქედან გასაგებია, რომ თუ ჩვენ ავიყვანთ მამრობითი სქესის ინდივიდს რომელიმე ნიშან-თვისებაზე შესწავლილი ჯიშისა და თუ ეს ნიშან-თვისება თაობაში არ გამოვლინდება, მაშინ საეჭვო არ არის, რომ მისი წარმომომოხი ფაქტორი ციტოპლაზმაშია.

ასეთი ციტოპლაზმატური ფაქტორები უნდა განიცდიდეს გამრავლებას, რეპლიცირებას, ისე როგორც ბირთვის გენები. წინააღმდეგ შემთხვევაში, დავუშვათ 50 გაყოფის შემდეგ, ამ ფაქტორებიდან უჯრედებში დარჩება 2^{50} -ით ნაკლები, ვიდრე საწყის უჯრედში იყო. რეპლიკაცია — გაორმაგება სამემკვიდრეო ნაწილაკის ძირითადი თვისებაა.

მაგალითად, ლაბორატორიულ პირობებში მოშენებული, ყველა-სათვის კარგად ცნობილი წყლის ტუფის ინფუზორიის ზოგიერთ ხა-

ზებს უნარი გააჩნიათ გამოყონ გარემოში ნივთიერება, რომელიც სასიკვდილოდ მოქმედებს ინფუზორიის სხვა ხაზებზე. მათ უწოდებენ „მკვლევებს“, ინგლისურად — კილერ.

აღმოჩნდა, რომ „მკვლელთა“ ციტოპლაზმაში არის პაწაწინა და ალბათ, სიმბიოტური წარმოშობის ნაწილაკები, რომლებიც შეიცავენ დნმ-ს და გააჩნიათ გამრავლების უნარი, ეგრეთ წოდებული კაპა-ნაწილაკები. თუ კაპა-ნაწილაკების დაყოფის სიჩქარე ნაკლებია თვით წყლის ტუფის დაყოფაზე (ასეთი პირობის შექმნა შესაძლებელია ექსპერიმენტში), მაშინ რამდენიმე თაობის შემდეგ შეიძლება მივიღოთ ინფუზორია კაპა-ნაწილაკების გარეშე, რომელსაც დაკარგული ექნება „მკვლელობის“ უნარი.

ინფუზორიებში შეიმჩნევა სქესობრივი რეკომბინაციის პროცესი, რომლის დროსაც ისინი გაცვლიან ბირთვებს უჯრედებს შორის არსებული ციტოპლაზმატური ხილით. თუ კაპა-სხეულაკები მოასწრებენ ამ ხილზე გაცურვას, მაშინ პეორე უჯრედი შეიძენს „მკვლელის“ თვისებას — იმ პირობით თუ მის გენომში არის გენი K. ურომლისოდაც ციტოპლაზმაში კაპა-სხეულაკების არსებობა შეუძლებელია.

ყველასათვის ცნობილია მცენარისათვის ძალზე ეფექტური ქრელი ფორმა. ასეთ მცენარეებს ხშირად აშენებენ ბაღებში. ჩვეულებრივი ფოთლების მწვანე ფერი განპირობებულია ციტოპლაზმაში არსებული ქლოროფილის შემცველი ნაწილაკებით — ქლოროპლასტებით. ქლოროპლასტები გაყოფით მრავლდებიან და გადაეცემა თაობიდან თაობაში მხოლოდ კვერცხუჯრედის საშუალებით და არა ყვავილის მტვერით. მათში არის დნმ-იც, რომელიც ძალიან მსგავსია ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების დნმ-ის. მუტაციის შემთხვევაში ქლოროპლასტები კარგავენ ქლოროფილის სინთეზის უნარს, მაგრამ გამრავლებით მრავლდებიან. ასეთი სხეულაკები გადაეცემა უჯრედიდან უჯრედებში და წარმოიქმნება რთული, მოზაიკური შეფერადების მქონე ფოთლები.

ამრიგად, შესაძლებელია ქლოროპლასტები იყოს ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების შორეული ნაშიერი, წარსულში უმაღლესი მცენარეების წინაპართა ყოფილი სიმბიონტი, ისე როგორც კაპა-სხეულაკები ინფუზორიის სიმბიონტებია?

ეს საკითხი ბოლომდე გადაწყვეტილი არ არის, თუმცა არის ფაქტები, რომლებიც საშუალებას იძლევა სერიოზულად დავფიქრდეთ. თვით ფოტომასინთეზირებელ წყალმცენარეებისათვის დამახასიათებელი სიმბიოზის მოვლენა, ამავე დროს ხომ კარგადაა ცნო-

ბილი სოკოებში, უმდაბლესებში, ბრაგაწარმოებში მარჯნაში, უქ-
დაბლეს კიებში და დიდ მოლუსკებშიც კი. ქლოროპლასტებს აქვთ
თავისი, საკუთარი რიბოსომები, რომლებიც განსხვავდებიან ჩვეუ-
ლებრივი მცენარის რიბოსომებისაგან, მაგრამ როგორც ორი წვეთი
წყალი, ისე ჰგვანან ბექტერიისა და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეთა
რიბოსომებს.

და ბოლოს, ცნობილია ცდები, რომლებშიც აღწერილია თუ
როგორი წარმატებით ახდენს ქლოროპლასტები ფოტოსინთეზს სინ-
თეტიკურ არეში და მისთვის სავსებით უცხო უჯრედებშიც კი (ის-
პანახის და იას ქლოროპლასტები კარგად გრძნობენ თავს თეთრი
თაგვის ფიბრობლასტებში — შემაერთებელი ქსოვილის უჯრედებ-
ში). ყველაფერი ეს საშუალებას იძლევა ქლოროპლასტების სიმბიო-
ტური ბუნების ჰიპოთეზა ჩავთვალოთ უფლებამოსილ შესაძლებლო-
ბად.

ციტოპლაზმატური მემკვიდრეობის ყველა სხვა შემთხვევა შე-
იძლება იყოს სხვა არაფერი, თუ არა როგორც ფესვგამდგარი სიმ-
ბიოზის, მუქთახრობისა და პარაზიტიზმის გამოვლინება? ყოველი
თითოეული შემთხვევა მოითხოვს სპეციალურ განხილვას. გამორიც-
ხული არ არის იმის შესაძლებლობა, რომ ზოგჯერ რალაც გაუგება-
რი მიზეზით გენომის ნაწილი გამოვიდეს ბირთვიდან და დაიწყოს
უჯრედის პლაზმაში დამოუკიდებელი არსებობა. ჩვენ უკვე ვიცით
პატრონი ორგანიზმის გენომში ვირუსს ღმ-ის ჩართვის უკუქცევი-
თი პროცესის შესახებ. სწორედ უკუშექცევითობით აიხსნება ეფექ-
ტი. როდესაც ბექტერიოფაგი, ადრე ბექტერიის გენომში ჩართული,
თვითონ მოულოდნელად „თავისუფლდება დანაშაულისაგან“, ხოლო
ბექტერია „იფეთქებს“ ელვისებური გამრავლებით.

სიმბიოტური წარმოშობის შესაძლებლობაზე არანაკლები პრე-
ტენდენცია მიტოქონდრიები — უჯრედის ენერგეტიკული ფაბრიკა.
მათი მეშვეობით მიმდინარეობს ადენოზინტრიფოსფატის — ატფ
სინთეზი, რომელსაც გადააქვს ენერგია თითქმის ყველა სასიცოცხ-
ლო პროცესის უზრუნველსაყოფად, ეს იქნება ცილას ბიოსინთეზი
თუ კუნთის ან ტვინის მუშაობა. მეცნიერების მიერ დიდი ხანია შე-
მჩნეულია მიტოქონდრიებსა და ზოგიერთ ბექტერიებს შორის საო-
ცარი, მორფოლოგიური მსგავსება. ამის შესახებ ამჟამად ჩვენ უფ-
რო მეტად სერიოზული დასაბუთება გავვაჩნია. მიტოქონდრიები
მრავლდებიან გაყოფით, გააჩნიათ თავისი საკუთარი ღმ, რომელიც
ბექტერიალური რგოლური ქრომოსომის მსგავსადაა აგებული, მათ
გააჩნიათ აგრეთვე რიბოსომები, თავისი სტრუქტურის ყოველგვარი

დეტალით არა ცხოველური და მცენარეული, არამედ ბაქტერიალური.

ამრიგად, დამაჯერებელია იმის მტკიცება, რომ ფორმირებულა ბირთვის მქონე ორგანიზმი სიმბიოტური წარმოშობისაა. მათში ადენოზინტრიფოსფატის სინთეზს ახდენს მიტოქონდრიები — სიმბიოტური ბაქტერიის „შთამომავალი“. მცენარეებს, სიმბიოტი-მიტოქონდრიების გარდა, გააჩნიათ კიდევ სხვა სიმბიოტური ორგანულები — პლასტიდები, ფოტოსინთეზის წამართველები. ზოგჯერ ამ ვარაუდს უარყოფენ იმ მიზეზით, რომ მიტოქონდრიის ნორმალური მოქმედებისათვის საჭიროა ფერმენტები, რომელთა შესახებ ინფორმაცია მოცემულია ბირთვში და ურომლისოდაც მათ არსებობა არ შეუძლიათ. მაგრამ სოლიტერსაც ხომ არ შეუძლია სიცოცხლე ადამიანის ნაწლავების გარეშე, თუმცა მას არაეინ არ უკრძალავს იარსებოს დამოუკიდებლად.

დღეისათვის საკმაოდ მტკიცედაა დადგენილი, რომ ციტოპლაზმატური მემკვიდრეობის არსებობის ყველა ფაქტი დაკავშირებულია ციტოპლაზმაში თვითაღწარმოებისა და არა ხელახლა წარმოქმნის უნარის მქონე სტრუქტურის არსებობით. ეს სტრუქტურები განპირობებენ უჯრედის სიცოცხლისუნარიანობის გარკვეულ მხარეებს. მათ მიეკუთვნება თვითაღწარმოების უნარის მქონე ორგანულები (მიტოქონდრიები, პლასტიდები ან მცენარის ქლოროპლასტები. უმდაბლესთა კინეტოპლასტები), სიმბიონტები (ინფუზორიის კაპა-სხეულაკები) და პარაზიტები (ვირუსები, რომლის მატარებელი დროზოფილა ძალზე მგრძნობიარე ხდება CO₂-სადმი).

ძველი, მაგრამ ძალაში მყოფი ჰიპოთეზა იმის შესახებ, რომ ციტოპლაზმატური მემკვიდრეობა განსაზღვრავს უმაღლესი სისტემატიკის ერთეულების ნიშან-თვისებებს, ხოლო ბირთვული — ნიშან-თვისებებს სახეობის ფარგლებში, აღმოჩნდა უსაფუძვლო. მიტოქონდრიები და პლასტიდები თუმცა წარმართავენ ორგანიზმისათვის მნიშვნელოვან ფუნქციებს (სუნთქვას და ფოტოსინთეზს), მაგრამ მათში არსებული გენეტიკური ინფორმაცია ბირთვულთან შედარებით ძალზე უმნიშვნელოა. ასევე უმნიშვნელო როლი უკავია ორგანულების გენური მასალის ცვლილებას ევოლუციაში, იმიტომ რომ მიტოქონდრიები და პლასტიდები უჯრედში დიდი რაოდენობითაა წარმოდგენილი.

მარტო მიტოქონდრიის ღნმ-ის მუტაცია არაერთარ ზემოქმედებას არ ახდენს სხვათა ცხოველმყოფელობაზე. ასე მაგალითად, ყურბელა ერთი ფეხის დაკარგვის შემთხვევაში მაინც ძველებური

სიჩქარით მოძრაობს. როგორც ბაქტერიისნაირთა წინაპრებს, ისე მიტოქონდრიებსა და პლასტიდებსაც პრაქტიკულად გამორიცხული აქვთ გენეტიკური რეკომბინაციისა და კროსინგოვერის უნარი, ეს კი მით უფრო ამცირებს მათი, როგორც მასალის ვარგისიანობას ევოლუციისათვის. აღსანიშნავია, რომ ბაქტერიაში გენეტიკური რეკომბინაცია შესაძლებელია მხოლოდ ეგრეთ წოდებული სასქესო ფაქტორისა და ვირუსული წარმოშობის სტრუქტურის — ეპისომის არსებობის შემთხვევაში.

ასე რომ, ყველა ცდა, გამოეყენებინათ ციტოპლაზმატური მემკვიდრეობის ფენომენები დარვინიზმის საწინააღმდეგოდ, უსაფუძვლო აღმოჩნდა. პირიქით, მოლეკულური ბიოლოგიის მონაცემების შუქზე შესაძლებლობა შეიქმნა სულ სხვაგვარად განვიხილოთ ევოლუციაში სიმბიოზის მნიშვნელობის საკითხი. სიმბიოზი არა მარტო აქტინიუმისა და კიბო-განდეგილის „თანამშრომლობაა“, არამედ პრინციპულად ახალი ჩვეულების ორგანიზმების წარმოქმნის გზაა, რომელმაც დაიპყრო ცხოველთა და მცენარეთა სამყარო.

უარყოფილია თუ არა ცენტრალური ღოგამა?

ამ ბოლო დროს, უმთავრესად პოპულარულ ლიტერატურასა და განსაკუთრებით გაზეთის ფურცლებზე, დაიწყო აჟიოტაჟი ეგრეთ წოდებული „ცენტრალური ღოგამის“ უარყოფის ირგვლივ. მკითხველთა უმეტესობას შეიძლება შეეკნობოდა შთაბეჭდილება, რომ მოლეკულურმა ბიოლოგიამ თითქოს აღადგინა ლამარკიზმი. განვიხილოთ ეს საკითხი დაწვრილებით.

პრიმიტიული ვარიანტით მოლეკულური ბიოლოგიის ცენტრალური ღოგამა შემდეგნაირად გამოიყურება:

ღწმ → რწმ → ცილა

ფაქტიურად ეს არის მოლეკულურ დონეზე გაშიფრული და გაშლილი სახე იმ სქემისა, რომელიც თავის დროზე კლასიკურმა გენეტიკამ წარმოადგინა:

გენოტიპი → ფენოტიპი,

რომელიც ნიშნავს, რომ ინფორმაცია გადაეცემა გენოტიპიდან (ღწმ) ფენოტიპს (ცილას), და არა პირიქით. ვირუსების უმეტესობაში გამორიცხულია პირველი რგოლი (ღწმ), მათი გენომი წარმოადგენილია მხოლოდ რწმ-ით. ხდება პირიქითაც: პატრონი ორგანიზმის

გენომში ჩართულ ვირუსებს არ სურთ იქონიონ ჯაქვის საბოლოო რგოლი—ფენოტიპი და მხოლოდ მათთან ერთად გადასცემენ თავიანთ გენეტიკურ ინფორმაციას.

ეს სქემა ზოგადად სწორი, მაგრამ არასრულყოფილი იყო. ამიტომ, როდესაც ამერიკელმა ვირუსოლოგმა გ. ტემინმა აღმოაჩინა ფერმენტი, რომელსაც მან რნმ-წარმმართველი დნმ-პოლიმერაზა უწოდა, ამან მოახდინა აფეთქებული ბომბის მსგავსი შთაბეჭდილება და ბევრ ეურნალისტსაც თავგზა აუბნია (და არა მარტო ეურნალისტებს). ტემინის ფერმენტი, ეს არის, თითქოს, რალაცინირად პირუტყუ წარმოდგენილი რნმ-პოლიმერაზა. ის იწვევს არა ი-რნმ-ის დნმ-ად, არამედ დნმ-ის სინთეზირებას ონკოგენურ, სიმსივნის ვირუსის მატრიცაზე. ინფორმაცია მიდის პირიქით? ასეც გადაწყვიტეს — ინფორმაცია მიდის ფენოტიპიდან გენოტიპისაკენ.

სამართლიანობა მოითხოვს იმის აღნიშვნას, რომ ტემინი არ ყოფილა ამ მოვლენის ამლოჩენის პირველი ავტორი. ნ. კოლცოვისა და ს. ჩეტვერიკოვის მოწაფე ს. გერშენზონი ბევრად ადრე (1960) საოცარ მოვლენას წააწყდა: აბრეშუმის ჭიის დნმ-ის შემცველი ჩხირისებრი ვირუსი პატრონის ორგანიზმში ჰქრებოდა; მის ნაცულად ჩნდებოდა ქრავალწახანაგა-პოლიედრები. ავადმყოფი მწერისაგან გამოყოფილი რნმ-ი ჯანმრთელში შეყვანისას იწვევდა პოლიედრებისა და დნმ-შემცველი ჩხირისებრი ვირუსების გაჩენას! ეს შეიძლება ახსნილიყო მხოლოდ იმით, რომ ბირთვული პოლიედროზის ვირუსს შეუძლია არსებობა ორი ურთიერთგარდამავალი ფორმით: დნმ-და რნმ-შემცველობით. მაგრამ გერშენზონსა და მის თანამშრომლებს არ დაუჯერეს, ნაწილობრივ იმიტომ, რომ მათ ვერ შესძლეს გამოეყოთ თვით ფერმენტი. სამწუხაროა. იგივე ტემინმა უჩვენა, რომ მთელ რიგ პირობებთან დაკავშირებით ერთი და იგივე დნმ-პოლიმერაზებს შეუძლიათ ჩართონ ინფორმაცია რნმ-დან დნმ-ში.

მაგრამ, რა ვუყოთ ცენტრალურ დოგმას?... საკითხი იმაში მდგომარეობს რომ, ჩავთვალოთ რნმ-ი ფენოტიპად თუ გენოტიპად. რნმ-ი ორმაგია: ტრანსპორტული რნმ, რომელსაც ამინომჟავები გადააქვს რიბოსომებში, და რიბოსომული რნმ, რომელსაც ფენოტიპს აკუთვნებენ. ხოლო ვირუსული რნმ-ი, რადგანაც ის ვირუსის გენომს წარმოადგენს, ამიტომაც უნდა იყოს გენოტიპური. ინფორმაციული რნმ (ი-რნმ) თითქოს შუალედურ მდგომარეობას იკავებს — წარმოადგენს რა გენის ზუსტ ტვიფარს, მას შეუძლია დაიბრუნოს წინანდელი მდგომარეობა. არსებობს სავსებით დასაბუთებული ჰიპოთეზა მასზედ, რომ ყველა რნმ-შემცველი ვირუსები ადრე იყვნენ დნმ-

შემცველი, ხოლო შემდეგ, მათი განვითარების ციკლიდან რალაც-ნაირად გამოეთიშა ღნმ-ის სტადია. თუმცა ისიც მოსალოდნელია, რომ ეს მოვლენა აღსდგეს ისე, როგორც ამას ადგილი აქვს ონკოგენურ ვირუსებში.

თუ ჩვენ გენს გაავიგივებთ ღნმ-თან, მაშინ შეიძლება საუბარა ცენტრალური ღოგმის დამსხვრევაზე. მაგრამ, ისე როგორც ციტოპლასმატური მემკვიდრეობის შემთხვევაში, როდესაც გენების არსებობა შეზღუდული იყო ბირთვით, აქაც ადგილი ექნება ბრძოლას შეთხზულ მოწინააღმდეგესთან.

ტერმინის აღმოჩენით პრესაში გამოწვეული ხმაურის შემდეგ, „ცენტრალური ღოგმის“ ერთ-ერთი შემქმნელი ფ. კრიკი გამოვიდა სპეციალური განმარტებით. მან გენეტიკური ინფორმაციის გადატანის ყველა შესაძლებელი გზა დაჰყო სამ ჯგუფად — ზოგადი, სპეციალური და უცნობი. თითოეულ ჯგუფში სამი არხია. ზოგადი გზების ჯგუფი ჩვენ უკვე ვიცით:

1. ღნმ — ღნმ; პროცესი, რომელიც ჯერ კიდევ ნ. კოლცოვის მიერ იყო პოსტულირებული. ეს გენის თვითგაორმაგებაა, რომელიც ხორციელდება ბაქტერიალური უჯრედის, ქლოროპლასტისა და მიტოქონდრიის თითოეული დაყოფის, თითოეული მიტოზის დროს.

2. ღნმ — რნმ; პროცესი, რომლის დროსაც ხდება რნმ-ის სინთეზი ღნმ-ის მატრიცაზე. ასეთი გზით სინთეზირდება ტრანსპორტული, რიბოსომული და ინფორმაციული რნმ (ეგრეთ წოდებული ტრანსკრიპცია).

3. რნმ — ცილა? ტრანსლიაციის პროცესი, ანუ ცილას ჯაჭვას სინთეზი რიბოსომებში, სადაც ხდება ირნმ-დან ინფორმაციის ამოკითხვა. ეს პროცესი ქმნის საფუძველს ფენოტიპის ასაგებად.

ინფორმაციის გადაცემის მეორე, ე. წ. სპეციალური ჯგუფი. ასევე ცნობილია ჩვენთვის:

1. რნმ — რნმ; ეს რნმ-შემცველი ვირუსების, მაგალითად, თამბაქოს მოზაიკური ვირუსის სინთეზია. ვასაგებია, რომ ეს პროცესი შეიძლება განხორციელდეს არა თითოეულ უჯრედში, არამედ მხოლოდ იმ უჯრედში, რომელიც დასნებოვნებულია ვირუსით.

2. რნმ — ღნმ; ვირუსული რნმ-ის მატრიცაზე ღნმ-ის სინთეზი, ხოლო შემდეგ პატრონი ორგანიზმის გენომში ჩართვა. ამ პროცესთან დაკავშირებით მოხდა მძაფრი კამათი ცენტრალური ღოგმის თაობაზე. ჩვენთვის უკვე ცნობილმა ტემინმა, ამ ბოლო დროს, წამოაყენა საკმაოდ გაბედული ჰიპოთეზა: მან ივარაუდა, რომ ასეთ სინთეზს ადგილი აქვს ჩვეულებრივ უჯრედებში; ინფორმაციული

რწმ-ი შეიძლება ხელახლა გადავიდეს დწმ-ის სტადიაში და დაუბრუნდეს გენომს. მასვე შეუძლია გადავიდეს უჭრედიდან უჭრედში „დაასენიანოს“ ის ინფორმაციით. ასეთ მოლექულებს ტემინი უწოდებს ვირუსსაწინააღმდეგოებს და ვარაუდობს, რომ მუტაციის შედეგად „გაცოფებული“ ვირუსსაწინააღმდეგო შეიძლება გახდეს ონკოგენურ ვირუსად. ჰიპოთეზა მეტად მიმზიდველია, განმარტავს კვერცხუჭრედიდან ორგანიზმის ჩამოყალიბების ბევრ პრობლემას. კარგი იქნებოდა ასეთი ვირუსსაწინააღმდეგოების აღმოჩენა, მაგმამგრამ მათი არსებობის შესახებ ჭერჭერობით არავითარი დასაბუთება არ გავაჩნია.

3. დწმ — ცილა; რიბოსომების „მუშაობისათვის“ ერთდაფიანი დწმ-ის მატრიცად გამოყენების პროცესის აღწარმოება შესაძლებს ლაბორატორიულ პირობებში. ბუნებაში ის არ შეიმჩნევა, მაგრამ როგორც მიუთითებს კრიკი, მისი არსებობა სავსებით შესაძლებელია ნებისმიერ ვირუსებში, განსაკუთრებით ერთდაფიანი დწმ-ის შემცველებში.

და ბოლოს, მესამე — გენეტიკური ინფორმაციის გადატანის უცნობი ჭგუფი:

1. ცილა — ცილა; ცილის სინთეზი ცილისავე მატრიცაზე. ეს არასოდეს არ ყოფილა შემჩნეული და მით უფრო ნაკლებია შანსი ოდესმე მის აღმოჩენაზე. გარკვეული გამოხმაურება გამოიწვია გრამიციდინის ჭგუფის ანტიბიოტიკების აღმოჩენამ. მათი ციკლური, ათობით რგოლიანი ჭაჭვი, რომელიც შეიცავს უჩვეულო და ჩვეულებრივი მატრიცული სინთეზისათვის უსარგებლო ამინომჟავებს. წარმოიქმნება მხოლოდ ორი ფერმენტით. მაგრამ ინფორმაცია ამ ფერმენტების შექმნის შესახებ ასევე მოდის გენომიდან.

2. ცილა — რწმ, ანუ რწმ-ის სინთეზი ცილას მატრიცაზე. ეს პროცესიც არ არის შემჩნეული და თერმოდინამიურად საექვოა ამის შესაძლებლობა. ფაქტიურად ეს რიბოსომების მუშაობის ციკლის შებრუნებულ პროცესია.

3. ცილა — დწმ; ცილას მატრიცაზე დწმ-ის ჰიპოტეტური სინთეზი. ეს პროცესი, რბილად რომ ვთქვათ, იმდენად ნაკლებად შესაძლებელია, როგორც სხვა, ზემოთ აღწერილი პროცესები. შეგახსენებთ კიდევ, ეგრეთ წოდებულ სტერილური შეუთავსებლობის შესახებ — არ არის არავითარი მსგავსება კოდონსა და იმ ამინომჟავას შორის, რომელიც თვით მას განსაზღვრავს. იმისათვის, რომ ინფორმაცია გადავიდეს „კოდონიდან ამინომჟავაში“, საჭიროა ადაპტური, შუამავალი — ტრანსპორტული რწმ, რომლის ერთი ბოლო

ახდენს კოდონის (ეგრეთ წოდებული ანტიკოდონის) ამოცნობას, ხოლო მეორე მიიერთებს ამინომჟავას.

ლამარკისტების დაჩემებას „ცენტრალური დოგმის“ დამხობის თაობაზე შეიძლება ჰქონოდა აზრი, თუ აღმოჩენილი იქნებოდა ინფორმაციის ამ სამ გადამტანთაგან ერთ-ერთი მაინც. ამასთანავე, იმ პირობით, თუ რალაც გარემო ფაქტორი, ცილაში ამინომჟავათა თანმიმდევრობის ცვლილების ნიადაგზე, გამოიწვევდა მომავალ თაობებში შემგუებლურ ცხოველმყოფელობის გაზრდას, და რაც თავის მხრივ განაპირობებდა გენომის შესატყვის ცვლილებას. არაფერი ამის მგავსი არ არის შემჩნეული. გარდა ამისა, რაც უფრო მეტად ვეცნობით უჯრედში გენეტიკური ინფორმაციის გზებს, მით უფრო ნაკლები ხდება მსგავსი აღმოჩენის შესაძლებლობის ალბათობა. „ცენტრალური დოგმის“ მოჩვენებითი მარცხი სინამდვილეში მიმართულია მხოლოდ მის განსამტკიცებლად.

ასე რომ ანტიდოგმატიკებმა, უფრო ზუსტად — ანტიდარვინისტებმა, ურიგო არ იქნება გაიხსენონ ძველი ჩინური ანდაზა; „თუ მეგობარს მოუთმენლად ელოდები, ნუ მიიჩნევ საკუთარი გულის ცემას მისი ცხენის ფეხის ხმად“.

ვინ უფრო ვაკვირია: ბაქტერია თუ ალგონანი?

მოძღვრება გარემო პირობების მიმართული მოქმედებისა და მიზანშეწონილობის შესახებ ყველაზე ხანგრძლივად შემორჩენილი იყო მიკრობიოლოგიაში. ამის მიზეზიც არსებობდა.

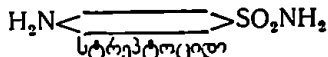
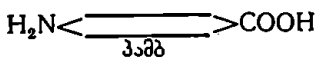
მიკროორგანიზმები, კერძოდ პათოგენური ბაქტერიები, აღმოჩნდნენ საოცრად ცვალებადნი და ადვილად შეგუებულნი ახალი ფაქტორის მიმართ. 1910—1917 წლებში ფრანგმა ბაქტერიოლოგმა ფ. დე ერელმა აღმოაჩინა, პირველად კალიას კოკის ბაცილაში, ხოლო შემდეგ დიზენტერიის ბაცილაში ვირუსები, რომლებმაც ბაქტერიოფაგის სახელწოდება მიიღეს (ამჟამად მათ შემოკლებით უწოდებენ ფაგებს). ბოლოს და ბოლოს ფაგები აღმოჩენილი იქნა ბევრ ბაქტერიაში და ამის ნიადაგზე სწრაფად შეიქმნა მედიცინის ახალ დარგი — ფაგური თერაპია — ავადმყოფების მკურნალობა ფაგებით.

სამწუხაროდ, მედიკებს უბედურება შეემთხვათ. ფაგები, რომლებიც დასაწყისში აქტიურად მოქმედებდნენ და ხოცავდნენ ბაქტერიებს, შემდგომ ჰკარგავდნენ ამ უნარს. ეს მოვლენა მხოლოდ ახლაა გასაგები. მას საფუძვლად უდევს პარაზიტიზმის ევოლუციის ადრე ცნობილი პრინციპი — გადარჩევა პატრონი ორგანიზმისათვის

ნაკლები ზიანის მიყენებით. მართლაც, რა სარგებლობას მოუტანს პარაზიტს, თუ ის დახოცავს თავისი პატრონი ორგანიზმის მთელ პოპულაციას, ამის შედეგად ის ხომ თვითონაც დაიღუპება. ამიტომ ფაგური თერაპიის მსვლელობის დროს ავტომატურად გამოყოფენ მკვდარ ფაგებს, რომლებიც არ იწვევს ბაქტერიის სიკვდილს და რომელთაგან ბოლოს და ბოლოს რჩება მხოლოდ დნმ. ეს უკანასკნელი კი ჩაერთვება პატრონი ორგანიზმის გენომში. გარდა ამისა, ბაქტერიები, რომლებსაც გააჩნიათ თავიანთ გენომში ასეთი ფაგი (პროფაგი, როგორც უწოდებს მას ფრანგი მკვლევარი ანდრე ლეოვი) აღმოჩნდებიან ლიზოგენური, ესე იგი, ისინი მცირე რაოდენობით გამოყოფენ აქტიურ ფაგებს, რომლებიც იწვევს ხსნადობას, სხვა შტამის ბაქტერიის უჯრედის ლიზისს, ხოლო თვითონ არ განიცდის ხელშეორედ „დასნებოვნებას“ იმავე შტამის ფაგით. პარაზიტისა და პატრონი ორგანიზმის ორმხრივი სარგებლობა! მართალია, ამ იდილიაში იყო შავი ლაქა: უკუქცევითი ანუ სუპრესორული მუტაციის შედეგად პროფაგს შეეძლო დაბრუნებოდა აქტიურ მდგომარეობას, გაენადგურებინა მთლიანად პატრონი ორგანიზმი.

მაგრამ ამ ცბიერი მექანიზმის შესახებ, რომელიც საყსებით მოკლედ აღვწერთ, ჩვენ მხოლოდ ახლახან გავიცეთ. 20—30-იან წლებში ბაქტერიის ფაგისადმი „ლამარკისებური“ შეგუებულობა ბევრს უდავო ეგონა. აღმოჩნდა, რომ შემგუებლობით ხასიათდება არა ბაქტერიები, არამედ ფაგი.

არანაკლები მწარე ხვედრი ხვდა წილად ექიმებს პრაქტიკაში სულფამილური პრეპარატების დანერგვიდან ცოტა ხნის შემდეგ. დასაწყისში ეს პრეპარატები (იგივე სულფანილამიდი, ცნობილი თეთრი სტრეპტოციდის სახელწოდებით) საკმაოდ ძლიერმოქმედნი იყვნენ ბევრი დაავადების წინააღმდეგ, მაგრამ შემდგომში სწრაფად დაკარგეს ეფექტურობა. შესაძლებელი გახდა გაგვეგო თუ რატომ მოხდა ეს. აღმოჩნდა, რომ სტრეპტოციდი თავისი აგებულებით ძალიან ჰგავს პარაამინობენზონის მკეავს (პაბმ):



დასაწყისში სტრეპტოკოკებს „ეშლებოდათ“ ეს ნივთიერება და ცდილობდნენ მოეხდინათ სტრეპტოციდისაგან ისეთი მნიშვნელოვანი ვიტამინის სინთეზირება, როგორიცაა ფოლინის მკეავა (ის, რასაც ჩვენ ვუწოდებთ B ვიტამინს). ამ რეაქციის განპირობებული ფერმენტი მკვიდროდ უკავშირდებოდა სტრეპტოციდის მოლეკულას და სტრეპ-

ტოკოი ილუპებოდა ავიტამინოზისაგან. ასე მიმდინარეობდა მანამდე, სანამ არ გამოჩნდა სტრეპტოციდის მიმართ მდგრადი შტამები. მათი ფერმენტები კარგად „არჩევდნენ“ პამპ-ის და სტრეპტოციდის მოლექულებს ერთმანეთისაგან. ზოგჯერ „შეჩვევის“ პროცესი მიმდინარეობდა სხვა გზით: ბაქტერიის ერთ-ერთი ფერმენტთაგანი უნარს იჩენდა გამოეთიშა მავნებელი ნივთიერება, ან კიდევ იზრდებოდა უჯრედის გარსის სელექტიურობა და ნივთიერება ვერ აღწევდა უჯრედში.

მესამე, ყველაზე დიდი აღმოფოთება გამოიწვია მედიცინაში ანტიბიოტიკებმა. როდესაც მედიცინის პრაქტიკაში ფართოდ დაინერგა პენიცილინი, ისეთი ვითარება შეიქმნა, თითქოს ავადმყოფობის გამოწვევებზე ბაქტერიებზე გამარჯვების ოქროს ეპოქა დადგა. პენიცილინი უჯრედის გარსის ზრდის ბლოკირებას ახდენდა და ბაქტერია იზრდიდა რა თავის მასას, ბოლოს და ბოლოს სკდებოდა. მაგრამ მიკრობები სწრაფად შეეგუენ ანტიბიოტიკს. პენიცილინი შეცვალა ახალმა ანტიბიოტიკმა, რომელსაც მოქმედების სულ სხვა მექანიზმი გააჩნდა. აქაც, მიკრობებმა კვლავ უპასუხეს შემგუებლური ცვალებადობის აფეთქებით. დამარცხებული მტერი ისევ ზეზე დგებოდა და კვლავ ერთვებოდა ბრძოლაში. ეს პაექრობა ათეული წლობით გრძელდება.

კიდევ ერთი მაგალითი: ანტიბიოტიკ სტრეპტომიციინზე დიდ იმედებს ამყარებდნენ. ყველასათვის ცნობილი სტრეპტომიციინი უკავშირდება ბაქტერიის რიბოსომებს (აღამიანის რიბოსომას ის არ უკავშირდება), ესენი კი ამ შემთხვევაში იბულებულნი არიან „იერუნ“ და ამოიკითხავენ რა ინფორმაციას ირმ-დან, იწყებენ დეფექტური ცილის სინთეზირებას. ერთ პერიოდში სტრეპტომიციინი იყო ძალზე ეფექტური, მაგრამ სულ მალე გამოვლინდა მის მიმართ მდგრადი შტამები. გარდა ამისა, წარმოიქმნა ისეთი შტამებიც, რომელთა ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის სტრეპტომიციინი აუცილებელი იყო!

მსგავსი შტამების წარმოქმნის საქმეში არანაკლები როლი ითამაშეს უვიცმა ექიმებმაც, რომლებიც ანტიბიოტიკის ძლიერი მოქმედების სიფრთხილის მიზნით, გამოსწერდნენ ხოლმე დაბალ, მიკრობისათვის სუბლეტალურ დოზას, მერე კი აიჩეჩავდნენ მხრებს და ამბობდნენ, რომ ავადმყოფი(!) ანტიბიოტიკს მიგჩვიაო. მაშინ როდესაც, ჯერ კიდევ პენიცილინის აღმომჩენი ალექსანდრე ფლემინგი წერდა, რომ მიკრობთან საჭიროა ტოტალური ბრძოლის წარმოება მძლავრი დოზების გამოყენებით.

შეგუებულობითი ცვალებადობის კაზუსს ლამარკისტები თითქოს ადვილად ხსნიდნენ: ბაქტერიები შეგუებულობით შეიცვალნენ, იმიტომ, რომ თვით ორგანიზმების ბუნებაში ჩაქსოვილია უნარი ადაპტაციისადმი—შემგუებლური, მიზანმიმართული ცვალებადობისადმი. მაგრამ დარვინის შეხედულებაზე მდგომი მკვლევარები ამას არ იზიარებდნენ. ყველა ექსპერიმენტი, რომელიც ეხებოდა ბაქტერიის მდგრადობის გამომუშავებას ფაგისადმი, შხამისა და ანტიბიოტიკებისადმი, არ იყო წმინდა ხასიათის. ბაქტერიები მათთვის სასურველ პირობებში იყოფა 20—30 წუთში, ერთი ბაქტერიის თაობა იზრდება გეომეტრიული პროგრესიით და მოკლე პერიოდში ითვლის მილიონსა და ასობით მილიონს. გარდა ამისა, ბაქტერიები ჩვეულებრივ პაპლოიდურია — მათ გააჩნიათ მხოლოდ ერთი გენური კრებული, ამიტომ ნებისმიერი მუტაცია, თუნდაც რეცესიული, მაშინვე გამოვლინდება თაობაში. მდგრადობა შეიძლება წარმოიქმნას შემთხვევით, მუტაციის შედეგად, ხოლო ასეთი ტემპით გამრავლებისას გადარჩევა მაშინვე ანადგურებს წინაპრულ ტიპს და ინარჩუნებს მუტანტებს. იმისათვის, რომ გაკეთებულიყო არჩევანი ლამარკიზმსა და დარვინიზმს შორის, საჭირო იყო წმინდა ექსპერიმენტი, რომელშიც შეიძლებოდა შეფასებულიყო პირდაპირი შეგუებულობისა და გადარჩევის როლი.

ორმა ბრწყინვალე ექსპერიმენტმა ერთხელ და სამუდამოდ წერტილი დაუსვა იმ საკამათო საკითხს, რომელიც არსებობდა დარვინისტებსა და ლამარკისტებს შორის მიკრობიოლოგიაში. ალბათ, ექსპერიმენტი მარტო ფიზიკაში სწყვეტდა ერთმნიშვნელოვნად ესოდენ კაპიტალური მნიშვნელობის საკითხებს, რომლებიც საფუძვლად უდევს მთელ თანამედროვე ბუნებისმეტყველებას.

დავიწყოთ მ. დელბრიუკის² და ს. ლურიას, ეგრეთ წოდებული ფლუქტუაციური ექსპერიმენტით, რომელიც ჩატარდა 25 წლის წინათ. მასში გაოცებას იწვევს მკაცრი მათემატიკური მიდგომა ამოცანის ამოხსნისადმი.

დელბრიუკი და ლურია ასე მსჯელობდნენ: ავიღოთ რიგი სინჯარებისა თხიერი არეთი და თითოეულ მათგანში მოვათავსოთ მცირე რაოდენობით ბაქტერიები. ოთახის ტემპერატურის დროს მათი დაცოფის ვადა დაახლოებით ერთი საათია. ერთი საათის შემდეგ 100

² სიტყვამ მოიტანა და, მაკს დელბრიუკი, შემდეგში დ. უოტსონის მასწავლებელი, ფიზიკოს-ატომისტი, ნ. ტიმოფეევი-რესოსკის მიერ იქნა „გადაცდენილი“ ზიოლოგიაში (ნიკოლოზ ვლადიმერის ძეს ის არა ერთადერთი „მსხვერპლია“).

ბაქტერიიდან მიიღება 200, ორი საათის შემდეგ — 400, ათი საათის შემდეგ — 10000-ზე მეტი. როდესაც ბაქტერიები საკმაოდ გამრავლდებიან, ავიღოთ თითოეული სინჯარიდან რამდენიმე ნიმუში და დავესლოთ პეტრის ფინჯანებში ანტიბიოტიკის შემცველ აგარზე. ბაქტერიები, რომლებიც ანტიბიოტიკის მიმართ არ არიან შეგუებულნი, დაიხოცება. თითოეული მდგრადი, როგორც მიკრობიოლოგები ამბობენ, რეზისტენტული უჯრედი, საფუძველს მისცემს კოლონიის დაწყებას, რომელიც შესამჩნევი იქნება შეუიარაღებელი თვალითაც.

თუ ლამარკი სწორია მასზედ, რომ ბაქტერიებში რეზისტენტულობა წარმოიქმნება ანტიბიოტიკზე შეგუებულობითი რეაქციის შედეგად, მაშინ რეზისტენტული კოლონიის წარმოქმნის შესაძლებლობა ერთნაირი იქნება როგორც ერთი სინჯარიდან, ასევე სხვა დანარჩენი სინჯარებიდან აღებულ ნიმუშებში. ალბათობის მაჩვენებელი შეიძლება დავითვალოთ — ის უნდა განაწილდეს პუასონის წესის თანახმად. პუასონის გადანაწილების წესი გამოირჩევა ერთი დამახასიათებელი თვისებით: მისი საშუალო რიცხვი დისპერსიის — საშუალოდან გადახრის მაჩვენებელი სიდიდის — ტოლია.

და თუ მართალია დარვინი? მაშინ მდგრადი უჯრედების გამოვლენის შესაძლებლობა სულ სხვანაირი უნდა იყოს. დავუშვათ, რომ თითოეულ სინჯარაში გამოვლინდა მდგრადი, რეზისტენტული ბაქტერია. მაგრამ პირველ სინჯარაში ეს მუტაცია მოხდა პირველსავე საათში, მეორეში — მეხუთე საათში, მესამეში — ბოლო, მეათე საათში შხამიან არეში დათესლვის წინ. მაშინ პირველ სინჯარაში მდგრადი ბაქტერია აღმოჩნდება 1000-ზე მეტი, მეორეში — მხოლოდ 32, ხოლო მესამეში — მარტო ერთი. აქ დისპერსია ასჯერ მეტი უნდა იყოს საშუალოზე. ალბათობის გადანაწილება აქ მიმდინარეობს არა პუასონის წესით, არამედ ეგრეთ წოდებული კაუსონ-ლის განაწილების წესით, რომელიც სპეციალურად დამუშავებულია მსგავსი შემთხვევებისათვის.

მოფიქრებული და დაყენებულ იქნა ექსპერიმენტი, რომელიც შემდეგ მრავალჯგზის მოწმდებოდა. სწავლობდნენ მდგრადობის მოვლენის წარმოქმნას სხვადასხვა ანტიბიოტიკების, შხამისა და ბაქტერიოფაგის მიმართ. ყველა შემთხვევაში მიღებულ იქნა მკაფიო და ერთაზროვანი პასუხი: დისპერსია ასჯერ სჭარბობს საშუალოს. მართალი აღმოჩნდა დარვინი, და არა ლამარკი. ზემოთ ხსენებული ექსპერიმენტები არ ითვალისწინებდა იმას, რომ აქ ადგილი აქვს ორ, ურთიერთშემხებ პროცესს — ბაქტერიის დნმ-ის შემთხვევით ცვალებადობას (მუტაციას) და ბაქტერიალური პოპულაციის ზრდას. მიკ-

რობიოლოგები, ჩვეულებრივ, მხოლოდ მიუთითებენ შხამის მიმართ ბაქტერიის ადაპტაციაზე ჩატარებული ცდების „ცუდ აღწარმოებაზე“. დელბრიუკმა და ლურIAM ერთგვარად განმარტეს ამ მოვლენის მიზეზები.

საგულისხმოა, რომ შეძენილ ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობის მომხრეებიც არ ცდილობენ უარყონ ეს ექსპერიმენტი, რომელმაც ფლუქტუაციური ანუ სტატისტიკურის სახელწოდება მიიღო. ეს უმადურობაა. ბევრად უფრო ადვილია მისი მიჩქმალვა. მე შესაძლებლობა მქონდა მომესმინა ლამარკისტების მოხსენებები, რომლებშიც ისინი შხამის მიმართ ბაქტერიის შეგუებულობას უწინდებურად იხილავენ, როგორც ლამარკიზმის რაღაც სასარგებლო სადღესასწაულო რამეს. იცნობენ თუ არა ისინი დელბრიუკის ცდებს? მათი მეცნიერული სინდისისათვის უკეთესი იქნებოდა ამ ცდების არცოდნა. მაგრამ, მეორე მხრივ, უვიცობა არ არის არგუმენტი. ძნელია იმის თქმა, თუ რომელია უკეთესი.

დელბრიუკისა და ლურIის ცდების მათემატიკური ანალიზის სირთულე ძნელი გასაგებია იმ პირთათვის, რომლებიც არ ერკვევიან მათემატიკაში. ბევრად უფრო ადვილი გასაგებია ვ. ლედერბერგისა და ე. ლედერბერგის ექსპერიმენტი. ეს ავტორები დიდი რაოდენობით იღებდნენ პეტრის ფინჯანებს აგარით და თესლავდნენ მათში ანტიბიოტიკის მიმართ მგრძობიარე ბაქტერიის კულტურას. აგარზე იზრდებოდა მიკრობთა ათასობით კოლონიის მთელი გროვები, თითოეული ამ გროვათაგანი წარმოიქმნებოდა ერთი უჯრედიდან. და თუ შემდეგ აგარის ზედაპირს გადაეფარებთ სტერილური ბარხატის ნაჭერს, მიეკვრება რა მის ხაოებზე ბაქტერია, შეიძლება ის გადავიტანოთ სხვა პეტრის ფინჯანში. მივიღებთ ყველა აღრინდელი კოლონიის ზუსტ ამონაბეჭდს. ლედერბერგის ცდაში ასეთი გზით მიღებულ კოლონიათა ამონაბეჭდები გადაჰქონდათ აგარზე, რომელიც შეიცავდა ანტიბიოტიკს საწყისი შტამისათვის მომავლინებელა კონცენტრაციით. აი ასე აღმოჩნდა, რომ თუ კოლონიების რიცხვი საკმაოდ დიდია, მაშინ მათ შორის აუცილებლად აღმოჩნდება ერთი კოლონია მაინც, რომელშიც იქნება ანტიბიოტიკის მიმართ რეზისტენტული ბაქტერიები, და ამგვარად, დედისეული კოლონიაც გვევლინება რეზისტენტულად. აქ შემგუებლობითი რეაქციის თეორია განიცდის სრულ კრახს. ორგანიზმს არ ძალუძს შეეგუოს ისეთ ფაქტორს, რომელთანაც მას მანამდე არასოდეს არ ჰქონია კავშირი. ასეთი მოვლენის რეალურობა აღემატება არა მარტო ძალის გონიერულ უნარს, არამედ მაიმუნის გონიერებასაც და საოცრების აღიარების

ტოლფასია. ყოველთვის ადამიანსაც არ გააჩნია უნარი იწინასწარმეტყველოს და წარმატებით გადალახოს ყოველგვარი ახალი ფაქტორი. გავიხსენოთ, რომ ადრე არსებული კამათი, შეუძლია თუ არა ადამიანს ცხოვრება უწონადობის პირობებში, შეწყდა მხოლოდ იმის შემდეგ, რაც კოსმოსში გაშვებულ იქნა ძალლი ლაიკა. რად უნდა მივაწეროთ ბაქტერიას ისეთი უნარიანობა, რომელიც აღემატება ჩვენსას? ბოლოს და ბოლოს ეს თავისი თავის უპატივცემულობაა.

გავიხსენოთ ერთი კურიოზული ჰიპოთეზა, რომელიც ამტკიცებს, რომ ადეკვატური, შემგუებლობითი ცვალებადობა ახასიათებს უმდაბლეს ორგანიზმებს, ხოლო უმაღლესებისათვის დამახასიათებელია არაადეკვატური, მუტაციური (დარვინის მიხედვით განუსაზღვრელი ცვალებადობა). ეს ჰიპოთეზა შეიძლება მისაღებად ჩაითვალოს მაშინ, თუ მისი ავტორი დაასაბუთებს რატომ დაიკარგა ესოდენ ისეთი საუკეთესო თვისება, როგორცაა შეგუებულობის უნარი დბაალი ორგანიზმიდან მაღალისაკენ. ევოლუციის პროცესში, თანაც პირდაპირ, გადარჩევის გარეშე? ჩემი აზრით, არც ერთი ჩვენთაგანი უარს არ იტყოდა ამ თვისებაზე.

ამასთანავე, შხამის მიმართ რეზისტენტული ფორმების წარმოქმნა ცნობილია არა მარტო მიკროორგანიზმებში. პრინციპში გადარჩევას შეუძლია გამოიწვიოს ისეთი ფორმების წარმოქმნა, რომლებიც სიცოცხლისათვის უმნიშვნელო პირობებშიც იარსებებენ. მაგრამ, უმაღლეს ორგანიზმებში ზრდის ტემპი, თაობის ცვლა ბევრად უფრო ნელა მიმდინარეობს, ვიდრე მიკრობებში. მართალია, ცხოველებსა და მცენარეებს გააჩნიათ უპირატესობა — ისინი დიპლოიდურია და თავიანთ გენოტიპში ფარული სახით ინარჩუნებენ გენეტიკური ცვალებადობის დიდ რეზერვს, როგორც მარაგს, რასაც ყოველად მოკლებულია ჰაპლოიდური მიკრობები.

დღტ-ს და ანალოგიური პრეპარატების დღემდე გაუმართლებლად გამოყენებამ იქამდე მიგვიყვანა, რომ წარმოიქმნენ მათ მიმართ მავნე მწერების მდგრადი რასები. ოთახის ბუზზე ჩატარებულმა ცდებმა უჩვენა, რომ თუ პოპულაცია ჰეტეროგენურია, 4—7 თაობის შემდეგ მდგრადობა დღტ-ს მიმართ ასჯერ იზრდება. პირიქით, სუფთა ხაზში; სადაც გენები ერთნაირია, გადარჩევა უძლურია — აქ გადასარჩევი არაფერია, გარდა ახლად წარმოქმნილი მუტაციისა, როგორც ეს იოგანსენმა დაადგინა.

საინტერესოა, რომ ისე როგორც მიკრობების შემთხვევაში, მწერებშიც მდგრადობა, შხამის მიმართ რეზისტენტობა შეიძლება წარმოიქმნას სხვადასხვა გზით. მწერების ერთი ნაწილი ეგუება ორ-

განიზში შეღწეულ შხამს, მეორე ნაწილს ეზრდება ქიტინის საფარველის შეუღწევადობა, ხოლო მესამე ნაწილს უმუშავდება მტკიცე რეფლექსი თავი აარიდოს მოწამლულ ადგილს.

ჯანმრთელობის დაცვის საერთაშორისო ორგანიზაციის სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, ჯერ კიდევ 1963 წელს ცნობილი იყო ინსექტიციდების მიმართ მავნე მწერების არანაკლებ 81 მდგრადი რასა. რამდენია ახლა?

საკიროა ხაზი გაესვას იმას, რომ ესოდენ ძლიერი ფაქტორების მიმართ ადაპტაცია უქმად არ მიმდინარეობს. ყველა რეზისტენტული ფორმა, მეტ-ნაკლები მაჩვენებლით, „მახინჯია“ — მათ ახასიათებთ შენელებული ზრდა, ნაყოფიანობის დაქვეითება, არც თუ ისე იშვიათია ნორმიდან მორფოლოგიური გადახრები. ლამარკიზმის შეხედულებით ამის ახსნა შეუძლებელია. თუ რეზისტენტობაზე გადაარჩევა შეწყდება, მაშინ „წინაპრული ნორმალი“ ძალზე სწრაფად ავიწროებს მდგრად რასას. ამას მეტად საკირო პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს: ადაპტაცია არ წარმოიქმნება ფატალური გარღვევალობისაგან, და თუ მიკრობთა მუტანტური შტამები შეიზღუდა ჩვეულებრივით, მაშინ ძველი ანტიბიოტიკები კვლავ ეფექტური გახდებიან. იგივე ეხება მწერების, ტკიპების, მრგვალი ჭიების ნემატოდების მდგრად ფორმებსაც.

რეზისტენტობის წარმოქმნის მაგალითი ცნობილია ხერხემლიანებშიც. ამ ბოლო წლებში თავგებისა და ვირთავგების საწინააღმდეგოდ ფართოდ იყენებენ ანტიკოაგულანტებს. ეს შხამი არ არის, ამ სიტყვის სრული მნიშვნელობით, მაგრამ ისინი სისხლს უკარგავენ შედეგების უნარს, ცხოველები იხოცებიან შინაგანი სისხლჩაქცევით. ევროპის ზოგიერთ ადგილებში უკვე აღმოჩენილია ანტიკოაგულანტის მიმართ მდგრადი ვირთხას პოპულაცია. დადგენილია, რომ რეზისტენტობა განპირობებულია ერთი დომინანტური გენით. სხვათაშორის, ვირთავას პოპულაციაში ადვილად შეიძლება გავრცელდეს რეცესიული გენებიც, თუ ამ გენებს ადაპტური მნიშვნელობა გააჩნიათ. ეს მოხდება იმდენად, რამდენადც ვირთავები ცხოვრობენ ოჯახებად, ხოლო ეს ოჯახები წარმოიშობიან რამდენიმე ფუძემდებლისაგან. თითოეული ოჯახი გენეტიკურად იზოლირებულია სხვა ოჯახებისაგან. ასეთ პირობებში ღრეიფი გადარჩევასთან შეხამებით ზღვარს აღწევს, რეცესიული გენი სწრაფად ვრცელდება მთელ პოპულაციაში, და თუ ის მოცემულ პირობებში ადაპტური აღმოჩნდება, მაშინ ოჯახმა, რომელიც იკვირტებს რა ახალ-ახალ ოჯახებს, შეიძლება დაიპყროს მთელი კონტინენტი.

საყურადღებოა, რომ ადამიანის მიერ პლანეტის ძალაუფლებურად თუ შეგნებულად გაქუქყიანება მომწამვლელი ნივთიერებებით უფრო ნაკლებ ზიანს აყენებს მავნებლებს, ვიდრე თვით კაცობრიობას. თუ უახლოეს დროში ბიოსფეროს გაქუქყიანებაზე არ იქნება დამყარებული მკაცრი კონტროლი, მაშინ დედამიწაზე ჩვენი თანამცხოვრებლები იქნებიან მხოლოდ სარეველა ბალახები, ბუზები და ვირთაგვები. იმედია, რომ კაცობრიობას ეყოფა გონიერება შეიგნოს ამ „პერსპექტივის“ მთელი უბედურება და დაუნდობლობა გამოუცხადოს მომხმარებლური მეურნეობების ყოველგვარ უღარდებლობას. ბიოსფეროს გაქუქყიანება არ სცნობს სახელმწიფოებრივ საზღვრებს და მის საწინააღმდეგოდ საჭიროა ყველა ქვეყნის ერთობლივი დამაბული ბრძოლა. ამიტომ მსოფლიოს ყველა ხალხი მიესალმება საბჭოთა კავშირისა და აშშ მთავრობების შეთანხმებას გარემოს დაცვის თანამშრომლობაზე.

რა გზით შეიძლება წარიმართოს აღნიშნული თანამშრომლობა? ეს არ არის მარტო წარმოებაში წყლისა და ჰაერის გამოყენების ჩაქტილი სისტემების შემუშავება. ესაა ასევე, მავნე ორგანიზმებთან ბრძოლის ქიმიური მეთოდის შეცვლა ბიოლოგიურით, და პირველ რიგში, სერებროვსკის გენეტიკური მეთოდით. შესაძლებელია, გარემოს გაქუქყიანებასთან ბრძოლის ერთ-ერთი პერსპექტიული ხერხი გახდეს „ბაქტერიოლოგიური ომი“. ამჟამად არა მარტო მდინარეები, არამედ ზღვებიც და ოკეანეებიც „იტანჯება“ ნავთობპროდუქტებისა და სინთეტიკური სარეცხი საშუალებებისაგან გაქუქყიანებით. როდესაც დასავლეთ გერმანიის რომელიმე მდინარის შესართავში შედის გემი, მისი ხრახნი, სარეცხ მანქანაზე ნაკლებად როდი აფრქვევს ქაფების გროვას წყლის ზედაპირზე. გახსოვდეთ, რომ „ლოტოსი“ და „ნოვოსტი“ დიდი კონცენტრაციით მომაკვდინებელია წყალში ბინადარი ყველა არსებისათვის!

მაგრამ არის ისეთი მიკროორგანიზმებიც, რომლებიც იყენებენ ნავთობის პროდუქტებს. ამჟამად მიმდინარეობს კვლევა-ძიება ახალი ჯიშის მიკრობების გამოსაყვანად, რომლებიც შესძლებენ „გადაამუშაონ“ პლასტმასი და სარეცხი საშუალებანი. ამ მხრივ მიღებულია პირველი წარმატებები, ხოლო მიკრობთა გენეტიკის მიღწევები იმდენად დიდია, რომ მე დარწმუნებული ვარ ამ წიგნის გამოქვეყნებამდე პრობლემა უკვე გადაწყვეტილი იქნება. უფრო სწორად, ქალაქების საყოფაცხოვრებო გამონარეცხი წყალი, მანამ სანამ მდინარესა და ზღვაში ჩავიდოდეს, გაივლის სპეციალურ ბასეინში, სადაც მოთავსებული იქნება გაუვნებლობისათვის საჭირო მიკრო-

ორგანიზმები. და თუ მოხდა ისე, რომ ავარიის შედეგად ზღვაში დიდ მანძილზე დაიღვრება ნავთობი, მაშინ ბუნების დაცვის საერთაშორისო სამსახურის თვითმფრინავები ჰაერიდან ჩაუშვებენ ნავთობ-მშთანთქმავ სუსპენზიას. ზღვის რაიონების დაჭუჭყიანებაზე შესდგება სპეციალური რუქები, გაჭუჭყიანების შესახებ სიგნალი განხორციელდება კოსმოსური თანამგზავრის საშუალებით. ჭერჭერობით საჭიროა უმკაცრესი დისციპლინა ბუნების მიმართ! უნდა გვახსოვდეს, რომ ბუნებისადმი ზიანის მიყენება შეიძლება მოხდეს სავსებით დაუფიქრებელი მოქმედებითაც. მახსოვს, ტროპიკებში ტურისტულ კამპანიას თავის სასეირნო კატარაზე ჩამოკიდებული ჰქონდა განცხადება რითაც ისინი მოუწოდებდნენ, რომ წყალში არ გადაეგდოთ პოლეთილენის პარკები, რომლებშიც საუზმე ჰქონდათ შეხვეული, რადგან ამ პარკებს ზღვის კუ ამსგავსებს მედუზას, ყლაპავს მას და იღუპება.

მეგავიღვრეობის ანსაზრის წააღქმვა ნაწილი

მიკროორგანიზმები გამოირჩევიან კიდევ ერთი თავისებურებით, რომელსაც ლამარკისტები თავგამოდებით იყენებენ დარკინისტების წინააღმდეგ ბრძოლაში. ესაა უნარი ადაპტური სინთეზისადმი. საქმე იმაშია, რომ თუ არედან, რომელშიც იზრდება ჩვეულებრივი მიკრობი — ნაწლავის ჩხირი, გამოვრიცხაეთ ფოსფორმეავას, მაშინ ბაქტერიები სასწრაფოდ იწყებენ ახალი ფერმენტის—ტუტე ფოსფატაზას გამომუშავებას. არეში გლუკოზა შევცვალოთ რთული შაქარი ლაქტოზათი, ამას უჯრედები მაშინვე უპასუხებენ ფერმენტი β -- გალაქტოზიდაზას სინთეზით, რომელიც ლაქტოზას შლის ორ მარტივ შაქარად — გლუკოზად და გალაქტოზად. ყველაფერი ეს მიმდინარეობს ბაქტერიის „ერთი თაობის“ განმავლობაში (ესე იგი გაყოფიდან გაყოფამდე), აქ მუტანტების გადარჩევა ამკარად არაფერ შუაშია. ხომ არ არის ეს ლამარკისტური ადექვატური შეგუებულობა? თითქოს ეს იმდენად უტყუარი იყო, როგორც ცის თალის ბრუნვა დედამიწის ირგვლივ, და აღმოჩნდა ამდენადვე არასწორი. პეტროვისკის ინსტიტუტის თანამშრომლების ფ. ეაკობისა და ე. მინოს, შემდეგში ნობელის პრემიის ლაურეატების, კლასიკურმა ცდებმა აცამტვერა ლამარკისტების განმარტება ფერმენტების ინდუქციური ფენომენის თაობაზე, ანუ როგორც მას უწოდებენ ადაპტურ თეზზე.

აღმოჩნდა, რომ ბაქტერიის ერთადერთ ქრომოსომში არის გენები, რომლებიც უშუალოდ განაპირობებენ ინდუცირებული ფერმენტების სინთეზს, თანაც ეს გენები მანამ, სანამ „საჭირონი“ არ არიან. ბლოკირებულია განსაკუთრებული ნივთიერებებით — რეპრესორებით. ხოლო ისინი მანამდე არ არიან საჭირონი, სანამ არ იქნება ფერმენტისათვის დასაშლელი ნივთიერება — სუბსტრატი. ვთქვათ სუბსტრატი ფერმენტებისათვის, მაგალითად, ლაქტოზა მოხვდა უჯრედში. რეპრესორის სინთეზი მაშინვე შეწყდება, β — გალაქტოზიდაზას განმაპირობებელი გენი გამოდის მისი კონტროლიდან და იწყება საჭირო ფერმენტის სინთეზი.

ძლიერი გამოსხივების ქვანტით ან მუტაგენით შეიძლება „გავაფუჭოთ“ ან ამოვგლიჯოთ ეს გენი ქრომოსომიდან. ასეთი მუტანტები ჰყარგავენ უნარს გამოიყენონ ლაქტოზა როგორც ნახშირბადის წყარო, მსგავსად იმისა, როგორც ჩვენ, ადამიანებს, არ შეგვიძლია გამოვიყენოთ გლუკოზა ასკობინის მქავეს სინთეზირებისათვის.

ბაქტერიებში მუტაციამ შეიძლება გამოიწვიოს უფრო უარესი „საბავლობაც“. რეპრესორის სინთეზს აგრეთვე წარმართავს განსაკუთრებული გენი. გენ-რეპრესორის მუტაცია ინდუცირებულ ფერმენტს გარდაქმნის ეგრეთ წოდებულ კონსტიტუტიურ, განუწყვეტლივ სინთეზირებად ფერმენტად. ამ გენზე მუტანტური შტამი ახდენს არასაჭირო ფერმენტის, მაგალითად β — გალაქტოზიდაზას, სინთეზირებას 1000-ჯერ მეტი ინტენსიურობით, ვიდრე „წინაპრული“ შტამი. ამ დროს უჯრედში ასეთი ფერმენტის შემცველობა აღწევს ცილების მთელი ჯუმლობრივი შემცველობის 10%. ბუნებრივია, რომ რეგულაციის დარღვეული მექანიზმის მქონე ასეთი უჯრედები ნელა იზრდებიან. ისინი ისეთი მაცივრის მსგავსია, რომელსაც გაფუჭებული აქვს თერმორეგულატორი, მუშაობს განუწყვეტლივ და ამოდ ხარჯავს ენერჯიას. ბუნებრივ პირობებში ასეთი შტამები ვერ გაუძლებენ „წინაპრული“ ტიპის ნორმალური ბაქტერიების კონკურენციას. მაგრამ ადამიანის ზემოქმედებით ისინი შეიძლება გახდნენ ძალზედ სასარგებლონი — მაგალითად, ისეთი ფერმენტის გამოსამუშავებლად, რომელიც საჭიროა მედიცინაში.

„ადაპტური“ ფერმენტის ინდუქტორი, ჩვეულებრივ არის ხოლმე მისი სუბსტრატი, ესე იგი ნივთიერება, რომელთან რეაქციაში ის კატალიზირდება. გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ არსებობს ნივთიერებანი, რომლებიც შესანიშნავი სუბსტრატებია β — გალაქტოგიდაზებისათვის (მაგალითად, გალაქტოზას ეფირები), მაგრამ ამ ნივთიერებებს არ შეუძლიათ მათი სინთეზის ინდუცირება. პირიქით, ნივ-

თიერებებს, რომლებიც შესანიშნავი ინდუქტორებია, არ შეუძლიათ იყონ სუბსტრატები ფერმენტისათვის და ფუჰად ახდენენ მისი სინთეზის ინდუცირებას. რალა რჩება ადაპტური სინთეზის ლამარკისტული თეორიისაგან? მხოლოდ სახელწოდება — ადაპტური ფერმენტები, და ამათაც, უფრო ხშირად, უწოდებენ ინდუცირებულებს. ფერმენტების ინდუცირების გზით სინთეზის მთელი ისტორია ერთხელ კიდევ ადასტურებს იმ ჰემპარიტებას, რომელიც ცნობილი იყო ჯერ კიდევ იოგანსენისათვის: არ შეიძლება ტოლობის ნიშანი დავსვათ გენოტიპსა და ფენოტიპს შორის. პირველი შეუდარებლად მდიდარია მეორეზე. მსგავსად იმისა, როგორც აისბერგის წყალზედა ნაწილი მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილია წყალქვეშასი, ასევე, გარეგან ნიშან-თვისებათა კომპლექსი, რომელსაც ფენოტიპს ვუწოდებთ, მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილია იმ სამეგვიდრეო საწყისისა, რომელიც მოცემულია და იხალება გენოტიპში. შედარება შეიძლება გაგრძელდეს: შევლობილი აისბერგი გრიალით გადაყირავდება, რასაც თან ახლავს ადრე მალული ნაწილის გამოაშკარავება. ასეთივე მოვლენას ადგილი აქვს იმ დროსაც, როდესაც ორგანიზმი შეცვლილ პირობებში ფენოტიპურად ამეღვენებს ისეთ თვისებებს, რომლებიც მას ადრე არ გააჩნდა, მაგრამ ამის შესახებ ინფორმაცია კოდირებული იყო მის გენებში. აქ არ არის მემკვიდრეობის არავითარი მიზანმიმართული ცვალებადობა; იცვლება მხოლოდ მისი გამოვლინების ფორმა.

სწორედ ასე უნდა იქნეს განხილული ცვალებადობის ყველა ის შემთხვევა, რომელიც ცვლის პოპულაციის ყველა წევრს მორფოზებად, ფენოკოპიებად და მორფიფიკაციებად, რაც ლამარკის დროიდან ითვლებოდა ადაპტური ცვალებადობის თეორიისათვის სასარგებლო დამადასტურებელ მოსაზრებად. განვიხილოთ ეს პრობლემა. საკმარისია ვთქვათ, რომ მიკროორგანიზმებში გენიდან ნიშან-თვისებამდე „გასავლელი“ გზა ძალზე მოკლეა. აქ ნიშან-თვისების რაღაც გამოდის თვით ფერმენტი, რომელიც ინდუცირებულია გენით. სულ სხვა მდგომარეობაა უმაღლეს ორგანიზმებში — ცხოველებსა და მცენარეებში. მათი ნიშან-თვისებები ძალზე რთულია და არც თუ ისე იშვიათად გაპირობებულია უჭრედის, ქსოვილისა და ორგანოს სტრუქტურის დეტალებს პოლიგენურობით. მხოლოდ ერთეულ შემთხვევებში, რაზედაც ჩვენ უკვე გვქონდა საუბარი, მაგალითად, ძუძუმწოვართა ფერის მემკვიდრეობის შესწავლის დროს, შესაძლებელია ამ ნიშან-თვისების მიმართ უშუალოდ განპირობებული ფერმენტის ან ფერმენტთა ჯგუფის დადგენა. საწყისი ერთგვარი უჭრედი-

დან, ზიგოტას დაყოფიდან მოყოლებული, რთული ორგანიზმის განვითარების პროცესში მიიღება უფრო და უფრო სხვადასხვა ჯგუფის უჯრედი. იწყება დიფერენციაციის პროცესი. ამის შედეგად, მაგალითად, ძუძუმწოვართა ნეირონი სრულებით არ ჰკავს ეპითელიარულ უჯრედს ან კუნთოვან ბოქკოს. ყველა ეს ცვლილება იმის შედეგია, რომ ცალკეული გენები შესაბამის უჯრედებშია ბლოკირებული, სხვა დანარჩენები — არა. უჯრედის, ხოლო შემდეგ ქსოვილის და მთელი ორგანიზმის დიფერენციაციას ბოლოს და ბოლოს იქამდე მივყავართ, რომ ზოგიერთ უჯრედებში ესა თუ ის ცილები მეტია, ხოლო სხვებში — ნაკლები. ეს ცვლის უჯრედების ფორმას, მათ ფუნქციას და ამავე დროს მათ განლაგებას ორგანიზმში.

უმალლეს ორგანიზმებში გენიდან ნიშან-თვისებამდე არსებული „გრძელი“ გზა ჩვენთვის არ უნდა იყოს გასაკვირი, თუ არ დავივიწყებთ, რომ გენი განსაზღვრავს ნიშან-თვისებას, ხოლო მეორე მხრივ, თვით გენის პროდუქტია ცილა (ტრანსპორტული და რიბოსომული რნმ).

იქ, სადაც შეიძლება ნიშან-თვისება დაყვანილი და განხილულ იქნეს მოლეკულურ დონეზე, მისი ანალიზი არსებითად გამარტივებულია. მაგალითად, ამერიკულ ფერად კალმახებს, ისე როგორც სხვა ცხოველებს, გააჩნიათ გენების ჯგუფი, რომლებიც განაპირობებენ ერთი რომელიმე განსაზღვრული ფუნქციის, მაგრამ რამდენადმე განსხვავებული თვისებების მქონე ფერმენტების სინთეზს. ასეთ ფერმენტებს უწოდებენ იზოენზიმებს ანუ იზოზიმებს. ზოგი იზოზიმების მოქმედების ოპტიმუმი დაბალ ტემპერატურაზეა, სხვებისა მაღალზე („ცივი“ და „თბილი“ იზოზიმები). აღმოჩნდა, რომ ტემპერატურის სეზონური ცვლა ახდენს ცალკეული იზოზიმების გენების ბლოკირებას და სხვა იზოზიმების გენების ინდუქციურებას. მსგავსი მექანიზმი მოქმედებს ადამიანის ონტოგენეზში ჰემოგლობინის ცვლის დროს. სიცოცხლის ემბრიონალური პერიოდის ცამეტი კვირის განმავლობაში ჩანასახის ერითროციტებში ჰარბობს ეგრეთ წოდებული F-ჰემოგლობინი, რომელიც უფრო მდგრადია პლაცენტის ტუტე არესადმი. სიცოცხლის პირველი წლის ბოლოსათვის მისი სინთეზის განმპირობებელი გენი მთლიანად ბლოკირებული აღმოჩნდება და ამის შემდეგ მუშაობს მხოლოდ A-ჰემოგლობინის შესატყვისი გენი. მართალია, არის შემთხვევები (ჩვეულებრივ, ანემიის სხვადასხვა ფორმებთან დაკავშირებული), როდესაც F გენი არ განიცდის რეპრესირებას ორგანიზმის მთელი სიცოცხლის განმავლობაში.

ამრიგად, გარემო პირობების ფაქტორთაგან რომელიმე შეიძლე-

ბა გახდეს ინდუქტორი, გაააქტიუროს ერთი გენი და მოახდინოს მეორის ბლოკირება. ამ დროს იცვლება ფენოტიპი.

შესაბამებელია, ორგანიზმზე გარემო პირობების ზემოქმედების უკიდურესი ზღვარის კარგ მაგალითს წარმოადგენდეს ზღვის კიისებრი ორგანიზმი — მწვანე ბონელია. ამ სახეობას სქესი არა აქვს დეტერმინირებული და დამოკიდებულია იმ პირობებზე, რომელშიც ვითარდება თვით მატლი. ზონელიას მატლები ცურავენ წყლის სიღრმეში, ხოლო შემდეგ თავსდებათ ფსკერზე. ფსკერზე დალექილი მატლები იზრდებიან ფართო ხორთუმის მქონე, საკმაოდ დიდი ზომის ცხოველებად. თუ ამ ხორთუმზე მოთავსდება სხვა მატლი, მაშინ ის რაღაც პორმონების ზემოქმედებით, რომელიც ხორთუმის ზედაპირული უჯრედებიდან გამოიყოფა, გარდაიქმნება მაძრობითი სქესის მიკროსკოპულ ცხოველად და მთელი სიცოცხლე განწირულია იარსებოს მდებარეობითი სქესის სისტემიდან გამოცალკევებით.

ფენოტიპის შედარებით ნაკლებ კარდინალური ცვალებადობაა მორფოზები. ისინი შეგუებულნი და არაადექვატურნი არიან იმ ფაქტორების მიმართ, რომლის მიზეზითაც თვითონ წარმოიქმნენ. მარტივად რომ ვთქვათ, ეს ამა თუ იმ არამემკვიდრულ სიმახინჯის გამოვლენაა. ზოგჯერ ისინი გვევლინება რომელიმე მუტაციის ტიპურობით და ამ შემთხვევაში მათ უწოდებენ ფენოკოპიებს. მაგრამ მუტაციისაგან განსხვავებით ეს მემკვიდრული არ არის. ფენოკოპიებით დამახასიათებელ ინდივიდებს ებადებათ სავსებით ნორმალური შვილები.

აღამიანებში, მაგალითად, ცნობილია საშინელი მემკვიდრულ სიმახინჯე „მგლის ხახა“, რომელიც სასიკვდილო იყო მკურნალობის საოპერაციო მეთოდების შემუშავებამდე. ცხოველებში „მგლის ხახის“ ფენოკოპია შეიძლება მივიღოთ განვითარების მუცლად ყოფნის პერიოდში, ემბრიონზე „ქანგბადის შიმშილით“ (ჰიპოქსიით) ან კორტიზონის მაღალი დოზის ზემოქმედებით.

თუ მკაცრად განსაზღვრული ფაქტორით მორფოზი წარმოიშობა ინდივიდების 100%, მაშინ მას უწოდებენ მოდიფიკაციას. ქალიან ხშირად ვარაუდობენ, რომ ყოველგვარი მოდიფიკაცია შემგუებლურია, ზრდის ორგანიზმის მდგრადობას მის მიერ გამოძვევ ფაქტორზე. მაგრამ, ეს ასე არ არის, რასაც დამაჯერებლად ადასტურებს საბჭოთა გენეტიკოსის ი. რაპპორტის შესანიშნავი ცდები. ის არეს (მანის ქაშა ქიშიშით და საფურით), რომელშიც ვითარდებოდა დროზოფილას მატლები, უმატებდა სხვადასხვაგვარ ნივთიერებებს და ლებულობდა გამოჩეკილ ბუზებში 100% მოდიფი-

კაცია-ფენოკოპიას. ასე მაგალითად, თუ არეს დავემატებთ ვერცხლის ნებისმიერ მარილს (ეს კი იძის ნიშნავს, რომ ინდუქტორი სწორედ ვერცხლის იონია), მაშინ მიიღება „ყვითელ“ მუტაციაზე აბსოლუტურად იმიტირებული ბუზები. ბორის იონი განაპირობებს ისეთი ბუზების წარმოქმნას, რომლებიც ჰგვანან მუტაციის შედეგად მიღებულ „უთვალო“ ბუზებს და ა. შ.

როგორია ამ მოვლენის მოლეკულური მექანიზმი? ჭერჯერობით ძნელია ამის თქმა, მაგრამ ყველა ნივთიერება, რომელიც გამოიყენა რაპოპორტმა, ძლიერი შნამია (როგორც ქიმიკოსები ამბობენ, ინჰიბიტორია) და საწამლავია ფერმენტებისათვის. მათი იონები ეწეება ფერმენტის აქტიურ ცენტრს და ამის შედეგად თვით ფერმენტის სწყვეტს „მუშაობას“, რეაქციის კატალიზირებას. ბევრი ამ იონთაგანი სპეციფიკურია და მოქმედებს მხოლოდ გარკვეულ ფერმენტზე. ზოლოს და ზოლოს, ნიშან-თვისების განვითარებისათვის სულ ერთია გენი მიაწვდის დეფექტურ ფერმენტს თუ იგივე ფერმენტი გარემო ფაქტორით „ფუჭდება“.

აქედან იშლება შემოქმედების ფართო ველი იმ გზის გარკვევისათვის, რომელიც არსებობს გენსა და ნიშან-თვისებას შორის. საერთოდ ქიმიკოსისათვის ძნელი არ არის განსაზღვროს ამა თუ იმ ფერმენტისათვის საჭირო სპეციფიკური ინჰიბიტორი. ასეთი ინჰიბიტორით ვიმოქმედებთ რა განვითარებად ორგანიზმზე, შესაძლებელი ხდება გამოვარკვიოთ თუ რომელი ნიშან-თვისება იცვლება. შემდგომი გზა გასაგებია. თუ მაგალითად, რომელიმე ავადმყოფობის სამკურნალოდ საჭიროა ესა თუ ის ფერმენტი, ჩვენ შეგვიძლია შევიყვანოთ ის ორგანიზმში.

სამწუხაროდ, ჩემი ცდა ამ მიმართულებით წარმატებით არ დაგვირგვინებულა, მე ვაძლევდი დროზოფილას ერთ-ერთ ანტიბიოტიკს — აქტინომიცინს, რომლის მოქმედება კარგადაა ცნობილი — ის უერთდება დნმ-ის მოლეკულას და ამუხრუჭებს რნმ-ის სინთეზს. არ შეიძლება იმის თქმა, რომ ცდა იყო საესებით უშედეგო. მიღებულ იქნა შეცვლილი ბუზები, მაგრამ სულ სხვადასხვა ხარისხით — უფრო და მოკლე დახვეული ფრთებით, გიგანტური და მინიატურული, მოკლე სხეულით და სხვადასხვა ფერის. ერთი სიტყვით ეს იყო მორფოზები. ეს საესებით გასაგებია. აქტინომიცინი სწყვეტდა სხვადასხვა ბუზების სხვადასხვა ცილების სინთეზს, მისთვის სულ ერთი იყო თუ დნმ-ის რომელ მონაკვეთს მიუერთდებოდა. მოცემულ შემთხვევაში, იმისათვის რომ გამეკვლია გზა გენიდან ნიშან-თვისებამდე, საჭირო იყო მიმებაძა რაპოპორტისათვის — მე ვახდენდი გენის ბლოკირებას, საჭირო კი იყო ფერმენტის ბლოკირება.

ახლა გავისაუბროთ ადაპტური მოდიფიკაციის — ლამარკის ძირითადი მოსაზრების თაობაზე.

ადაპტური მოდიფიკაცია — ლამარკისთვის „გაპრილი კოზირი“

ფენოტიპის არამემკვიდრული ცვალებადობის ეს კატეგორია წარმოიშობა წინამორბედი არაშემგუებლური მორფოზებისა და მოდიფიკაციებისაგან. მოცემულ შემთხვევაში ცვალებადობა თუ აღმოჩნდება შემგუებლური და გაზრდის შეცვლილი ინდივიდის ცხოველუნარიანობის შანსს, მაშინ ასეთი ინდივიდების თაობები შეინარჩუნებს ამავე ტენდენციას. ფაქტიურად, ჩვენ მიერ ზემოთ აღწერილი შემთხვევა ბაქტერიებში ცილების ადაპტურ სინთეზზე, არის ადაპტური მოდიფიკაცია. ამაში მდგომარეობს მუტაციებსა და მოდიფიკაციებს შორის არსებული განსხვავება. პირველი ნედლეული მასალაა ბუნებრივი გადარჩევისათვის, ხოლო მეორე — მისი რეზულტატია.

მოდიფიკაციები ყველაზე მეტად აღინიშნება მცენარეებში, ეს სავსებით გასაგებია. მოძრავ ცხოველებს გარემო პირობების შეცვლის შემთხვევაში სხვა, მათთვის უფრო ხელსაყრელ ადგილზე გადაადგილების უნარი გააჩნიათ. მცენარეები კი მთელი სიცოცხლის მანძილზე მიჭაჭველნი არიან იმ ადგილს, სადაც ქარმა, ფრინველმა თუ ცხოველმა გადმოიტანეს მათი თესლი. მოდიფიკაციის ბევრი შემთხვევაა აღწერილი, აგრეთვე, უძრავ და ნაკლებად მოძრავ ცხოველებში. წყლის დინებასა და წყალგარდასთან დაკავშირებით ბრაგული მარჯნის ერთი და იმავე სახეობის კოლონიას შეიძლება გააჩნდეს სრულიად სხვადასხვა გარეგნობა, ჩვეულებრივი, ყველასათვის კარგად ცნობილი ორლრუიანი მოლუსკები იმდენად ცვალებადია, რომ ერთი და იმავე სახეობას ზოგჯერ ყოფდნენ ათეულებად. უძრავ და ნაკლებადმოძრავ ორგანიზმებში მოდიფიკაცია ძალზე გავრცელებულია და სინამდვილეში პირდაპირ უბედურებას წარმოადგენს, თავსატეხია სისტემატიკოსებისათვის. ჭერ კიდეც ლამარკე იმოწმებდა კარგად ცნობილ ფაქტს, რომ წყალმცენარეებს, როდესაც ისინი ნახევრად შემოფარგლულია წყლით, გააჩნიათ სავსებით სხვადასხვა ფოთლები. მაგალითად, მცენარე ისარას წყალზედა ფოთლები ფორმით ისრისებურია, ხოლო წყალქვეშა — ბაფთისებური.

თუ მოდიფიკაციები თავმოყრილია ერთ მცენარეში, არა უშვავს. ცუდადაა საქმე მაშინ, როდესაც მცენარის მთელი გარეგნობა იც-

ვლება ადგილსამყოფელთან დაკავშირებით. აუცილებლობა არ მოითხოვს ბევრი მაგალითის ჩამოთვლას. შეადარეთ თუნდაც ერთმანეთს წიწვნარში და ტორფიან ქაობზე გაზრდილი ფიჭვი.

ზოგჯერ ძნელია ასეთ შემთხვევაში განისაზღვროს მოდიფიკაციის გამომწვევი ინდუქტორი. მცენარე ისარას შემთხვევაში, თითქოს, ინდუქტორად უნდა იყოს წყალი. მაგრამ თუ თქვენს ისარას გამოზრდით მშრალ არეში დაქვეითებული განათებით, მაშინ მათ ჰაერშიაც განუვითარდებათ ბაფთისებრი ფოთლები. არსებობს უფრო მეტად გასაოცი მაგალითები. გვალვის დროს ბევრი მცენარე ივითარებს გვალვაგამძლე ფოთლებს. ერთი შეხედვით აქ ინდუქტორია სინოტივის უქმარისობა. მაგრამ ასეთივე ფოთლები ვითარდებიან, აგრეთვე, იმ შემთხვევაშიც, თუ მცენარეს მოვათავსებთ გამოზრდილ, მინერალურ მარილებს მოკლებულ წყალში. სწორედ ასეთი შემთხვევები, როდესაც ინდუქტორი ერთია, ხოლო გარემოს ფაქტორი, რომელსაც ეგუება მოდიფიცირებული მცენარე, მეორე, სრულებით გაუგებარია ლამარკიზმის მოძღვრებით.

ხაზი გავუსვავთ იმას, რომ მოდიფიკაციები არამემკვიდრულია. მემკვიდრეობს მხოლოდ მისი უნარიანობა (ესე იგი რეაქციის ნორმა, რომელზედაც ჩვენ უკვე საუბარი გვქონდა), ისე როგორც ნებისმიერი გენეტიკურად დეტერმინირებული ნიშან-თვისება. საუკუნიდან საუკუნემდე იაპონელი მებაღეები ეძებენ მთებში ჭუჭყალ გამოზრდილ ხე-მცენარეებს და ათავსებენ მათ ისეთ პირობებში, რომ ისინი განვითარდნენ, იყვავილონ, მაგრამ არ გაიზარდონ. ასეთი მცენარე — ბონსაი ნამდვილად მომხიბვლელია. მაგრამ, ზონსაის თესლიდან იზრდება ჩვეულებრივი ხე-მცენარეც.

უმალღესი ორგანიზმების სტრუქტურისა და ფუნქციის თავისებურებების უმეტესობა, რომელთაც ჩვენ აღვნიშნავთ რამდენამდე ბუნდოვანი ტერმინით „ნიშან-თვისებით“, პოლიგენურია, განპირობებულია ბევრი გენით. ასეთია, მაგალითად, თევზებში ნიშან-თვისებები: მალეების, ფარფლებში სხივის, ლაყუჩების მტვრიანას და ა. შ. რაოდენობა. თანაც, ზოგი ამათთავანი, თუნდაც მალეების რიცხვი, დამოკიდებულია ქვირითის განვითარების მომენტში ტემპერატურაზე. თუ ჩვენ დანიური კალმახის ქვირითის ინკუბაციას მოვახდენთ დაქვეითებულ ტემპერატურაზე, მაშინ მათგან გამოჩეკილი პატარა თევზები დაუახლოვდება ნორვეგიის მდინარის კალმახებს. მაღალი ტემპერატურა, პირიქით, განაპირობებს მალეების მცირე რაოდენობის მქონე მოდიფიკაციას, რომელიც ადრიატიკის ზღვაში ბინადარი კალმახის მსგავსი იქნება. უნდა აღინიშნოს, რომ სკანდინავიის კალმა-

ხების ბევრმალიანობა და ადრიატიკის კალმახების მცირემალიანობა უკვე გენეტიკურად მკაცრად დაამკვიდრებული, მათზე ტემპერატურული ცვალებადობა ვერ ახდენს ზემოქმედებას. ხმელთაშუა ზღვის აუზის კალმახებს უხსოვარი დროიდან არ უხდებათ ყოფა-ცხოვრება დაბალ ტემპერატურაზე და ამიტომაც მათი ფენოტიპის ცვალებადობის ხარისხი შემცირდა. იგივე პროცესი შეიმჩნევა ჩრდილოეთის კალმახებშიც, მხოლოდ პირუკუ მიმართულებით. დანიურ კალმახებს ყოფა-ცხოვრება უხდებათ როგორც თბილ, ისე ცივ არეში. ამიტომ მათთვის სასარგებლოა იყონ უნარიანი მოდიფიკაციურ ცვალებადობაზე, შეინარჩუნონ რეაქციის ვრცელი ნორმა.

ამ პროცესის მიზეზები გასაგებია — მოდიფიკაცია არამემკვიდრულია, გენოტიპში მოცემულია მხოლოდ მისადმი მიდრეკილების უნარიანობა. თუ მოდიფიკაციის საჭიროება გამოიციხულია, მაშინ გადარჩევა უკვე არ აკონტროლებს ამ მექანიზმს. გადარჩევით არაკონტროლირებული მუტაციის დაგროვების შედეგად ხდება ფენოტიპის რეაქციის დაკარგვა გარემოს ისეთ ფაქტორებზე, რომლებიც სინამდვილეში არ გვხვდება ამა თუ იმ პოპულაციის სიცოცხლეში.

სკოტისა და სტივენსონის რომანებში ხშირად ნახსენები პოლანდიური როკო-გრაუსი სხვა არაფერია, თუ არა თეთრი კაკაბი. თეთრს მას იმიტომ უწოდებენ, რომ ის ზამთრობით თეთრდება. თუმცა ჩრდილოეთ ინგლისისა და პოლანდიის მცირეთოვლიან რაიონებში გრაუსმა დაკარგა შეფერადობის ცვალებადობის უნარი — ზამთრის შეფერილობა მას უკვე აღარ სჭირდება. ეყრდნობიან რა ამ და სხვა მთელ რიგ ცვლილებებს, გრაუსს ზოგჯერ გამოყოფენ ცალკე სახეობად.

ბევრი მსგავსი შემთხვევაა აღწერილი მცენარეებში. მაგალითად, ფართოდ გავრცელებული ზოგიერთი მცენარეები წარმოქმნიან მთისა და ბარის ფორმებს. თუ მთის ფორმის თესლს დავეთესავთ ბარში, მაშინ მისგან გაიზრდება და ჩამოყალიბდება ბარის ფორმისათვის დამახასიათებელი ინდივიდი. ხოლო სხვა მონათესავე სახეობანი, რომლებიც გავრცელებულია მხოლოდ მთებში, ბარის პირობებშიც რჩებიან მთის ფორმით.

ცვალებადი მდგომარეობიდან მეტად სტაბილურობისაკენ მიმართული, სახეობათა შორის ფართოდ გავრცელებული ეს ტენდენცია საიდუმლოდ ინახავს გარკვეულ საშიშროებას.

რეაქციის ვიწრო ნორმის მქონე ორგანიზმები ნემსის წვერზე შოთავსებული ბურთის მსგავსია — ნებისმიერ ბიძგს შეუძლია გამოიყვანოს ის წონასწორობიდან. ეს ხვედრი წილად ხვდა მცენარეთა და ცხოველთა უამრავ გადაშენებულ სახეობას.

შესაძლებელია, ეს იყოს ერთი იმ მიზეზთაგანი, თუ რატომაა, რომ ჩვენი პლანეტის საშუალო განედი, ტროპიკულისაგან განსხვავებით, წარმოადგენს ახალი, პროგრესული სახეობების წარმოშობისა და ჩამოყალიბების არენას, — ტროპიკებში პირობები ბევრად უფრო სტაბილურია.

ჩვენი შესანიშნავი ევოლუციონისტი მ. შმალგაუზენი, გაანალიზა რა მრავალი მსგავსი ფაქტები, მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ მოცემულ შემთხვევაში ჩვენ საქმე გვაქვს ბუნებრივი გადაჩრევის მასტაბილიზირებელი ფორმის ერთ-ერთ გამოვლინებასთან — აქ ლამარკისტული განმარტება სავსებით მიუღებელია.

ცნობილმა ემბრიოლოგმა და გენეტიკოსმა კ. უოდინგტონმა აღწერა პროცესი, რომელსაც მან „გენეტიკური ასიმილაცია“ უწოდა. თუ დროზოფილას ჭუპრის გარკვეულ სტადიაზე რამდენიმე საათით ვამყოფებთ ოპტიმალურზე მაღალი ტემპერატურის ზემოქმედების ქვეშ, მაშინ მათგან გამოჩეილი ბუზების ნაწილში შეიმჩნევა ფენოკოპია, რომელიც მოგვაგონებს მუტაციას — ფრთის ფხის წყვეტილობას. გადავარჩინოთ ასეთი ბუზები და მოვამრავლოთ „თავისში“ (ინბრიდინგი), თითოეულ თაობაში ტემპერატურის ზემოქმედებით და შემდგომი გადაჩრევით. 20 თაობის შემდეგ ფენოკოპიების წარმოქმნის სიხშირე გაიზრდება თითქმის 100%-მდე, და მათი წარმოქმნისათვის ყოველთვის საჭირო არ იქნება სითბური შოკი. თითქოს, ეს ტიპური ლამარკისტული „გარემო-პირობების ასიმილაციაა“. მაგრამ გავიხსენოთ, რომ თითოეულ თაობაში ხდებოდა გადაჩრევა ნიშან-თვისებათა გამოვლენის პენეტრანტულობაზე (იხ. თავი მე-მკვიდრეობაზე). ფაქტიურად პოპულაციაში დავაგროვეთ ისეთი გენების მატარებელი ბუზები, რომლებიც იწვევენ მოდიფიკაციას მოცემული მიმართულებით. შემდგომმა ცდებმა უჩვენა, რომ ჯერ ერთი, რამდენადაც პეტეროგენურია პოპულაცია, მით უფრო სწრაფად მიმდინარეობს „ასიმილიაციის“ პროცესი, ხოლო მეორე მხრივ, სხვადასხვა ხაზები მკვეთრად განსხვავდებიან რეაქციის უნარით გადაჩრევაზე. ეს სავსებით გასაგებია — იმისათვის, რომ გადაჩრევა მოქმედებდეს, მისთვის საჭიროა მასალა (გავიხსენოთ ბუზები, რომლებიც ეგუებოდნენ დღტ-ს).

ამრიგად, ორგანიზმების უნარიანობა ადაპტური მოდიფიკაციურობისადმი, ფენოტიპის იმ ცვალებადობისადმი, რაზედაც, როგორც ამბობდა კ. ტიმირიაზევი, გადაჩრევით დასმულია „სარგებლიანობის ბეჭედი“, გენეტიკურად დაპროგრამირებულია. უდავოდ, ევოლუციის პროცესში რეაქციის ნორმის მერყეობა ასრულებდა და ას-

რულებს მნიშვნელოვან როლს. შესაძლებელია, ევოლუციის თეორიის ერთ-ერთი ყველაზე საინტერესო და საჭირობო საკითხთაგანი იყოს იმ გზებისა და ხერხების შესწავლა, რომლითაც გარემო პირობები ავლენს გენეტიკური ინფორმაციის სხვადასხვა მხარეს. უკანასკნელ წლებში ამ დარგში აღმოჩენების ფონზე ლამარკისტული „შეგუება შემგუებულობის გამო“ გამოიყურება უფერულ ტაქტოლოგიად.

უაღრესად დიდია რეაქციის ნორმის პრობლემების პრაქტიკული მნიშვნელობაც. თუმცა, ჩვენ ჯერ კიდევ ვერ შევისწავლეთ „გამოვასწოროთ“ მუტირებული გენი, მაგრამ რიგ შემთხვევებში უკვე შეგვიძლია, გარემო ფაქტორების კომპლექსის საშუალებით, გამოვთიშოთ მათი მოქმედება, ისე რომ გამოვიწვიოთ მოდიფიკაცია „უკუნისმან-თვისებით“ (უბრალო მაგალითი — მემკვიდრული დიაბეტის მკურნალობა ინსულინით).

შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ შეგუებულობის ყველა ცნობილი შემთხვევისათვის „დარვინისეული“ განმარტება საესეებით დამაკმაყოფილებელია. ლამარკისტული შეხედულება ვერ უძლებს კრიტიკულ ანალიზს. მაგრამ, შეიძლება ლამარკიზმი მაინც არ იყოს სხვა რამეში — მაგალითად, ევოლუციური პროგრესის განმარტებაში?

6

პროგრესი ცოცხალ ბუნებაში

ღმერთო, დამიფარე ლამარკიეული
„პროგრესისაკენ მიდრეკილების“ მსგავსი
უაზრობისაგან

ჩ. დარვინი

რიუის ძვიდან კთავარანგელოზამდე

იმ დროიდან, როგორც კი დაიწყო ობიექტების კლასიფიკაცია, აღამიანები ცდილობდნენ მათ დაყოფას მარტივ და რთულ, მეტად თუ ნაკლებად სრულყოფილ, ევოლუციურად მცირედ წინწაწეულ და პროგრესულ ნაწილებად. XVIII საუკუნეში წარმატებით იყენებდნენ კლასიფიკაციის შარლ ბონეს სისტემას — ეგრეთ წოდებულ

ბონეს კიბეს, რომლის ქვედა საფეხურზე იმყოფებოდა ქვეები, შემდეგ მოდიოდა მარჯანი, მერე მცენარეები, ცხოველები, ადამიანი, ანგელოზი და მთავარანგელოზი. სწორხაზობრივი პროგრესის იდეა — რიყის ქვიდან მთავარანგელოზამდე — ბევრისათვის მიმზიდველი იყო. მაგრამ, საეკვოა, ბონეს კიბეს მიეცეს ევოლუციური აზრი. ის უფრო მოგვაგონებს ფეოდალური რანგების ტაბელს. რომლის უმაღლეს მწვერვალზე იმყოფებოდა სიუზერენი. მეფეს შეეძლო ებოძა აზნაურობა ან აემალეობინა აზნაური ტიტულით. ისე, როგორც ღმერთმა ადამიანი შექმნა აყალსაგან და ერთი ბიძგით ასწია ის კიბის ყველაზე უდაბლესი საფეხურიდან უმაღლესამდე. ნუთუ ამდენად ახლოსაა ერთმანეთთან ეს აგებულებანი? ნიზნმ ას-სამარყანდმა — ომარ ხაიამის მოწაფემ, მინერალებსა და მცენარეებს შორის მოათავსა მარჯანი, ხოლო მცენარეებსა და ცხოველებს შორის — ფინიკის პალმა (ერთ-ერთი მცენარე, რომლის შესახებ მაშინ იცოდნენ, რომ ის სქესობრივი გზით მრავლდება). შუალედი ნიზამიდან ბონემდე ექვსი საუკუნეა, მაგრამ აშკარად არ არის მათ შორის შესამჩნევი პროგრესი.

ამასთანავე, შეუძლებელია ერთ მწკრივში, ერთზომადი თანმიმდევრობით დალაგდეს ცოცხალი ბუნების ყველა მრავალრიცხოვანი ფორმა. ეს ესმოდა ლამარკსაც, რომელმაც აღიარა პროგრესული განვითარების რამდენიმე მიმართულება. მანვე იცოდა, რომ ევოლუციურ თეორიას არ შეუძლია გვერდი აუაროს ისეთ მოვლენას, როგორცაა პროგრესული განვითარება. პროგრესიც ისე უნდა იყოს განმარტებული, როგორც მიზანშეწონილობა — ევოლუციური ჰიპოთეზის ერთ-ერთი პირველი ფუძემდებელთაგანი სთვლიდა, რომ შესძლო ის განემარტა თავისი გრადაციის კანონით (ლათინურად გრადუს — საფეხური).

ლამარკის მიხედვით, გრადაციის კანონი იმაში მდგომარეობს, რომ ევოლუციის მამოძრავებელი ძალაა „ბუნების მუდმივი სწრაფვა ორგანიზმის აგებულების სახეცვლილებების გართულებისაკენ“, „ბუნების სწრაფვა პროგრესისაკენ“. ეს პროცესი გარემო პირობებზე არაა დამოკიდებული. პირიქით, გარემო პირობები აყენებს რა თავის მოთხოვნებს, არღვევს გრადაციას. ორგანიზმები იძულებულია შეეგუონ გარემოს, მოახდინონ მათზე მიზანშეწონილი რეაგირება. პროგრესი და შეგუებულობა, ლამარკის მიხედვით, არა მარტო ურთიერთდაკავშირებულია, არამედ პირიქით, ეწინააღმდეგება ერთმანეთს.

ადვილია იმის შეცნობა, რომ ეს არაა განმარტება, არამედ ფაქტის კონსტატაციაა, მისი დადასტურებაა. პროგრესული ევოლუცია განმარტებულია ბუნების სწრაფვით პროგრესისაკენ — თეორემა, რომელიც მოითხოვს დამტკიცებას, დაყვანილია აქსიომის რანგამდე. ამასთან ერთად, აქ დიდ სიძნელეებს ვაწყდებით. მაგალითად, რატომაა, რომ ბუნებაში თანაარსებობენ სიცოცხლის უმაღლესი და უმდაბლესი ფორმები? ლამარკი ამას შემდეგნაირად ხსნის: სიცოცხლის თვითჩასახვის პროცესი მიმდინარეობს ამეამადაც, ამიტომ სიცოცხლის უმდაბლესმა ფორმებმა ჯერ კიდევ ვერ მოასწრეს 'ამაღლებულიყვნენ უმაღლეს ღონემდე'.

ასეთი განმარტება დამაკმაყოფილებელი იქნებოდა XVIII საუკუნისათვის (ლამარკის „ზოოლოგიის ფილოსოფია“ გამოქვეყნდა 1809 წელს, მისი მსოფლმხედველობა წინამორბედი საუკუნის პროდუქტია). მაგრამ იმ დროიდან მოყოლებული, როგორც კი დიდმა ლუი პასტერმა საბოლოოდ დამტკიცა სიცოცხლის თვითჩასახვის შეუძლებლობა, ასეთი განმარტების აღიარება არ შეიძლება, მითუმეტეს ამეამად.

დარვინის დამოკიდებულება პროგრესზე ლამარკისებური განმარტების მიმართ გასაგებია წინამდებარე თავზე მოცემული ეპიგრაფიდან. დარვინის თეორია პრობლემას წყვეტს მარტივად: სახეობანი პროგრესულად ევოლუციონირებენ მხოლოდ იმ დროს, როდესაც ეს მათთვის ხელსაყრელია, როცა მაღალ ორგანიზებულობას ძალუძს უზრუნველყოს წარმატება სიცოცხლისათვის ბრძოლაში.

ბაქტერიები, ინფუზორიები, კიბურები ისეთ პირობებში ეწევიან ყოფა-ცხოვრებას, სადაც ორგანიზებულობა უბრალოდ არ არის საჭირო. პროგრესული განვითარება არ შეიძლება ჩაითვალოს სიცოცხლის აუცილებელ კანონად. ის მჭიდროდაა დაკავშირებული შეგუებულობასთან. ასეთი განმარტება უფრო მეტად დასაბუთებულად გამოიყურება, ვიდრე ლამარკის კონცეფტია. თუმცა, პროგრესული ევოლუციის გზებზე, ხერხებზე და მიზეზებზე, თვით პროგრესის არსებობის თაობაზეც, ჩვენს დროშიც მიმდინარეობს კამათი. უმათერესად ეს იმით აიხსნება, რომ თვით ძირითად საკითხში არ არის ურთიერთგაგება — რა არის პროგრესი? ინტუიციით ყველასათვის გასაგებია თუ რა იგულისხმება ამ სიტყვის ქვეშ. მაგრამ რომელი უნდა ჩაითვალოს მეტ ან ნაკლებ პროგრესულობად? როგორია პროგრესული განვითარების კრიტერიუმი? ამ საკითხების ზოგიერთი მხარეები უკიდურესად არეულ-დარეულია. მათ შესახებ საუბარი გვექნება მომდევნო ქვეთავში.

მართლაც, რატომ ვამბობთ, რომ ეს სახეობა უფრო პროგრესულია, ვიდრე სხვა? ამის შესახებ დარვინი ერთმანეთის საწინააღმდეგო აზრს გამოთქვამდა. მისი თქმით, პროგრესულობის ერთ-ერთი კრიტერიუმი შეიძლება იყოს ორგანიზებულობის სირთულე. ნამდვილად, ბაქტერია, ამება, ჰიაყელაც კი აგებულია თითქოს მარტივად, შედარებით ხერხემლიან ცხოველებთან. მაგრამ, ნიანგის ყბა ზომ უფრო რთული აგებულებისაა, ვიდრე ადამიანის ყბა. მაგნოლიას ან თეთრი ღუმფარას ყვავილები შეადარეთ ხვართქლას ან კენკეშას ყვავილებს. პირველნი თითქოს უფრო რთული აგებულებისანი არიან, ვიდრე მეორენი, მათში მეტია ფურცლები, მტვრიანა. მაგრამ მეორის წარმომადგენლებმა მნიშვნელოვნად უფრო დიდი ევოლუციური გზა გაიარეს. ესე იგი ყოველგვარი სირთულე არ შეიძლება იყოს პროგრესის კრიტერიუმი. მარტივი სირთულიდან რთული უბრალოებისაკენ — ესაა ევოლუციის გენერალური ხაზი. ადვილია აქ შეცდეს კიდეც. ლუდოვიკო XIV დროინდელ სიკობტავე-მორთულობის პერიოდში დღევანდელი ჩვენი სპორტული კოსტიუმი ალბათ უფრო პრიმიტიულ რამედ მოგვეჩვენებოდა.

მაგრამ უკეთესი შეგუებულობა, რომელიც უზრუნველყოფს წარმატებას არსებობისათვის ბრძოლაში, შესაძლებელია იყოს პროგრესის საზომი? დარვინი გამოთქვამდა ასეთ მოსაზრებასაც. მის საწინააღმდეგოდ შეიძლება შემდეგნაირი შეპასუხება: რამდენადაც ყველა ამჟამად არსებული ორგანიზმი არ განადგურებულა გადარჩევით — მაშასადამე, ყველა ისინი პროგრესულია და ტუბერკულოზის ჩხირიც იმდენადვეა პროგრესული, რამდენადვე ადამიანიც. როგორც ნ. კოლცოვი წერდა, „შეაფასო შეგუებულობა რიცხობრივად არანაკლებ ძნელია, ვიდრე მორფოფიზიოლოგიური სირთულე“. რიგ შემთხვევაში ამის გაკეთება, სხვათაშორის, ადვილია. ყველასათვის ცნობილია მაგალითები, როდესაც ერთი სახეობა ავიწროებს მეორეს სასიცოცხლო არენადან: წითელი ტარაკანი — შავს, რუხი ვირთაგვა — შავს. როგორ შეუპირისპირდეს ერთმანეთს ისეთი ფორმების პროგრესულობის ხარისხი, რომლებიც ყოფა-ცხოვრებას ეწევიან სხვადასხვა ნიშში და ერთმანეთთან არავითარი კავშირი არ გააჩნიათ? რომელია პროგრესული: რვაფეხა თუ ფუტკარი? მაიმუნი თუ დელფინი? ხომ ხედავთ, ეს კრიტერიუმიც ზედ ენარცხება წყალქვეშა ქვას. როგორც ა. ტოლსტოის ლექსის დევგმირი — პოტოკი ამბობდა „ამ ქვეყნად ბევრი სხვადასხვა საოცრებაა, მე არ ვიცი, რას ნიშნავს რაღაც პროგრესი“.

ამ საკითხის გარკვევის საქმეში პირველი ნაბიჯი გადადგა ჩენი ქვეყნის ერთ-ერთმა ბუმბერაზმა ევოლუციონისტთაგანმა ა. სევერცოვმა. მან რამდენადმე ბუნდოვანი დარვინისეული ცნება „პროგრესი“ ორად დაყო — პროგრესი ბიოლოგიური და პროგრესი მორფოლოგიური. ჩენი, კაცობრაობრივი გაგებიდან გამომდინარე „ბიოლოგიურ პროგრესს“ ძნელია უწოდო პროგრესი. ეს უფრო იმას მოგვაგონებს, რასაც ამერიკელები პროსპერიტს — აყვავებას უწოდებენ. თუ სახეობა სწრაფად მრავლდება, ბიოსფეროში ფართოდ ეცეცელდება, იკვირტება ახალ-ახალი ფორმებით, ის, რა თქმა უნდა, ბიოლოგიურად პროგრესულია, თუმცა, ამავე დროს შეიძლება იყოს ძალზე პრიმიტიული, მორფოლოგიისა და ფიზიოლოგიის თვალსაზრისით. ბუნებრივია, არ შეიძლება ჩაითვალოს ბიოლოგიური პროგრესის გამოვლინებად ყოველგვარი რიცხობრივი გადიდება. ადამიანის თანმხლებმა, ოთახის ბუზმა დაიპყრო მთელი დედამიწა და მალე შეაღწევს კოსმოსში, მაგრამ მოცემულ შემთხვევაში პროგრესირებულა არა ის, არამედ ადამიანი.

ბიოლოგიური პროგრესის უფრო მოხერხებული კრიტერიუმი არის სიჩქარე, რომლითაც მიმდინარეობს დაკვირტვა. ჩვენ ვიცით, რომ ისეთი ჯგუფები, როგორცაა მღრღნელები, ქორჭილასნაირი თევზები, ორფრთიანი მწერები, იმყოფებიან ბიოლოგიური პროგრესის სტადიაში. მათ აავსეს სამყარო სხვადასხვაგვარი წარმომადგენლებით, რომლებიც შეგუებულნი არიან სიცოცხლისათვის ოდნავ ვარგის გარემო პირობებს (მაგალითად, მღრღნელები მიმოფანტულია არქტიკის ტუნდრებიდან ტროპიკულ ტყეებამდე და ცხელ უდაბნოებამდე). მაგრამ, ყველა ისინი რაციონალიზატორებია და არა აღმომჩენები, არიან გულუხვნი მრავალგვარობაზე ტერიტორიის პატარა მონაკვეთში და არ გააჩნიათ უნარი დაარღვიონ ასეთი ხელგაშლილობა ტერიტორიის დიდ მონაკვეთშიც.

მეორე მხრივ, ბიოლოგიური პროგრესი მორფოფიზიოლოგიური პროგრესის შედეგია. სწორედ, თავისი აგებულებით წინ წამოწეული ორგანიზმები ხდებიან დომინირებულ ფორმებად მათი თანამედროვე ეპოქისათვის. ჩენს პლანეტაზე პალეონტოლოგიური მათიანეთი აღდგენილი სიცოცხლის ისტორიის ანალიზის დროს, ნათლად ვხედავთ, რომ ფაუნა და ფლორა, შემდგარი პრიმიტიული წარმომადგენლებისაგან, ევოლუციის პროცესში იცვლებოდა უფრო და უფრო პროგრესულით. „თევზის საუკუნის“ (სილურისა და დევონის პერიოდი) შემდეგ დგება „ამფიბიის საუკუნე“ (ქვანახშირისა და პერმის), მას მოყვება „ქვეწარმავალთა საუკუნე“ (მეზოზოური

ერა), შემდეგ მოდის ფრინველთა და ძუძუმწოვართა საუკუნე (კაინოზოური ერა). ცხადია, რომ ძუძუმწოვრები თევზებზე უფრო პროგრესულნი არიან. მაგრამ როგორია პროგრესის კრიტერიუმი? სევერცოვი წერდა, რომ მორფოფიზიოლოგიური პროგრესი განპირობებულია თვით აგებულების მსხვილი ცვლილებებით—არომორფოზით. არომორფოზი ისეთი ცვალებადობაა, რომელიც ზრდის ცხოველმოქმედების ენერგიას. ბუნდოვნად, თითქოსდა წარმოგვიდგენია თუ რა არის ცხოველმოქმედების ენერგია, მაგრამ არავის არ განუმარტავს ეს ტერმინი და არ შემოუთავაზებია მისი გაზომვის ხერხი.

ძუძუმწოვრებისათვის არომორფოზი (ანუ, როგორც ახლა ამჯობინებენ გამოთქმას, აროგენეზი — საბჭოთა ბოტანიკოსის ა. ტახტაჯიანის ტერმინი) იყო თბილისისხლიანობა, ცენტრალური ნერვული სისტემის განვითარება, ცოცხლადმშობიარობა და თაობის გამოკვება რძით, მწერებისათვის — მაგარი ქიტინის საფარველი, რომელიც მას იცავს გადახურებისაგან და ფრენის უნარი. შეიძლებოდა მსგავსი მაგალითების რიცხვი გაგვეზარდა, მაგრამ ნათელია, რომ არომორფოზის ცნება რამდენადმე პირობითია და რომ, ერთი ჯგუფისათვის მისაღები არომორფოზი, მეორე ჯგუფისათვის არ არის იგივე მნიშვნელობის.

ნიშან-თვისებები, რომლებითაც ვახსიათებთ ძუძუმწოვართა კლასს, მრავალჯერ იყო ფორმირებული სხვადასხვა ჯგუფში. სხეულის მაღალი და მუდმივი ტემპერატურა წამოიქმნა არანაკლებ ორჯერ, დამოუკიდებლივ ფრინველებისა და ძუძუმწოვრებისაგან. გააჩნდა ის, ალბათ, მფრინავ ხვლიკებსაც—პტეროდაქტილიებსაც. ყარატაუს იურული პერიოდის ნალექის ახლახან აღწერილმა მფრინავმა ხვლიკმა მიიღო სორდუს პილოზუსის — ჭუჭყიანი თმიანის სახელწოდება. მის გვამზე შენარჩუნებული იყო რბილი ბალანი — ცხადია, რომ ცივისისხლიანი ცხოველებისათვის ბალნის საბურველი არაფრის მაქნისია. ცარიელ სეიფს არ ჰკეტავენ. ამასთან ერთად, გიგანტური ცხოველისათვის, რომელსაც სხეულის დაბალი ტემპერატურა გააჩნია, ფრენა ძნელია, თუ არ ვიტყვით, რომ შეუძლებელია. შემთხვევით არაა, რომ მსხვილ პეპლებს ფრენის დროს სხეულის ტემპერატურა ეზრდებათ 30°-მდე და ზევით.

კიდევ მეტი. ამ ბოლო დროს გროვდება მონაცემები იმის შესახებ, რომ დინოზავრები — მეზოზოურ ერაში დედამიწის მფლობელები — იყვნენ თბილისისხლიანები. ამასვე ადასტურებს დანალექებში არსებული მტაცებლებისა და მცენარისმჭამელი ფორმების

ურთიერთდამოკიდებულების სურათიც. ცივისსხლიანებს მადა უფრო დაქვეითებული აქვთ, ვიდრე თბილისისსხლიანებს, ამიტომ. საკვების ერთი და იმავე ბაზაზე მტაცებელი რეპტილიები ბევრად უფრო გამოიკვებება, ვიდრე ძუძუმწოვრები. მეზოზოურ ერაში მტაცებლების რაოდენობისა და სიკვდილიანობის შეფარდება თითქოს როგორღაც მიუთითებს, რომ ყველა გიგანტური ტირანოზავრი და კარნოზავრი ფლობდა სხეულის მუდმივ ტემპერატურას.

ფუტკრის ბუეში და ქიანჭველების ბუდეში კვერცხის. მატლის და ჭუპრის განვითარების პერიოდში ასევე არის თითქმის მუდმივი ტემპერატურა, ასე რომ ნორჩი ორგანიზმის განვითარება მიმდინარეობს სტაბილურ პირობებში.

ბუნებისათვის ცოცხალმშობიარობაც არ არის საკვირველება. ცნობილია ცოცხალმშობიარე თევზები და ქვეწარმავლები. ზოგენში აღინიშნება, რაღაც, პლაცენტის მსგავსი რამ, და მზარდი ჩვილი მისი საშუალებით საყუათო ნივთიერებას ლებულობს დედისაგან.

და ბოლოს, თუ შეიძლება ასე გამოვთქვათ, „ძუძუმწოვრობა“ სავსებით არ არის გამონაკლისი, დამახასიათებელი მხოლოდ იმ კლასისათვის, რომელსაც მივეყუთვნებით ჩვენ. „ჩიტის რძე“ არა მარტო სახელწოდებაა პოპულარული კონფეტის. მაგალითად. მტრედები კვებავენ კვერცხიდან ახალგამოჩეკილ ბარტყებს თავისივე ორგანიზმიდან ამორწყეული სითხით, რომელიც შემადგენლობით ახლოა რძესთან. საგულისხმოა, რომ კვების ეს პრინციპი წარმოიშვა ბევრად ადრე. სიმფიზილონის ოჯახის წარმომადგენელ. აკვარიუმის მეტად ლამაზ თევზებში, პატარები პირველ დღეებში მამის ზურგზე თავსდებიან და იკვებებიან მისი კანის გამონაყოფით.

ასე რომ, ძუძუმწოვრებში ერთადერთ ნამდვილ ახალ თვისებად გვევლინება ნერვული სისტემის პროგრესული განვითარება. სხვა სრულყოფასთან შეხამებით, სწორედ ის გახდა კანინოზოეს ერაში ფრინველებისა და ძუძუმწოვარების აყვავების მიზეზი.

სარწმუნოა, ყველა ეს მაგალითი შეიძლება იყოს იმის დადასტურება, რომ ცნება არომორფოზი შედარებითია, ისე როგორც ყოველივე სხვა, ევოლუციის რთულ სამყაროში.

დღემდე ძალაშია პროგრესის კრიტერიუმი, რომელიც შემოგვთავაზა დიდმა ემბრიოლოგმა კარლ ფონ ბერმა — ორგანიზმის ნაწილების დიფერენციაცია და მათი სპეციალიზაცია სხვადასხვა ფუნქციისათვის. პრიმიტიულ კიბოსნაირებს გააჩნიათ მარტივი ფოთლისებური კიდურები, რომლებიც ყველა ფუნქციას ასრულებ-

ბენ ერთნაირად კარგად (ან ერთნაირად ცუდად). უმაღლეს კიბოს-
ნაირებს, მაგალითად, მდინარის კიბოს, კილურების ერთი ნაწილი
გამოყენებული აქვს შებენებისათვის, მეორე — საკვების დასატა-
ცებლად და თავდასაცავად, მესამე — საკვების დასაღებად, მეოთ-
ხე — მოძრაობისათვის, მეხუთე — შეჯვარებისათვის, მეექვსე — სა-
ცურაოდ. ადამიანის საზოგადოების განვითარებამაც გაიარა მსგავსი
სტადიები — პრიმიტიული ნატურალური მეურნეობიდან, სადაც
თითოეული თვითონ უზრუნველყოფს თავის თავს, თანამედროვე მა-
ღალგანვითარებულ, პროფესიონალობისა და ფუნქციის განაწილე-
ბის მქონე მეურნეობამდე. ამ ანალოგიურობიდან გასაგებია, რომ
მარტო დიფერენციაცია არ კმარა. საჭიროა მის პარალელურად მი-
მდინარეობდეს ინტეგრაცია. რაც უფრო მაღალორგანიზებულია
სხეულის ნაწილები, მით უფრო ზუსტად უნდა იყოს ისინი ურთი-
ერთშეწყობილი. მსგავსად იმისა, როგორც თანამედროვე მაღალგან-
ვითარებულ საზოგადოებას არ შეუძლია არსებობა რთული, ზოგჯერ
ერთმანეთში დუბლირებული ინფორმაციის არსების გარეშე, ასევე,
მაღალგანვითარებულ ორგანიზმსაც ესაჭიროება რეგულაციის ძალ-
ზე რთული სისტემები: უჯრედს შიგნით და უჯრედშორისი, ქსოვილ-
შორისი, ჰორმონალური და ნერვული. დიფერენციაცია და ინტეგრა-
ცია, ეს ერთი მედალის ორი მხარეა, პროგრესის მომასწავებელია.

განუსაზღვრელი პროგრესის საზღვრები!

არსებობს პროგრესის კიდევ ეთი კრიტერიუმი — ორგანიზმე-
ბის გასვლა გარემო პირობების უშუალო „ძალაუფლებიდან“ და
თავისი საკუთარი შინაგანი გარემოს შექმნა. კიბერნეტიკის ენით
რომ ვთქვათ, ესაა სტაბილურობის — ჰომეოსტაზის ზრდა ევოლუ-
ციის პროცესში. ამ პრინციპის მოქმედება შეიმჩნევა ნებისმიერი
ჯგუფის ორგანიზმების ისტორიაში, ორგანოთა თითოეული სისტე-
მისა და თითოეული ფუნქციის ევოლუციაში.

მაგალითად, წყლის პრიმიტიულ ორგანიზმებში ფართოდაა გავ-
რცელებული „გარეგანი“ განაყოფიერება, როდესაც გამეტები გა-
მოიყოფა წყალში და მათი ურთიერთშეხვედრა შემთხვევითობაზეა
დამოკიდებული, ამ დროს, ბუნებრივია, მათი უმეტესი ნაწილი ილუ-
პება. მაგრამ, თევზების გარკვეულ ნაწილს, ზვიგენიდან მოყოლე-
ბულს, უკვე გააჩნია „შინაგანი“ განაყოფიერება, რომელიც ნაკლებ-
ბად არის დამოკიდებული გარეგან შემთხვევითობაზე. თავისუფლად

მცურავი კვერცხები და ქუპრები იცვლება მსხვილი, ყვითრით მდიდარი კვერცხუჯრედებით, რომელთაგან იჩეკება უკვე საკმაოდ განვითარებული ნორჩი ცხოველი. და ბოლოს, კვერცხი ვითარდება მღვდრობითი სქესის ორგანიზმში (იშვიათ, ორიგინალურ შემთხვევაში მამრობითი სქესის ორგანიზმში), იქმნება ცოცხლად მშობიარობა.

იგივე პროცესი აღინიშნება მცენარეებშიც. იმისათვის, რომ მოხდეს განაყოფიერება, წყალმცენარეების გამეტები იღვრება წყალში. გვიმრისნაირებშიც განაყოფიერების დროს სასქესო უჯრედებისათვის საჭიროა თუნდაც ერთი წვეთი წყალი. მაშინ როდეროდესაც განაყოფიერების პროცესისათვის ყვაეილოვანი მცენარეები წყლის საჭიროებას არ მოითხოვს.

ხაზი გაუუსვათ იმ გარემოებას, რომ ეს პრინციპი ფართოდაა გავრცელებული, მაგრამ ის აუცილებელი არაა. ფიჭვი, რომელიც მტკრიანას მარცვლებს ისე მიმოფანტავს, რომ თავის ირგვლივ მდებარე წყლის გუბეები იფარება ხოლმე ყვითელი ფიფქით, შეიძლება იყოს უკეთ ადაპტირებული, ვიდრე რომელიმე. ურთულესი ყვაეილის მქონე იშვიათი ჯადვარი, რომელიც შეგუებულია და აბსოლუტურად გარანტირებულ დამტკვრევას განიცდის მწერის ზუსტად განსაზღვრული სახეობით. ვირთევზა, რომელიც წყალში მიმოყრის ხოლმე თავისუფლად მოცურავე მილიონობით ქვირითს, უფრო ხშირად გვხვდება, ვიდრე ორიგინალური ლოქო, რომლის ქვირითი თავისვე მუცელში ვითარდება. ეს, სხვათაშორის, ერთხელ კიდევ ამტკიცებს, რომ შეგუებულობა შეიძლება ჩამოყალიბდეს სხვადასხვა გზით, მათ შორის პროგრესულითაც.

ჰომეოსტაზის გაძლიერების პრინციპი უკიდურესად საჭიროა. მაგალითად, მე დიდი ხანია მაინტერესებს პარადოქსი: რატომ მოხდა მსხვილი, თაობის მოცემის ნელი ტემპის მქონე ცხოველების (სპილო, ცხენი, მტაცებლები) შედარებით უფრო სწრაფი ევოლუციონირება. თითქოს, უნდა იყოს პირიქით: რაც უფრო სწრაფია თაობის ცვლა, მით უფრო ხშირია გენთა რეკომბინაცია, მეტია მასალა გადარჩევისათვის და დრო ევოლუციისათვის! ხომ მართალაა, რომ დრო, რომელიც საჭიროა ევოლუციისათვის, იზომება არა წლებით, არამედ თაობათა სიხშირით. მუდმივ არსებას, თუ ასეთი რამ იქნებოდა, საერთოდ არ შეეძლო ევოლუციონირება. და მაინც ყველაფერი სულ სხვარიგად მიმდინარეობს. პრაქტიკულად ნებისმიერ ჯგუფში სწორედ უპატარესი ფორმებია პრიმიტიული (იმ შემთხვევების გამოკლებით, როდესაც გადარჩევა მიმართულია მხოლოდ დაქუცმაცებისაკენ).

ამ კითხვაზე ყველაზე უფრო ზუსტი პასუხი მე ვიპოვე შმალ-გაუზენის ახლახან გამოქვეყნებულ ხელთაწერებში. მსხვილი ფორ-მები უკეთესადაა დაცული ხელის შემშლელი დაბრკოლებებისაგან, განურჩეველი განადგურებისაგან (განსაკუთრებით სიცოცხლის აღ-რეულ სტადიაზე). არსებობისათვის ბრძოლაში მათი წარმატება პირ-ველ რიგში განპირობებულია თვით ინდივიდების თავისებურებე-ბით და მეორე რიგში — შემთბვევითი ფაქტორებით. სამწუხაროა, რომ შმალგაუზენმა ვერ მოასწრო ამ შრომის დამთავრება და ისღა დაგვრჩენია დაკმაყოფილდეთ მისი მოკლე, თავისთვის დაწერილი კონსპექტებით.

ევოლუციის პროცესში სახეობათა ავტომატიზაციის იდეა არც თუ ისე ახალია: პ. სერებროვსკი ჯერ კიდევ 1930 წელს წერდა: „...თუ ევოლუციის მსვლელობა არის თანდათანობითი გამონათვისუფლება გარემოს ძალაუფლებისაგან, მაშინ აღმავლობითი სვლის დროს, ჩვენ უნდა ველოდოთ ამ დამოუკიდებლობის გადასვლას ბუნებაზე მეუფებაში. ადამიანი ანხორციელებს ამ ფინალს. და პირიქით, თუ ჩავეშვებით დროის სიღრმეში, ჩვენ ვხედავთ უფრო და უფრო მეტ დაქვემდებარებას გარემოს ძალაუფლებისადმი“. იმავე დროს ჯ. ჰაკ-სლი გამოვიდა „განუსაზღვრელი პროგრესის“ თეორიით, რომლის თანახმად ევოლუციის ყველა ხაზი ბოლოს და ბოლოს აღმოჩნდება ჩიხში, გარდა იმ ხაზისა, რომელსაც ადამიანისაკენ მიეყვარათ. სწო-რედ მას ეწოდა განუსაზღვრელი პროგრესის ხაზი.

შეიძლება თუ არა დავეთანხმოთ ასეთ კონცეფციას? კოლცოვი სასტიკი წინააღმდეგი იყო მისი და უწოდებდა მას „არამეცნიერულ ცრურწმენას“: „ადამიანს ყოველთვის ეჩვენება, რომ ის წარმოად-გენს პროგრესის მწვერვალს და მას ეკუთვნის ბიოლოგიური კიბის ყველაზე უმაღლესი საფეხური“.

ძნელია უპასუხო ამ კითხვას ცალმხრივად. პარადოქსულია ის; რომ „განუსაზღვრელი პროგრესის“ სახელით ცნობილია მხოლოდ ერთადერთი ხაზი, რომლის საზღვარზედ ადამიანებს შეგვიძლია ვაწარმოოთ დაკვირება იმდენად, რამდენადაც ჩვენ თვითონ წარ-მოვადგენთ ამ საზღვარს. ხაზის სხვა დანარჩენ განშტოებებს შეიძ-ლება ვუწოდოთ ჩიხისკენ მიმართული, მაგრამ ამის დამტკიცება შეუძლებელია, იმიტომ, რომ მათ ბედ-იღბალზე რაიმეს მტკიცება იმდენად შორეული მომავალის საქმეა, რომელ პერიოდამდეც ვერც ერთი ჩვენთაგანი ვერ იცოცხლებს. მეორე მხრივ, ხომ არ ვურევთ ერთმანეთში ისეთ საგნებს, რომელთა ურთიერთშედარება პრინცი-პულად შეუძლებელია? დიახ, ადამიანმა უკვე ფეხი დადგა მთვარის

ზედაპირზე, ჩაეშვა ოკეანის ფსკერზე, გარდაქმნა მთელი პლანეტა და შეუძლია მოსპოს ყოველი სიცოცხლე მასზედ, თვით თავისივე თავის ჩათვლით. მაგრამ ადამიანი, იმ დროიდან მოყოლებული, როდესაც მან შექმნა ოდნავ ვარგისი ქვის ნაჭახი, დღემდე, პრინციპულად არ შეცვლილა. ყოვლისშემძლედ ის გახადა არა ევოლუციის ფაქტორებმა, არამედ სხვა ფაქტორებმა, როგორცაა, გონებრივი მოქმედების განვითარება, საზოგადოების შექმნა, ცოდნის დაგროვება. შიშველი ადამიანი შიშველ მიწაზე საესებით უძღვრია, სუსტია ნებისმიერ ნადირზე და ავტონომიურობისათვის მას არაფერი რჩება, მისი ყოვლისშემძლეობის ატრიბუტები, დაწყებული ქვის ნაჭახიდან, დამთავრებული ლაზერამდე, ნადირის ტყავისაგან გაკეთებული ტანსაცმლიდან — კოსმოსურ სკაფანდრამდე, ევოლუციის თეორიისადმი „არაქვემდებარეა“, ისინი მოთავსებულია სულ სხვა „სიბრტყეზე“. რა თქმა უნდა, ხაზი, რომელსაც მივყავართ ადამიანამდე, უდავო ფაქტორია, მაგრამ შეიძლება თუ არა მას ვუწოდოთ, განუსაზღვრელი პროგრესი?

აზრის როგორი გავებით უნდა ჩაითვალოს პროგრესი განუსაზღვრელად — ადამიანის შესაძლებლობის განვითარების შეხედულებით (რაც სწორია), თუ მისი შემდგომი ევოლუციით (რაც საუკუთა)?

განვიხილოთ პრობლემის კიდევ ერთი მხარე: რა გზებით საზღვრავს პროგრესს გარემო?

პოპულაცია და გარემო: თანაში წინით

პოპულაცია, თავისი ევოლუციის მსვლელობის დროს, ყოველთვის ხვდება გარემო პირობების ფაქტორების ზემოქმედების ქვეშ. პირობითად მათ ყოფენ აბიოტურ (არაცოცხალი ბუნების ფაქტორები — ისეთები, როგორცაა ტემპერატურა და სინათლე, სინოტივე ხმელეთის ცხოველებისათვის და გარემოს იონური შედგენილობა, წყლის ცხოველებისათვის) და ბიოტურ ფაქტორებად (პოპულაციაზე თანამოარსებე ცხოველთა და მცენარეთა ზემოქმედება, რომელთა შორის შეიძლება იყოს მტაცებლები და პარაზიტები, საკვებ ობიექტებსა და კვება-ყოფა-ცხოვრებაზე მორიგებულნი და კონკურენტები ან რომელიმე სახეობასთან სიმბიოზურად თანამცხოვრებნი).

პოპულაციის მთელი არსებობის განმავლობაში ფაქტორების ზემოქმედება მერყევია, ამიტომ ერთი და იგივე ფაქტორი შეიძლე-

ბა იყოს ხელსაყრელი და არახელსაყრელი (ტემპერატურა შეიძლება იყოს ოპტიმუმზე მაღალი და დაბალი, ტყის ცხოველებისა და მცენარეებისათვის ერთნაირად მოუხერხებელია როგორც უდაბნო, ასევე ქაობიცი). არ არსებობს ყოველთვის ხელსაყრელი ფაქტორები. მაგრამ მტაცებლების, რომლებიც უშუალოდ სპობენ მოცემული პოპულაციის წევრებს, ზომიერი რაოდენობით არსებობა სასარგებლოა იმავე პოპულაციისათვის. საქმე იმაშია, რომ ისინი ხოცავენ პირველ რიგში ავადმყოფ, დაუძღვრებულ და მოხუც, და აგრეთვე, გენეტიკურად შეცვლილ, გარემოსთან ნაკლებად შეგუებულ ცხოველებს. ესაა მასტაბილიზირებული გადარჩევის ძლიერი ფაქტორი.

საყოველთაოდ ცნობილია თუ რა როლი შეასრულა მთელ რიგ ქვეყნებში მგლების, მტაცებელი ფრინველების და სხვათა განადგურებამ. ადამიანი, სურდა რა დახმარებოდა კაკაბს (უფრო სწორად, შეენარჩუნებინა ის თავისთვის), ხოცავდა ქორს, მიმინოს, ხოლო თვით კაკაბი იხოცებოდა ებიდემიისაგან.

თავისი მოქმედებით ფაქტორები შეიძლება იყოს მერყევი. გამოწვეული შემთხვევითობით, მაგრამ მათ ძალუძთ შეიცვალონ მიმართულად (საუკუნეებით გაგრძელებული დათბობა და აცივება, უდაბნოთა ზონის აღმავალი სიმშრალე და ჩაკეტილი წყალსაცავების თანდათანობითი გამარლიიანება). მკითხველები ყოველგვარი სიძნელის გარეშე მოიგონებენ მრავალ სხვა მსგავს მაგალითს.

თუ პოპულაცია მთელი ღირსებით უძლებს გარემოს ყველა ერთობლივი ფაქტორის ზემოქმედებას ისე, რომ ინარჩუნებს ადრინდელი დონით თავის რიცხოვნობას, მაშინ შეიძლება იმის თქმა, რომ ბუნებასთან ამ „თამაშის“ დროს ის „რჩება ხელშეუხებელი“. პოპულაცია, რომელიც იზრდება რაცხობრივად და გავრცელების არეალით, იგებს. და ბოლოს, წაგების შემთხვევა — როდესაც პოპულაცია რიცხობრივად მცირდება, სახეობა უფრო და უფრო იშვიათი ხდება და ქრება ადგილსამყოფელიდან.

პრინციპში, ეს პროცესები შეიძლება აღწეროთ მათემატიკის ახალი დარგის — თამაშის თეორიის გამოყენებით. მასში თამაში იგულისხმება ფართო გაგებით — მოყოლებული ბანქოს თამაშიდან, დამთავრებული ატომური ომით.

გარემო პირობების ცვალებადობაზე (მთათამაშის — გარემოს სტრატეგიის ცვალებადობაზე) პოპულაციას შეუძლია უპასუხოს საკუთარი გენური შედგენილობის ცვალებადობით. რის შედეგად, გახდება რა მოცემული პირობებისათვის შეუგუებელი გენური კომბინაციის, ის ისპობა გადარჩევით, ამავე დროს, იგივე გადარჩევა

სავსებით შესაძლებელს ხდის ახალი შეთანაწყობის გამოვლინებას. საბოლოოდ პოპულაცია იცვლება, ცდილობს არ ჩამორჩეს გარემოს სტრატეგიას (რა თქმა უნდა, ამ სიტყვების არაპირდაპირი მნიშვნელობით).

განვიხილოთ აღნიშნული დებულება რამდენიმე მაგალითზე. ერთი ასეთთაგანი მოცემული აქვს კოლცოვს, ესაა მტაცებლებისა და მსხვერპლის—მეზოზოური დინოზავრების პარალელური ევოლუცია. ტრიასული, იურული და ცარცის პერიოდების მილიონობით წლებს მანძილზე ბალახისმჭამელ ხვლიკებს შორის მიმდინარეობდა მკაცრი ვადარჩევა მათ სიდიდებზე, ზრდის სისწრაფეზე. უფრო სწრაფად მზარდი და დიდ ზომას მიღწეული ხვლიკები ადვილად აღწევდა თავს „მტაცებელთა წნეხს“ (აქ სიტყვა „წნეხი“ არც თუ ისე მოხერხებულია, პოპულაციაზე მტაცებლების ზემოქმედება შეიძლება უფრო შევადაროთ ტუმბოს). მაგრამ, თვით მტაცებლებს შორისაც მიმდინარეობდა პარალელური ვადარჩევა სიდიდისა და საძლიერის შატებაზე. ბალახისმჭამელმა დინოზავრებმა „უპასუხეს“ საბინადროდ ახალი ზონის ათვისებით — ფართო ადაპტური რადიაციით, წყალხმელეთა სიცოცხლის არსებობის სახეზე გადასვლით, ხმელეთზე დარჩენილებმა განივითარეს რთული და ძლიერი თავდაცვითი სტრუქტურა. ცარცის პერიოდის ბოლოსათვის ამ ტენდენციამ ზღვარს მიაღწია. გამოჩნდა ნამდვილი „ცოცხალი ტანკები“ — ანკილოზავრები — მასიური საკვების მომთხოვნი, ვებერთელა და მოუქნელნი, რომელთა სხეულის ზედაპირი დაფარული იყო ძვლის ქავეშნით. სხვა დინოზავრებს — ცერატოპსიდებს განუვითარდათ მძლავრი, რამოდენიმე მეტრის სიგრძის რქა. მტაცებლებმაც მიაღწიეს თავიანთ ზღვარს — გამოჩნდა გიგანტური ტირანოზავრი და კარნოზავრი, რომლებიც დადიოდნენ ორ ფეხზე. მათი ფეხები მოგვაგონებს შემზარავი მტაცებელი ფრინველის ფეხს. მათ წარმოუდგენლად გეზარდათ თავის ქალა. უზარმაზარ ხანჯლისებრ კბილებს შეეძლო განემიჩინა ნებისმიერი ზომის მსხვერპლი. ბევრი ამ „კონსტრუქტული გადაწყვეტილებათაგანი“ ატარებდა აშკარა აჩქარების, შეუთანხმებლობის ხასიათს. მაგალითად, ტირანოზავრის წინა თათები გარდაიქმნა ერთი ციკქნა, საკვების მოსაპოვებლად გამოუსადეგარ დანამატად, რომლითაც შეუძლებელი იყო თუნდაც კბილის ამოჩიქნა.

ეს სისტემა იმყოფებოდა აშკარა არამდგრად წინასწრობაში. შედარებით მცირეოდენმა აცივებამ, რომელმაც შეცვალა მცენარეები თავისი ხასიათით, ბალახისმჭამელი ხვლიკები მიმშოილისაგან ამოწყვეტამდე მიიყვანა. მათ კვალს გაყვა საკვებს მოკლებული მტა-

ცებელი ფრინველებიც და დინოზავრებისაგან განთავისუფლებულ დედამიწაზე სწრაფად გავრცელდა მანამდე შეუმჩნეველი ძუძუმწოვრები — ლამის პატარა ნადირები, რომლებსაც გიგანტური ხვლიკები ვერც კი ამჩნევდნენ.

აი მეორე მაგალითი, ასე ვთქვათ, უკუქცევითი ნიშნით, მიღებულად ითვლება, რომ მღრღნელებთან უმრავლესობის სხეულის პატარა ზომა მიწის ზედაპირის ქვეშ საბინადრო პირობებში გადასვლის შედეგია. სოროებში მათი არსებობა კარგადაა დაცული მტაცებლებისაგან. თავისი მსხვერპლის ევოლუციასთან შეხამებული ცვლილების ქვეშ მოექცა ჩვენი ფაუნის ყველაზე პატარა მტაცებელი — სინდიოფალა, რომელსაც შეუძლია ჩაუსაფრდეს თავებს სოროში.

ზოგჯერ სტრატეგია თამაშში „სახეობა გარემოს წინააღმდეგ“ იმდენად სწორხაზობრივია, რომ ევოლუცია გამოიყურება, რაღაც, მიმართულ პროცესად — ორტოგენეზად. ასე ცდილობდნენ აეხსნათ თანამედროვე ცხენის ევოლუცია. მისი წინაპარი — ეოგიპუსი ცოცხლობდა ეოცენური პერიოდის მსუბუქი ნოტიო კლიმატის პირობებში, იყო ოთხჩლიქიანი, მისი კბილები კარგად იყო შეგუებული ტყისა და ჭაობის მცენარეების დალექვას. თანამედროვე ცხენი ბევრად დიდია ეოგიპუსზე, მისი ერთჩლიქიანი კიდურები შეგუებულია სწრაფ და ხანგრძლივ რბენას, ხოლო კბილები — მშრალი ველის უხეშ ბალახს. თუ დროის მიხედვით თანმიმდევრობით (რაღაც, წარმოშობის მსგავსად) დავაღებთ და დავაკვირდებით ცხენის წინაპრებს, ჩვენ შევამჩნევთ კიდურების, კბილებისა და სხეულის ზომის მიმართულ ცვლებადობას. მაგრამ, როგორც აღმოჩნდა, უძველესი ცხენები ვითარდებოდნენ არა ერთი, არამედ რამდენიმე მიმართულებით, მრავალი სახეობისა და ფორმების პარალელურობით. ყველა ეს სტრატეგია აღმოჩნდა არასახარბიელო, გარდა ერთისა, რომელმაც განაპირობა თანამედროვე ცხენი. მისი გენეალოგიური ხე ნაკლებად მოგვაგონებს სატელეფონო ქსელის ბოძს, როგორც ამას ორტოგენეტიკოსები ვარაუდობენ.

რა მნიშვნელობა გააჩნია პოპულაციასა და გარემოს შორის თამაშს პროგრესისათვის? საესებით პირდაპირი: რაც უფრო რთულია გარემო, რაც უფრო მეტ ზემოქმედებას ახდენენ სახეობაზე სხვა სახეობის ორგანიზმები, მით უფრო რთული ხდება პირობები სახეობის არსებობისათვის, ამიტომ ის უნდა გართულდეს ან ამოწყდეს.

ზოგიერთი ანალოგიურობა შეიძლება შევამჩნიოთ იარაღის ევოლუციაში. ცხადია, რომ დარტანიანის ტიპის, ყველაზე საუკეთესო

მეომარი შეიარაღებული დაშნით, კაჟის რევოლვერითა და მუშკეტით, ვერ შესძლებდა ორთაბრძოლას თანამედროვე არმიის ტყვიამფრქვევეთ შეიარაღებულ ნებისმიერ ახალბედა მეომართანაც. თანამედროვე ავტომატი ბევრად რთულია მუშკეტზე. მაგრამ ეს ასეა სრულიადაც არა იმიტომ, რომ იარაღის კონსტრუქტორებს უყვარათ სირთულე სირთულისათვის.

ამ პრინციპის დასაბუთება შეიძლება გამოინახოს. როგორც მათემატიკოსები ამბობენ, უკუქცევისაგან. გარემოს გამართივების შემთხვევაში მოთხოვნილება პროგრესული ევოლუციისადმი მცირდება. სწორედ ამიტომ ვხვდებით კუნძულებზე, თუნდაც ისეთ დიდებზე, როგორცაა ავსტრალია ან სამხრეთ ამერიკა (რომელიც დიდხანს იყო კუნძული), ცხოველთა და მცენარეთა ძალზე პრიმიტიულ ფორმებს.

იმისათვის, რომ გავეცნოთ „ცოცხალ წიაღისეულს“, არ არის აუცილებელი ავსტრალიაში წასვლა. გაზაფხულზე მოსკოვის ირგვლივ მდებარე გუბეებში შეიძლება დავინახოთ კიბო დაფნია (წყლის რწყილი). მის გარეგნობაში იგრძნობა რაღაც არქაული სიძველისათვის დამახასიათებელი რამ, და ეს გასაკვირი არ არის. დაფნია ბევრ დინოზავრზე უძველესია, ის არსებობს ტრიასული პერიოდისა და უოველგვარი ცვლილების გარეშე, ბინადრობს გამომშრალ, დროებით წყალსაცავებში, სადაც მის გარდა არავის შეუძლია საცოცხლე, გარდა ორფრთიანთა მატლებისა. პრაქტიკულად არ გააჩნია რა მტრები და კონკურენტები და ფლობდა რა ისეთ სახარბიელო ადაპტაციას, როგორცაა მიწაში მშრალი სეზონის ადვილად ატანის მიზნით კვერცხის მტკიცე გარსით შემოფარგვლის უნარი, დაფნიას არ განუცდია არავითარი „მოთხოვნილებანი“ პროგრესისაგან.

ჯერ კიდევ დარვინი მიუთითებდა, რომ მტკნარი, მატერიკული წყლები ბევრი უძველესი ორგანიზმის — „ცოცხალი წიაღისეულების“ თავშესაფარია. ამის მიზეზი პირველ რიგში არის წყლის ბიოცენოზის დაღარიბება მცენარეებითა და ცხოველებით. აქ თითქოს რაღაც წინააღმდეგობაა. ყველა ჩვენთაგანმა ვიცით. თუნდაც არსებული აღწერილობით, თუ როგორი მდიდარია ტროპიკების ფლორა და ფაუნა, განსაკუთრებით ტროპიკული ტყეებისა. თითქოს აი იქ, სადაც უხვადაა ბიოცენური კავშირი, მით უფრო რთულია ბიოცენოზი! მაგრამ, ამავე დროს, ტროპიკებში ვპოულობთ უძველეს ფორმებს, რომლებიც დიდი ხანია ამოწყდა სხვა, ზომიერ ზონაში. ტროპიკებშივეა აღწერილი შეუხედავი მცენარე, რომელიც ბევრად ანალოგიურია ფსილოფიტების — პირველი მცენარეების, რომლებიც

ხმელეთზე გაჩნდა კემბრიის პერიოდში. მანდვეა აღწერილი აგრეთვე საგო, გინგო და ხისებრი გვიმრა, რომელთა ჩრდილის ქვეშ თავის დროზე დასეირნობდნენ დინოზავრები; ძალზე პრიმიტიული ქვეწარმავლები; პრიმიტიული ლემური და ნახევრად მაიმუნები — ეს სია შეიძლება ბევრად გავზარდოთ.

ამგვარი მოჩვენებითი წინააღმდეგობა წარმატებით გადაჭრა შმალგაუზენმა, რომელმაც მიუთითა რომ თითოეულ „უცხოელ წიაღეულთაგანს“ უკავია სავსებით მყარი პირობებით განპირობებული ძალზე ვიწრო ეკოლოგიური ნიშა, ამავე დროს ფლობს უნიკალურ შეგუებულობას, რაც საშუალებას აძლევს მას წარმატებით აღუდგეს წინ უმაღლეს, პროგრესირებულ ფორმებს. ესაა სპეციალიზაცია, რომლის წყალობითაც „უცხოელ წიაღეულთაგანებს“ შეუძლიათ გაფურჩქვნა ვიწროსპეციალიზირებულ პირობებში, მსგავსად იმისა, როგორც კარგი ხელოსანი — მეწაღე უძლებს საყოფაცხოვრებო მომსახურების მძლავრი კომბინატის კონკურენციას.

მაგრამ გარემო შემდეგში შეიძლება გამარტივდეს. საკმარისია გამოეთიშოს გარემოს ფაქტორი, რომ გამორიცხული ხდება შესაბამისი ორგანოს საჭიროების აუცილებლობა. რა გამოდის აქედან? გარემო უკვე არ აწარმოებს გადარჩევას ამ ორგანოს განვითარებაზე. გენომში იწყება ისეთი მუტაციების დაგროვება, რომლებზედაც გარემო არ ახდენს კონტროლს, რასაც მოსდევს განვითარების დისპარმონიულობა, ორგანოს განუვითარებლობა და ბოლოს, მისი სრული რედუქცია.

ასე დაკარგა ფრენის უნარი (და ზოგჯერ ავით ფრთებიც) ბევრმა ფრინველმა ისეთ კუნძულებზე, სადაც გამორიცხული იყო მტაცებლები, ხოლო თვალი — უდაბნოსა და მიწისქვეშა ბინადარმა ცხოველებმა. ვეშაპისნაირები დედამიწის ისტორიის მესამე პერიოდის დასაწყისში გადავიდა ზღვაში, სადაც მათი მოძრაობის ორგანო გახდა ძლიერი კუდი. ასეთ შემთხვევაში უკანა კიდურები არ არის საჭირო, საზიანოცაა, იმდენად რამდენადაც აძლიერებს წყლის წინააღმდეგობას. შედეგი — უკანა კიდურების — ფეხების დაკარგვა. წინა კიდურები დარჩა, მაგრამ მათ შეიძინეს საჭის ფუნქცია. მიუხედავად ამისა, საშუალოდ ყოველ ათი ათას კამალოტზე ერთი იბადება უკანა ფეხების ჩანასახით. ამიტომ მეტი სიფრთხილის გამოჩენაა საჭირო იმის მტკიცების დროს, რომ ესა თუ ის ტოტი ჩიხისკენაა მიმართული, რომ ის ვერ შესძლებს შეეგუოს ახალ გარემოს და, რომ ახალს არაფერს არ მოგვეცემს. იმისათვის, რომ დაადგინო ჩიხის

არსებობა, საჭიროა დაეტაკო კედელს, კედელი კი სადღაც შორეულ მომავალშია.

ერთადერთი, რისი მტკიცებაც შეიძლება, იმაში მდგომარეობს, რომ ამჟამად, მოცემულ კონკრეტულ პირობებში ორგანიზმთა გარკვეული ჯგუფები, ანუ (რაც უფრო სწორი იქნება) მათი ესა თუ ის ორგანოები რეგრესირდება, ხოლო თვითონ ისინი იმყოფებიან მორფოფიზიოლოგიური რეგრესიის სტადიაში, რაც სხვათაშორის, არ გამოირიცხავს მათ ბიოლოგიურ პროგრესს, გაფურჩქნას.

რეგრესიის უკიდურეს ზღვრამდეა დასული პარაზიტები. მათი ევოლუციური რიგის გაანალიზებისას, შეიძლება დავინახოთ თუ როგორ ჰკარგავენ თანდათანობით ისინი გრძნობის ორგანოებს, კარგად განვითარებულ ნერვულ სისტემას, საკვებმონელების სისტემას. ბოლოს და ბოლოს მათგან რჩება ტომარა, რომელიც საესეა ჩენჩოთი. ასეთია, მაგალითად, კიბორჩხალას პარაზიტები, პარაზიტული მოლუსკები, ზოგიერთი სახეობის მამრობითი სქესის ინდივიდები, რომლებიც ბინადრობენ მდედრობითი სქესის ინდივიდების სასქესო სადინარში. რეგრესიის გვირგვინია პატრონი ორგანიზმის გენომში ჩართული ვირუსები.

შეიძლება თუ არა რეგრესი გაგრძელდეს შემდეგშიც? როგორც სჩანს, არა — ორგანიზმი დაემგვანებოდა ინგლისურ საბავშვო ზღაპარ „ალისა საუცხოო ქვეყანაში“ მოყვანილ ჩეხურ კატას, რომელსაც დარჩა მხოლოდ ერთი ღიმილი.

ბუნებაში რეგრესული ევოლუციის ფართოდ გავრცელება აშკარად მეტყველებს ლამარკისტული „პროგრესისაკენ თანდაყოლილი მიდრეკილების“ წინააღმდეგ. თუ ჩვენ გავითვალისწინებთ ფ. ენგელსის ცნობილ შენიშვნას მასზედ, რომ ორგანულ განვითარებაში პროგრესი ამავე დროს არის რეგრესი, იმდენად, რამდენადაც ზღუდავს განვითარების შესაძლებლობას სხვა მიმართულებებში, მაშინ ჩვენთვის ცხადი იქნება, რომ ლამარკი ცდებოდა. სახეობები პროგრესირდებიან, ართულებენ თავიანთ სტრუქტურას და სრულყოფენ ამა თუ იმ ორგანიზმების ორგანოების ფუნქციას მხოლოდ მაშინ, როდესაც ეს მათთვის სასარგებლოა (ესე იგი ჭერჭერობით ამ მიმართულებით მოქმედებს გადარჩევა).

თავში, რომელიც ეძღვნება პროგრესს. უცხოა, მაგრამ საჭიროა განხილულ იქნეს კიდევ ერთი საკითხი თერმოდინამიკის მეორე საწყისზე და მის გამოყენებაზე ცოცხალ ბუნებაში. საკითხი თავისთავად საკმაოდ რთულია, ამავე დროს მის ირგვლივ თავი მოიყარა იმდენად საკამათო და არასწორმა აზრებმა, რომ ავტორი დიდ სიფ-

რთხილეს იჩენს — შესძლებს თუ არა გადმოსცეს ის საკმაოდ გასაგებად და დაარწმუნოს თითოეული მკითხველი. და თანაც, უნდა შევეცადოთ გვერდი ავუაროთ ფორმულებს!

მაცხველის დემონი და ღარკინის დემონი

თერმოდინამიკის პირველი საწყისი ყველამ იცის. ესაა ენერჯის მუდმივობის კანონი. სულ სხვა საქმეა მეორე საწყისი. თუმცა, პირველთან ერთად, მასზე აშენებულია თანამედროვე ფიზიკის ყველა დიდებული შენობა, მაგრამ მას დღესაც ბევრი მოწინააღმდეგე გააჩნია და ამ პაექრობაში გასაგები ხდება, რომ ის უშუალოდ ეხება ხალხის რაღაც სასიცოცხლო ინტერესებს, ჰკვეთს მათ ყველაზე იდუმალ ოცნებას.

რა არის ადამიანის ყველაზე იდუმალი ოცნება? შეიძლება, უკვდავება? მეორე საწყისი ხომ არ ახდენს სიკვდილის გარდუვალობის პოსტულირებას?

მეორე საწყისი ზოგადი სახით შეიძლება ასე გამოვთქვათ: ბუნებაში ყველა პროცესი მიმდინარეობს და მიმართულია მდგომარეობის შესაძლებლობის გადიდებისაკენ, ენტროპიის გადიდებისაკენ. ენტროპია გამკვდარებული ენერჯიაა, სისტემაში მისი მარაგის დაქვეითება შეიძლება მხოლოდ კიდევ უფრო მეტი რაოდენობის ენერჯიის დახარჯვის შედეგად (რადგანაც, არ არსებობს სისტემა სასარგებლო მოქმედების 100%-იანი კოეფიციენტით). ის შეიძლება მხოლოდ გადიდდეს, ისე როგორც დროს ძალუძს მხოლოდ წინსვლა.

რაც უფრო ნაკლებ წონასწორობადია სისტემა, მით უფრო ნაკლებია ამ მდგომარეობაში მისი არსებობის შესაძლებლობა. გაუწონასწორებელი სისტემების მაგალითია ჭიქა ცხელი ჩაი მაგიდაზე ან ნაყინი ესკიმო ზაფხულის სიცხეში. არ არის საჭირო იყო გულთმისანი იმისათვის, რომ იწინასწარმეტყველო ადრე თუ გვიან ჭიქა ჩაი გაცივდება, ხოლო ესკიმო გადნება. ისინი თავიანთ ტემპერატურას აწონასწორებენ შემოთარგლულ გარემოსთან და ენტროპიაც იზრდება. იმისათვის, რომ ის შეეამციროთ, საჭიროა ხელახლად ავადულოთ ჩაი და გავყინოთ ესკიმო, მაგრამ ამ დროს ჩვენ ყოველთვის დავხარჯავთ უფრო მეტ ენერჯიას, ვიდრე დავკარგეთ. როგორც გონებასახვილად შენიშნა ცნობილმა ბიოქიმიკოსმა აიზეკ აზიმოვმა, პირველი საწყისი გვაუწყებს, რომ ბუნებასთან თამაშში არ შეიძლება მოგება, ხოლო მეორე საწყისი — არ შეიძლება დარჩე თუნდაც ქვითზე.

აი კიდევ სხვა მაგალითები. კონკრეტული ენერჯის დახარჯვით აგურების გროვად არსებობა უფრო შესაძლებელია, ვიდრე მისგან სახლის აშენება. უფრო მეტად შესაძლებელია რკინის მადანის არსებობა, ვიდრე მისგან გამოდნობილი რკინისა. და ბოლოს, ცოცხალი ადამიანი — მოვლენა, თერმოდინამიურად ნაკლებად შესაძლებელია, ვიდრე მისი ჩონჩხი.

ალბათ, ბოლო მაგალითი ხდის მეორე საწყისის არასასურველს მოაზროვნე არსებისათვის, რომელმაც იცის თუ რა არის სიკვდილი. ყოველგვარი არსების მიწიერებაზე ემოციონალურმა უსიამოვნებამ წარმოშვა ჰიპოთეზა მასზედ, რომ ცოცხალი ბუნებისათვის მეორე საწყისი უმოქმედოა. ცოცხალი მატერია დასაბამს იღებს ენტროპიით, ამცირებს მის რაოდენობას დედამიწაზე და აღწევს მწვერვალს ადამიანის გონიერულ შემოქმედებაში.

თითქოს სინამდვილეა. მწვანე მცენარეები წყალსა და ნახშირორჟანგს გადრაქმნის ნახშირწყლებად, რომელიც შეიძლება შეეკვამოთ ან დაეწვათ (ქვანახშირი!) და ამით მივიღოთ ენერჯია. ცხოველები იზრდებიან, მრავლდებიან, მატულობენ მასაში. ბოლოს, ადამიანი აშენებს შესანიშნავ ქალაქებს, აგებს რკინიგზებს და კოსმოსურ ხომალდებს, იბრძვის დაავადებების წინააღმდეგ და იგრძელებს სიცოცხლეს.

იშლება მშვენიერი სურათი — არაცოცხალი ბუნების სამყარო პასიურად მიცურავს დაღმა დინების მიმართულებით, ენტროპიის ჩანჩქერისაკენ; მხოლოდ ცოცხალი ბუნება (ანუ მხოლოდ კაცობრიობა — ავტორების ოპტიმიზის მიხედვით) მიცურავს ზევით, დინების გადალახვით. ეს იწვევს განდიდებასა და სიმზნევეს, მაგრამ სამწუხაროდ, ეს ისეთივეა როგორც სამოთხეში დამფრენი უკვდავი სულის იდეა. შესანიშნავია, მაგრამ არასწორია.

დაუზბრუნდეთ დინების მაგალითს. რა არის საჭირო, ვთქვათ იმისათვის, რომ არ წავიწიოთ ცუდით ზევით, მაგრამ შევიწარმოთ თუნდაც ერთი და იგივე ადგილი წყლის ისეთ დინებაში, რომელიც ჩქარ მდინარეს მოგვაგონებს? ჯერ კიდევ ნიუტონმა იცოდა, რომ ამისათვის საჭიროა გადავისროლოთ ჩვენგან დინების ქვევით n რაოდენობის წყალი, ამის შედეგად დინების სიჩქარე, ჩვენგან დაბლა, ბევრად უფრო გაიზრდება.

იგივე მდგომარეობაა თერმოდინამიკურ დინებაშიც. რომელშიც ყოველი ჩვენთაგანი ისე ვცურავთ, რომ ეცდილობთ როგორმე ავიცილინოთ საკუთარი თავის წალეკვა. მცენარეები დაბალენტროპულ ნივთიერებათა სინთეზირებას ახდენენ მაღალენტროპული ნივთიერე-

ბისაგან. ეს მართალია, მაგრამ ის ხდება მზის ენერჯის ხარჯზე, რომლის უტილიზირება მცენარეების მიერ სრულებითაც არ არის 100% სმპ (სასარგებლო მოქმედების კოეფიციენტი). ცხოველები იკვებებიან მცენარეებით ან სხვა ცხოველებით, მაგრამ ხომ მართალია, რომ არის ასეთი ცნება — საკვები ერთეულის კოეფიციენტი — რომელიც აღნიშნავს თუ რამდენი ერთეული საკვებია საჭირო ერთეული წონის მისაღწევად (სხვადასხვა ცხოველებში ის მერყეობს). ენტროპიის წარმოება მწვერვალს აღწევს ადამიანის გონებრივ შემოქმედებაში. ტყუილბრალთა როდია, რომ ამ უკანასკნელ დროს, ენერჯის მოთხოვნილების შეუკავებელი ზრდის ხარჯზე, დედამიწის ზედაპირის ტემპერატურა მატულობს.

ამიტომ უკეთესია თავი დავანებოთ მაღალფარდოვან უაზრობას სიცოცხლის კოსმოსური როლის თაობაზე, რომელიც თითქოს სამყაროს იცავს ენტროპიისაგან, და დავიმახსოვროთ, რომ ცოცხალი არსება (ადამიანის ჩათვლით), ამცირებს რა ენტროპიას „თავისში“ და თავის ირგვლივ, იმავე რიგით იბრძვის მზის სისტემის ენტროპიასთან. აბა, ჯიბის რომელი ქურდბაცაცა ზრდის ნაციონალურ შემოსავალს. ნათქვამი შეიძლება იყოს მძაფრი, მაგრამ არა ნახევრად თქმული.

ამრიგად, როგორც შმალგაუზენი წერდა, ინდივიდუალურ სიცოცხლეში ყველა ორგანიზმი ინარჩუნებს თავის მოწესრიგებულობას, ენტროპიის დონეს იმით, რომ განუწყვეტლივ აღიღებს შემომფარგვლელი გარემოს ენტროპიას. გარემოს რომელიმე ნაწილის მიმართ მოწესრიგებულობის უნარი ცხოველებში უმნიშვნელოა (ფრინველთა ბუდე, მღრღნელებთა სორო). აქტიურად, აქამდე არ არსებული მასშტაბით, მხოლოდ ადამიანი ზრდის და ამღიდრებს თავის შემოგარენს იქიდან მოყოლებული, როგორც კი ააშენა პირველი პრიმიტიული ქოხი. სამაგიეროდ, ენტროპიასთან მიმოქცევის დროს, ის თავისუფალ ენერჯიას ბევრად მეტს ხარჯავს, ვიდრე ნებისმიერი ცხოველი.

რა ვუყოთ პროგრესული ევოლუციის მოვლენას — ეს ხომ ენტროპიის უდავო დაქვეითებაა?

თერმოდინამიკაში არსებობს პარადოქსი, რომელიც ცნობილია მაქსველის პარადოქსის სახელწოდებით. მაქსველმა შემოგვთავაზა ჩაგვეტარებინა გონებრივი ექსპერიმენტი: წარმოვიდგინოთ რომელიმე მიკროსკოპული ზომის არსება ან დანადგარი, რომელსაც უნარი ექნება რალაცნაირად განასხვავოს ერთმანეთისაგან მისადმი შემოფარგლულ გარემოში არსებული სწრაფად და ნელა მოძრავი მო-

ლექულები. ამ არსებას (რომელსაც პირობითად „დემონი“ უწოდეს) თუ „დაეყენებთ“ მიკროსკოპულ ჭიშკართან, რომელიც, ვთქვათ, აერთებს სისტემის ორ სხვადასხვა ნაწილს, მაშინ ის კარს გაუღებს სწრაფად მოძრავე მოლექულებს და დაუკეტავს ნელა მოძრავე მოლექულებს. „დემონის“ მსგავსი საქმიანობის შედეგად ტემპერატურა სისტემის ერთ ნაწილში შეიძლება გაიზარდოს, ხოლო მეორეში პირიქით, შემცირდეს. ასეთ „დემონს“ შეეძლო აედუღებინა წყალი მაგიდაზე დადგმულ ჭიქაში ეხერგიის დახარჯვის გარეშე — სხვანაირად რომ ვთქვათ, შეემცილებინა ენტროპია.

სამწუხაროდ, მაქსველის „დემონი“ შეუძლებელია. ცნობილმა ფიზიკოსმა ა. ბრილიუენმა ზუსტად უჩვენა, რომ იმისათვის რათა განსხვავებულ იქნეს სწრაფად მოძრავე მოლექულები ნელა მოძრავისაგან („ცხელი“ ცივისაგან“), საჭიროა „დემონმა“ შეათასოს მოლექულის ენერგია. ასეთი ინფორმაციის მიღებაზე გაწეული ენერგიის ხარჯით ერთიორად კომპენსირდება ენტროპიის მოსალოდნელი შემცირება.

მაგრამ ევოლუციაში არსებობს ასეთი „დემონი“. ესაა ბუნებრივი გადარჩევა, რომელსაც ა. აზიმოვმა ძალზე მოსწრებულად უწოდა „დარვინის დემონი“. სწორედ გადარჩევა, უნარჩუნებს რა სიცოცხლეს შედარებით უფრო რთულ, უკეთესი შეგუებულობის მქონე ორგანიზმებს, ქმნის და განაპირობებს პროგრესს.

თუ გადარჩევის მოქმედება შეწყდება, მაშინ გენოტიპში ყოველგვარი კონტროლის გარეშე გროვდება მთელი რიგი მუტაციები, რაც სწრაფად იწვევს ორგანიზმების ყველა შინაგანი კავშირის დეზორგანიზაციას — რეგრესიას, ენტროპიის გაზრდას. შმალგაუზენის თქმით „ევოლუციის დროს ორგანიზმები აქვეითებენ ენტროპიას, ესე იგი იმალლებენ თავიანთ მოწესრიგებულობას ისეთი ინდივიდების ბუნებრივი გადარჩევით, რომლებიც უფრო მეტ წარმატებას აღწევენ გარემოს ზემოქმედებაზე, ანუ ზრდიან მის ენტროპიას“. თავისთავად, თვით მუტაციური პროცესი არის დამანგრეველი ფაქტორი, რომელიც ზრდის ენტროპიას. დე ფრიზი არ იყო სწორი — მარტო მუტაციებს, გადარჩევის გარეშე, არ შეუძლიათ შექმნან სახეობანი, იმიტომ რომ ისინი დამოუკიდებელივ, მარტო თავისი ბუნებით არ იქმნებიან.

ამავე პოზიციით იხილავს შმალგაუზენი მასტაბილიზირებელ გადარჩევას, რომლის დროს ილუპება ნაკლებად მდგრადი ორგანიზაციის ყველა ინდივიდი (გაიხსენეთ ბამპუსის ბელურები!). მუტაციური პროცესის შედეგად ნებისმიერ პოპულაციაში ენტროპია იზ-

რდება და გადარჩევა, პოპულაციას მოაცილის რა მხოლოდ განაპირა ნაწილებს, უნარჩუნებს მას ანდრინდელ დონეს.

ძალზე საინტერესო იქნებოდა ამ შეხედულებიდან გამომდინარე, გაგვეანალიზებინა სხვადასხვა ევოლუციური ტენდენცია, მაგალითად, თბილისისხლიანობის წარმოშობა.

ნებისმიერი ორგანიზმების ყველა რეაქცია, რომელიც მიმდინარეობს მათ სხეულში (ძირითადად პტჰ-ის დაშლის ხარჯზე) მთავრდება გარემოში მალაქტროპული ნივთიერებების — ნახშირორჟანგის, წყლისა და ამიაკის გამოყოფით. ამასთან ერთად, გამოიყოფა დიდი რაოდენობით სითბო — ესეც, ასე ვთქვათ, წარმოების ანარჩენია. წვრილ ცხოველებში „სითბური წიდას“ გამოყოფა არ წარმოადგენს პრობლემას იმდენად, რამდენადაც, მათ ბევრად უფრო დიდი ზედაპირულობა გააჩნიათ მოცულობასთან შედარებით. მაგრამ რაც უფრო მსხვილია ორგანიზმი, მით უფრო მეტი საშიშროება იქმნება მის „გადახურებაზე“. ამიტომაც, რომ ძალზე მსხვილი ქვეწარმავლები ძირითადად არის ღამის და წყლის, უკიდურესად ზღაზნია, ზანტი ცხოველები. მათ, როგორც მაგალითად, ნიანგს და გველს, გააჩნიათ მსხვერპლზე სწრაფი, გამალებული თავდასხმის, მაგრამ არახანგრძლივი მოძრაობის უნარი. რაც შეეხება კუს, მისი ზოზიანობა ანდაზად იქცა. გამონაკლისია წყლის კუ, მაგრამ წყალი საუკეთესო სითბოგამტარია, ვიდრე ჰაერი.

მხოლოდ ფრინველებმა და ძუძუმწოვრებმა (აგრეთვე, თუ გახსოვთ, მფრინავმა ხელიკებმა) დაიწყო ამ „სითბური ნარჩენების“ გამოყენება. გარემოსა და სხეულს შორის თბოგადაცემის შეკავება მიმდინარეობს სითბომაიზოლირებელი ბუმბულით ან ბეწვის საბურველით. მაგრამ მარტო თბოიზოლაცია არ კმაჩა — ის ზრდის გადახურების საშიშროებას. საჭირო გახდა ძალზე რთული სისტემების შექმნის აუცილებლობა, რომელიც მოახდენდა სხეულის ტემპერატურის რეგულირებას. ამის მაგალითია ძუძუმწოვრების საოფლე ჯირკვლები. შედეგი — სასიცოცხლო პროცესების სტაბილურობა. გარემო პირობებისადმი ავტონომიურობის გაზრდა და არსებობისათვის ბრძოლაში წარმატება.

ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ყველა ორგანიზმი მთელი სიცოცხლის განმავლობაში შემოგარენის ენტროპიის ზრდის ხარჯზე, დაბალ დონეზე ინარჩუნებს თავიანთი სხეულის ენტროპიას და არსებობისათვის ბრძოლაში წარმატებას აღწევს ის სახეობები, რომლებიც შედარებით უფრო ეფექტურად ახორციელებენ ამ პროცესს.

გასარკვევი რჩება მხოლოდ ერთი საკითხი — მისაღებია თუ არა მეორე საწყისი ინდივიდუალური ორგანიზმისათვის, სხვანაირად

რომ ვთქვათ, აუცილებელია თუ არა სიკვდილი? უნდა დავიმახსოვროთ, რომ სხეულის უჯრედებში განუწყვეტლივ მიმდინარეობს მუტაციები, რომლებიც იწვევენ სასიცოცხლო პროცესების დისპარმონიას (სიმოხუცე — ეს ენტროპიის გაზრდაა). გარდა ამისა, მე დარწმუნებული ვარ, რომ ჩვენს გენოტიპებში ჩაქსოვილია გადარჩევიტ განპირობებული მექანიზმი, რომელიც საშუალოდ 50 წლის ასაკის შემდეგ იწყებს დაცვითი სისტემების ერთი მეორეზე მიყოლებით თანმიმდევრობით გამოთიშვას. რომ არ ყოფილიყო თაობათა ცვლა, არ იქნებოდა ევოლუცია — რა საჭიროა პირმშო უკვდავი არსებისათვის? ხოლო, ევოლუციის შეჩერება ბოლოს და ბოლოს იქნებოდა საბედისწერო. მოკლედ, ინდივიდების უკვდავება ნიშნავს სახეობის სიკვდილს. როგორც ფ. ენგელსი წერდა: „სიცოცხლე ესე იგი სიკვდილიანობა“.

7

ევოლუციის საწყისი

განსაკუთრებით სასიამოვნოა იყო ამ გრანდიოზული სპექტაკლის ნაწილი, მაშინაც კი, თუ მოგეხდება საკუთარი თავი ჩვეულო ელქეის განმუხტვისა და გულისამრევი აირების პირდაპირ შთამომავლად.

ხ. შ ე კ ლ ი

ფინიშიდან სტარტისაკენ

ჩვენ განვიხილეთ პროგრესის პრობლემა ცოცხალ ბუნებაში. შეიძლება დავასკვნათ, რომ ორგანიზმების სირთულის ზრდის ტენდენცია არ არსებობს გარემომცველი გარემოს სირთულისაგან დამოუკიდებლად. სირთულე თვითმიზანი არაა, არამედ მხოლოდ საშუალებაა განადგურებისაგან თავის დასაღწევად, ამიტომ, არ შეიძლება დავაშოროთ ერთმანეთს პროგრესისა და შეგუებულობის პრობლემა და მითუმეტეს, დავუპირისპიროთ ისინი ერთიმეორეს, ისე როგორც ეს გააკეთა ლამარკმა. ეს არის ერთი პროცესის მხოლოდ ორი

სხვადასხვა მხარე, რომელშიც ბუნებრივი გადარჩევა გამოთიშავს რა „გენეტიკურ აურზაურს“ — მუტაციას, ინარჩუნებს თვითაღწარმოებისათვის სირთულის მხოლოდ საჭირო დონეს.

მაგრამ, როდის წარმოიშვა ეს პროცესი? სხვანაირად რომ ვთქვათ, როგორ წარმოიქმნა სიცოცხლე დედამიწაზე და როდის შეუდგა მუშაობას დარვინის ევოლუციის ფაქტორები? სად იღებს საწყისს ბუნებრივი გადარჩევა?

არ შეიძლება იმის თქმა, რომ ეს საიდუმლოება უკვე ამოხსნილია. გარდა ამისა, მაშინაც კი, როდესაც ლაბორატორიაში მოვახდენთ პირველი ცოცხალი უჯრედის სინთეზირებას, ჩვენში არ იქნება არავითარი დამაჯერებლობა მასზედ, რომ სწორედ ამ გზით წარმოიქმნა სიცოცხლე დედამიწაზე. მაგრამ, ჩვენ უკვე მოვასწარიტ ცოტა რამ გაგვეგო და ვცდილობთ გავიგოთ მეტი. ხომ არ დაგვეხმარება ამაში კეთილშობილური (როგორც მას დარვინმა უწოდა) მეცნიერება პალეონტოლოგია? მოდი, ვიმგზავროთ იმ წერტილისაკენ. სადაც სტარტი მიეცა ევოლუციას. ამა თუ იმ დროის სამგზავრო მანქანად ჩვენ მოგვემსახურება პალეონტოლოგების შრომები, ხოლო შუქნიშნად — მთის ქანის ნალექები, რომელთა ასაკის დადგენა დღეს შესაძლებელია. ეს არ არის ადვილი საქმე. გეოლოგიური ერას, ეპოქის და პერიოდების ზუსტი ასაკისა და ხანგრძლივობის შესახებ ცნობას იძლევა მხოლოდ იმ დროში წარმოქმნილი მინერალების იზოტოპური ანალიზი. ასე მაგალითად, ცნობილია, რომ კალიუმის იზოტოპი — K^{40} სწრაფი ელექტრონის დასხივებით გარდაიქმნება კალციუმად — Ca^{40} , ხოლო ელექტრონის წატაცებით გარდაიქმნება ინერტულ გაზ არგონად — Ar^{40} . დაახლოებით 12,4 მილიარდი წელია რაც კალიუმის არსებული რაოდენობის ნახევარი განიცდის ამ გარდაქმნებს. თუ მინერალში განვსაზღვრავთ კალიუმის პროცენტულ შეფარდებას კალციუმის ან არგონის მიმართ, მაშინ შეიძლება გამოვთვალოთ მთის ქანის ამა თუ იმ ნატეხის ასაკი. ამავე მიზანს ემსახურება რუბიდიუმი — Rb^{87} , რომელიც განიცდის გარდაქმნას სტრონციუმად, აგრეთვე ყველასათვის ცნობილი ურანი და თორიუმში. მეთოდის პრინციპი მარტივია. თუმცა რაც უფრო მარტივია პრინციპი, მით უფრო რთულია მისი მატერიალური განსახიერება. უბედურება იმაშია, რომ რადიოაქტიური დაშლის ბევრი პროდუქტი „გაედინება“ ხოლმე იმ მინერალებში, რომლებშიც ისინი წარმოიქმნენ. ყოველგვარი ქვა არ გამოდგება ასაკის დასადგენად. ამიტომ ზოგიერთი ორგანიზმების ნეშტის საკმაო სიზუსტით დათარიღება ხშირად არ ხერხდება. მიუხედავად ამისა, ამ ბოლო წლებში გეოქრონოლოგიამ მნიშვნელოვან წარმატებას მიაღწია.

უქველად, მკითხველების უმეტესობისათვის ცნობილია ბევრი პოპულარული და ფანტასტიკური წიგნი პალეონტოლოგიაზე (განსაკუთრებით ვ. ობრუჩევის მშვენიერი რომანი „პალეონიუმის“). პალეონტოლოგებმა გამოაცოცხლეს ამომწყდარ არსებათა საოცარ სამყარო — პირველყოფილი ადამიანები, დედამიწის ისტორიის მესამეული პერიოდის შემზარავი მხეცები, მეზოზოური ეპოქის ბუმბერაზი ხელიკები, ქვანახშირის პერიოდის ულრანი ტყეები და პირველი შეუხედავი პატარა მცენარეები, რომლებიც იზრდებოდა დევონის პერიოდის ზღვის ნაპირებზე. რაც უფრო შორს წავალთ თანამედროვეობიდან უკან, მით უფრო პრიმიტიულია ფლორა და ფაუნა. მაგრამ კემბრიის პერიოდშიც კი, დაახლოებით 500 მილიონი წლის უკან, ზღვებში არსებობდა ძალზე მდიდარი, თუმცა არც თუ ისე ბევრად ნაირგვაროვანი ფლორა და ფაუნა, შემდგარი არა მარტო ბაქტერიებისა და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებისაგან, არამედ უმაღლესი ორგანიზმებისაგანაც, რომელთა უჭრედებს გააჩნდათ უკვე ფორმირებული ბირთვი: ღრუბელი, არქეოციტები. ნაწლავური ნები, ზღვის დუმფარები და მოლუსკები. კემბრიის დროინდელ ნამარხებში არ არის ნაპოვნი ქორდიანი ცხოველების გვაში. მაგრამ ეჭვს არ იწვევს ის, რომ მათი წინამორბედები, ჩვენს დრომდე მოღწეული ლანცეტისებრთა წარმომადგენლების მსგავსი რამ, მანამდე არსებობდნენ.

მაგრამ, საკმარისია ჩაიხედოთ დროის სიღრმეში თუნდაც 570—600 მილიონი წლების უკან, მთელი სურათი უკვე მკვეთრად შეიცვლება. კემბრიანდელი პერიოდის ნამარხი პალეონტოლოგიური თვალსაზრისით აღმოჩნდება ცარიელი. დედამიწის ისტორიის ამ პერიოდს ტყუილუბრალოდ არ უწოდებენ კრიპტოზოურს — ფარული სიცოცხლის ეპოქას. ცხადია, რომ დედამიწაზე იმ პერიოდში სიცოცხლე იყო. აბსურდი იქნებოდა ჩაგვეთვალა, რომ კემბრიის დროის ნაირგვაროვანი სამყარო წარმოიქმნა ჯადოქრული ჯოხის ერთი ხელის გაქნევით. თუმცა, ამდროინდელი პერიოდის შესახებ მოპოვებული მასალა შეიძლება დავითვალოთ ხელის თითებზე.

შესაძლებელია კემბრიანდელ პერიოდს ეკუთვნოდეს ბალტიკსპირეთის წყალმცენარეთა ნამარხები. ხოლო, კემბრიანელ ცხოველთა ნამარხი მით უფრო იშვიათად გვხვდება. ევოლუციის სიჩქარის მუდმივობის ვარაუდზე დამყარებული გაანგარიშებანი გვაძლევს რიცხვს, რომლის თანახმად მრავალუჭრედიანი ცხოველები წარმოიშვნენ დაახლოებით 750 მილიონი წლის წინათ. მაგრამ საეჭვოა, რომ ეს ასე იყოს. ერთ მილიარდზე მეტი ასაკის ნამარხებში პოუ-

ლობენ თუ თვით ცხოველებს არა, მათი ცხოველმოქმედების კვალს მაინც: რალაცნაირ, მთხრელი ჰიისმაგვარი ორგანიზმების სოროებს, ლამიკამია ცხოველების გაქვავებულ ექსკრემენტებს (რომლებმაც პალეონტოლოგებისაგან მიიღო ლათინური სახელწოდება — კატაგრაფები და ვერმიკულიტესები).

გაისხენთ ელიაკარა. ამ უდაბურ ადგილას, რომელიც მდებარეობს ავსტრალიის ქალაქ ადელაიდის ჩრდილოეთით, აღმოჩენილია ჩვენი პლანეტის უძველესი (ჯერჯერობით) ცხოველის ნამარხი. ერთნახევარი მილიარდი წლის უკან ამ ადგილზე იყო პატარა ზღვა, სადაც ბინადრობდა სხვადასხვაგვარი მეღუზა და მჭდომარე ნაწლავ-ღრუიანი „ზღვის კალამი“ — მარჯნის ახლო მონათესავე, მაგრამ ჯერ კიდევ ჩონჩხის გარეშე. ბუნების მიერ ჩონჩხი „გამოგონებული“ იქნა არანაკლებ მილიარდი წლის მოგვიანებით. ცხოვრობდნენ იქ, ალბათ, კანეკლიანების წინამორბედნი, საესებით პრიმიტიული ფენსახსრიანები (მყარი ქიტინოვანი ჯავშნის გარეშე), ბრტყელი კიებო და ძალიან უმარტივესი მოლუსკები.

1600 მილიონი წლისაა ფინლანდიის ფიქალის საოცარი ნამარხები, რომლებიც აღწერილია „კორიციუმ უცნაურის“ სახელწოდებით. ისინი გამოიყურებიან როგორც ნახშიროვანი ნივთიერებისაგან დამზადებული პარკები, არიან კრილში ფენობრივი, სიგრძით 40 სმ-დე. მათი წარმოშობის შესახებ დღემდე კამათი მიმდინარეობს. უდავოა ერთი რამ: კორიციუმის ნახშირბადი ორგანული წარმოშობისაა. ეს შესაძლებელი გახდა დადგენილიყო იზოტოპების განაწილებით. ნახშირბადს გააჩნია ორი სტაბილური იზოტოპი: C^{12} და C^{13} . ორგანიზმები უპირატესად იყენებენ უფრო მსუბუქს. დღეისათვის კორიციუმი ცნობილია როგორც დედამიწის უძველესი ორგანიზმი. ისეთი შთაბეჭდილება იქმნება, რომ თითქოს მათ უჯრედებს ნამდვილი ბირთვი გააჩნდათ.

შემდგომში, უფრო მოგვიანებით, ბირთვიანი ორგანიზმები — ეუკარიოტები ქრება, მაგრამ პროკარიოტები — ბაქტერიები და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები ძველებურად ფართოდაა გავრცელებული. ხშირად, პოულობენ ხოლმე არა თვით ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების ნამარხებს, არამედ ევრეთ წოდებულ სტრომატოლიტებს. წყლის მცენარეები, ჩვეულებრივ, იყენებენ წყალში გახსნილ კალციუმის ჰიდროკარბონატს, როგორც წყალბადის წყაროს ფოტოსინთეზის დროს. ამ დროს წარმოიქმნება უხსნადი კალციუმის კარბონატი (ცარცი), რომელიც მიმოიფრქვევა და წლიდან წლობით მით უფრო და უფრო ფარავს წყალმცენარეთა კოლონიებს თა-

ვისებური ქერქით. ამის შედეგად წარმოიქმნება რალაც ნაგებობა, რამდენადმე მარჯნის ბრავას მსგავსი რამ, რომელიც ინარჩუნებს თავის დამახასიათებელ მოხაზულობას მაშინაც კი, როცა კირქვა გარდაიქმნება მარმარილოდ.

მიუხედავად იმისა, რომ კემბრიანდელი დროის სტრომატოლისტები აღწერილია ათასობით ადგილზე და გავრცელებულია ვეებერთელა ტერიტორიაზე, ამდროინდელი წყალმცენარეების ნამარხი, პირიქით, საკმაოდ იშვიათია. მხოლოდ ზოგიერთ ადგილებშია ქანები, რომლებიც იმდენად არაა სახეშეცვლილი მიწისქვეშა სიმბურვალისა და წნევის ზეგავლენით, რომ მათში გამჭრალყო ორგანულობა.

ასეთია, მაგალითად, განფლინტის კაქბადიანი ქანები კანადაში, რომელთა ასაკი ორი მილიარდი წელია (ამჩნევთ თუ არა, რომ უკვე თვლა დავიწყეთ მილიარდობით?). განფლინტის კაქში აღწერილია მრავალრიცხოვანი მიკროორგანიზმები. მათი ერთი ნაწილი თანამედროვე ოსცილატორულ ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებისა და კოცების მსგავსია. ხოლო მეორე ნაწილი ძალიან უახლოვდება რკინისმყანგავ ბაქტერიებს. ძალზე საინტერესოა ნამარხი, აღწერილი ქოლგისებრი კაკაბეკას სახელწოდებით. ესაა ნამცეცა, დაახლოებით 30 მიკრონის სიგრძის ბუშტულა, რომელსაც შედარებით გრძელ ფეხზე ქოლგისებური გამონაზარდი გააჩნია. მას შემდეგ, რაც ეს სახეობა იქნა აღწერილი, მიკრობიოლოგებმა უელსის, ალიასკას და ისლანდიის ამიაკითა და შარდით დაბინძურებულ ნიადაგებში, ხოლო ამ ბოლო დროს ვულკან ხალეაკალას (ჰავაის კუნძულები) ფერდობებზე გამოყვეს ცოცხალი, საოცრად მისი მსგავსი, ალბათ იდენტური მიკროორგანიზმი.

ნუთუ კაკაბეკია ორი მილიარდი წელია არსებობს შეუცვლელად? ამის დამტკიცება შეუძლებელია, მაგრამ ნაადრევი უარყოფაც არ შეიძლება. ბოლოს და ბოლოს მასთან ერთად აღმოჩენილი ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეები, წყალსაცავებში თავიანთი „აყვავებით“, დღემდე „აქუჭყიანებს“ წყალს (განსაკუთრებით ქვეყნის სამხრეთ ნაწილში), ხოლო რკინის ბაქტერიები, რომლებიც ამჟამად ჩრდილოეთის დაბლობებში ქმნიან ჰაობის მადანს, პრინციპში არ განსხვავდებიან კემბრიანდელი კურსკის მაგნიტური ანომალიის შემქმნელთაგან. „ცოცხალი წიალისეულის“ მაგალითები ჩვენ განვიხილეთ წინა თავში, და მაინც, განფლინტის ფენების ფორმის ბედობაზე ფიქრის დროს გულში ძალაუვნებურად გრძნობ საშინელ სიცივეს — ისინი ხომ ჩვენზე უფროსია ორი მილიარდი წლით და

ექვს არ იწვევს, რომ გადააქარბებს კიდევაც კაცობრიობას და დარჩება პლანეტის უკანასკნელი ბინადარი!

თუმცა, ყველაფერი ეს ჩვენ არც თუ ისე გვაძლევს ხელს. თუ ჩავიხედავთ ორი მილიარდი წლის უკანა წარსულში, ჩვენ აქ ვერ შევამჩნევთ სიცოცხლის საწყისს, ხოლო ის, რასაც განათხრების შედეგად ვპოულობთ (ბაქტერიალურ და წყალმცენარეთა აფსკებს), დღესაც შეიძლება ვიხილოთ ნებისმიერ ტბორებში.

კიდევ უფრო უძველესია განვლინების შავი კაჟიანი ფიქალი, რომელიც აღმოჩენილია აფრიკაში (ტრანსვალსა და სვაზილენდში). ნათი ასაკი სამ მილიარდ წელზე მეტია! ელექტრონული მიკროსკოპის საშუალებით დადგენილია ნათი სტრუქტურა, რომელიც ჰგავს ჩხირისებრ ბაქტერიებს და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებს—კოკებს. გარდა ამისა, ფიქალის ანალიზის დროს მათში აღმოჩნდა ნახშირწყალბადები, ისეთების იდენტური, რომლებიც წარმოიშობიან ქლოროფილის, ქოლესტერინის და კაროტინის დაშლისა და დაჟანგვის დროს. ამრიგად, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ფოტოსინთეზის პროცესს გააჩნია არანაკლებ ისეთივე ასაკი! აქ, პალეონტოლოგიური საძიარავი ებჯინება ფსკერს. სვაზილენდში (აფრიკა) შესწავლილ ფორმებზე უძველესი ფორმები ჯერჯერობით არაა აღმოჩენილი.

შეიძლება თუ არა ჩაითვალოს, რომ სვაზილენდის ბაქტერია არის პლანეტის პირველი ბინადარი? ამ კითხვას საჭიროა ასევე ვუპასუხოთ უარყოფითად.

საესებით პრიმიტიულ ბაქტერიასაც გააჩნია იგივე ძირითადი ნიშანი, რაც დამახასიათებელია დედამიწის ყველა ცოცხალი არსებისათვის. მართლაც ბაქტერიასაც და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეებსაც, თუ თქვენ გახსოვთ, გააჩნიათ ქრომოსომა, აგებულებით, მართალია, უფრო მარტივი, ვიდრე უმაღლესი ორგანიზმებისაა, მაგრამ მათ ქრომოსომაშიც „ჩაწერილია“ გენეტიკური ინფორმაცია, რაც ხდება ღნმ-დან ინფორმაციული რნმ-ის სინთეზის გზით, ხოლო, ინფორმაციული რნმ-ის მატრიცაზე სინთეზირდება ცილა. ბაქტერიებში ცილას სინთეზი მიმდინარეობს რიბოსომებში, რომლებიც მართალია, უფრო პატარა ზომისა და მარტივი აგებულებისაა, მაგრამ პრინციპში ეუკარიოტების რიბოსომების ერთტიპიურია. ერთნაირია ის მასალაც, რომლითაც უჩრედი „შენდება“ — ცილა და ნუკლეინის მუკვეები, პოლისახარიდები და ლიპოიდები. იგივეა ენერჯის წყაროები — ადენოზინტრიფოსფატი და გუანოზინტრიფოსფატი, ასევე, რეაქტივები კატალიზირდება მსგავსი ფერმენტებით და იდენტურია ბიოქიმიური გარდაქმნის გზებიც. მანძილი ქვიდან ბაქტერიამდე

წარმოუდგენლად უფრო დიდია, ვიდრე ბაქტერიიდან ადამიანამდე. ახლა შევადაროთ ერთმანეთს შემდეგი ციფრები. ამჟამად ავტორების უმეტესობა სთვლის, რომ დედამიწის მკერვიე ქერქის ასაკი შეადგენს 4,5 მილიარდ წელს. უძველესი ბაქტერიების, რომელთა წარმოშობის ადგილია ფიგ-ტრი და სვაზილენდი, ასაკი არის 3,2 მილიარდი წელი. ვღებულობთ, რომ ქვიდან ბაქტერიამდე არსებული მანძილის გასაველელად ევოლუციას დასჭირდა სულ 1300 მილიონი წელი, ხოლო ბაქტერიიდან ადამიანამდე — 3200 მილიონი! ეს საეჭვოა. დედამიწაზე სიცოცხლის წარმოქმნას მიაწერენ ძალზე შეზღუდულ, დაუჭერებელ მცირე ასაკს.

პალეონტოლოგიის ყავარჯენი, რომელიც პატიოსნად გვემსახურებოდა სამი მილიარდი წლის განმავლობაში, დაიმსხვრა. „ენახოთ ხომ არ დაგვეხმარება ამ საქმეში ბიოქიმია“ — გადაწყვიტეს ევოლუციის პირველი ეტაპების შესწავლის ენთუზიასტებმა, რომლებიც ცდილობდნენ სიცოცხლის ხელახლად შექმნას ლაბორატორიაში ტექნიკური საშუალებების გამოყენებით. დოქტორ ვაგნერის კვალობაზე ისინი ვარაუდობდნენ სინჯარაში შეექმნათ ჰომუნუქულსი.

კოჟუნაულსის კიბაჟო

დარვინი ტყუილებრალოდ კი არ ცდილობდა არ გამოეთქვა ახრი უაპელაციოდ სისცოცხლის წარმოშობის შესახებ. იმ პერიოდში ორგანული ქიმია მხოლოდ პირველ ნაბიჯს დგამდა, და ამ მიმართულებით მკვლევარების წინაშე გარდუვალად ისახებოდა პარადოქსი: დედამიწაზე არსებული ყველა ცხოველი და მცენარე აგებულნი არიან შედარებით მარტივი, მაგრამ ცოცხალი ბუნებისათვის სპეციფიკური ნივთიერებებით — ამინომჟავებით, ნახშირწყლებით, ცხიმებით. იმისათვის, რომ თუნდაც პრინციპში სიცოცხლე წარმოქმნას, აუცილებელია ამ ელემენტარული „საშენი აგურების“ არსებობა. მაგრამ ეს აგურები თვით მათი პროდუქტია. იქმნება მოჯადოებული წრე, სადაც მიზეზი თვით თავისი თავის შედეგია. დარვინს არ შეეძლო გაერღვია ეს წრე; თუმცა, ერთ-ერთ წერილში ის გამოთქვამს ვარაუდს, რომ სიცოცხლისაგან დამოუკიდებელი, უმარტივეს ორგანულ ნივთიერებათა აბიოგენური სინთეზი შეიძლება მიმდინარეობდეს ახლანდელ დროშიც, მაგრამ არ ხდება მისი შესამჩნევი დაგროვება იმიტომ, რომ ის მაშინათვე შთაინთქმება ხოლმე მიკროორგანიზმების მიერ. სხვანაირად რომ ვთქვათ, პლანეტაზე სი-

ცოცხლის გამორიცხულობა აუცილებელი პირობაა სიცოცხლის წარმოქმნისათვის!

ამ შეხედულებამ ფართო გავრცელება ვერ ჰპოვა. ანალოგიურ დასკვნამდე მივიდნენ მხოლოდ 1924 წელს ა. ოპარინი და 1927 წელს ინგლისელი მეცნიერი ჯ. პოლდენი. შემდეგ პოლდენი თავს ანებებს სიცოცხლის წარმოშობის პრობლემას და მუშაობას იწყებს გენეტიკის განხრით. ხოლო ალექსანდრე ივანეს ძე ოპარინი მთელი სიცოცხლის მანძილზე დარჩა ამ პრობლემის ერთგული და ამჟამადაც ხელმძღვანელობს საბჭოთა მკვლევარების უდიდეს სკოლას, რომელიც ამ მიმართულებით მუშაობს.

ოპარინი და პოლდენი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლივ მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ დედამიწის პირველად ატმოსფეროს არ გააჩნდა თავისუფალი ჟანგბადი. ის შეიცავდა ნახშირორჟანგს, მეთანს, აზოტს, ამიაკს, წყლის ორთქლს; წყალბადს და შესაძლებელია, წყალბადციანმჟავას შხამიან ორთქლს. ასეთ ატმოსფეროში არც ერთ მიწიერ არსებას, გარდა ზოგიერთი ბაქტერიებისა, არ შეეძლო ეარსება არც ერთი წუთი. მაგრამ სწორედ ასეთნაირი ნარევი მოემსახურა და გახდა ნედლეული სიცოცხლის ელემენტარული „აგურების“ — ამინომჟავების, ნუკლეოტიდის ფუძეების, ნახშირწყლების, ორგანული მჟავების და ცხიმების სინთეზისათვის.

მაგრამ ასეთნაირი სინთეზისათვის საჭიროა ენერგია. ოპარინი და პოლდენი ვარაუდობდნენ, რომ ენერგიის წყაროდ შეიძლება ყოფილიყო ვულკანური ლავას ან დედამიწის ქერქის გაცივების დროს გამოყოფილი სითბო, მზის სინათლე (პირველ რიგში მკაცრი ულტრაფიოლეტური გამოსხივება), შესაძლებელია, კოსმოსური სხივები ან მძიმე ელემენტების რადიაქტიული დაშლის შედეგად წარმოქმნილი ენერგია. სხვადასხვაგვარი რეაქციების დროს წარმოქმნილი ორგანულობა გროვდებოდა ოკეანეებში, რის შედეგადაც, პლანეტის განვითარების ამ ფაზის ბოლო სტადიაზე ისინი გვევლინება რაღაც „პირველად ბულიონად“ — მთელი ცოცხალი არსების აკვანად.

მეცნიერების ისტორიაში უხვადაა სრულიად გაურკვეველი პარადოქსები. მათ რიცხვს მიეკუთვნება ის ფაქტიც, რომ ექსპერიმენტატორები, რომლებიც პრინციპში კეთილად იყვნენ განწყობილი ოპარინ-პოლდენის თეორიის მიმართ, არ ჩქარობდნენ განხორციელებინათ „პირველადი ბულიონის“ წარმოქმნის პროცესი ლაბორატორიულ პირობებში. და ეს ასე ხდებოდა, მიუხედავად იმისა,

რომ ჯერ კიდევ 1913 წელს ე. ლიობმა ამიაკისა და ნახშირორჟანგის ნარევეზე ელექტრონული მუხტის ზემოქმედებით მიიღო უმარტივესი ამინომჟავა — გლიცინი. პრაქტიკულად „კომუნკულუსის“ შექმნას“ მიზანდასახულად შეუდგა მხოლოდ ჩვენი საუკუნის 50-იან წლებში ამერიკელი მეცნიერი ს. მილერი. მისი ცდები ტექნიკურად იმდენად მარტივია, რომ შეიძლება ის ვაწარმოოთ სასკოლო ლაბორატორიაშიც.

ცეცხლგამძლე კოლბაში დულდა წყალი; ორთქლის კონდენსირება ხდებოდა ხელსაწყოს ზედა ნაწილში, სადაც ატმოსფეროში, რომელიც შესდგებოდა წყალბადის, მეთანის და ამიაკისაგან ვოლფრამის ელექტროდებს შორის განუწყვეტლივ გადიოდა მაღალძაბვიანა კოჭისაგან მომავალი მინიატურული ტალღა.

რამდენიმე დღის შემდეგ კოლბაში წყალი ყვითლდებოდა; წარმოიქმნებოდა კაჟბადის სხვადასხვაგვარი პოლიმერული ნაერთი (კოლბას მინისაგან) და მთელი რიგი ორგანული ნივთიერებები, მათ შორის 6 ამინომჟავა, 11 ორგანული მჟავა — დაწყებული ჰიანჰველაჟავას და ძმრისმჟავასაგან, დამთავრებული ქარვამჟავათი, შარდმჟავათი და მეთილშარდმჟავათი. მილერის ცდებმა ქიმიკოსებს დამაჯერებლობის გრძნობა გაუღვივა. მსოფლიოს მთელ რიგ ლაბორატორიებში დაიწყეს ერთიმეორეზე გამართული ექსპერიმენტების დაყენება. კოველგვარი ვარიანტი გამოცადეს! აირების ნარევი ერთიმეორეზე უფრო შხამიანია: აზოტი და ამიაკი, ნახშირორჟანგი და ნახშირჟანგი, წყლის ორთქლი და მეთანი, ფორმალდეჰიდი (რომლის წყალთან ხსნარი ცნობილია ფორმალინის სახელწოდებით) და ციანი. სხვა შესაძლებელი ხსნარები, როგორცაა, მეტალთა მარილები, თიხისა და მინერალების ნარევი, გამოდიოდნენ კატალიზატორების როლში. ასევე სხვადასხვაგვარი იყო ენერჯის წყაროებიც: ელექტრონული ნაპერწკლები, მზის სინათლე და ვერცხლისწყლის ნათურები, ელემენტარული ნაწილაკების დამაჩქარებლის ელექტრონების კონა და უბრალო ელექტროქურა.

შედეგები? ისინი აღმოჩნდნენ სავსებით საიმედონი. პრაქტიკულად შესაძლებელი გახდა ცილაში შემავალი ყველა ამინომჟავას (მათ გარდა, კიდევ ისეთების, რომლებსაც ბუნება არ იყენებს) სინთეზის აღწარმოება. გზა და გზა, შიგა და შიგ მიღებულ იქნა სხვადასხვაგვარი ნახშირწყლები და ორგანული მჟავები. ბევრი ნაერთის დანაწევრება და იდენტიფიცირება დღემდე ვერ მოხერხდა — ძალზე რთულია „პირველადი ბულიონის“ შემადგენლობა!

დიდი წარმატება იქნა მიღებული ნუკლეინის მჟავათა — დნმ-ის და რნმ-ის კომპონენტების აბიოგენური (უსიცოცხლო) სინთეზის

საქმეში. ამერიკელმა მეცნიერმა ს. ფოქსმა, რომლის შესახებ ჩვენ კიდევ გვექნება საუბარი, შარლოვანასა და ვაშლმეყვასაგან მიიღო ურაცილი, ხოლო ჯ. ორომ ციანოვანი ამონიუმისაგან — ადენინი. პურიანის ფუძეები პრინციპში უფრო ადვილად სინთეზირდება. პირამიდინის ფუძეების სინთეზისათვის საჭირო საიმედო პირობის შექმნა ჭერჭერობით ვერ მოხერხდა: ქიმიკოსებმა მისი სინთეზის არაერთი სქემა შემოგვთავაზეს, მაგრამ ნივთიერება, რომლისაგანაც სინთეზირდება პირიმიდინები, იშვიათად გვხვდება ქიმიური რეაქტივების მაღაზიებში. ნაკლებად შესაძლებელია იმის ვარაუდი, რომ თიოქოს პირველადქმნილ დედამიწაზე საქმე უკეთ იყო. აქ საჭიროა კიდევ დიდი მუშაობა.

მიუხედავად ამისა, საერთოდ შედეგი გასაგებია: „პირველადი ბულიონის“ წარმოქმნა არაა შემთხვევითობა, არამედ კანონზომიერებაა. პლანეტაზე, სადაც არის შესატყვისი ტემპერატურა, ატმოსფეროსა და წყლის საკმარისი რაოდენობა და შეიცავს სამყაროში გავრცელებულ ყველა აირს, „პირველადი ბულიონი“ 100 შემთხვევიდან 100-ჯერ უნდა წარმოიქმნას, ამასთანავე საკმაოდ დიდი სიჩქარით. დრო, რომელიც საჭიროა მისი წარმოქმნისათვის, მით უფრო შემცირდება, თუ ჰიპოთეზა — მტვერ-აიროვანი ღრუბლისაგან დედამიწის „ცივად“ წარმოქმნის შესახებ — მართალია.

ამაში ჩვენ გვარწმუნებს სამყაროს მთელ სივრცეში არსებული დედამიწაზე დაცემული მეტეორიტების ანალიზები. ამ ჰიპოთეზის თანახმად მეტეორიტები წარმოადგენენ იმ მასალის ნაშთებს, რომელიც მოხმარდა ჩვენი პლანეტის „აშენებას“. ზოგიერთი იმათაგანი შესდგება ნახშიროვანი ნივთიერებისაგან, რომელშიც აღმოჩენილი იქნა სხვადასხვაგვარი ამინომეყვები. ამ ბოლო დროს უფრო და უფრო გროვდება მონაცემები, რომლებიც იმაზე მიუთითებენ, რომ უმარტივეს ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზი მიმდინარეობს კოსმოსშიც. დედამიწამ თავის წარმოქმნის დროს „პირველადი ბულიონისათვის“ შეიძლება როგორც მზითვევი ისე მიიღო ისეთი ორგანულობა, რასაც შეეძლო მინიმუმამდე დაეყვანა სიცოცხლის განვითარების პირველი ფაზა.

მაგრამ ამინომეყვები, ნუკლეოტიდები, შაქარი და სხვა ორგანულობა ეს ჯერ კიდევ არაა სიცოცხლე. საჭიროა კიდევ განვიხილოთ ბიოპოლიმერების — ცილებისა და ნუკლეინის მეყვების — აბიოგენური სინთეზის შესაძლებლობა.

ჯერ განვიხილოთ ცილები. ცილოვანი მოლეკულა აგებულია შესაბამისად ერთი და რამდენიმე, ნუკლეოტიდებზე ფორმირებული ჯა-

ქვისაგან, რომელიც შესდგება ერთმანეთთან დაკავშირებული ამინომჟავებისაგან. თითოეულ ამინომჟავას გააჩნია, არანაკლებ ორი, რეაქციისუნარიანი ჯგუფი—ამინო ($-NH_2$) და კარბოქსილის ($-COOH$). პოლიპეტიდში ამინოჯგუფი უერთდება კარბოქსილს. ამ დროს წარმოიქმნება ეგრეთ წოდებული პეპტიდური კავშირი და რეაქციის შედეგად გამოიყოფა წყლის მოლეკულა.

აქ არასასიამოვნო სირთულეს ვაწყდებით. ცნობილია, რომ საბოლოო პროდუქტი ამუხრუქებს პირდაპირ რეაქციას და აჩქარებს პირუკუს. წყლიან არეში, უფრო ზუსტად, ჰარბწყლიან ხსნარში ამინომჟავების კონდენსაცია პეპტიდში არ წარმოებს. აქ ბატონობს ჰიდროლიზის პირუკუ რეაქცია — პეპტიდის დაშლა თავისუფალ ამინომჟავებად. ამიტომ, რომ ქიმიკოსები ამჯობინებენ მსგავსი სინთეზები წარმართონ არა წყლის ხსნარებში, არამედ უწყლო ორგანულ გამხსნელებში. როგორ მიმდინარეობდა ეს პროცესი ამქვეყნიური დროის განთიადზე — მაშინ ხომ ქიმიკოსები, რასაკვირველია, ჯერ არ იყვნენ?

არის თუ არა სიცოცხლე დედამიწაზე?

წინა თავში ჩვენ იმ დასკვნამდე მივედით, რომ სიცოცხლის აგურების — ნუკლეინის ფუძეების, შაქრების, ორგანული მჟავებისა და ამინომჟავების წარმოქმნა უნდა მიმდინარეობდეს ფართო გაქანების მქონე ფიზიკური პირობების დროს 100-პროცენტის ალბათობით. მათგან ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების, აგრეთვე ლიპიდების — უჯრედის მემბრანის ძირითადი ნაწილის — წარმოქმნის საკითხი საკმაოდ რთული საქმეა, ვინაიდან აქ ხელის შემშლელის როლში გამოდის თვით გარემო—წყალი.

უჯრედში ნუკლეინის მჟავებისა და ცილას სინთეზი მიმდინარეობს მეტად რთული სისტემებით, რომელთა შესახებ ჩვენ საუბარი გვქონდა თავში „გენი პოულობს ხორცშესხმას“, აღინოზინტრიფოსფატისა და გუანიზინტრიფოსფატის ენერჯის ხარჯვის საშუალებით მსგავსი წარმონაქმნის შემთხვევითი წარმოშობის ალბათობა პრაქტიკულად ნულის ტოლია. ამიტომ ვარაუდი, რომ თითქოს დედამიწაზე სიცოცხლე წარმოიშვა სამყაროში ერთადერთი, რალაც ზეშემთხვევითობის შედეგად, შეგვიძლია თამამად უარეყოთ. ასეთი მოვლენის შესაძლებლობა უკვე შეუძლებელი ხდება. და აღამიანებს, რომლებიც სთვლიან, რომ სიცოცხლის წარმოშობა შემ-

თხვევის საქმეა, თავისუფლად შეუძლიათ იმის მტკიცებაც, რომ სიცოცხლე დედამიწაზე საერთოდ არ წარმოშობილა (ამით აიხსნება ამ ქვეთავის პარადოქსული დასათაურება).

მაგრამ, ნაკლებად შესაძლებელი მოვლენა, პრინციპში, შეიძლება გავხადოთ სავსებით შესაძლებელი. დავუშვათ, თქვენ შემოგთავაზეს შეადგინოთ რაღაც მოცემული ფრაზა 100 სიტყვიდან მხოლოდ ერთდროული შემთხვევითი ამოკრეფის გზით, მაგალითად 100 ცალი კოჭიდან, რომლებზედაც სიტყვები იქნება დაწერილი. გამოცდისათვის სინჯვის რიცხვი განუსაზღვრელია. ჩემი აზრით, ისეთი ადამიანიც კი, რომელიც სრულიად არ ერკვევა მათემატიკაში, უარს იტყოდა და არ შეეცდებოდა მის შესრულებას — ამისათვის არ გვეყოფოდა 100 სიცოცხლე¹. მეორე გზა მარტივი და სწრაფია. საჭიროა შექუჩებული გროვიდან ამოვიტანოთ კოჭა, თუნდაც ალაღბებდად, წავიკითხოთ სიტყვა და თუ ის აღმოჩნდება რაც გვინდა, გადავდოთ, ხოლო, თუ იქნება ისეთი, რაც საჭირო არაა, ისევ უკან ჩავდოთ. ყველაზე ძნელია შემთხვევით პირველი საჭირო კოჭის ამოღება — ამის ალბათობაა 0,01. მაგრამ თითოეული ყოველი ახალი სიტყვის შემდეგ საქმე სწრაფად წავა, ჩვენი მოცემული ფრაზა, რომელიც შემთხვევით უნდა აიგოს, აღმავალი სიჩქარით „ევოლუციონირდება“ (არჩევითობის რიცხვი კლებულობს!) და, ბოლო სიტყვა ჩვენ შეგვიძლია შევეურჩიოთ 100 პროცენტისანი ალბათობით.

შესაძლებელია, სიცოცხლეს ამგვარი ეტაპებით წარმოიშვა, თანაც თითოეული ამ ეტაპთაგანი ზრდიდა მომდევნოს შესაძლებლობას.

მივიღოთ ეს აზრი საფუძვლიან დებულებად — ბოლოს და ბოლოს სხვა გამოსავალი ჩვენ არა გვაქვს. რითაა უკეთესი ზეშემთხვევითობა ღვთიურ წარმოშობაზე?

ამრიგად, საჭიროა გამოვიკვლიოთ ის გზა, რომლითაც ბიოპოლიმერები—ცილები და ნუკლეინის მკაეები შეიძლება წარმოქმნილიყო თანამედროვე რთული მექანიზმის ჩაურევლად. უკვე დღეისათვის ქიმიკოსების მიერ შემოთავაზებულია ამგვარი ხერხები. მაგრამ, კარგი იქნებოდა ვიცოდეთ, თუ რომელი ამ ხერხთაგანი განხორ-

¹ მათემატიკის მოყვარულთათვის: ასეთი მოვლენის ალბათობა ტოლია $1/100!$, სადაც 100—წარმოებული რიცხვის 1.2.3.4.... 100-ის ფაქტორიალია. მაგრამ მე არ შემიძლია აქ მოვიყვანო ეს ციფრი ორი მიზეზიდან გამომდინარე: ჭერ ერთი, ფაქტორიალია ცხრილი, რომელიც ჩემს ხელთაა, ვარგისია მხოლოდ რიცხვ 20-მდე, მეორე მხრივ, მე არა მაქვს ისეთი ქალაქი, რომელზედაც შესაძლებელი იქნებოდა დამეწერა წილადი ამდენად ბევრი ნულებით.

ციელდა პრაქტიკაში ოთხი მილიარდი წლის უკან! კიმიკოსების მიერ შემოთავაზებული ზოგიერთი ხერხი ძალზე რადიკალური გეეჩვენა — ვარაუდი იმის შესახებ, რომ დედამიწა ადრე დაფარული ყოფილა არა წყლით, არამედ რალაცნაირი, სულ სხვა სითხის შემცველი ოკეანეებით.

შეჩერდეთ მხოლოდ ორ ჰიპოთეზაზე. არჩეიანი იმით აიხსნება, რომ პირველი ჰიპოთეზა ავტორს ეჩვენება უფრო დამაჯერებელი, ხოლო მეორე — იპყრობს მის ყურადღებას თავისი ორიგინალობით.

ამერიკელმა ცნობილმა მკვლევარმა ს. ფოქსმა, რომელიც აქტიურად მუშაობდა სიცოცხლის წარმოშობის პრობლემაზე, ალექსანდრე მაკედონელის მსგავსად, გაკვეთა პრობლემის გორდიუსის კვანძი: თუ წყალი ხელს უშლის ამინომჟავების შეერთებას ჯაქვად — პეპტიდებად და პოლიპეპტიდებად — ესე იგი, ეს პროცესი მიმდინარეობდა უწყლოდ. ფოქსი აცხელებდა ამინომჟავების მშრალ ნარევეს. ამ დროს წარმოიქმნებოდა პოლიმერიზაციის რეაქცია, ხოლო წარმოქმნილი წყალი ორთქლდებოდა. მიღებული პეპტიდები შეიძლოდ შეიძლებოდა გაგვეხსნა წყალში და შეგვენარჩუნებინა ისინი სტაბილური სახით.

გვესახება ასეთი მექანიზმი: ოკეანის ზედაპირის ქვედა ნაწილში, რომელიც წარმოდგენილია „პირველადი ბულიონით“ — ამინომჟავებისა და სხვა ნივთიერებათა კონცენტრირებული ხსნარით, მოქმედებს ვულკანი, რომელსაც, ბოლოს და ბოლოს, თავისი „კონუსი“ ამოაქვს ზედაპირზე. ვულკანის ცხელი ფერდობები დაფარულია გამომშრალი ორგანული ნივთიერებების ქერქით, ხოლო ამ დროს აქ წარმოქმნილ პეპტიდებს წვიმა ღვრის ოკეანეში. სიტყვამ მოიტანა და საეჭვოა, რომ პირველადი ოკეანე სიღრმით მსგავსი ყოფილიყო თანამედროვე ოკეანესი. ადვილი მოსალოდნელია, რომ დედამიწაზე პირველად წყალი ცოტა იყო, მან ჯერ კიდევ ვერ მოსპო გამოყოფა ვულკანური ამოფრქვევის შედეგად. ასეთი ოკეანის გადალახვას ქათამიც შესძლებდა. სწორედ წყლის მცირე რაოდენობამ განაპირობა დაბალმოლეკულურ ორგანულ ნივთიერებათა კონცენტრაცია „პირველად ბულიონში“.

ფოქსის ცდებს შორის ერთ-ერთი ცდა ძალიან ორიგინალურია: კოლბის ნაცვლად მან გამოიყენა ვულკანის ფერდობიდან ამოღარული ლავას ნატეხი, რამაც დადებითი შედეგი მისცა. ამინომჟავების საწყისი რაოდენობიდან პეპტიდების გამოსავალი აღწევდა 10—40%. შედეგი, რა თქმა უნდა, ჩინებულია. ფოქსის თანახმად, ამ ეტაპზე

სიცოცხლის წარმოშობის ცენტრები იყო ვულკანის ირგვლივ მდებარე მშრალი, ცხელი ადგილები. ასეთი ვულკანებით მდიდარი იყო დედამიწა თავის დროის განთიადზე.

ამ სტრიქონების ავტორს პატოვი ჰქონდა მონაწილეობა მიეღო სიცოცხლის წარმოშობის III საერთაშორისო კონფერენციაზე (ის შესდგა საფრანგეთის პატარა ქალაქ პონტა-მუსონეში) და მოესმინა იქ ჩიკაგოელი დოქტორის ს. მეტიუსის მოხსენება, რომელშიც კიდევ უფრო ორიგინალური იდეა იყო წამოყენებული.

მეტიუსის თანახმად, ცილა კი არ წარმოიქმნა ამინომჟავებისაგან, არამედ ამინომჟავები წარმოიქმნენ ცილასაგან! ამით ყველაფერი უკუღმა ყირაედება, მაგრამ მიუხედავად ამისა, მისი ლოგიკის უარყოფაც არ შეიძლება, მითუმეტეს როცა იდეა ემყარება სავსებით რეალურ ექსპერიმენტებს. მეტიუსი ვარაუდობს, რომ დედამიწის პირველადი ატმოსფერო ძირითადად შედგებოდა ამიაკის, მეტანის და ციანის (წყალბადციანმჟავას) ორთქლისაგან. ყველა ეს ნივთიერება ფართოდაა გავრცელებული კოსმოსში, კერძოდ, ციანით მდიდარია კომეტების ნარჩენები. ამ აირებს შორის რეაქციის დროს წარმოიქმნებოდა პეპტიდები, რომლებიც მტვრის ნაწილაკების სახით იფრქვეოდა ოკეანეში და იქ იხსნებოდა. მეტიუსმა მსგავსი ხერხით მოახდინა პეპტიდების სინთეზირება, რომელიც შესდგებოდა 12 სხვადასხვა ამინომჟავასაგან! „პირველად ბულონში“ თავისუფალი ამინომჟავები წარმოიქმნენ, როგორც ის ფიქრობს, ამ პროტოპეპტიდების ჰიდროლიზის შედეგად.

ღირს ამას ჩაუფიქრდეს კაცი. მითუმეტეს ახლა, როცა იაპონელმა მკვლევარმა ხ. ნოდამ პროფესორ ს. პონამპერუმთან ერთად ელექტრონული ნაპერწკალი გაატარა რა: ისეთი აიროვანი ნარევის გავლით, რომელიც ჰგავს იუპიტერის ატმოსფეროს (მეთანი და ამიაკი), მიიღო წითელ-ყავისფერი, ძალზე მაღალი მოლეკულური წონის (2000-მდე) პროდუქტი. გააცხელა რა ის მარილმჟავათი (ცილების დაშლის ჩვეულებრივი მეთოდი), მან მიიღო თავისუფალი ამინომჟავები. სიცოცხლის წარმოშობის გზა შესაძლებელია ყოფილიყო უფრო პირდაპირი, ვიდრე ეს ჩვენ გვეჩვენება? შეიძლება იუპიტერზე არის სიცოცხლე?...

მოუსვენარი მკითხველი, ალბათ, შემახსენებს ნუკლეინის მჟავების შესახებ. რა გზით შეიძლებოდა წარმოქმნილიყო მათი ჯაჭვი? მათი ძირითადი ნაწილების — პურინისა და პირიმიდინის ფუძეების და შაქარ-პენტოზების (ეს უკანასკნელი ადვილად სინთეზირდება ფორმალდეჰიდზე) წარმოქმნის მექანიზმი ამჟამად ასე თუ ისე

ამოხსნილია. ნაკლებად გასაგებია და ბუნდოვანია ის გზა, რა გზითაც მათგან პოლიმერები წარმოიქმნება. მაგრამ, ამჟამად შემოთავაზებულია სავსებით გამართლებული ჰიპოთეზები, რომლებშიც ძირითად როლს თამაშობენ ფოსფორის სხვადასხვა წარმოებული ენგეულები, პირველ რიგში პოლიფოსფორმეა.

ქვეთავის ამ კარის დამთავრება შეიძლება ოპტიმისტური მტკიცებით, რომ სიცოცხლის პირველადი „აგურების“ — ამინომჟავებისა და ნუკლეოტიდების, ცილებისა და ნუკლეინის მჟავების (უფრო ზუსტად, პოლიპეპტიდებისა და პოლინუკლეოტიდების) კონდენსაცია სავსებით შესაძლებელია, არანაკლებ ვიდრე „პირველადი ბულიონის“ შექმნა. რიგშია მეორე საკითხი: როგორ შეიძლებოდა ამ „ბლოკებისაგან“ წარმოქმნილიყო უჯრედი და რამდენად შესაძლებელია ეს პროცესი?

უჯრედის კენალოგა

დედამიწაზე მთელი სიცოცხლე წარმოდგენილია ინდივიდუუმებით, არსებებით. ინდივიდუმი ლათინურად იგივეა, რაც ბერძნულად ატომი—გაუყოფელი. არსებები ესაა სიცოცხლის ატომები. ყველა მარტივი არსება არის ბაქტერიალური ტიპის ერთეული უჯრედი. თავისში ის მოიცავს სიცოცხლისათვის ყოველივე აუცილებელს: გენთა კრებულს, მოლეკულებს, ფერმენტებს, რომლებიც აუცილებელია გენომის ინფორმაციის დაკოდირებისათვის და რიბოსომული აპარატის ცილების სინთეზისათვის.

არსებობს აზრი, რომელსაც მხარს უჭერს ბევრი ცნობილი მეცნიერი, იმის შესახებ, რომ გენები — ნუკლეინის მჟავათა თვითგაორმაგების უნარის მქონე ჯაჭვი—წარმოიშვნენ უჯრედზე აღრე, ჭერ კიდევ „პირველად ბულიონში“. პრინციპში, ისინი თითქოს თანამედროვე ვირუსებს მოგვაგონებს, რომლებიც მხოლოდ რამდენადმე მოგვიანებით „შეიმოსნენ“ უჯრედული გარსით: ჩვენი დროის ვირუსები მათი შორეული წინაპრებია? საეჭვოა რომ ეს ასე იყოს: ჩვენ ვიცით, რომ ვირუსი უუჯრედოდ, რიბოსომული აპარატის გარეშე, მკვდარია. ხოლო „პირველად ბულიონში“ რიბოსომთა დამოუკიდებელი წარმოქმნა შეუძლებელია. ამასთანავე, რიბოსომები არ მრავლდებიან, არ ორმაგდებიან. ყოველგვარი ინფორმაცია მათ შემადგენლობაზე (ისინი შედგება რნმ-ის სამი მოლეკულისა და სპეციფიკური ცილების რამდენიმე ათეული მოლეკულისაგან) მოცემულია გენომში.

ამიტომ, ალბათ, სიცოცხლე კი არ წარმოიშვა უჯრედზე ადრე, არამედ... უჯრედი სიცოცხლეზე ადრე. როგორი იყო ეს პირველადი უჯრედები, პროტოუჯრედები?

მათი წარმოშობის ერთ-ერთი მოდელი შემოგვთავაზა ა. ოპარინმა. პროტოუჯრედებს ოპარინი უწოდებს კოაცერვატებს (ლათინური ზმნა კოაცერვარიუდან—გაერთიანება, შეწყობება). კოაცერვაციის მოვლენა დიდი ხანია რაც ცნობილია. მკვლევარებმა უხსოვარი დროიდან შეამჩნიეს, რომ მალალმოლეკულურ ნივთიერებათა ხსნარები გარკვეული დროით დადგომის შემდეგ შეიძლება აიშლერეს, რაც გამოწვეულია მათი მოლეკულების ურთიერთშეწყობებით და კომპლექსების წარმოქმნით, ხოლო თვით კომპლექსები წარმოქმნიან სითხეში მოცურავე პაწაწინა წვეთებს. გარეგნულად ისინი წააგავს რძეში არსებულ ცხიმის წვეთებს. ასეთ წვეთებში ნივთიერებათა კონცენტრაცია შეიძლება იყოს ათჯერ და ასჯერ უფრო მაღალი, ვიდრე მათ გარემომცველ სითხეში.

მაგრამ, ოპარინის ნაშრომამდე არავის ეჭვი არ შეპარვია იმაში, თუ რა ძალუძს კოაცერვატებს. საქმე იმაშია, რომ მათში, რამდენადაც ნივთიერებათა კონცენტრაცია დიდია, მით უფრო მეტი სიჩქარით მიმდინარეობს ქიმიური რეაქცია. კოაცერვატებს გარემომცველ გარემოში ნივთიერებათა გაცვლა-გადანაცვლების უნარი გააჩნიათ (რალაც, ასიმილაციის და დისიმილაციის მსგავსად), შეუძლიათ გაიჟღენთონ, გაიბერონ, გაიყონ და მიეწებონ ერთმანეთს. ოპარინის მიხედვით უჯრედის წარმოშობის პირველადი გზა მიმდინარეობს კოაცერვატების ემულსიიდან „პირველად ბულიონში“.

უჯრედის წარმოშობის სხვა მექანიზმი შემოგვთავაზა, ჩვენ მიერ ადრე ნახსენებმა ს. ფოქსმა. ჩვენ უკვე გვქონდა საუბარი იმის შესახებ, რომ ფოქსი ამინომჟავების უწყლო ნარევის გაცხელებით ლებულობდა ჯაჭვს, რომელიც ცილას მსგავსი იყო. მან მას უწოდა პროტენოიდები. პროტენოიდებს, რომელიც მიღებული იყო ჰავაის კუნძულის ლავას ნატეხში არსებული ამინომჟავების გაცხელების შედეგად, ხსნიდნენ ცხელ წყალში. ამის შედეგად მიიღებოდა რალაცნაირი ტივტივარებით მღვრიე სითხე. მიკროსკოპის საშუალებით აღმოჩნდა, რომ ეს ტივტივარები შედგებოდა პაწაწინა, ორ მიკრონამდე დიამეტრის მქონე ბურთულაკებისაგან, რომლებიც ძალიან მოგვაგონებენ თანამედროვე ბაქტერიოციტებს. ფოქსმა „ეშმაკურად“ ასეც უწოდა მათ — მიკროსფერები — პატარა ბუთულაკები.

ზოგიერთი იმათთაგანი წარმოქმნიდა ჯაჭვს, რომელიც ძალიან წააგავდა საფუარის უჯრედებს გაყოფის პერიოდში. ელექტრონულ

მიკროსკოპში აღმოჩნდა, რომ თითოეული მიკროსფერა გარშემო-
ფარგლულია ორმაგი გარსით, რომელიც ძლიერ ჰგავს თანამედროვე
უჯრედული კედლის მემბრანას.

შემდეგ, ფოქსმა დააყენა ცდები პროტეინოლებსა და პოლი-
ნუკლეოტიდების კომპლექსებზე. ამ კომპლექსებს, აგრეთვე. შეეძ-
ლო მიკროსფერების წარმოქმნა, ამასთანავე ისეთების, რომლებსაც
გააჩნდათ გაყოფისა და დაკვირტვის უნარი. მათი მსგავსება თანამე-
დროვე მიკროორგანიზმებთან გასაოცარია. ყოველ შემთხვევაში,
ჩემზე ყოველივე ამან უალრესად დიდი შთაბეჭდილება დატოვა,
განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც პროფესორმა ფოქსმა დაიწყო შე-
სანიშნავი დიაპოზიტივების ჩვენება, სადაც მოცემული იყო მიკ-
როსფერას გაყოფის პროცესი.

მაინც, რა იყო დასაწყისში: ოპარინის კოაცერვატები თუ ფოქ-
სის მიკროსფერები? ამ მოდელეებიდან რომელია უფრო ახლობელი
პროტოუჯრედისათვის?... ძნელია ამის თქმა, მითუმეტეს მაშინ, რო-
დესაც არსებობს სხვა შეხედულებებიც. მაგალითად, ჯ. ბერნალი
ფიქრობს, რომ პირველი უჯრედები წარმოიქმნენ აყალოს ან სხვა
მსგავსი მინერალური წარმონაქმნის ნაწილაკებზე ორგანული მოლე-
კულების დალექვის გზით. ბერნალის თანახმად, სიცოცხლე წარ-
მოიშვა არა წყლის სიღრმეში, არამედ გრუნტზე. როგორც ვხედავთ,
აირია ერთმანეთში აყალო და „პირველადი ბულიონი“. ასეთი შეხე-
დულება ძალიან ახლოსაა იმ შეხედულებასთან, რომელიც წამოაყე-
ნა ომამდელ პერიოდში ჩვენმა ცნობილმა ბიოლოგმა ლ. ბერგმა.
ბერგი ვარაუდობდა, რომ სიცოცხლე მიწიერი, უფრო სწორად, მი-
წისქვეშა წარმოშობისაა.

საქმე იმაშია, რომ ატმოსფეროში უეანგბადობის დროს არ წარ-
მოიქმნება „ოზონის ეკრანი“ (რომელიც დღეს თითოეულ ჩვენთაგანს
გვიცავს) და მზის მკაცრი ულტრაფიოლეტური სხივები აღწევს მიწის
ზედაპირს. ამიტომ, დიდი სისქის წყლის სიღრმეში თავისუფლად
შეიძლებოდა განვითარებულიყო სიცოცხლე. გარდა ამისა, მკაცრი
ულტრაფიოლეტური სხივები ხომ არ იყო აუცილებელი პირობა სი-
ცოცხლის წარმოშობისათვის — ბიომოლეკულების სინთეზისათვის
არა მარტო ენერჯის წყარო, არამედ როგორც თავისებური გადარ-
ჩევის ფაქტორიც? არის მონაცემები, რომ რაც უფრო გრძელია
ნუკლეინის მკავეს მოლეკულა, მით უფრო გამძლეა ის მკაცრი გა-
მოსხივების მიმართ. ა. ვანდერ ვორსტი, სწავლობდა რა ღმ-ზე რენ-
ტგენის სხივების ზემოქმედებას, მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ სი-
ცოცხლის წარმოქმნის პროცესში დიდი როლი ითამაშა „რადიოქი-

მიუღრმა გადარჩევამ“. მაგრამ, არ უნდა ავეუროთ ერთმანეთში ეს გადარჩევა დარვინისეულ გადარჩევასთან. მსგავსი გადარჩევის ზემოქმედების ქვეშ ექცევა, მაგალითად, კენჭი ზღვის ნაპირზე, როდესაც ტალღა სწრაფად იტაცებს შედარებით უფრო მსუბუქ ქვებს, ვიდრე მძიმეს.

შეგვიძლია თუ არა ჩავთვალოთ კოაცერვატები და მიკროსფერები ცოცხალ არსებად, სხვანაირად რომ ვთქვათ, შეიქმნა თუ არა უკვე კოლბაში სიცოცხლე? არა, როგორც სამართლიანად პასუხობს ოპარინი და ფოქსი, ჭერჯერობით ჩვენ ვეძმნით მხოლოდ მოდელებს, რომლებიც გვიჩვენებს თუ რა გზით შეიძლებოდა წარმოქმნილიყო უჯრედი. ანუ, უფრო სწორად, ისეთი სტრუქტურა, რომელიც მისი წინამორბედი იყო. ამ ცდებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვთ. მათ საფუძველზე გამომდინარეობს, რომ სიცოცხლის განვითარების პროცესში მაღალი შესაძლებლობით უნდა წარმოიქმნას შეზღუდული, თავისში ჩაკეტილი სტრუქტურები, რომელთაც ექნებათ ძალზე მნიშვნელოვანი უნარი — ნივთიერებათა გაცვლა გარშემომცველ გარემოსთან (რა თქმა უნდა, ეს ჭერ კიდევ არაა ნივთიერებათა ცვლა ბიოლოგიური გაგებით).

ბიოქიმიკა სწორედ ამ ადგილზე წყვეტს გაგვიწიოს თანამგზავრობა ისე, როგორც ადრე, რთულიდან მარტივისაკენ სვლის გზაზე გვეხმარებოდა პალეონტოლოგია. ლაბორატორიაში მიღებულ კოაცერვატსა და უმარტივეს ბაქტერიალურ უჯრედს შორის არსებობს ცარიელი მანძილი, რომელიც „ამოსავსება“.

ვეცადოთ, როგორც კოლცოვი ამბობდა, „გადავუფრინოთ მას ნატურფილოსოფიის თვითმფრინავით“. სხვანაირად რომ ვთქვათ, მატერიალურობაზე დაყრდნობით, ლოგიკური გაანგარიშებით, ყოველგვარი ლეთიური ზემემთხვევითობის გარეშე წარმოვიდგინოთ პროტოუჯრედის გართულება პირველ უჯრედამდე.

სიცოცხლის ქანაღობა

ამრიგად, წარმოვიდგინოთ „პირველადი ბულიონი“, რომელშიც ცურავს პროტოუჯრედები — მიკროსკოპული ზომის წარმონაქმნები, რომლებიც შემოფარგლულნი არიან მემბრანებით — ერთი ან ორშრიანი გარსით, ისე როგორც ფოქსის მიკროსფერას შემთხვევაში. მათ შეუძლიათ მიეწებონ ერთმანეთს შემთხვევითი შეხების შედეგად, ან დაიყონ შემთხვევითი. მექანიკური ზემოქმედებით. ასეთი

დაშვება მისაღებია. ოპარინიც და ფოქსიც შეთანხმებულად ამტკიცებენ, რომ მსგავსი სტრუქტურები უბრალოდ არ შეიძლება არ წარმოიქმნეს ბიოპოლიმერების ხსნარში.

პროტოუჯრედშიც და მის გარემომცველ გარემოშიც მიმდინარეობს ერთი და იგივე ქიმიური რეაქციები. მაგრამ ორივე შემთხვევაში სხვადასხვა შედეგი მიიღება. პროტოუჯრედი — გარემოს ნაკუწი, რადგანაც შემოთარგლულია ნახევრად გამტარი მემბრანით, თავისუფლად ატარებს პატარა მოლეკულებს და ძნელად, ან კიდევ სრულებით არ ატარებს დიდ მოლეკულებს.

პოლიმერიზაციის რეაქცია, რომელიც წარმართულია საბოლოო პროდუქტის მოლეკულური წონის გადიდებისაკენ, მიმდინარეობს პროტოუჯრედშიც, და „პირველად ბულიონშიც“. მაგრამ „პირველად ბულიონში“ ასეთი რეაქციის შედეგია მხოლოდ ახალი პროტოუჯრედების წარმოქმნა. რაც შეეხება პროტოუჯრედებს, აქ საქმე სხვაგვარადაა: თუ მათში მოლეკულების რიცხვი მცირდება (ეს მაშინ ხდება, როდესაც მარტივი მოლეკულები ითქვიფებიან უფრო რთულ მოლეკულად), მაშინ მცირდება ოსმოსური წნევა. ეს უკანასკნელი კი დამოკიდებულია მხოლოდ მოლეკულათა რიცხვზე და არა მათ მასაზე.

თერმოდინამიკის მეორე საწყისს არაფერში, მათ შორის ოსმოსურ წნევაშიც არ შეუძლია დიდხანს ითმინოს არსებული ვარდნილობა. იწყება ამინომჟავების, ნუკლეოტიდების, შაქრების და ა. შ. მოლეკულათა გადაქაჩვა პროტოუჯრედში. როდესაც მოცულობის დამოკიდებულება ზედაპირულობასთან კრიტიკული ხდება, გადიდებული პროტოუჯრედი იყოფა ან იკვირტება და იკეთებს მემბრანას. ამის შემდეგ პროცესი იწყება თავიდან.

აღნიშნულის შედეგად, პროტოუჯრედებს თავისში უნდა გადაექაჩათ „პირველადი ბულიონის“ მთელი ორგანულობა. მაგრამ ნათელია, რომ ისინი სრულებითაც არ ყოფილან ერთგვაროვანი. ზოგიერთებში სინთეზის პროცესი მიმდინარეობდა სწრაფად, სხვებში ნელა. „სწრაფები“ წარმატებას აღწევდნენ, მაგრამ ეს იყო არა დარვინისეული გადარჩევა, არა სიცოცხლე! მათში არ იყო სიცოცხლისათვის აუცილებელი ატრიბუტი — მემკვიდრეობა. მოლეკულათა სასურველი კომბინაცია, რაც იწვევდა სწრაფ სინთეზს, ზრდისა და გაყოფის პროცესში იშლებოდა და ქრებოდა. ასე იყო მანამდე, სანამ არ მოხდა ერთ-ერთი პროტოუჯრედიდან ნუკლეოტიდის ჯაჭვის ფორმირება, რომელსაც თავისი თავის რეპლიციების უნარი გააჩნდა.

რა თქმა უნდა, ეს პროცესი ჯერ კიდევ არ იყო დნმ-ის რეპლიკაციის თანამედროვე მექანიზმი. საქმე იმაშია, რომ ჯერ კიდევ არ იყო ფერმენტები, არ იყო რიბოსომებიც და ტრანსპორტული რნმ-იც. იყო მხოლოდ მოკლე, 10—20 რგოლისაგან შემდგარი ნუკლეინის შეავებისა და პეპტიდების ჯაჭვი, რომლებიც ერთიმეორეში ქმნიდა კომპლექსს.

აქ უადგილო არ იქნება გავისხენოთ სქოლასტიკოსების კამათი მასზედ თუ რა წარმოიშვა ადრე — კვერცხი თუ ქათამი, რომელმაც ტრანსფორმირება განიცადა ჩვენი დროის დავაშიც ამის თაობაზე თუ რა იყო ადრე — გენი თუ ფერმენტი? ჩვენ თითქოს ჩაკეტილ წრეში ვეჭქევით — ცხადია, რომ დნმ-ს არ შეუძლია გაორმაგება დნმ — პოლიმერაზას გარეშე, ხოლო მას კი თავის მხრივ არ შეუძლია წარმოიქმნას დნმ-ის გარეშე. დისკუსიის ქარცეცხლში მყოფ მოკამათეებს ავიწყლებოდათ საკითხი ერთი გარემოების შესახებ. ფერმენტს, ისე როგორც ნებისმიერ კატალიზატორს, არ შეუძლია შეუძლებელი რეაქცია აქციოს შესაძლებლად. ის მხოლოდ აჩქარებს შესაძლებელი რეაქციის მიმდინარეობას. გარდა ამისა, საფიქრებელია ის გარემოებაც, რომ ფერმენტების უმრავლესობა კომპლექსური აგებულებისაა და შედგება, ერთის მხრივ, ცილოვანი ნაწილისა და, მეორეს მხრივ, მარტივი ორგანული ნაერთისაგან (კოფერმენტი) ან ლითონის იონისაგან. მთელი რიგი კოფერმენტების აბიოგენური სინთეზის შესაძლებლობა დამტკიცებულია, ხოლო რაც შეეხება იონებს, ისინი ალბათ აუცილებლად იყო „პირველად ბულიონში“. ისინი ხომ მოკლე პოლიპეპტიდების კომპლექსში ფერმენტების როლს ასრულებდა? ასეთი პროფერმენტების მოქმედების ეფექტურობა, რა თქმა უნდა, არ შეიძლება შევადაროთ ახლანდელს. საეჭვოა, რომ ისინი ფლობდნენ მოქმედების სპეციფიკურობის უნარს. მაგრამ, ისიც ხომ ცხადია, რომ ჩვენი დროის გაწაფული ტექნიკა თავის საწყისს იღებს პითეკანთროპის ქვის საჭრისისაგან, რომელთაც შეიძლებოდა, მართალია დიდი ჯაფით, სხვადასხვა ოპერაციის შესრულება.

როგორც კი მოხდა პროტოუჯრედში პროტოგენის ფორმირება, რომლის დუბლიკაცია (გაორმაგება) კატალიზირდებოდა პროფერმენტებით, მაშინ ნამდვილ ცოცხალ უჯრედამდე არსებული გზის ნახევარი უკვე გავლილი იყო. შესაძლებელია, ამ დროსვე მოხდა თანამედროვესთან ახლომდგომი ენერგეტიკული მექანიზმის ფორმირება, ადენოზინტრიფოსფატისა და გუანოზინტრიფოსფატის კავშირების მდიდარი ენერჯის გამოყენებით. მანამდე პროტოუჯრედები,

აღბათ ყველაზე მეტად, იყენებდნენ პოლიფოსფატების ჰიდროლიზის ენერჯიას. ბოლო წლების გამოკვლევები გვიჩვენებს, რომ ეს პროცესი ყველაზე მეტად შესაძლებელია.

პროტოგენის დუპლიკაციამ, გარდა იმისა, რომ მან უზრუნველყო სინთეზის პროცესის მდგრადობა, რაც გადაეცა მემკვიდრეობით (ამიტომაც ამ პროტოუჯრედების შეიღუფლმა თაობებმა ფართო გავრცელება ჰპოვა), მიგვიყვანა სავსებით მნიშვნელოვან შედეგამდე. ერთი იმათაგანი არის რატეიური აქტივობის წარმოქმნა, უფრო სწორად, მოლეკულათა ბიოლოგიური ასიმეტრია.

დიდი ფრანგი მეცნიერის ლუი პასტერის პირველი აღმოჩენა სწორედ ბიოლოგიური ასიმეტრია იყო. მას ამის გარდა სხვა არაფერიც რომ არ გაეკეთებინა, მისი სახელის უკვდავება მაინც უზრუნველყოფილი იყო. ამ აღმოჩენის არსი იმაში მდგომარეობს. რომ შაქრების, ამინომჟავების და ბევრი სხვა ორგანული ნივთიერების ასიმეტრიული მოლეკულები არსებობს ორი ფორმით — მარცხენა და მარჯვენა, რომლებიც ისე განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, როგორც მარცხენა ხელი განსხვავდება მარჯვენასაგან. თუმცა, თერმოდინამიკურად ორივე მოდიფიკაცია ერთნაირია და აბიოგენური სინთეზის დროს ერთი და მეორეც წარმოიქმნება ერთნაირი სიხშირით, მაგრამ მაინც ორგანიზმებში იყენებენ მხოლოდ ერთს. ასე მაგალითად, ყველა ცოცხალი ორგანიზმის ცილაში ამინომჟავები მარცხენაა. გამონაკლისი ძალზე იშვიათია, და თუ ის არის, მაშინ მას კანონზომიერი ხასიათი გააჩნია. ასეთია მარჯვენა ამინომჟავები ანტიბიოტიკ გრამიციდინში, რომელიც სინთეზირდება არამატრიკული, არარიბოსომული გზით. ზოგიერთი მიკრობი, მაგალითად, ჭიჩხირის ჩხირი, თავისი უჯრედის გარსს „იშენებს“ მარჯვენა ამინომჟავიანი პოლიმერისაგან, რომელიც უვნებელია თვით პატრონი უჯრედის ცილასათვის.

ამ ფაქტის განმარტებისათვის წამოყენებულია სხვადასხვა აზრი. ამ სტრიქონების ავტორი ემხრობა ყველაზე მარტივს, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ აღნიშნული უნიფიკაცია აუცილებელია მატრიკული სინთეზისათვის. როგორ შეძლებს პროტოგენი დუპლიკირებას, თუ ის შედგება მარჯვენა და მარცხენა პენტოზისაგან, რატომაა რომ აზოტის ფუძეები სხვადასხვა ადგილზეა მიმოფანტული და იქ ორმაგი სპირალი არ წარმოიქმნება? გარდა ამისა, უნიფიკაციამ სავსებით დააჩქარა სინთეზის პროცესი. წარმოვიდგინოთ მანქანა, რომელიც აწყობილია მარჯვენა და მარცხენა ხრახნის მქონე ჰანჭიკებით. მემონტაჟისათვის მისი აწყობა იქნებოდა თავბედის წყევლა.

რატომაა ჩვენი ამინომჟავები მარცხენა და არა მარჯვენა ფორმის? აი აქ კი საჭიროა ვალიაროთ, რომ ეს მოხდა შემთხვევით. მაგრამ ეს შემთხვევითობა იმავე რიგისაა, რა რიგითაც აიხსნება მოქრაობა მარჯვენა მხარეს ევროპის ქალაქებში. საჭირო იყო ორიდან ერთ-ერთის არჩევანი, და სიცოცხლემაც არჩევანი გააკეთა ფორმით მარცხენა ამინომჟავებზე და მარჯვენა შექარზე. რომ მომხდარიყო არჩევანი პირიქით, არაფერი საშინელება არ მოხდებოდა. ინგლისშიც ისეთივე წარმატებით მოძრაობენ ქუჩის მარცხენა მხარეს, როგორც სხვაგან მარჯვენა მხარეს.

სიცოცხლის ქმნადობის შემდეგი მნიშვნელოვანი ეტაპი ესაა გენეტიკური კოდის და ცილას სინთეზის წარმოქმნა (აქამდე, პროტოუჭრედები კმაყოფილდებოდა აბიოგენური წარმოშობის პეპტიდებით, ფოქსის ცლებში მიღებულის მსგავსად). რა თქმა უნდა, რთული რიბოსომული აპარატი არ შეიძლება წარმოქმნილიყო უცბად. ალბათ, ჯერ იყო პეპტიდებისა და ნუკლეოტიდების მოკლე ჯაჭვების მარტივი კომპლექსი, ამასთანავე ნუკლეოტიდების ჯაჭვს შეეძლო შეესრულებინა გენის როლიც და ტრანსპორტული და რიბოსომული რნმ-ის როლიც, მსგავსად იმისა, როგორც მარტივი კიბოს ფოთლისებური კიდურები ერთდროულად ემსახურება მოძრაობასაც, სუნთქვასაც და საკვების მოპოვებასაც. მაგრამ, ამ სტადიაზე უკვე მოქმედებდა ნამდვილი ბუნებრივი გადარჩევა ბიოსინთეზის სიჩქარით, და ფუნქციის განაწილება უნდა მომხდარიყო რამდენიმე მილიონ წელში.

აქ ამუშავდა კიბერნეტიკაში ცნობილი პირდაპირი უკუკავშირის პრინციპი, რომელიც არაჩვეულებრივად, ასჯერ და ათასჯერ აჩქარებს ნებისმიერ პროცესს — ეს იქნება მთის ფერდობზე ზეავის ჩამოწოლა თუ ურანის ატომების დაშლა ატომურ ბომბში. ბიოსინთეზის ჩამოყალიბების დროს თითოეული მიღწეული ნაბიჯი ზრდიდა პროტოუჭრედების შანსს შემდგომ გაყოფაზე და გამრავლებაზე, ასტიმულირებდა მეორე ნაბიჯს და ა. შ. ყველაფერი ეს ხდებოდა იმის მსგავსად, როგორც ჩვენ მიერ ზემოთ მოყვანილ მაგალითში, როდესაც მოცემული ფრაზის შესადგენად ერთი კოჭის წარმატებითი არჩევანი ზრდიდა მეორის ამოღების დაჩქარების შანსს.

გენეტიკური კოდის წარმოქმნა — ნუკლეინის მჟავებში ნუკლეოტიდთა ტრიპლეტებსა და პეპტიდებში ამინომჟავების თანმიმდევრობის შესაბამისობა ბოლომდე ჯერ კიდევ არ არის ამოხსნილი. თუმცა, ამ საკითხის ანალიზის დროს ფ. კრიკი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ეს იყო თანმიმდევრობითი პროცესი, რომელშიც ყოველი

პირველი ნაბიჯი ზრდიდა მეორის შესაძლებლობას და ა. შ. სწორედ კოდირების წყალობით წარმოიქმნა სიცოცხლე: გამოჩნდა პირველი ზაქტერიალური უჯრედი.

ამიტომ, შეგვიძლია ვთქვათ, რომ სინჯარაში სიცოცხლის სინთეზირება შეიძლება მხოლოდ მაშინ. როდესაც ლაბორატორიაში მივალწვეთ კოდის წარმოქმნის პროცესის აღწარმოებას. საჭიროა ხახო გავუსვათ კიდეც ერთ გარემოებას, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ გენეტიკური კოდი ერთნაირად დამახასიათებელია დედამიწაზე არსებული ყველა ცოცხალი არსებისათვის, მოყოლებული ვირუსიდან ადამიანამდე. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ დედამიწაზე სიცოცხლე წარმოიქმნა მხოლოდ ერთჯერ, და პირველმა ცოცხალმა უჯრედებმა გამალეებით შეაფიწროვა განვითარებაში ჩამორჩენილი ყველა თავისი თანამედროვე.

ამავე ეტაპს მიეკუთვნება ფოტოსინთეზის, სიცოცხლისათვის დედამიწაზე ენერჯის მომმარაგებლის ჩამოყალიბება. ამ დროს, როგორც ჩვენ ვახსენეთ, პროტოუჯრედებმა „პირველადი ბულიონის“ მთელი ორგანიკა თავისში „გადმოქაჩეს“. ახალი ორგანული ნივთიერებანი იქმნებოდა გაცილებით ნაკლები სიჩქარით. ფართოდაა გავრცელებული აზრი, რომ დედამიწაზე არსებული მთელი ქანგბადი ფოტოსინთეტიკური წარმოშობისაა. სჯეკვია, რომ ეს ასე იყოს, რადგანაც, ატმოსფეროს ჩამოყალიბების მომენტიდანვე. მასში განუწყვეტლად მიმდინარეობდა ქანგბადის დაგროვების ნელი პროცესი მკაცრი ულტრაიისფერი სხივებით წყლის ორთქლის დაშლის მეშვეობით. ამ დროს ქანგბადი რჩებოდა, ხოლო წყალბადი ქრებოდა კოსმოსურ სივრცეში. როგორც კი ქანგბადის კონცენტრაცია იმ დონემდე გაიზარდა, რომ შესაძლებელი გახდა ოზონის ფენის შექმნა, რომელიც შთანთქაედა მზის მკაცრ ულტრაიისფერ გამოსხივებას, გაქრა ენერჯის მთავარი წყარო ორგანიკის აბიოგენური სინთეზისათვის. გარდა ამისა, ქანგბადმა, რომელიც ქანგაგდა რა ახლად წარმოქმნილ პროდუქტებს, სავსებით გადაუქრა გზა მათ. დედამიწის აღმდგენითი ატმოსფეროსაგან შეიქმნა ქანგვითი ატმოსფერო.

ფოტოსინთეზის საფუძველია წყლის დაშლა შემადგენელ ელემენტებად ისეთი პიგმენტური სისტემის საშუალებით, რომელიც იტაცებს სინათლის ქვანტებს და ახდენს თავისუფალი ელექტრონების ტრანსფორმირებას. ქლოროფილი — დედამიწაზე არსებული ყოველგვარი არსების მკვებავი — თვითონ არის ხანგრძლივი ევოლუციის პროდუქტი. სინათლის ენერჯიაში გადასვლის პირველი ტრანსფორმატორები იყვნენ შედარებით უფრო მარტივი პიგმენტები—

პორფირინები, რომლებიც ადვილად სინთეზირდებიან აბიოგენური გზით, უფრო ზუსტად, მათი კომპლექსი სინთეზირდება ლითონის იონებთან ერთად. თვით ქლოროფილის საფუძველია პორფირინის რგოლი მაგნიუმთან კომპლექსში. პირველი ფოტომასინთეზირებელი ორგანიზმების — პიგმენტური ბაქტერიებისა და ლურჯ-მწვანე წყალმცენარეების წარმოქმნით ატმოსფეროში ქანგბადის ნაკადი ბევრად გაიზარდა და მისი შემადგენლობა ძალიან სწრაფად მიუახლოვდა თანამედროულს. საექვო წარმოდგენილმა სურათმა დააკმაყოფილოს მკითხველი. რას იზამ, არც ერთი ჩვენთაგანი არ ესწრებოდა სიცოცხლის წარმოქმნის პროცესს. მიუხედავად ამისა, მე ვისურვებდი ხაზი გამესვა ორი გარემოებისათვის:

1. დღემდე მიღებული ყველა ფაქტის ერთობლიობა საშუალებას იძლევა იმის მტკიცებაზე, რომ სიცოცხლე პრაქტიკულად აუცილებლად უნდა წარმოიქმნას პლანეტაზე, რომელიც შემადგენლობით ახლოს დგას დედამიწასთან და რომელიც მზისაგან ლებულობს საკმარის რაოდენობის ენერგიას (მარსი იმაზე ნაკლებ ენერგიას ლებულობდა რაც საკიროა, ვენერა — ბევრად მეტს).

2. სიცოცხლის ქმნადობის ბოლო ეტაპზე, პროტოგენის წარმოქმნის მომენტიდან, ძირითადი როლი ითამაშა ბუნებრივმა გადარჩევამ, რომელიც ფაქტიურად ისეთივე იყო, როგორც დარვინისეული გადარჩევა. ფიშერის სიტყვით, ბუნებრივი გადარჩევა ეს არის „პროცესი“, რომლის მეშვეობითაც რაღაც შემთხვევითი მოვლენის შესაძლებლობა დროში ისე იზრდება, რომ უალრესად ნაკლებშესაძლებელ ხდება არა მისი ასახვა, არამედ გამორიცხვა“.

ამ თავის დასასრულს შევეცადოთ ზუსტად განვსაზღვროთ ცოცხლის არაცოცხლისაგან გამიჯვნის მომენტი.

ზონ ნიგანის წანი, ანუ უპანასკენალ ფანოტიკისა და განოტიკის შესახებ

ბევრი მკითხველი, ალბათ, დაფიქრებულა, თუ როგორ ვითარდება შედარებით მარტივი აგებულების (ცილა, ყვითრი და ნაქუქი) მქონე კვერცხიდან იმდენად რთული აგებულების არსება, როგორცაა წიწილა. როგორ წარმოიშვა ეს სირთულე — გზადაგზა თანდათანობით, თუ რაღაცნაირად თვით კვერცხში იყო ის ფარულად?

მკითხველისათვის შეიძლება სასიამოვნოც იყოს იმის გაგება, რომ ამ პრობლემაზე თავს იმტვრევდნენ გასული საუკუნეების ცნო-

ბილი მეცნიერები. დავასახელებ მხოლოდ ყველაზე უფრო ცნობილ მეცნიერებს. ესენია: პარევი, რომელმაც ამოხსნა სისხლის მიმოქცევის მექანიზმი, და ლევენგუი, რომელიც პირველი შეიჭრა მიკროორგანიზმების სამყაროში, იტალიელი მალპიგი და არაჩვეულებრივად გამჭრიახი გონების ანატომი სვამერდამი, ლეიბნიცი და რეომიური (ამ უკანასკნელთა მიღწევების შეხსენება უხერხულიცაა). და მაინც, ისინი წყვეტდნენ ამ პრობლემას არასწორად. ისინი ფიქრობდნენ, რომ ზრდასრული ორგანიზმის მთელი სირთულე მოცემულია კვერცხუჯრედში და ონტოგენეზის — ორგანიზმის ჩამოყალიბების — დროს ხდება მხოლოდ უკვე არსებული ნაწილების ზრდა, ისე, როგორც გალღივებული კვირტისაგან იშლება ყვავილი.

ეს არის ეგრეთ წოდებული პრეფორმაციის (გარდაქმნის) თეორია. იტალიელმა ნატურალისტმა ა. ვალისნერმა (აკვარიუმის მოყვარულებისათვის კარგადაა ცნობილი მეცნარე ვალისნერი, რომელსაც ეს სახელი ამ მეცნიერის საპატივცემულოდ უწოდეს) პრეფორმაციის თეორია დაიყვანა ლოგიკურ დაბოლოებამდე, რომლის იქეთ იწყებოდა აბსურდი. ვალისნერი ასე მსჯელობდა: კვერცხუჯრედში ფარულად, პრეფორმირებული სახით იმყოფება ზრდასრული ორგანიზმი, რომელსაც უნდა ჰქონდეს გენერატიული ორგანოები, ხოლო ამ ორგანოებზე — კვერცხუჯრედი, ამ კვერცხუჯრედებზე — მომავალი თაობის ორგანიზმები, რომელთაც... და ასე შემდეგ — უსასრულობამდე. მიიღება რაღაც, ცნობილი „მატრიოშკას“ თოჯინების მსგავსი რამ (ამიტომ რუსულ სამეცნიერო ლიტერატურაში ამ თეორიამ მიიღო ირონიული სახელწოდება „მატრიოშკას თეორია“).

ახლანდელ დროში „მატრიოშკას თეორია“ შეუსაბამოა. აკი ერთმანეთზე „დაბანდებული“ თაობების ზომა ხომ გეომეტრიული პროგრესით კლებულობს და 10—20 თაობის შემდეგ იქნება ელემენტარულ ნაწილაკებზე უფრო პატარა. თუმცა XVIII საუკუნე — ნიუტონისა და ლეიბნიცის იდეების გამარჯვებისა და ზეიმის საუკუნე — არის უსაზღვროდ მცირე სიდიდეების ანალიზის განვითარების ეპოქა. მეცნიერთა მსოფლმხედველობაზე ჯერ კიდევ გარკვეულ ზემოქმედებას ახდენდა არისტოტელეს დებულება მატერიის უსასრულოდ დანაწევრების შესახებ. ამიტომ, მხოლოდ ბიუფონის გარდა; უსასრულოდ დანაწევრების პერსპექტივა არავის არ აოცებდა. მაგრამ, ცნობილი ფრანგი ნატურალისტი თვითონ არ იყო დაკავებული ორგანიზმების განვითარების შესწავლით (საერთოდ, ის უფრო მეტს წერდა, ვიდრე ექსპერიმენტატორობდა) და მისი საწინააღმდეგო მოსაზრებანი შეუმჩნეველი დარჩა.

პრეფორმაციის თეორიის ქვეშ ნაღმი ჩადო და ააფეთქა კასპარ ფრიდრიხ ვოლფმა, შემდგომ პეტერბურგის დე-სიანსის აკადემიის (ასე ეწოდებოდა მას ელისაბედის დროს) აკადემიკოსმა. ვოლფმა შექმნა ეპიგენეზის თეორია, რომლის თანახმად ზრდასრული ორგანიზმის სირთულე არ არის მოცემული კვერცხუჯრედში, არამედ ყოველ თითოეულ თაობაში წარმოიქმნება ხელახლა.

თერმოდინამიკის მეორე საწყისი ჯერ კიდევ არ იყო ფორმირებული, მაგრამ მის შექმნამდე 100 წლით ადრე ვოლფი გრძნობდა, რომ წესრიგის წარმოქმნა უწესრიგობისაგან ძნელი ამოსახსნელია. აქ მან დახმარებისათვის მიმართა არისტოტელეს (ისევ არისტოტელე!). ვოლფის მიხედვით ორგანიზმის მოწესრიგებულობა ქმნის რალაც მიმართულ ძალას—არისტოტელეს ენტელექიას, ანუ როგორც ვოლფი უწოდებდა მას—*vis essentialis*. მსგავსი განმარტებანი წარმატებას აღწევდა იმ პერიოდში. მაგრამ მოლერი გესლიანად ამასხმარებდა მათ თავის ნაწარმოებში „ვითომდა სნეულში“: ექიმი დიფუარუსი ოპიუმის დამაძინებელ მოქმედებას იმით განმარტავს, რომ ის შეიცავს „ძილის ფაქტორს“—*virtus dormitiva*-ს. ბოლოს და ბოლოს ანალოგიური გზით განმარტა ლამარკმა ევოლუცია: ოპიუმში შეიცავს *virtus dormitiva*-ს, პურგენი—*virtus purgativa*-ს, ხოლო ცოცხალი ბუნება—*virtus progressiva*-ს.

ემბრიოლოგების წინაშე წამოიჭრა ალტერნატივა: ან „მატრიოშკას თეორიის“ აბსურდობა, ან მატერიალური „სასიცოცხლო ძალის“ — ვიტალიზმის აღიარება. თქმა ზედმეტია, არჩევანი ღარიბია. შემთხვევითი არაა, რომ ვიტალიზმი, თუ შეიძლება ასე გამოვთქვათ, ემბრიოლოგების პროფესიული დაავადებაა. ბევრ მათგანს თავისი შეხედულება ევოლუციაზე ბოლოს და ბოლოს გადაჰქონდა იქით, საიდანაც გამოდინარეობდა არისტოტელეს „სწრაფვა მიზნისაკენ“.

ეს დილემა, თითქოსდა გადაუწყვეტელი, ამოხსნა მათემატიკოსმა ფონ ნეიმანმა სრულიად სხვანაირი გზით. ფონ ნეიმანი შემდეგნაირად მიუდგა პრობლემას: ვთქვათ გავვაჩნია ავტომატური დანადგარები და მათი მთელი რიგი კომპლექსები — ავტომატური ქსელები, რომლებსაც უნარი გააჩნიათ ადამიანის ჩაურევლად შეამზადონ ძალზე რთული ნაწარმოები. შეიძლება თუ არა შევქმნათ ისეთი მანქანა, რომელსაც შეეძლება თავისივე თავის წარმოება, ან კიდევ, გადმოიტანოს ლითონზე თაობათა ბიოლოგიური ცვლა?

დაეუშვათ, ამბობდა ფონ ნეიმანი, ჩვენ შევქმენით ასეთი მანქანა, რომელიც, იხელმძღვანელებს რა მაგნიტურ ფირზე ჩაწერილი

პროგრამით, „ააგებს“ ზუსტად თავისივე თავის მსგავსს. მაგრამ „შვილულ“ მანქანას არ შეეძლება თავისივე მსგავსის აღწარმოება. იმდენად, რამდენადაც არ ექნება იგივე ფირი პროგრამით. იმისათვის, რომ უზრუნველყოფილ იქნეს „მანქანურ თაობათა ცვლა“, მანქანაში გათვალისწინებული უნდა იყოს ფირგადაღლები მოწყობილობა, რომელიც ფირის ასლს თანმიმდევრობითი კომანდით შეიტანს მეორე მანქანაში, და ასე შემდეგ უსასრულოდ.

სხვანაირად რომ ვთქვათ, ფონ ნეიმანმა მათემატიკურად ზუსტად გვიჩვენა, რომ თვითაღწარმოების პროცესი, თაობათა ცვლა, ყველაფერი ის რასაც სიცოცხლე ჰქვია, წარმოუდგენელია ორი განცალკევებული ოპერაციის გარეშე. ესაა, ორგანიზმის აღწერილობის გადაღება (გენოტიპის დუპლიკაცია!) და ამ აღწერილობის მიხედვით ორგანიზმის აგება (ფენოტიპის შექმნა). ფონ ნეიმანმა მათემატიკური ანალიზით დააგვირგვინა ავგუსტ ვეისმანის შეხედულება. რომელმაც ორგანიზმი დაყო ჩანასახოვან პლაზმად და სომად. ფონ ნეიმანის მაგნიტური ფირი და ავგუსტ ვეისმანის ჩანასახოვანი პლაზმა — ეს ცოცხალ ბუნებაში დნმ-ის ორმაგი სპირალია.

ამრიგად, ორგანიზმის დაყოფა გენოტიპად და ფენოტიპად, სიცოცხლის აუცილებელი პირობაა. მხოლოდ ამგვარი მოწყობილობა უზრუნველყოფს თაობათა ცვლას, ხოლო ამ დროს წარმოქმნილი „შეცდომები“ (მუტაციები) წარმოადგენენ ნედლეულ მასალას ბუნებრივი გადარჩევისათვის. ასე მიმდინარეობს ევოლუციის პროცესი.

ფანტასტიკოსმა მწერლებმა შექმნეს სხვა პლანეტებზე სიცოცხლის სავსებით არაჩვეულებრივი, გროტესკულობითა და საოცრებით მოსილი, მრავალრიცხოვანი ფორმები. უნდა გვჯეროდეს, რომ მათ გამოგონებებს სინამდვილე წაშლის. რაც არ უნდა მოხდეს, სამყაროს მთელი ცოცხალი არსებისათვის ყოველთვის საერთო იქნება ერთი რამ — მათ ექნებათ გენოტიპი და ფენოტიპი.

ამჟამად ეს საკითხი გვანტერესებს შემდეგიდან გამომდინარე: ჩვენ შეგვიძლია უფრო თვალნათლივ წარმოვიდგინოთ ცოცხალის არაცოცხალისაგან გამოცალკევების მიჯნა, სიცოცხლის წარმოშობის საზღვარი. სიცოცხლე წარმოიშვა გენოტიპის და ფენოტიპის ქმნალობით, როდესაც დუპლირების უნარის მქონე გენი გახდა ინფორმაციის მატარებელი პოლიპეტიდებში ამინომჟავათა შემცველობაზე. ამ მომენტიდან ევოლუცია სწრაფი ნაბიჯით წაეიდა წინ (გეოლოგიური მასშტაბით). ხოლო დარვიზისეული გადარჩევა წარმოიშვა რამდენადმე ადრე: იმ მომენტიდან, როგორც კი მოხდა კოაცერვატში პირველი პროტოგენის ფორმირება.

შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ დარვინის „დემონი“ — ბუნებრივი გადარჩევა — არა მარტო სიცოცხლის ევოლუციის ძრავაა, არამედ მისი ჩამოყალიბების მიზეზიცაა.

8

ბუნებრივი გადარჩევა

შე ვერ ეხებოდე ამ ძალის, რომლითაც ნელა და შესანიშნავად ეგუება თითოეული ფორმა სავსებით რთულ სასიცოცხლო დამოკიდებულებას, შემოქმედების ზღვარს.

ჩ. დარვინი

ზიკი, ავალა და დარვინიზმი

წინა თავებში არაერთხელ გვქონდა საუბარი ბუნებრივი გადარჩევის შესახებ. ეს გასაგებიცაა. დარვინის თეორიის მთელი დედა-არსი ემყარება ბუნებაში სასელექციო პროცესების ფართოდ გავრცელებას. საჭიროა ამ პრობლემის უფრო ძირფესვიანად განხილვა. პირველ რიგში შევჩერდეთ ბუნებაში გადარჩევის არსებობის დასაბუთებაზე და მის შემოქმედებით როლზე. როგორც ზემოთ ვანსენე, დარვინიზმის თანამედროვე კრიტიკოსების უმრავლესობა უარყოფს გადარჩევის შემოქმედებით როლს, უკეთეს შემთხვევაში სთვლიან მას მესაფლავედ, არასაჭირო, გამანადგურებელ რამედ. ასე მაგალითად, თანამედროვე ანტიდარვინისტი ა. ვანდელი წერს: „ყველა ქალაქში არსებობს საკანალიზაციო მომსახურება, გადარჩევა ანალოგიურ როლს თამაშობს ორგანულ ევოლუციაში. მისი სპეციფიკური ფუნქცია მდგომარეობს საწყლების, ბედუქულმართების, უსუსური მოხუცების მოსპობაში“.

სხვა ავტორები (მათ შორის ცნობილი პალეონტოლოგი ო. შინდევოლფი) პრინციპში სთვლიდნენ, რომ გადარჩევა შეიძლება იყოს შემოქმედებითი საწყისი მხოლოდ მიკროევოლუციაში — ახალი ფორმების, ქვესახეობებისა და სახეობების წარმოქმნის დროს. მაკროევოლუციის, ესე იგი მსხვილი სისტემატიკური ერთეულების — ტიპების, კლასების, რაზმების, ოჯახების ჩამოყალიბება წარიმართება თითქოს სხვა კანონებით (რომელთა შესახებ ისინი ამბობენ ბუნდოვნად, გაუგებრად).

მაგრამ, როგორც სამართლიანად წერდა კოლცოვი: „... ჩვენთვის, ენერჯის მუდმივობის კანონის უცვლელობის მორწმუნეთათვის, ტერმინს „ქმნის“ შეიძლება გააჩნდეს მხოლოდ ერთი მნიშვნელობა: უამრავი კომბინაციიდან აირჩიოს მხოლოდ ერთი. ამიტომ მე მიმაჩნია, რომ ჩვენ ახლაც, როგორც 50 წლის უკან. უფლება გვაქვს თავისუფლად ვამტკიცოთ: ბუნებრივი გადაჩევა ქმნის ახალ ფორმებს“.

განვიხილოთ ბუნებაში მიმდინარე სელექციური პროცესების რამდენიმე მაგალითი.

ბუნებრივი გადაჩევის თეორიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დამამტკიცებელი საბუთთაგანია მფარველობითი ფერებისა და ფორმების არსებობა ცხოველებსა და მცენარეებში. როგორც ადრე ვახსენეთ, ლამარკიზმი სრულებით უძლურია განმარტოს, მაგალითად, დათვისა და კურდღლის თეთრი ფერი, მწერების ისეთი ფერი, რომელიც ფრინველებს აფრთხობს და მრავალი სხვა. თუმცა, გამოსავალი ნაპოვნი იქნა: თუ ფაქტების განმარტება არ შეიძლება, საჭიროა ის უარყვოთ. ცნობილი ეთოლოგი ნ. ტირბერგენი ასეთების მიმართ წერდა: „არ შეიძლება გაოცების გარეშე წაიკითხო ზოგიერთი ამ ფსევდოკრიტიკული ნაწერთაგანი და განსაკუთრებით მათში მოცემული გესლიანი დაცინვა „კაბინეტური პოზიციის“ მისამართით, იმათ შესახებ, ვისაც სჯერა მფარველობითი შეფერადობის. გაოცებას გრძნობ იმიტომ, რომ სწორედ ეს კრიტიკა გამომდინარეობდა კაბინეტიდან, ხოლო ისინი, ვისაც სჯეროდა — ყველანი იყვნენ ბუნებისმეტყველები“.

„ფსევდოკრიტიკული ნაწერის“ ნიმუშს წარმოადგენს, კერძოდ, ფ. გეიკერტინგერის წიგნი, რომელშიც თავმოყრილია ანტიდარვინისტების ყველა მოსაზრება ამ პრობლემის დარვინისტული განმარტების საწინააღმდეგოდ. ეს აესტრიელა საპატიო ენტომოლოგი ხელას ერთი გაქნევით „ჰეიტავს“ ბუნებაში არსებულ ისეთ მოვლენებს, როგორიცაა კრიპტიზმი (ადგილსამყოფელი ფონის იმიტაცია), მიმეზია (სუბსტრატის ფორმის იმიტაცია) და მიმიკრია (დაცული ცხოველის იმიტაცია). ერთდროულად ეს ეხება ეგრეთ წოდებულ „მაფრთხილებელ“ შეფერადებასაც. ხოლო იმდენად, რამდენადაც ის არ არის დაინტერესებული ფაქტების ობიექტური გადმოცემით, ერთი შეხედვით, გამარჯვება მის მხარეზე რჩება.

საჭიროა დაწვრილებით შევჩერდეთ, ეგრეთ წოდებულ „ინდუსტრიალური მელანიზმის“ ფენომენზე (მელანოს — ბერძნულად ნიშნავს შავს), რადგანაც მისი შესწავლის ისტორია, ეს არის კრიპტიზ-

მის დარეინისეული განმარტების გამარჯვების ბრწყინვალე მაგალი-
თი.

მთელ ევროპასა და აზიაში, ინგლისიდან იაპონიამდე, ბინად-
რობს პეპელა-არყის მზომელა. ჩვეულებრივ ის თეთრი ფერისაა,
სხეულსა და ფრთებზე პატარ-პატარა შავი წინწკლებით. ასეთი პე-
ლები ძნელი გასარჩევი თავისავე სუბსტრატზე—ხავსურათი დაფ-
რულ არყის ხის ტოტებზე. მაგრამ, ჯერ კიდევ 1850 წელს ინგლი-
სის ქალაქ მანჩესტერის მიდამოებში ნაპოვნი იქნა პეპელა არყის
მზომელა, რომელსაც გააჩნდა არაჩვეულებრივი შეფერილობა ---
შავი მეჩხერი თეთრი წინწკლებით, თითქოს ტიპიურის ნეგატივი.
თვით მელანიზმის მოვლენა არც თუ ისე იშვიათია. მეცნიერები სულ
სხვა რამემ გააოცა: ყოველწლიურად ასეთი მუქი პეპლების რიცხვი
უფრო და უფრო მატულობდა. შავი ფორმა (კარბონარი) აშკარად
ავიწროებდა ტიპიურს. შემდგომში აღწერილ იქნა კიდევ სხვა ფორმა
(კუნძულისა, ანუ ინსულიარი), უფრო მუქი, ვიდრე ტიპიური, მაგ-
რამ უფრო ღია, ვიდრე კარბონარი. დადგინდა, რომ კარბონარიის
ფერი განპირობებულია ერთი დომინანტი გენით.

ჩეტვერიკოვმა იცოდა ამ მოვლენის შესახებ და წინდახედულად
წერდა, რომ მუქი ფორმა „რალაცნაირად, ჩვენთვის უცნობი სახით,
წარმოადგენს უკეთ შეგუებულს თავისი არსებობის პირობებისადმი,
ვიდრე ტიპიური“. შემდეგ მან იწინასწარმეტყველა ძირითადი ფორ-
მების შევიწროება გავრცელების არეალის უკიდურესი აღმოსავლე-
თის საზღვრამდე, მანამ, სანამ თეთრი ფორმა არ დარჩება მხოლოდ
იაპონიის იზოლირებულ კუნძულზე, როგორც კუნძულის ქვესახეო-
ბა. ასეთი შემთხვევები უკვე შემჩნეული იყო: ბინდის პეპელას —
სვიის მახვიერას გააჩნია მკვეთრად გამოხატული სასქესო დიმორ-
ფიზმი (მამრობითი სქესის ინდივიდებს აქვთ თოვლივით თეთრი
ფრთები), მაგრამ შოტლანდიის კუნძულებზე შენარჩუნებულია მისი
პრიმიტიული ფორმა, რომლის მდებარობითი და მამრობითი სქესის
ინდივიდები შეფერილობით არ განსხვავდებიან.

ახლა, როდესაც უკვე ვიცით თუ როგორი პირობებისადმი
უკეთ შეგუებული არყის მზომელას მუქი ფორმები, დაგვრჩენია
ისლა ვისურვოთ, რომ არ „გამართლდეს“ ჩეტვერიკოვის პროგნო-
ზი. გარდა ამისა, საჭიროა მთელი ძალებით მოქმედება მისი გან-
ხორციელების საწინააღმდეგოდ. აღმოჩნდა, რომ შავი ფორმები თა-
ვის სამშობლოში — ბრიტანეთის კუნძულებზე — გავრცელებულია
არათანაბრად. ინსულარისა და კარბონარის თითქმის 100% გვხვდება
ინდუსტრიულ რაიონებში, სადაც არყის ხის ღეროები ქვარტლითაა
დაფარული, ხოლო ხავსურა ხეზე მოისპო და არ არის. მუქი ფერის

პეპელა-მზომელა ამოწყდა და არ გვხვდება, ან თუ არის, ისიც მცირე რაოდენობით ჩრდილოეთ შოტლანდიის, უელსისა და ირლანდიის სოფლის რაიონებში. იგივე სურათი აღინიშნება კონტინენტალურ ევროპაშიც პეპელა-მელანისტების გავრცელების რუქის განხილვისას, შეგვიძლია ვიმსჯელოთ მძიმე მრეწველობის დაწესებულებათა განლაგების შესახებაც!

„მელანიზმის“ გენი მუხლუხობის სტადიაში ხდის პეპელას უფრო მდგრადს ყოველგვარი სახის ინდუსტრიალური შხამისადმი, მაგრამ ეს არ არის კარბონარისა და ინსულიარის აღმავალი სვლის მთავარი მიზეზი. ინგლისელმა მკვლევარმა ბ. კეტლელმა შენიშნა, რომ „გაქვარტლულ“ ტყეში თეთრი ფორმები შორი მანძილიდანაც კარგად ჩანან და ამიტომ ისინი უნდა გაანადგურონ ფრინველებმა. პირიქით, იმ ადგილებში სადაც არ არის ინდუსტრიალიზაციის ზეგავლენა, „მელანისტები“ უფრო შესამჩნევია, ვიდრე ტიპიური პეპლეები.

კეტლელის დასკვნებს სადავოდ ხდიდნენ ისინი, რომლებიც ფიქრობდნენ, რომ ფრინველები თავს არ ესხმის „მჭდომარე“ მწერებს. ამიტომ კეტლელმა დახმარებისათვის მიმართა ეტიოლოგიის ერთ-ერთ ფუძემდებელს — ტინბერგენს. პირდაპირმა დაკვირვებებმა, რაც დოკუმენტირებული იყო კინოგადაღებით, სრული დამაჯერებლობით უჩვენა, რომ გაუქუქყიანებელ ტყეში ფრინველები (ბუზიკამია, ყანის ჩიტი, ბოლოცეცხლა და სხვ.) პირველ რიგში ანადგურებენ მუქი ფერის ფორმებს, ხოლო გაუქუქყიანებულ ტყეში, პირიქით, ღია ფერის ფორმებს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც პეპელა-მზომელას ადგილსამყოფელი რაიონის ინდუსტრიალური გაუქუქყიანება მხოლოდ დასაწყისის მომენტშია, თანდათანობით ხდება ტიპიური ფორმის გაქვევება ჭერ ინსულიარით და მხოლოდ ამის შემდეგ, უფრო მუქი კარბონარით. „მელანიზმის“ გენინის დომინანტობა, იმისდა მიხედვით თუ როგორ აქუქყიანებდა ადამიანი გარემოს, იზრდებოდა. ასი წლის უკან პეპელა მზომელა-მელანისტებს, პომოზიგოტებს ამ ნიშან-თვისებაზე უფრო მეტად გააჩნდათ თეთრი „კოპლები“, ვიდრე დღეს პეტეროზიგოტებს.

ასე გაიშიფრა „ინდუსტრიალური მელანიზმის“ პროცესი. თუმცა ზოგიერთმა მკვლევარებმა მანამდე მიაგნეს ათეულობით მაგალითს, რომლებიც ამტკიცებდნენ კრიპტიული შეფერადობის შემგუებლობას, მაგრამ პეპელა არყის მზომელას შემთხვევა, როდესაც თვითონ ადამიანი გახდა ევოლუციის მოწმე და ნაწილობრივ მისი მიზეზიც, ალბათ, ყველაზე უფრო დამაჯერებელია.

„ინდუსტრიალური მელანიზმი“ აღმოჩენილია სხვა მწერებშიც. საყურადღებოა, რომ იქ, სადაც ფაბრიკები და ქარხნები ქვანახშირისა და მახუთის ენერჯიდან გადაყავთ გაზზე და ელექტროენერჯიაზე, ეს მოვლენა ქრება. ბირმინგემის მიდამოებში მუქი ფორმის ორწინწლიანი ჭიამაიას რაოდენობა ჰაერის გასუფთავების კვალობაზე ორჯერ შემცირდა. ამის მიზეზი ნათელია: გაქუჭყიანების გაუჩინარებასთან ერთად შავი ფორმები—მელანისტები მტრის, პირველ რიგში ფრინველების მიმართ უფრო ადვილი შესამჩნევნი ხდებიან.

ფ. სამნერმა მოხდენილი და უტყუარი ცდით დაამტკიცა მთარველობითი, დაცვითი შეფერადობის—კრიპტიზმის სელექციური მნიშვნელობა. ყველასათვის ცნობილი, ანდაზად ქცეული ქამელეონი—სრულებითაც არ არის ერთადერთი ცხოველი, რომელსაც უნარი გააჩნია შეიცვალოს ფერი საბინადრო ადგილის ფონის შესაბამისად. მაგალითად, ბევრი თევზი ხასიათდება ამ უნარით. ალბათ, მეთევზეებმა იციან, რომ ნათელი, ქვიშიანი ფსკერის მქონე მდინარეებში თევზები უფრო ღია ფერისაა, ვიდრე იმავე სახეობის ინდივიდები მუქი, შლამიანი ფსკერის მქონე მდინარეებში.

სამნერი მტკნარი წყლის პატარა თევზებს—გამბუზიებს გარკვეული დროით აჩერებდა სხვადასხვა, შავი და თეთრი ფსკერის მქონე აკვარიუმში და რამდენიმე საათის შემდეგ, როცა მათ ფონის შესაბამისად შეეცვლებოდათ ფერი, გადაყავდა ისინი, თანაბარი რაოდენობით, აუზში (აგრეთვე ღია ან მუქი ფსკერის მქონე), სადაც უშვებდა მტაცებლებს. მტაცებლების როლში გამოდიოდნენ მტაცებელი თევზები, პინგვინები და ყანჩა. ექსპერიმენტში ძალზე მკაფიოდ გამოვლინდა შეფერილობის სელექციური მნიშვნელობა: მტაცებლები პირველ რიგში ანადგურებდნენ ისეთ თევზებს, რომელთა ფერი ადგილსამყოფელის ფონის კონტრასტული იყო.

ფერის დაცვითი ფუნქციის ეფექტურობა დემონსტრირებულია აგრეთვე ა. ჩენსოლის ცდებში. ის მწვანე და მურა ფერის პეპელაღვთიშობელას აბამდა სხვადასხვა მცენარეებზე. მწვანე ფერის პეპელაღვთიშობლები მურა ფერის მცენარეებზე სწრაფად ნადგურდებოდა ფრინველების მიერ, ხოლო ის ინდივიდები, რომელთა შეფერილობა შეხამებული იყო ფონთან, რჩებოდა უვნებლად. მ. ბელიაგმა გაუმჯობესებული ვარიანტით შეამოწმა ჩენსოლის ცდები. აღმოჩნდა, რომ დაცვითი შეფერილობა, როგორც ყოველგვარი შეგუებულობა, აბსოლუტური არ არის: ფრინველების ერთი ნაწილი ვერ ამჩნევს კრიპტიულად შეფერადებულ მწერებს, ხოლო მეორე ნაწილი, მაგალითად ყვავი, ნებისმიერ ფონზე კენკავს მათ.

ხაზი გავუსვით კიდევ ერთ გარემოებას. კრიტიულ შეფერილობას შეეძლო არ მოეტანა დიდი სარგებლობა, მათ პატრონ ორგანიზმებს დამატებით რომ არ გააჩნდეთ ქცევის სპეციფიკური მხარეები. თეთრი დათვი, ძვრება რა გვირახში, ცდილობს თათი მიიფაროს თვალეზზე და შავ ცხვირზე—ორგანიზმის ერთ-ერთ შეუნიღბავ დეტალზე. სხვადასხვა ფერის ხვლიკები დაფრთხობის შედეგად მიმოიფანტებიან და გაუჩინარდებიან სხვადასხვა ფერის ფონზე: რუხი ფერისანი — რუხ ფონზე, მწვანე ფერისანი — მწვანე ფონზე. ბელიაევის დაკვირვებით პეპელა-ღვთიშობელას მწვანე ფორმა, ასევე ამჟობინებს მწვანე ფერის, გადაუტრუსავ მცენარეს. ბევრი ასეთი მაგალითის მოყვანა შეიძლება. ყველაზე საყურადღებოა ის, რომ პეპელა არყის მზომელას შავი და ღია ფორმები ასევე ირჩევენ ფონს. კეტლუელმა ჩაატარა ასეთი ცდა: ის კასრის შიგნითა ზედაპირზე საღებავით ავლებდა შავ და თეთრ ზოლებს, ხოლო შემდეგ შიგ უშვებდა სხვადასხვა ფერის პეპლებს; აღმოჩნდა, რომ დაახლოებით მთელი პეპლების 70% დასაჯდომად უპირატესობას აძლევდა სწორედ იმ ზოლს, რომელიც შეესაბამებოდა მისსავე ფერს.

მთელს ევროპაში ფართოდაა გავრცელებული ხმელეთის ლოკოკინა გრეხილა (ვენახის ლოკოკინას ახლო მონათესავე). უძველესი დროიდან შემჩნეული იყო, რომ ამ სახეობის ლოკოკინას სხვადასხვა ადგილის კოლონიები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ნიჟარას ფერით. პოპულაციაში ზოგჯერ ჭარბობს ისეთი ინდივიდები, რომლებსაც ღია-ყვითელი ან ვარდისფერი ნიჟარა აქვთ, ზოგჯერ კი წაბლა ფერის ნიჟარას მქონე ინდივიდები. ნიჟარა შეიძლება იყოს ზოლებიანი ან ზოლების გარეშე. გამოთქმული იყო აზრი იმის შესახებ, რომ აქ საქმე გვაქვს გენთა დრეიფის გამოვლინებასთან. ნამდვილად, გადაადგილებისადმი ძალზე განსაზღვრული უნარის მქონე ლოკოკინას პოპულაცია თითქოს არის მადლიანი მასალა გენეტიკურ-ავტომატური პროცესების გამოვლინებისათვის.

შესანიშნავია ის გარემოება, რომ მოცემულ შემთხვევაში გადარჩევას „საქმე“ არ მიყავს ბოლომდე, წინააღმდეგ შემთხვევაში ბალახნარში იზინადრებდა მხოლოდ ღია ფერის და ზოლებიანი, ხოლო ტყეში მხოლოდ წაბლა და ერთფეროვანი ლოკოკინები. საქმე იმაშია, რომ ადგილსამყოფელის ფონი წლის სხვადასხვა სეზონში სხვადასხვაა. ადრე გაზაფხულზე, როდესაც ბალახი ჯერ კიდევ არ არის ამოსული, მდელოებზედაც კი, ერთფეროვანი ნიჟარას მქონე ლოკოკინებს გააჩნიათ სელექციური უპირატესობა. გარდა ამისა, მტაცებლები გადარჩევის ერთადერთი ფორმა არ არის. ლოკოკინას

პოპულაციებში პოლიმორფიზმი ნარჩუნდება ბიოტური (ფრინველები) და აბიოტური (ძირითადად ტემპერატურა და სინოტივე) ფაქტორების ერთობლივი სელექციური ზემოქმედებით. არის ექსპერიმენტები, რომლებიც მიუთითებენ, რომ ლოკოკინას ერთფეროვანი ღია ფერის ნიჟარას მქონე ფორმები უფრო გამძლენი არიან ტემპერატურის მერყეობისადმი.

როცა საუბარი გვექონდა ჩენსოლისა და ბელიაევის ცდებზე, ჩვენ ვახსენეთ, რომ პეპელა-ლეთიშობელას პოპულაცია პოლიმორფულია: მასში გვხვდება როგორც ხასხასა-მწვანე, ასევე წაბლა-მურა ფერის ფორმები. მშრალ ადგილებში, სადაც გვალვის გამო მცენარეები ჰკნება, ჰარბობს მურა ფერის პეპელა-ლეთიშობელა, ხოლო იქ, სადაც ბალახი მწვანედ რჩება — მწვანე ლეთიშობელა. ყარაგანდას მიდამოებში, სადაც ბელიაევი ატარებდა ცდებს, პეპელების მწვანე ფორმებისათვის ფონის მიხედვით შესატყვის სუბსტრატად ზაფხულის ბოლოს ფაქტიურად რჩებოდა ველური კაპერის მცოცავი ლერწი. არსებობს მკაფიო კორელაცია მოცემულ ადგილზე ნალექის ღონესა და მუქი ფორმების პროცენტს შორის: რაც უფრო წავალთ შუა აზიის უდაბნოებისაკენ, მით უფრო, პრაქტიკულად გამორიცხულია მწვანე ფორმა. გაიხსენეთ ჩვენ მიერ უკვე განხილული მაგალითი ადამიანის გენეტიკიდან — B ჯგუფის სისხლის პროცენტის ზრდა ყვავილით დაავადების უძველესი კერისკენ მიახლოების მიხედვით!

ამრიგად, ბუნება უხსოვარი დროიდან იყენებს ადამიანის ისეთ გამონაგონებს, როგორცაა ჯარისკაცის ხაკისფერი ფორმა, მოთხილამურეს თეთრი ხალათი და დესანტის წინწყლებიანი კომბინიზონი. ხაზი გავუსვათ იმ გარემოებას, რომ დაცვითი ფუნქციის შეფერილობა შეიძლება წარმოქმნილიყო მხოლოდ მტაცებლების მიერ წარმოებულ გადარჩევის შედეგად. ფერს შეიძლება ჭაემატოს ფორმა — ცნობილია მწერები, რომლებიც ფორმით ჰბაძავენ მშრალ როკებს, ფოთლებს, ფრინველის სკინტლს და სხვა საკვებად ნაკლებად ვარგისიან საგნებს (ამ ფენომენს ეწოდება მიმეზია).

მაგრამ ყოველთვის როდი ხდება ასე. ბევრი ცხოველი არა მარტო არ იმალება, არამედ პირიქით, ხმამაღლა „აცხადებს“ მის არსებობას. მათი ფერი არის ხასხასა, მყვირალა, ისინი არ ცდილობენ გაუჩინარებას. მიზეზი ნათელია: ისინი საკვებად უარგისი არიან საზიზღარი გემოს ან სუნის, ან კიდევ შხამიანობის, ეკლიანობის ან ნესტარიანობის გამო. ასეთ ფერს ეწოდება გამაფრთხილებელი ანუ აპოსემატური.

საკვებად ნაკლებად ვარგისიან ცხოველებში დიდი პოპულარობით სარგებლობს შავი და ყვითელი ფერის კომბინაცია. ყველასათვის კარგადაა ცნობილი ბზიკის შავ-ყვითელ ზოლებიანი „პერანგი“. არანაკლებად გვეცემა თვალში პეპელა-დათუნას შავ-ყვითელი ფერის მუხლუხი, რომელსაც საზიზღარი გემოს გამო გაურბიან ფრინველები. ასეთი შეფერილობა გვხვდება, აგრეთვე, ხერხემლიან ცხოველებშიც. ხმელეთზე სიცოცხლის პირობებიდან ზღვაში გადასულ ლოქოს რამდენიმე შეფერილობა გააჩნია. ერთ-ერთი ამათთაგანის—პლოტოზუსის შეფერილობა, ისე როგორც ჩვენი, აზურის ლოქონამგალასი, წარმოადგენს ყვითელ ფონზე შავი წინწყლებისა და ზოლების კომბინაციას (ეს თევზები „შეიარალებულია“ შხამიანი ეკლებით, მათი ჩხელეტა იწვევს ძლიერ ტკივილს). შხამიანი ლორწო კარგად იცავს შავ-ყვითელი ფერის წინწყლებიან სალამანდრას. კიდევ უფრო უკეთაა დაცული მტრისაგან წინწყლებიანი მაჟურა—დედამიწის ზურგზე არსებულ ბაყაყთაგან ყველაზე უფრო შხამიანი ბაყაყი, რომელთა კანის გამონაყოფით კოლუმბიის ინდიელები სწამლავდნენ ისრების ბოლოებს. მაჟურას შხამი მოქმედებს ცენტრალურ ნერვიულ სისტემაზე და იმდენად ძლიერია, რომ ისარი, მოწამლული ამ შხამით, მოქმედია არა მარტო მსხვილი მათეშენების, არამედ იაგუარების საწინააღმდეგოდაც. მაჟურას შეფერილობა არის თეთრი, ყვითელი ან ნარინჯისფერი წინწყლებით მუქ-წაბლა ან შავ ფონზე. ბოლოს, გავიხსენოთ ერთადერთი შხამიანი ხელიკი—შხამებილებიანები, ისინიც აგრეთვე, მოხატული არიან ღია-ყვითელ ან ნარინჯისფერ ფონზე შავი ზოლებითა და წინწყლებით.

აქაც, ისე როგორც კრიპტიული ფერის შემთხვევაში, ბუნების „ნაწარმი“ ბევრად სკარბობს ადამიანის გამოგონებულ შემოქმედებას, ყველგან, სადაც საჭიროა გავაძახვილოთ ყურადღება, გამოყენებულია თეთრი, შავი, წითელი და ყვითელი ფერების კომბინაცია. შავ-თეთრი ზოლებიანი შლაგბაუმი, რადიაციის ყვითელ-წითელი სამყურა ნიშანი, საგზაო ნიშნები და რეკლამის მყვირალა ფერები—ყველაფერი ეს ახალი არ არის ჩვენი სამყაროსათვის.

გეიკერტინგერი და სხვა ანტიდარვინისტები ცდილობდნენ დამტკიცებინათ, რომ აბოსემატური ფერი მოქმედებდა მხოლოდ იმატომ, რომ ფრინველები და სხვა მტაცებლები გაურბიან ხასხასა და უჩვეულო ფერების შეხამებას. ეს რომ ასე არ არის, ამას ამტკიცებს პირდაპირი ცდები: ახალგაზრდა ფრინველები, ხელიკები და წყალხმელეთა ცხოველები, რომლებიც ადრე არასოდეს არ შეხედრიან აბოსემატურ ცხოველებს, შემდეგში „მწარე გამოცდილე-

ბის“ შედეგად, ამ სიტყვის პირდაპირი მნიშვნელობით, ძალიან სწრაფად ეუფლებიან მათგან თავის დაღწევის უნარს. მაგალითად, ქამელეონისათვის „ქკუის სასწაულად“ ბევრად საკმარისია ერთხელ შეეცადოს ფუტკრის დაჭერას. ტიბერგენი თავის ერთ-ერთ წიგნში, რომელიც თარგმნილია რუსულ ენაზე, ასეთ სასიერო ამბავს გადმოგვცემს: გომბეშო სიამოვნებით მიირთმევს ჭრიჭინას. შემდეგ ასეთივე სიამოვნებით შეექცევა ფუტკრისნაირ ბუზს, ამის შემდეგ სთავაზობენ მას ბზიკს. აქ ის, დააწმუნდება რა ამ უკანასკნელის საკვებად უვარგისობაზე, შემდეგში თავს არიდებს, აგრეთვე, ფუტკრისნაირ ბუზებსაც, ხოლო ჭრიჭინას ძველებურად ხარბად მიირთმევს. ზუნებრივი გადარჩევის თეორიის მოწინააღმდეგეთა, ვიჯომ მეცნიერული, ყველა მონაპორი ძირფესვიანად ნადგურდება ამ ოხუნჯობით.

გაუმძღრობაზე დასჯილ მტაცებელს კარგად ახსოვს მწარე გაცეთილი (ბაყაყსა და გომბეშოს — არანაკლებ 10 დღით), ამასთანავე სასჯელის მოქმედების ხანგრძლიობა დამოკიდებულია თვით მსხვერპლის დაცვით უნარიანობაზე. საგულისხმოა აპოსემატური ცხოველების კიდევ ერთი თვისება — ისინი, თითქმის სუყველანი, არაჩვეულებრივად სიცოცხლისუნარიანია და არც ისე უბრალო საქმეა მიაყენო მათ სასიკვდილო ჭრილობა.

პეპელა დანაიდა, რომელიც შენაწევრებული ფეხიდან და უღვაშიდან გამოყოფს მყრალ სითხეს, ძნელია გაჭყლიტო თითით, ხოლო კონტრასტულად შეღებილი და საშიშროების შემთხვევაში საზიზლარი სუნის გამოყოფი ქრცვინის სიცოცხლისუნარიანობა ანდაზადაა ქცეული. ამბობენ, რომ ამერიკული სკუნსი კიდევ უფრო მეტად სიცოცხლისუნარიანია. დაზიანებისადმი ამგვარი „სიძლიერე“ სავსებით ნათელია — საჭიროა ცხოველმა მოიგერიოს მტაცებლის პირველივე იერიში, რადგანაც, ეს უკანასკნელი მეორე იერიშის გაკეთებას უკვე თვითონვე არ შეეცდება.

„თავის არიდების“ რეაქცია მით უფრო სწრაფად წარმოიქმნება. რაც უფრო უკეთაა დაცული თვით მსხვერპლი. ჩატარდა საინტერესო ცდები, სადაც „მტაცებლები“ იყვნენ წიწილები, ხოლო „მსხვერპლის“ როლში გამოდიოდა შეღებილი წყალი, რომელშიც დამატებით ჩაყრილი იყო მწარე გემოს ნივთიერება. აღმოჩნდა, რომ წიწილები შესანიშნავად ხელოვნებიან გაარჩიონ „დაცული მსხვერპლი“, თანაც რაც უფრო მწარე გემოსი იყო წყალი, მით უფრო განასხვავებდნენ ისინი ფერის ბევრად უფრო ნატიფ ელფერს.

სულ სხვანაირად აწარმოებს დაცვით ფუნქციას ეგრეთ წოდებ-

ბული ცრუ წამბაძველობითი ანუ დემონსტრაციული ფერი. ამგვარი შეფერადობის მქონე ორგანიზმები, ჩვეულებრივ, სავსებით ვარგისია საკვებად.

დემონსტრაციული ფერის კარგი მაგალითია სხვადასხვა ოჯახის წარმომადგენელ პეპელათა ფრთებზე ხასხასა თვალისმაგვარი ფორმის ლაქების არსებობა (თვალსანთურა პეპლები). ჩვენს განედზე უფრო მეტად გავრცელებულია მექინქრისა და ბინდის თვალსანთურას მონათესავე პეპლები. როგორც წესი, ისინი მჭდომარენი არიან და თუ არ დავაფრთხობთ, მათ ფრთებზე არსებული თვალის მსგავსი ფორმის ლაქები შეუმჩნეველია. საკმარისია მათი ოდნავ შეწუხება, ისინი მაშინვე შლიან ფრთებს და გამოჩნდება ლაქები, რომლებიც მსხვილი ხერხემლიანი ცხოველის თვალის მსგავსია. ეს წმინდა ბლუფია. თუმცა, დ. ბლესტის დაკვირვებებით, ფრინველებს მისი ეშინიათ. თავდასხმისა და დაქერის დროს, როგორც კი პეპელა გახსნის ფრთებს, ფრინველი მაშინვე უშვებს ამ, სავსებით უწყინარ ნადავლს. მაგრამ, საკმარისია ამ პეპლებს წაუშალოთ ფრთებზე „თვალი“, ისინი გახდებიან დაუცველნი, უმწეონი.

ღიახ, მაგრამ აქ ჩვენ ხომ არა გვაქვს საქმე ცვალებადობის პარალელიზმის მაგალითთან? გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ეს ასე არ არის. თვალსანთურა ლაქის წარმოქმნის მექანიზმი სხვადასხვა სახეობებში სხვადასხვაა. მათი გამოვლენა კონტროლირდება სხვადასხვა გენით. ეს ცვალებადობის პარალელიზმი არ არის, არამედ შემგუებლობაა, რომელიც წარმოიშობა დამოუკიდებელივ. კონვერგენტულად. ანალოგიური გზით წარმოიშვა ზვიგენის, დელფინისა და წყალქვეშა ნავს შორის არსებული მსგავსება...

შემგუებლობითი შეფერილობის უმაღლესი საფეხურია მიმიკრია, როდესაც ორგანიზმი „ბაძავს“, თანაც არა მარტო ფერით, არამედ ხშირად ფორმითაც და ქცევითაც სხვა სახეობის კარგად დაცულ ორგანიზმს. ამის ჩვეულებრივი მაგალითია ფუტკარი, ბზიკი, კელა (დაცულნი შხამიანი ნესტარით და შინაგანი ორგანოების საზიზლარი გემოთი, რაზედაც გაფრთხილებას იძლევა შეფერილობის შავ-ყვითელი ზოლები) და ფერით მათი მიმბაძველი უწყინარი ბუზები. მიმიკრიის აღმოჩენის ისტორია სირთულესთანაა დაკავშირებული, ის უკვე საუკუნეზე მეტი ხნისაა.

გასული საუკუნის 60-იან წლებში პრაქტიკულად ერთდროულად გ. ბეიტსმა (შესანიშნავი წიგნის — „ნატურალისტი ამაზონკაზე“ ავტორმა), მისმა მეგობარმა უოლესმა (რომელმაც დარკინთან ერთად გაინაწილა ბუნებრივი ვადაჩქვის თეორიის ავტორობის დიდება)

და რ. ტრეიმენმა, შეისწავლეს რა ბრაზილიის სამხრეთ-აღმოსავლეთის, აზიის და აფრიკის პეპლები, აღმოაჩინეს არამონათესავე ჯგუფებს შორის საოცარი მსგავსება ფერში, ფორმასა და ქცევაში.

ამ მასკარადის მიზეზები მალე ამოიხსნა. ბეიტსის მიმოიკრია — ეს არის საკვებად ვარგისი პეპლების მიბაძვა იმ სახეობებისადმი, რომლებიც საკვებად უვარგისნი ან ნაკლებად ვარგისნი არიან ფრინველებისათვის მათი შხამიანობის, არასასიამოვნო გემოს ან სუნის გამო. ბევრი მიმოიკირებული პეპელასათვის უკვე გაშიფრულია ასეთი ფერის წარმოქმნის გენეტიკური მექანიზმი.

გარდა ამისა, ფ. მიულერმა აღმოაჩინა მიმოიკრიის სხვა სახე, რომლის დროსაც საკვებად უვარგისი სახეობისადმი წამბაძველობის უნარს იჩენს მეორე, ფერის გამო საკვებად უვარგისი სახეობა. მტაცებლები, რომლებმაც მოსინჯეს ერთი სახეობის ინდივიდი, გაუბრუნდნენ მეორის შეხებას, რის შედეგადაც გებულობს ორივე სახეობა. მაგალითად, პეპელა-დათუნას მუხლუხას ზედაპირი დაფარულია შავი და ყვითელი ზოლებით. ფრინველთა უმეტესობისათვის ისინი საკვებად უვარგისნი არიან შხამიანი ბუსუსების გამო. ახალგაზრდა ფრინველები, რომლებმაც ერთხელ გასინჯეს პეპელა-დათუნას მუხლუხა, შემდეგ უარს ამბობს შავ-ყვითელი ზოლებით დაფარულ ნებისმიერ მწერზე (მაგალითად, კრაზანაზე).

მიმოიკრია ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია ტროპიკებში. ჩვენში უფრო მეტად გავრცელებულია ბუზის „მიბაძვა“ ფუტკრისადმი და ბზიკისადმი. ზოგიერთი პეპელა, მაგალითად მინაფრიანა, აგრეთვე, საკმაოდ ზუსტად ახდენს აპკოვანფროსისანთა იმიტირებას. მახსენდება ხოჭო — შეშის მკრელა, რომელიც იმდენად ჰგავს მხედარს, რომ ერთი შეხედვით ვერ შევძელი მისი შეცნობა.

არის საოცარი მაგალითები არსებითად არამონათესავე ორგანიზმების მსგავსების შესახებ. მაგალითად, დალმაციაში (იტალია) ერთი და იმავე ბიოტიპში — ქვების ქვეშ ბინადრობენ მრავალფეხა და ცხრაფეხა, რომლებიც დაფარულნი არიან ხასხასა წინწყლებით, ისე როგორც ზეშხამიანი ობობა კარაკურტი (თურქულად „შავი სიკვდილი“), რომელიც კარგადაა ცნობილი შუა აზიის მცხოვრებთათვის.

ფრინველებში მიმოიკრიის შესახებ საინტერესო მაგალითები მოჰყავს შეპარდს. ასე მაგალითად, საკვებად უვარგის და აგრესიულ, ჩვენებური კაქკაჰის მსგავსი რამ რალაც ფრინველის, დრონგოს ხშირი თანამგზავრია სხვა ფრინველი — შავი ბუზიქამია. ალბათ, ყველაზე უფრო საყურადღებო მაგალითი არის გუგულის კვერცხის მიმოიკ-

რია. ევროპული გუგული იყოფა რამდენიმე ფორმად, ყოველი მათგანი კვერცხებს სდებს ზუსტად განსაზღვრული სახეობის ფრინველის ბუდეში. მათი კვერცხი ზომით, ფორმითა და ფერით შეესაბამა ბუდის პატრონი ფრინველის კვერცხს (წინააღმდეგ შემთხვევაში მან შეიძლება გადაადგოს სხვისი კვერცხი ან საერთოდ დატოვოს ბუდე და დაიწყოს ახლის აგება). მიმიკრიის ეს სახეც შეიძლება ავსნათ, მხოლოდ როგორც მკაცრი გადარჩევის შედეგი.

მართალია, ჯერ კიდევ არის გადაუწყვეტელი საკითხი: როგორ ნარჩუნდება მიმიკრია თაობიდან თაობამდე? ეს ფორმები მხოლოდ „თავისში“ უჭეარდებიან ერთმანეთს? სხვათაშორის, სხვა, ზოგიერთი სახეობის ფრინველებში დადგენილია, რომ კვერცხის ფერი განპირობებულია მხოლოდ მდედრობითი სქესის გენოტიპით, ესე იგი ეს ნიშან-თვისება შექიძულია სქესთან. თუმცა, ფრინველებს არ გააჩნიათ მამრობით სასქესო y-ქრომოსომა (მამრის გენოტიპია XX, მდედრის—XO), მაგრამ ცნობილია, რომ y-ქრომოსომა შეიძლება წარმოიქმნას ხელახლა. აქ ორნითოლოგებს ჯერ კიდევ ბევრი სამუშაო აქვთ გასაკეთებელი. უბედურება იმაშია, რომ ფრინველების ქრომოსომთა კრებული შესასწავლად მოუხერხებელი ობიექტია. მათ, როგორც წესი, გააჩნიათ ბევრი პატარ-პატარა, ძნელად გასარჩევი მიკროქრომოსომი. მიუხედავად იმისა, რომ მიმიკრიის არსებობის უძველესობაზე საეხებით სარწმუნო ფაქტები იმაზე მეტია რაც საჭიროა, ანტადარვინისტები მაინც განაგრძობენ მის უარყოფას. მიმიკრიის საკითხს ისინი წყვეტენ საკმაოდ მარტივად: მოკყავთ ისეთ ფრინველთა გრძელი სია, რომლებიც იკვებებიან ნესტარის მქონე აპკოვანფრთოსანი მწერებით, და გამოაქვთ დასკვნა, რომ ფერი არაშემგუებულობითია, რადგანაც ის არ იცავს არც იმიტატორს (ბუზს) და არც მოდელს (ბზიკს). კიდევ კარგი, რომ ასეთი შეხედულება არც თუ ისე გავრცელებულია, თორემ, ალბათ, საჭირო იქნებოდა არმიაში ჭარისკაცის დაცვითი ფერის ფორმის გაუქმება, რადგანაც ის არ იძლევა ჭარისკაცის გადარჩენის გარანტიას.

საქმე იმაშია, რომ არც ერთი სახის შეგუებულობა აბსოლუტური არ არის, მაგრამ თუ ის უზრუნველყოფს პატრონი ორგანიზმის თუნდაც ერთ ზედმეტ შანსს არსებობისათვის ბრძოლაში, მაშინ ის მაშინვე მოექცევა ბუნებრივი გადარჩევის ქვეშ. დაცვით ფორმას შეუძლია იხსნას ჭარისკაცი დამიზნული ტყვიისაგან, მაგრამ უძლეურია იხსნას ის სივრცობრივი ტყვიის ცეცხლისაგან. ასევეა ბუნებაშიც. ბზიკის შავ-ყვითელი „პერანგი“ სრულებითაც არ აოცებს ბზიკ-

მკამელა არწივს და ოქროსფერ ჭკინტას, მაგრამ შიშის ზარს სცემს სხვა ფრინველებს. ჰემოლიმფაში ძლიერი შხამის — წყალბადიან-მკაეას შემცველი კრელი პეპლების აშკარად გამოხატული გამაფრთხილებელი შეფერადობა აფრთხობს ფრინველებს, მაგრამ უძლურია ის სხვადასხვა, განსაკუთრებით პარაზიტული ბუზების მიმართ. მშრალ ტოტებში ჩინებულად შენიღბული პეპელა-მზომელას მუხლუხები შეუშინვეელია ფრინველთათვის, მაგრამ ისინი კარგ სანადირო ობიექტს წარმოადგენენ ნაყრიანობის უნარის მქონე ბზიკისათვის.

ამ უკანასკნელ დროს ცნობილი გახდა ფაქტები, რომლებიც ასაბუთებენ ე. წ. „სუნის“ და „ბგერითი“ მიმიკრიის არსებობას. ბევრი მცენარის ყვავილს მყარალი სუნი აქვს. ამ სუნზე გროვდება უამრავი ბუზი. ასეთ ყვავილებზე ისინი ყრიან კვერცხებს. მაგრამ, ამ კვერცხებისაგან გამოჩევილი ჭუპრები ილუპებიან საკვების უქონლობით. ამრიგად, ბუზები შეცდომაში შეყავს მყარალ სუნს. ჭუპრები ილუპება, მაგრამ მათი მშობლები ახდენენ თვით ამ ყვავილების დამტვერვას. ზოგიერთ ყვავილს გააჩნია ვანილის სუნი, რაც შემთხვევითი არაა. ბევრი მწერისათვის ვანილინი და მისი მონათესავე ნივთიერებები წარმოადგენენ სასქესო ატრაქტანტებს, რის წყალობითაც მღედრები იზიდავს მამრებს. სუნის მიმიკრიის შესწავლა, ადამიანის ყნოსვის შედარებით ნაკლებად სრულყოფილობის გამო, რთულ საქმეს წარმოადგენდა. მხოლოდ მას შემდეგ, როდესაც გამოყენებულ იქნა ახალი ტექნიკა (გაზური ქრომატოგრაფი) ამ დარგში აღმოჩენები ნაკადად გადმოდინდა. ამ დარგის ცნობილი სპეციალისტის მირიამ როტშილდის აზრით ბუნებაში სუნის მიმიკრია არანაკლებადაა გავრცელებული, ვიდრე მხედველობითი მიმიკრია. მანვე აღმოაჩინა საინტერესო ფაქტი. ზოგიერთი მწერები იმ მცენარეების შხამიან ნივთიერებებს „მემკვიდრეობენ“, რომლებითაც იკვებებოდნენ მათი მატლები. მაგალითად, პეპელა დანაიდა (მოდელი იმიტატორებისათვის) მუხლუხას სტადიაში იკვებება შხამიანი მცენარეებით.

ჩვენ უკვე ვახსენეთ, რომ თპრისის სახეობის ჯადვარში სუნის მიმიკრიას ემატება მხედველობითი მიმიკრიაც. მათი ყვავილები იმდენად წააგავს ფუტკრისა და ბზიკის მღედრებს, რომ მამრები ცდილობენ მათთან შეჯვარებას და ამით იწვევენ მათ დამტვერვას. ამკოვანფრთოსანთა მღედრი ინდივიდები ჩვეულებრივ იჩეკებიან მამრებზე გვიან. ამ დროისათვის ჯადვარს უკვე დამთავრებული აქვს დამტვერვა. საინტერესოა, რომ ინგლისში ერთ-ერთი ამ სახეობათა-

განი გახდა თვითდამტვერვა. ყვავილის ფორმის მიხედვით მკაცრად გადარჩევა მოიხსნა და კონტროლსმოკლებული მუტაციების დაგროვების შედეგად ყვავილები ფორმიცა და ფერით სავსებით სხვადასხვაგვარი გახდნენ.

ცნობილია, აგრეთვე ფაქტები „ბგერით“ მიმიკრიაზე. ამერიკელი მკვლევარები — ბრაუნერები ფუტკრისნაირ ბუზებს ნაწილობრივ უჭრიდნენ ფრთებს, ისე, რომ ფრენის დროს იცვლებოდა ბუზილის ტონი. გომბეშოები, რომლებიც ადრე არ ეტანებოდნენ ფუტკრისნაირ ბუზებს, სიამოვნებით იწყებენ მათ დაჭერას.

ბგერითი მიმიკრიის ყველაზე საინტერესო მაგალითი მოჰყავს უსურის მხარის ცნობილ მოგზაურსა და მკვლევარს ვ. არსენიევს. მას მისმა თანამგზავრმა დერსუ უზალამ ნადირობის დროს უჩვენა, თუ როგორ ატყუებს ვეფხი ირემს მამალი ირემის ბლავილის იმიტირებით („ამბა ასე გამუღმებით ატყუებს იზიუბრს, იზიუბრმა ამ დროს არ იცის თუ როგორი ადამიანები ყვირის“). ხაზს ვუსვამ, რომ არსენიევის დღიური ეს არ არის „მონადირის მოთხრობა“, არამედ თავისი სიზუსტით უმწიკველო სამეცნიერო დოკუმენტი.

ბუნებრივი გადარჩევის თეორიის მოწინააღმდეგენი დაბეჯითებით აღნიშნავენ ფორმისა და ფერის შეგუებულობის არასრულყოფილობის შესახებ. შესაძლებელია თუ არა, კითხულობდნენ ისინი, რომ მარცვლოვანი მცენარეებისათვის დამახასიათებელ ზოლებიან ბუზებს, რომელთა ზომაა ერთიდან სამ მილიმეტრამდე. წარმატებით შეეძლოთ ბუზიკის იმიტირება, ან კიდევ, ხოქოებს — ჭიანჭველების იმიტირება? ისინი, ბრალს სდებდნენ რა დარვინისტებს ანტროპომორფიზმში, მოულოდნელად თვითონ აღმოჩნდნენ მისი ზეგავლენის ქვეშ. ხოქო-მირმეოფილების მიმიკრია ძირითადად, სუნზეა. საქმე იმაშია, რომ ჭიანჭველები ერთიმეორეს სცნობენ სუნით. საკმარისია ჭიანჭველას ჩამორეცხვით მოვაშოროთ სუნი, რომელიც დამახასიათებელია მხოლოდ მისივე ბულის წევრებისათვის, მას თავისივე ძმები (უფრო ზუსტად დები, მუშა ჭიანჭველები უნაყოფო მდედრებია) მიიჩნევენ რა უცხოდ, დაუწყებენ დაგლეჯვას. თუ ამავე სუნით გავვლენთავთ სხვა მწერს, მაშინ ის იძენს ჭიანჭველების ამ ბუდეში თავისუფალი ცხოვრების უნარს და ამავე დროს იკვებება მათი მატლებით, ისე როგორც ამას აკეთებს პეპელა-ცისფერას მუხლუხა. როგორც ჩანს, ცხოველები ხშირად შეიცნობენ სხვა ობიექტებს სტრუქტურის არა მთელი დეტალებით, არამედ მხოლოდ რომელიმე, მკაფიოდ გამოხატული ნიშნით—სიგნატურით.

სიგნატურის პრინციპი, როგორც მას უწოდა ცნობილმა ბიოკი-

ბერნეტიკმა გ. კასტლერმა, ფართოდაა გავრცელებული ცოცხალი ბუნების ყველა დონეზე — დაწყებული მოლეკულურიდან ორგანიზმულამდე. ასე, მაგალითად, ცილას სინთეზის დროს შესაბამისი ტრანსპორტული რნმ-ის „გამოცნობა“ ხდება სიგნატურული ნაწილით — ამინოკოდონით. თუმცა, ისიც ცნობილია, რომ ასეთი რნმ-ი იერებებს არა იმ ამინომჟავებს, რომლებიც ჩვეულებრივ მას გადააქვს რიბოსომებში. ანტისხეულუბმა (დამცველი ცილები—გლობულინები) შეიძლება „ვერ გამოიცნონ“ პატრონი ორგანიზმის ცილა. ამ შემთხვევაში ადგილი აქვს ალერგიას. ზოგიერთი პეპელას მამრი ინდივიდები გარს შემოეხვევიან ხოლმე ნაპერს, რომელიც მდებრი ინდივიდის სუნითაა გაელენთილი, ისე, რომ ისინი ამ დროს ყურადღებას არ აქცევენ იქვე მყოფ მდებრებს, რომლებიც მოთავსებული არიან მინის ხუფით დაფარულ კოლოფში. პატარა ზომის თევზის — მჩელეტელას მამრები, იცავენ რა თავიანთ სამყოფელ ადგილს, მაშინვე მიესევნიან ხოლმე წითელ საგანს — ამიტომ, აკვარიუმის პირობებში მათ შეუძლიათ „თავს დაესხან“ ფანჯრის მინის იქით მყოფ ნებისმიერ წითელ საგანს.

ასეთივე თავგამოდებით იცავენ თოლიები იმ უბანს, სადაც მათი ბუდეებია. ისინი მიესევნიან ხოლმე უცხო ჩუჩელასაც კი, თუ ეს ბუდესთან ახლოსაა მოთავსებული. აქ რეაქციას იწვევს ჩუჩელას მხოლოდ თავი: თოლიებს იერიში მიაქვთ ცალკე მოთავსებულ თავზე და არაერთარ რეაგირებას არ ახდენენ უთავო ჩუჩელაზე. მაგლობელი ფრინველები ხშირად გუნდურად თავს ესხმიან გუგულს. საკმარისია მათ ვუჩვენოთ გუგულის მხოლოდ თავი, რეაქცია იგივე იქნება.

მოკლედ, თუ ადგილი აქვს მოდელისა და იმიტატორის სიგნატურების დამთხვევას, მაშინაც ყველა სხვა თვისებით ისინი მაინც არა მარტო სხვადასხვაა, არამედ ურთიერთსაწინააღმდეგონიც. არ არის გამორიცხული იმის შესაძლებლობა, რომ ბუნებაში მიმიკრია უფრო ფართოდ იყოს გავრცელებული, ვიდრე ეს ჩვენ გვეჩვენება. არ უნდა გავვაოცოს ბუნების „უგუნურობამ“. სიგნატურის პრინციპი ზოგჯერ აბსურდამდეა დაყვანილი ადამიანის საზოგადოებაშიც — გავიხსენოთ ის ბიუროკრატები, რომლებიც ქალაქს იქეთ ვერ ხედავენ ადამიანს.

ამრიგად, იმიტატორისათვის სავესებით საკმარისია დაემსგავსოს მოდელს იმ ნიშნით, რომლითაც გადარჩევაში უპირატესობა გააჩნია მოდელურ ობიექტს. მაგალითად, ბევრი სარეველას თესლი კულტურული მცენარეების თესლთან სავესებით ზუსტ მიმიკრირებას ახ-

დენს არა გარეგანი შეხედულებით, არამედ აეროდინამიკური თვისებებითაც. რა შეიძლება ითქვას ადამიანებში მიმიკრიაზე, როგორ ურთიერთდამოკიდებულებაშია იმიტატორი — ვირუსი, ბაქტერია ან პარაზიტული მატლი და მოდელი — ადამიანი? აქ ადვალის აქვს, ეგრეთ წოდებულ მოლექულურ მიმიკრიას, რომლის დროსაც პარაზიტების სტრუქტურული ცილები და პოლისახარიდები გარეგნულად იმდენად მსგავსი ხდება პატრონი ორგანიზმის ცილებისა, რომ კარგავენ ანტიგენურობის უნარს, ესე იგი, არ ავლენენ ახალ ანტისხეულებს. მიმიკრიის წარმოქმნის ერთადერთი მიზეზია პატრონი ორგანიზმის სხეულში პარაზიტების მკაცრი გადარჩევა, რომელსაც ახორციელებს დაცვითი ფუნქციის ცილები—იმუნოგლობულინები.

შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ბუნებრივი გადარჩევის თეორიას დღესაც ისეთივე წარმატებით შეუძლია განმარტოს ჩვენ მიერ ჩამოთვლილი ფაქტები, როგორც ეს მას შეეძლო ასი წლის უკან, როდესაც ბეისტმა და უოლესმა აღმოაჩინა სამხრეთ ამერიკისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიის არამონათესავე პეპლებს სახეობებს შორის მსგავსება ფერზე. ბუნებრივ გადარჩევასთან შეუთავსებელი ფაქტები არა არის აღმოჩენილი.

მიმდინარეობს თუ არა ევოლუცია ნახშირბადისა?

ბუნებაში სელექციური პროცესების არსებობისა და მისი ფართოდ გავრცელების დამადასტურებელი ფაქტები იმდენად მრავალიცხოვანია, რომ მხოლოდ მათ ჩამოთვლას წინამდებარე წიგნზე უფრო დიდი წიგნი დასჭირდებოდა. მიუხედავად ამისა, ზოგიერთ მკვლევართა ნაშრომებში მაინც გვხვდება გაუმართლებელი დებულებანი ბუნებრივი გადარჩევის შემოქმედებითი როლის უარყოფაზე. ასეთი ავტორების ნაშრომების წაკითხვის ან მათთან პირადი საუბარის დროს, გულმოდგინედ ვცდილობდი გამეგო თუ რატომ არის მათთვის ესოდენ არასასურველი „გადარჩევის“ ცნება. სამწუხაროდ, ამ მიმართულებით ჩემი ცნობისმოყვარეობა უშედეგო აღმოჩნდა. საგულისხმოა ის ფაქტი, რომ დარვინიზმის მოწინააღმდეგეთა ვერც ერთი მოსაზრება ვერ უძლებს ლოგიკურ ანალიზს, მაგრამ რიგ შემთხვევაში მაინც აქვს მას ადგილი (ამასთანავე, დარვინიზმის მოწინააღმდეგებმა არ იციან, რომ თითოეულ შემთხვევაში მათი მოსაზრებანი მხოლოდ განმეორებაა ადრე უარყოფილისა). ლიტერატურის უცოდინარობას ხშირად იქამდე მიყვავართ, რომ ზოგი ერთი და იმავე რაიმეს ხელახლა იგონებს. შესაძლოა, ასეთ

მსხვილ „დამამხობელთა“ რიცხვს ეკუთვნოდეს ცნობილი გერმანელი გენეტიკოსი რ. გულდშმიდტი. მისი იდეა მოკლედ შეიძლება ასე გამოვხატოთ. ბუნებაში არსებობს ორი პროცესი — მიკროევოლუცია და მაკროევოლუცია. მიკროევოლუცია მიმდინარეობს სახეობის შიგნით, რომელსაც მართავს ფაქტორები, ისე როგორც ჩვენ მიერ ზემოთ იყო განხილული (გადარჩევა და გენთა დრეიფი, პანმიქსიისა და მუტაციური პროცესის შეზღუდულობა). ხოლო, თვით სახეობების წარმოშობა მიმდინარეობს ნახტომისებურად, ზოგიერთი მუტაციის წარმოქმნის გზით, რომელიც მთელ ორგანიზმთანაა დაკავშირებული (გაიხსენეთ ღე ფრიზი!). აქ მთავარი როლი მინიჭებული აქვს მსხვილ ქრომოსომულ გადაჯგუფებებს, გენთა რიცხობრივ ზრდას და ა. შ. ამგვარ მსჯელობაში ძირითადი ის არის, რომ თითქოს ევოლუციის მიმდინარეობაზე დარჯინისა და მისი მიმდევრების, დაწყებული ჩეტვერიკოვით, შეხედულებანი არასწორია.

უნდა ვაღიაროთ, რომ გოლდშმიდტის შეხედულებათა დასაბუთებანი დამაჯერებელი არ არის: მაგალითად, დროზოფილასათვის ცნობილია მუტაციები, რომლებიც მთელი რაზმის, ზოგჯერ კლასის, დამახასიათებელი ნიშან-თვისების ცვლილებას იწვევს. „ოაზფრთიანობის“ მუტაციას მუტანტური ინდივიდი მაშინვე გამოყავს ორფრთიანთა რაზმიდან (საბზუილეს ნაცვლად, რომელიც დამახასიათებელია ბუზებისა და კოლოებისათვის, ვითარდება ფრთების მეორე წყვილი). მაგრამ ამისგან დროზოფილა არ კარგავს დროზოფილობას და არ უნდა ჩაითვალოს ის სხვა რამედ, ისე როგორც ქერცილიანი კანის მქონე ადამიანი (არსებობს ასეთი მუტაცია) არ შეიძლება მივაკუთვნოთ თევზისნაირთა კლასს. ამიტომ გოლდშმიდტის იდეა მასზედ, რომ მაკროევოლუცია მიმდინარეობს „ბევრისმეტყველი მონსტრების“ წარმოქმნის ხარჯზე, ბევრად საკამათოა. რაც უფრო ძლიერად ვლინდება მუტაცია ორგანიზმში, მით უფრო ნაკლებია ამ უკანასკნელის შანსი არსებობისათვის ბრძოლაში. ევოლუცია ჩვეულებრივ ახორციელებს პრინციპს, რომელიც მოცემულია იაპონურ „ხოკკში“: ნელ-ნელა აცოცდი ლოკოკინავ, ფუდზის ფერდობზე აღმა, მის უმაღლეს მწვერვალამდე!

გენის პლეიტროპია, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, არ არის აბსოლუტური. გოლდშმიდტის „სისტემური მუტაციები“ — ესაა მუტაციები 100-პროცენტოანი ეფექტით, რომლებიც ფენოტიპის მთელ ნიშან-თვისებებს ეხება. ხოლო, იმის აღბათობა, რომ ამ დროს წარმოიქმნება გარემოსთან შეგუებული სახეობა, ძალზე უმნიშვნელოა. აქ მახსენდება ერთ-ერთი ინგლისური ზღაპრის გმირი, რომელ-

საც სურდა კარადიდან „ჩამხტარიყო“ სკამზე ჩამოკიდებულ შარვალში. რა თქმა უნდა უფრო ჭკვიანურია შარვლის ჩაცმა ჩვეულებრივი ხერხით. ლოგიკურია იმის დაშვება, რომ წინამორბედი სახეობის პოპულაცია ახალ სახეობაში გადადის მთელი რიგი თაობების განმავლობაში ალელთა ახალი კომპლექსის ფორმირების გზით.

გოლდშმიდტის მომხრეებს (ხანდახან თვით არ იციან, რომ ასეთებს წარმოადგენენ) ზოგჯერ მოყავთ ერთი შეხედვით მეტად უცნაური დასაბუთება: მიუხედავად შიგა სახეობების არსებობისა, სახეობები კაცობრიობის მთელ პერიოდში სტაბილური რჩებიან. მაგალითისათვის შეიძლება დავასახელოთ კარგად ცნობილი ქორჭილა (თევზი). ის გავრცელებულია მთელს ევრაზიასა და ჩრდილოეთ ამერიკაში და ყველგან ქორჭილადაა ცნობილი (ამერიკულს ზოგჯერ გამოყოფენ „ყვითელ“ სახეობაში, მაგრამ ეს აშკარა ძალდატანებაა, ის იგივეა, რაც სხვა ქორჭილა; მეთევზეებმა კარგად იციან, რომ ჩვენშიც გვხვდება ქორჭილა ღია-ყვითელი ფერის მუცლით). აქედან დასკვნა: სახეობა არის სტაბილური სისტემა, რომელიც შესდგება ცალკეული, ერთმანეთისაგან ნაწილობრივ, ზოგჯერ კი მთლიანად იზოლირებული პოპულაციებისაგან.

მაგრამ სისტემა მეცნიერული ცნებაა, რომელიც არ შეიძლება გამოვიყენოთ და ვიხმაროთ ყველგან და ყველგან. რალაც ამის შესავსი რამ მოხდა „უუუკავშირის“ ცნებაში — მქონდა შემთხვევა მომესმინა იმის მტკიცება, რომ დარვინიზმი მოძველდა, ვინაიდან არსებობს უუუკავშირი სახეობასა და გარემოს შორის. მაგრამ, ხომ ცნობილია, რომ მანქანის შემთხვევაში უუუკავშირს ახორციელებს ადამიანი, ხოლო ბუნებაში ის შეიძლება განახორციელოს ან ბუნებრივმა გადარჩევამ, ან „წმინდა სულმა“ — მესამე აქ საჭირო არ არის. იგივე მოვლენას აქვს ადგილი სისტემის შემთხვევაშიც. ამ ცნების ქვეშ იგულისხმება ურთიერთდაკავშირებული ელემენტების მთლიანობა. როგორი კავშირები შეიძლება იყოს პოპულაციებს შორის? ან გენთა ცვლა ან ტელეპათია. მაგრამ ამერიკული და ევროპული ქორჭილას პოპულაციებს შორის გენთა ცვლა შეუძლებელია, ხოლო მათში ტრანსკონტინენტული ტელეპათიის არსებობა, რატომღაც არ მსურს დავიჭერო.

აღნიშნულიან დაკავშირებით შეიძლება ითქვას, რომ არსებობს სახეობები, რომლებიც ადვილად ქმნიან შიგა სახეობრივ დაჯგუფებებს, რომელთა დივერგენცია ზოგჯერ სახეობრივ გამოცალკევებამდე მიდის; და ამავე დროს, არსებობს სტაბილურებიც, რომლებიც გარემო პირობების საკმაოდ ფართო დიაპაზონში რჩებიან ერთ

„მთლიანობაში“. მაგალითისათვის შეიძლება დავასახელოთ ორაგულისებრი თევზები, რომლებიც მიეკუთვნებიან გოჭალას გვარს. არქტიკის ჩვეულებრივი გოჭალა პოლიმორფულია. ის იმდენად ცვალებადია, რომ ერთ-ერთმა სისტემატიკოსმა სასოწარკვეთით აღიარა: „თუ თქვენ დაიწყეთ გოჭალას სახეობების გამოყოფა, თქვენ ვერ გაიგებთ სად უნდა გაჩერდეთ“. მეორე სახეობა — ქუნჯი, რომელიც იმავე გვარს მიეკუთვნება, საოცრად სტაბილურია. ქუნჯი, სადაც არ უნდა იყოს ის, ყოველთვის რჩება ქუნჯად — თევზად მსხვილი ყვითელ-თეთრი წინწყლებით. ორაგულისებრი თევზები ბინადრობენ მდინარეებში და არ გადიან ზღვაში. ქუნჯისათვის ეს კანონზომიერება გამორიცხულია.

მაგრამ, რით აიხსნება სახეობათა ერთი ნაწილის სტაბილურობა და მეორის ლაბილურობა? აქ უკვე ფაქტებიდან გადავდივართ სპეკულაციური ჰიპოთეზებისაკენ. ერთ-ერთ მათგანზე მინდა ჩემი აზრი გაგიზიაროთ.

გენეტიკოსებს შორის დიდხანს ბობოქრობდა შეხედულება მუტაციებზე, როგორც გარდუვალ და აუცდენელ მოვლენაზე. ეს არ არის სწორი: თუ მუტაცია შეეხო ღმმ-ის ორმაგი სპირალის მხოლოდ ერთ-ერთ ჯაჭვს, მაშინ თითოეულ უჯრედში არსებული სპეციალური ფერმენტები — რეპარაზები ცდილობენ მაშინვე „გამოასწორონ შეცდომა“, რასაც ისინი აღწევენ დაზიანებული მონაკვეთის ამოჭრით და მის ადგილზე ახალი, კომპლემენტალური ჯაჭვის მიშენებით. რა თქმა უნდა ისინი ყოვლისშემძლენი არ არიან (თუმცა ამერიკელ ბიოფიზიკოსს რ. სეტლოუს მიაჩნია, რომ ისინი ახდენენ ახლადწარმოქმნილი მუტაციების 99%-მდე გამოსწორებას). ჭერ ერთი, ისინი ასეთივე წარმატებით „აკანონებენ“ შეცდომას, რაც ხდება არა შეცვლილი და გამოსწორებული, არამედ დარჩენილი წინა ჯაჭვის განაწილებით. მეორე მხრივ, ისინი უძლურნი არიან იმ შემთხვევაში, როდესაც მუტაცია ეხება სპირალის ორთავე ჯაჭვს. შეიძლება თუ არა დავუშვათ, რომ ზოგიერთი სახეობის უფრო მეტად გადიდებული ცვალებადობა სხვა სახეობებთან შედარებით იმით აიხსნება, რომ ლაბილურ სახეობებს, იმავე მუტაციური პროცესის შედეგად, დაქვეითებული აქვთ რეპარაზების აქტიურობა? ამ ვარაუდის შემოწმება მეთოდურად რთულია, მაგრამ (გოლდშმიდტის „მაკრო მუტაციისაგან“ განსხვავებით) შეუძლებელი არ არის.

უბედურება იმაშია, რომ რეტროსპექტულად ჩვენ შეგვიძლია ამა თუ იმ პოზიციიდან განვმარტოთ რომელიმე ევოლუციური პროცესი, მაგრამ არ შეგვიძლია ავხსნათ, ერთი შეხედვით, ამისათვის

არსებული ხელისშემწყობი ფაქტორების მიუხედავად, თუ რატომ არ განხორციელდა ის. რატომ მოხდა, რომ ქუნჯამ არ წარმოქმნა სხვადასხვაგვარი ფორმები? რატომაა რომ ქარიყლაპია მთელ ევრაზიაში ქარიყლაპიად რჩება, საექვო სახეობის — აშურის ქარიყლაპიას გამონაკლისით, ხოლო ამერიკის კონტინენტზე ის ხასიათდება მკაფიო ცვალებადობით და ქმნის კარგად განსხვავებულ სახეობებს? როგორც სჩანს, თითოეული მსგავსი შემთხვევა მოითხოვს საკითხის ცალკე დასმას და განხილვას, მიზეზი შეიძლება იყოს სხვადასხვა.

პალეონტოლოგების მიერ არაერთხელ იქნა გამოთქმული ჰიპოთეზები სახეობათა, ზოგჯერ კი უფრო მაღალი რანგის ჯგუფების ნახტომისებური წარმოქმნის თაობაზე. ამის მიზეზები გასაგებია. ახალი, წარმოქმნის გზაზე მყოფი სახეობა, როგორც წესი, ხასიათდება მკირერიცხვიანობით და გააჩნია გავრცელების ვიწრო არეალი. თანაც, თუ ის ბინადრობს ისეთ ადგილებსა და პირობებში, სადაც გამორიცხულია ორგანული ანარჩენების ჩამარხვა, მაშინ ჩვენ, პალეონტოლოგიური მატრიანის არასრულყოფილობის გამო, მგელველობიდან გვეპარება მისი შექმნის ზუსტი მომენტი და მას ნიადაგის ფენებში ვხვდებით უკვე „მზა სახით“, სრულებით ფორმირებულს. თუმცა ცნობილია კარგი, ეგრეთ წოდებული ფილეთიური რიგები, რომლებიც მიუთითებენ, რომ გვარებისა და სახეობების წარმოქმნა მიმდინარეობს თანდათანობით. როგორც მიუთითებს ცნობილი ამერიკელი პალეონტოლოგი ჯ. სიმპსონი, ასეთი თანდათანობა ფაქტია, დამოუკიდებელი იმისა, შეიმჩნევა თუ არა ის ყოველთვის. მდიდარი პალეონტოლოგიური მასალების ყოველმხრივი ანალიზის შედეგად სიმპსონი მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ტერმინები მაკრო- და მიკროევოლუცია პირობითია. არსებობს ევოლუციის ერთიანი პროცესი, რომელიც ხორციელდება ფაქტორების ერთობლიობით, რომელთა შესახებ ჩვენ უკვე გვექონდა საუბარი. ეს არის გადარჩევა, გენეტიკურ-ავტომატური პროცესები, იზოლაცია და მისი თანმხლები ინბრიდინგი.

სწორსაზოგადოებრივი თუ არა ევოლუცია?

წინა თავში „პროგრესი ცოცხალ ბუნებაში“ უკვე ვახსენე, რომ ზოგჯერ თამაშის „სახეობა-გარემოს“ სტრატეგია სწორსაზოგადოებრივია, ამიტომ ევოლუცია ლებულობს მიმართული პროცესის სახეს. პალეონტოლოგიური მასალებიდან ცნობილი ასეთი ფაქტები დრო და

დრო იწვევდა ორთოგენეტიკური თეორიის სხვადასხვა მოდიფიკაციას, რომლებიც საბოლოო ანგარიშით ლამარკის „გრადაციის კანონამდგა“ დაყვანილი.

ორთოგენეზის (პირდაპირი, მიმართული ევოლუციის) მომხრეები ყოველთვის არ უნდა ჩავთვალოთ იდეალისტების რიცხვში. ზმირად ისინი არიან დემოკრიტეს უშუალო მიმდევრები და არ სურთ აღიარონ ევოლუცია ალბათობის პროცესებით, შემთხვევითი მუტაციების გადარჩევით. ორთოგენეზის (ტერმინი შემოთავაზებულ იქნა ჯერ კიდევ 1893 წ. ვ. პააკეს და მოგვიანებით გ. ეიმერის მიერ) მიზეზებად მათ მიაჩნიათ სხვადასხვა ფაქტები: გარემოს მიმართული ზემოქმედებაც და თვით ორგანიზმში ჩაქსოვილი თავისებურებებიც. მაგრამ ყველა ორთოგენეტიკოსი თანახმანი არიან ერთ რამეში — არამიმართულ მემკვიდრულ ცვალებადობაში გადარჩევის დარვიინისტული პრინციპის უარყოფაში. ზოგიერთი მათგანის შეხედულება ამჟამად გამოიყურება რამდენადმე გულუბრყვილოდ. მაგალითად, პალეონტოლოგი ო. აბელი ფიქრობდა, რომ თითქოს ევოლუციაში მოქმედებს ნიუტონის პირველი კანონის („ყოველი სხეული იმყოფება მშვიდ ან თანაბარი სწორხაზოვანი მოძრაობის მდგომარეობაში...“) რალაც ანალოგი რამ. მაგრამ სახეობა, რომელიც განიცდის ევოლუციას, ეს ზომ მალა ასროლილი ქვა არ არის და მექანიკის კანონებს არ ემორჩილება.

სხვები პირდაპირ რთავენ ევოლუციაში რალაც არამატერიალურს, ზოგჯერ აშკარად თეოლოგიური ფერის ელემენტებს და ასუფთავენ მას უხამსი შემთხვევითობისაგან. ასეთი იყო ცნობილი ფრანგი ანტროპოლოგი ტეიარ დე შარდენი (მისი წიგნი „ადამიანის ფენომენი“ გამოქვეყნდა ჩვენს ქვეყანაშიც). მიუხედავად იმისა, რომ ტეიარ დე შარდენის წიგნები ვატიკანმა აკრძალა, მისი შეხედულება მაინც ვერ გახდა მეტარიალისტური.

ცნობილმა საბჭოთა იქტიოლოგმა ლევ სემიონის ძე ბერგმა, რომელსაც მეთევზე სპეციალისტები დიდი პატივისცემით იხსენიებენ, 1922 წელს გამოსცა წიგნი „ნომოგენეზი, ანუ ევოლუცია კანონზომიერებათა საფუძველზე“. სახელწოდება თვითონ მიუთითებს თავის თავზე — შემთხვევითობა ევოლუციიდან ირიყება. მასში მეფობს კანონზომიერება, აუცილებლობა. ამ აუცილებლობას ბერგი ხედავდა „პროტოპლაზმის ქიმიურ აგებულებაში“ და „ლანდშაფტის მიმართულ ზემოქმედებაში“. საექვოა იმის მტკიცება, რომ მსგავსი განმარტებები ამჟამად თუ ვინმეს დააკმაყოფილებდა, ისინი იმყოფებიან ლამარკის ნატურფილოსოფიური „გრადაციის კანონის“

ნის“ დონეზე. მე, მაგალითად, არ შემიძლია ჩაეწვედე და გავიგო თუ როგორია სახეობაზე ლანდშაფტის ზემოქმედების მექანიზმი. ალბათ, ამას ვერავინ ვერ შესძლებს.

ჩვენი გამოჩენილი ენტომოლოგი ა. ლუბიშევი სიცოცხლის უკანასკნელ დღემდე დარჩა ევოლუციის დარვინისტული განმარტების წინააღმდეგი. ის ირონიულად წერდა, რომ „ბუნებრივი გადარჩევა და ნეოდარვინისტების მსოფლმხედველობა ყოველისშემძლე ღმერთის მოვალეობას ასრულებს“. მაგრამ ირონია არ არის საუკეთესო არგუმენტი მეცნიერულ კამათში. ლუბიშევი ამტკიცებდა, რომ თითქოს ვაეილოვის ჰომოლოგიური რიგების კანონი უარყოფს დარვინიზმს. ეს ასე არ არის. ცვალებადობის პარალელურობა, როგორც დავინახეთ, სავსებით დამაჯერებლად აიხსნება ბიოქიმიური გენეტიკის პოზიციით, ხოლო მოლეკულური გენეტიკა ყოველ დეტალში ადასტურებს მისი განმარტების სისწორეს. საერთოდ, მეცნიერებაში ნებისმიერი თეორია შეიძლება დამარცხდეს მხოლოდ ისეთი ახალი თეორიით, რომელიც უფრო უკეთესად განმარტავს ფაქტებს. ბუნებრივი გადარჩევის თეორია დღემდე საოცრად ლოგიკურად განმარტავს ფაქტების მთელ ერთობლიობას, რომლებიც მოგროვილია ბიოლოგიის სრულიად სხვადასხვა დარგების მიერ. მისი შეცვლა, ევოლუციის ჩვენთვის ჯერ კიდევ არსებულ შეუცნობ კანონზომიერებებზე ბუნდოვანი შეხედულებებით აგებული თეორიით, იქნებოდა უდიდესი უბედურება.

ამიტომ ამჟამად ევოლუციონისტების უმეტესობა ორთოგენეზს ორთოსელექციის სინონიმად სთვლის. თუ გადარჩევა ფილოგენეტიკური რიგის მთელ მანძილზე მოქმედებს ერთი მიმართულებით. მაშინ წარმოიქმნება ნიშან-თვისების მიმართული ცვალებადობა. ჩვენ უკვე განვიხილეთ მთელი რიგი ასეთი მაგალითები — კერძოდ, მეზოზოური დინოზავრებისა და ცხენების ევოლუცია. იმავე სახის მაგალითს მიეკუთვნება ევოლუციის პროცესში სპილოს მასიურობის, ხმლისებრკბილიანი ვეფხების ეშვების, ადამიანის წინამორბედებში თავის ტვინის მოცულობის გადიდება და მრავალი სხვა.

სხვათაშორის, საჭიროა ითქვას, რომ მარტო გადარჩევა არ იწვევს ნიშან-თვისების მიმართულ ცვალებადობას. ადამიანებში. ანტილანტიკის სანაპიროებიდან ევრაზიის ცენტრისაკენ სისხლის B ჯგუფის მატარებელთა პროცენტული ზრდა, რასაკვირველია, გამოწვეულია გადარჩევის მოქმედებით, მისი ძირითადი განპირობებული ფაქტორია ყვავილის (დაავადების) აღმძვრელი. ჯენერის ვაქცინის აღმოჩენამდე ყვავილი ადამიანთა პოპულაციაში იყო გადარჩევის

საკმაოდ მკაცრი ფაქტორი. ხოლო ამერიკელ ინდიელებში სისხლის B ჯგუფის არსებობა, უპირველესად ყოვლისა, გენეტიკურ-ავტომატური პროცესების, გენთა დრეიფის შედეგია. საბჭოთა ანტროპოლოგი ი. რიჩკოვი სთვლის, რომ გენთა სიხშირის მიმართული ცვალებადობის ამგვარი მოვლენები საკმაოდ ხშირია (საჭიროა მხოლოდ დაუშვანო, რომ დრეიფი მიმართულად ცვლის ნიშან-თვისებას, თუ ამაში არ ერევა გადარჩევა).

ორთოგენეზის მომხრეები ხშირად იშველიებენ მეტად საყურადღებო ფაქტებს იმის თაობაზე თუ როგორ შეიძინეს გადაგვარებულმა სახეობებმა, ერთი შეხედვით, აშკარად არაშემგუებულობითი ნიშან-თვისებები. ორთოგენეზის შეხედულებით ეს ფაქტები მარტივად აიხსნება:

სახეობათა ფილოგენეტიკური რიგი, რომელიც არსებული, რაღაც ტენდენციის თანახმად აიგება ხოლმე, რომელიმე ნიშან-თვისებას ზრდის ოპტიმალურზე მეტად, რაც წარმოადგენს გადაშენების მიზეზს. ისე როგორც, მაგალითად, ბილიარდის ბურთი უზომოდ ძლიერი დარტყმისას შეიძლება ქიმს იქეთ გადავარდეს. ორთოგენეტიკოსების საყვარელი და სამაგალითო ობიექტია გიგანტური ირემი შეგაცეროსი, რომელსაც რქები თითქმის თავის სხეულზე უფრო დიდი ჰქონდა. ცხოველთა ასეთივე კატეგორიას მიაკუთვნებენ ხმლისებრკებილიანი ვეფხების ეშვებს და დინოზავრების უცნაურ, ფანტასტიკურ წარმონაქმნებს, ნამარხი ჩლიქოსნების — ტიტანოტერიების რქებს, ბოლოდროინდელი მამონტების უჩვეულოდ განვითარებულ ეშვებს და ა. შ. ლოგიკა მარტივია: არ მიმაჩნია, რომ ეს ნიშან-თვისებები ყოფილიყო შემგუებულობითი, ესე იგი ბუნებრივ გადარჩევას არ შეეძლო მათი შექმნა.

სამართლიანობა მოითხოვს აღვნიშნოთ, რომ ლამარკიზმი, მოძღვრება თანდაყოლილ შემგუებულობაზე, ამ ფაქტების წინაშე ნამდვილად უძლურია.

დარვინიზმი? უპირველესად ყოვლისა საჭიროა იმის თქმა, რომ ეს ჰიპერტროფირებული ნიშან-თვისებები (ჰიპერმორფოზი, როგორც შმალგაუზენი უწოდებდა ევოლუციის ამ მიმართულებას) ნამდვილად არაშემგუებულურია, არაადაპტურია. დღემდე განცხრომაში მყოფ ბევრ ცხოველს გააჩნია უამრავი შეუსაბამო წარმონაქმნი, მაგრამ ეს არ უშლის ხელს მათ იდგნენ და გაუძლონ ბრძოლას არსებობისათვის. თუმცა, საკმარისია მკვეთრად შევცვალოთ სასიცოცხლო პირობები (შეიცვალოს სტრატეგიის გარემო) და ისინიც განწირულნი აღმოჩნდებიან, თუ არ მოასწრებენ თვითონვე შეიცვალოს

თავიანთი ორგანიზმი. ამის შესახებ ახლა განვიხილავთ ზოგიერთ სა-
ყურადღებო მოსაზრებებს.

არაშემგუებლური, ზოგჯერ კი საზიანო სტრუქტურათა უმეტე-
სობა, შეიძლება ითქვას, სქესობრივი გადარჩევის აშკარა შედეგია.
ცნობილია, რომ მაგალითად, მამალი ირმები ნერბვის წინ რქებით
იბრძვიან „გვარის“ გაგრძელების უფლების მოსაპოვებლად და ამა-
ში უპირატესობას აღწევს ის, რომელიც უფრო მასიურია და კარგად
განვითარებული რქები აქვს. ამით, თუ შეიძლება ასე ითქვას, „იდი-
რქიანობის“ გენები ვრცელდება პოპულაციაში. გიგანტური ტორფის
ირემის მამრობითი სქესის ინდივიდების სიკვდილიანობას ადრეულ
ასაკში, რისი მიზეზი იყო ჰიპერტროფირებული რქების სიმძიმე და
ამასთან დაკავშირებით გადაადგილების სირთულე, არაფერი აო
შეუცვლია: ისინი მაინც ასწრებდნენ გადაეცათ თავიანთი გენები
თაობისათვის. ან კიდევ, მაგალითად, ადამიანებში გენტინგჯონის
ზორეით დაავადებული ავადმყოფი ასწრებს გადასცეს შვილებს
ამ სასიკვდილო ავადმყოფობის გამომწვევი გენი, იმიტომ, რომ ის
ფენოტიპში ვლინდება მხოლოდ სრული სიმწიფის შემდეგ.

მეორე მხრივ, გადარჩევის შეეწლო შეენარჩუნებინა ის ნი-
შან-თვისებანი, რომლებიც ხელსაყრელია ახალგაზრდა ცხოველისა-
თვის და მხოლოდ გარკვეული ასაკისა და მასის მიღწევისას გახდ-
ბოდა საზიანო (განსაკუთრებით ეს ეხება ისეთ სტრუქტურებს, რომ-
ლებიც იზრდებიან მთელი სიცოცხლის მანძილზე, როგორცაა ირმის
რქები და ინდონეზიის ორიგინალური ღორის — ბაბირუსის ეშვები).

არ უნდა ავურიოთ ერთმანეთში ცნებები — სასარგებლო ინდი-
ვიდისათვის და, სასარგებლო პოპულაციისათვის. ინდივიდის სასი-
ცოცხლოდ არახელსაყრელი ნიშან-თვისება ზოგჯერ შეიძლება აღ-
მოჩნდეს სასარგებლო პოპულაციისათვის, ესე იგი, განმტკიცდეს
გადარჩევით. ეს ეგრეთ წოდებული ჯგუფური შეგუებულობაა, ამ
კატეგორიაში შედის სრულიად სხვადასხვაგვარი ნიშან-თვისებანი —
დაწყებული ადამიანის ჰემოგლობინის ნამგლისებრი უჯრედებიდან
და დამთავრებული ფუტკრის გესლიანი ნესტარით ან მშობელთა
ქცევის მემკვიდრული სტერეოტიპებით, რომლებიც ზოგჯერ თავიანთ
შვილებს იცავენ საკუთარი სიცოცხლის ფასად.

ასე რომ საბოლოო ანგარიშით, არაშემგუებლური ნიშან-თვისე-
ბანი აღმოჩნდებიან შემგუებლურნი და იმის მტკიცება, რომ არა-
შემგუებლური ხასიათის ნიშან-თვისებების მქონე სახეობები გადა-
შენდნენ ასეთი ნიშან-თვისებების მატარებლობის გამო, მოითხოვს
დასაბუთებას. აქ დარვინიზმი ურყევი რჩება. ჯ. სიმპსონმა გონება-

მახვილურად შენიშნა, რომ „ევოლუციის სწორხაზობრიობის უმეტესი ნაწილი მეცნიერთა ჭკუის სწორხაზობრიობისაკენ ტენდენციისაგან უფრო მეტად წარმოიქმნება, ვიდრე ბუნების ანალოგიური ტენდენციისაგან“.

შეჯუჯავლობა სასარგებლოდ

ახალი ფორმის ჩამოყალიბება, როგორც წესი, დაკავშირებულია ახალი ეკოლოგიური ნიშის ათვისებასთან, ახალი ადაპტური ზონის გამოყენების შესაძლებლობასთან. ამ გზაზე წარმოიქმნება ევოლუციური გარღვევა: ახალ ადაპტურ ზონაში დამკვიდრებული ფორმა გამოირჩევა ცვალებადობის სიუხვეით და ქმნის რა ახალ-ახალი სახეობების მთელ გროვას, თავის მხრეზე წარმოადგენს საუკეთესო მასალას შემდგომი ევოლუციისათვის.

პალეონტოლოგიურმა მატინანემ შემოინახა მსგავსი პროცესების არაერთი მაგალითი. პატარა მცენარე — ფსილოფიტების ზღვიდან ხმელეთზე გადმოსვლამ განაპირობა თანამედროვე მიწისზედა ფლორის ურიცხვი ნაირგვარობა და სიმდიდრე. დევონის პერიოდის თევზები, რომლებიც დაცოცავდნენ თავიანთი ხორცოვანი ფარფლებით ერთი ამომშრალი ჭაობიდან მეორეში, „გუმანით გრძნობდნენ“, რომ მათ ბედმა არგუნა გამხდარიყვნენ წყალხმელეთა-ოთხფეხიანების, ქვეწარმავლების, ფრინველების და ძუძუმწოვრების წინამორბედნი. მეორე მხრივ, ხმელეთის ცხოველები და მცენარეები (გადაშენებული იქტიოზავრები და ზღვის კუ: ფარფლთათიანები და ვეშაპისნაირები, პინგვინები, ხოლო მცენარეულობიდან ნაირგვარი უმაღლესი მცენარეები — ლემნა და ღუმფარა, ზღვის სხვადასხვა ბალახი) დრო და დრო „ცდილობდნენ“ დაბრუნებოდნენ წყალს.

ახალ ზონაში გასვლას ყოველთვის თან როდი ახლდა ევოლუციური სიახლე, ან ყოველთვის როდი იყო ის წარმატებით დაგვირგვინებული. მაგალითად, მორიელმა თავისი წყალში ბინადარი წინაპრის—გიგანტური კიბოპრიელას აგებულების ნაკეთები ყველა დეტალში შეინარჩუნა (მხოლოდ ფოთლისებრი მოყვანილობის ლაყუჩები ჩალრმავდნენ სხეულის ზედაპირის ქვეშ და გარდაიქმნენ პრიმიტიულ ფილტვებად). ოკეანეთის მარჩნის კუნძულებზე საკმაოდ მარჯვედ დარბიან ხმელეთის საზარელი კიბორჩხალები, რომლებიც პრინციპში არ განსხვავდებიან წყლის თანამომეგებისაგან. მტაცებელი ძუძუმწოვრები არაერთხელ ცდილან გამოეყენებინათ ფლორის რესურსები, გადასულიყვნენ მცენარეულით კვებაზე. მაგრამ ამას წარმატება

არ მოყოლია და არ მოუცია სახეობათა წარმოქმნის სიუხვე (ამის კარგის მაგალითია ენოტის ძალღთან ახლო მდგომი დიდი პანდა, რომელიც ბუნებისმოყვარულთა ფართო წრისათვის ცნობილია ბამბუკის დათვის სახელწოდებით). ანალოგიური პროცესი მიმდინარეობდა თანამედროვე დათვის მიმართ პლეისტოცენის ეპოქაში. მათმა პრიმიტიულმა საერთო წინაპარმა — ეტრუსკის დათვა მოგვცა ორი ხაზი: გადაშენებული ბალახისმკვამელი მღვიმეს დათვი და ყველაფრისმკვამელი მურა დათვი, რომელიც დღემდე არსებობს და რომელმაც ყინულოვანი ხანის ბოლო პერიოდში დასაბამი მისცა ახალ სახეობას — პოლარულ ანუ თეთრ დათვის. თეთრი დათვი გარეგნულად მკვეთრად განსხვავდება მურა დათვისაგან, მაგრამ ისინი თავისუფლად უჯვარდებიან ერთმანეთს და მათი ჰიბრიდებიც ნაყოფიანია. პოლარულმა დათვმა დაიპყრო ვებერთელა ახალი ზონა — არქტიკული აუზის სანაპიროები და ყინულოვანი ხორგები.

ახალ ზონაში სახეობის დანერგვის დროს იქმნება პარადოქსი: იმისათვის, რომ სახეობამ იარსებოს ახალ ზონაში, საჭიროა ის თავიდანვე წინასწარ იყოს მისადმი შეგუებული, ე. ი. ისეთ პირობებთან, რომელთანაც მას საერთოდ არ ჰქონია საქმე. ხომ არ არის აქ შეუსაბამობა ბუნებრივი გადარჩევის თეორიასთან? ფრანგი მკვლევარი ლ. კენო ვარაუდობდა, რომ შეუსაბამობა არის, და რომ აუბსნა ეს, წამოაყენა პრეადაპტაციის თეორია, რომლის თანახმად შემგუებულობითი, ადაპტური ნიშან-თვისებანი ორგანიზმებს მაშინ გამოუვლინდება, როგორც კი წარმოიქმნება მათი საჭიროების აუცილებლობა. შეგუებულობა გადარჩევის გარეშე!

ზოგიერთი ნიშან-თვისება შეიძლება ჩაითვალოს როგორც პრეადაპტურად წარმოქმნილი. სტრეპტომიციის მიმართ ბევრ მიკროორგანიზმთა მდგრადობა უთუოდ არაერთგზის წარმოიქმნა მანამდე. სანამ კლინიკაში დანერგილი იქნებოდა ეს ანტიბიოტიკი. მუტანტურ ფორმებს არ გააჩნდათ რაიმე უპირატესობა ნორმალურ შტამებთან შედარებით. მაგრამ მათ ფართოდ გავრცელების შესაძლებლობა მიეცათ მხოლოდ მაშინ, როდესაც გამოჩნდა გადარჩევის ახალი ფაქტორი.

მაგრამ ასე შეიძლება განიმარტოს მხოლოდ ძალზე მარტივი. ერთი ალელით განპირობებული ნიშან-თვისების წარმოქმნა (ისეთი, როგორიცაა მდგრადობა ანტიბიოტიკების მიმართ). პრეადაპტაციის გზით, გადარჩევის მიმართული ზემოქმედების გარეშე, როგორ შეიძლებოდა წარმოქმნილიყო იმდენად რთული სტრუქტურები, როგო-

არიცაა ხმელეთის ოთხფეხიანთა კიდურება, ფრინველის ფრთები, ფილტვები? ეს უკვე აშკარა საოცრებითაა შემოფარგლული. იკვრება ჯადოსნური წრე: იმისათვის, რომ სახეობამ შეაღწიოს ახალ ზონაში, მას უნდა გააჩნდეს მისაღები შეგუებულობის უნარი, მაგრამ ასეთი შეგუებულობის უნარის წარმოქმნა შესაძლებელია მხოლოდ იმავე ახალი ზონის პირობებში.

ამ ბიწიერი წრის გარღვევა შეგვიძლია, თუ გავიხსენებთ, რომ ორგანიზმთა სტრუქტურების უმეტესობა აგებულების ყველა დონეზე ერთდოულად ასრულებს სხვადასხვა ფუნქციას. რომელიღაც ობიექტი კაცის უნიშვნით რადიოს არ შეუძლია შეცვალოს გაზეთი, იმიტომ, რომ მასში არ შეიძლება ქაშაყის გახვევა. ასეა ბუნებაშიც. თანამედროვე ცხენის ერთილიქიანი ფეხი, თითქოსდა, ვიწროდსპეციალიზირებული ორგანოა სწრაფი გადაადგილებისათვის. მაგრამ, იმავე ცხენს შეუძლია ფეხით გადაფხიკოს თოვლი, რომ მის ქვეშ იბოვოს ბალახი, ან კიდევ, ჩლიქით მიაყენოს სასიკვდილო დარტყმა მგელს.

გადარჩევის ზემოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს მოცემული სტრუქტურის ადრინდელი ძირითადი ფუნქციის დანიშნულების გაუქმება და მის ადგილზე ახლის წარმოქმნა. განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითი.

დევონის პერიოდის უძველეს თევზებს გააჩნდათ მათთვის მეტად მნიშვნელოვანი ნიშან-თვისებანი. პირველ რიგში, ეს იყო სუნთქვის დამატებითი ორგანო — ხახას ბოლო ნაწილში ბრმა გამონაბერი, სადაც წყლის გადაყლაპვის დროს ხვდებოდა ჰაერის ბუშტულაკები. გარდა ამისა, როგორც ვახსენეთ, მათ გააჩნდათ ძლიერა ლაპოტისებრი წყვილი ფარფლი, რომლის საშუალებით ისინი გაშრობამდე მისული ერთი წყალსაცავიდან მეორეში გადაცოცდებოდნენ ხოლმე. ამაში გასაკვირი არაფერია: თანამედროვე სამხრეთ-ამერიკული ლოქო-ჯავშნოსნები ასევე სუნთქავენ ჰაერის გადაყლაპვით და შეუძლიათ ხმელეთზე ცოცვა ფეხით მოსიარულე ადამიანის სიჩქარით, რასაც ისინი აღწევენ მკერდის კბილებიანი ფარფლების მიწაზე უუქნევით და სხეულის წინ გადაადგილებით.

სწორედ დევონის დროინდელი თევზების აი ამ უბრალო გამონაბერიდან ბუნებრივი გადარჩევის ზეგავლენით მოხდა ფილტვების, ხოლო ფარფლებიდან — ხმელეთის პირველი ხერხემლიანების — სტეგოცეფალების კიდურების ფორმირება. ხოლო, ზღვაში დაბრუნებულ თევზებში ამ გამონაბერმა შეიცვალა ფუნქცია: კარგი რეჟიმის პირობებში ის გახდა ჰიდროსტატური ორგანო — საცურაო ბუშ-

ტი. თევზის პრიმიტიულ რაზმებში საცურაო ბუშტმა შეინარჩუნა კავშირი საკვებმონელების სისტემასთან, ხოლო უმაღლეს რაზმებში საერთოდ არ გვხვდება იგი. ამ ორგანოს მნიშვნელობა ცხადია: მაგალითად, ზვიგენს არ გააჩნია ეს ბუშტი და იმისათვის, რომ არ ჩაიძიროს, ის იძულებულია განუწყვეტლოვ ამობრავს ფარფლები.

ევოლუციის ამ გზებს დაუღალავად სწავლობდა ბევრი მკვლევარი, პირველ რიგში ანტონ დორნი და ჩენი ცნობილი ევოლუციონისტი ა. სევერცოვი. მსგავსი გამოკვლევები მომავალშიც გეპირდება ბევრ საინტერესო რამეს. მაგალითად, ა. ტახტაჩანოვის მიერ ფორმულირებულია ჰეტერობატმიის (მრავალსაფეხურიანობის) პრინციპი. მისი არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ახალ ადაპტურ ზონაში შეჭრილ სახეობას შეიძლება გააჩნდეს ევოლუციურად გაუმჯობესებული და პრიმიტიული, წინაპრული ნიშან-თვისებანი. ევოლუცია არ მიმდინარეობს პარმონიულად. საბოლოოდ მიიღება ორგანიზმები, რომლებიც გამოირჩევიან ძველი და ახალი ნიშან-თვისებების უცნაური ნარევით. აღწერილია ფორმები, გარდამავალი რგოლები, რომლებიც ძნელია მიაკუთვნო თევზებს ან წყალხმელეთა ცხოველებს, წყალხმელეთა ცხოველებს ან ქვეწარმავლებს, ქვეწარმავლებს ან ძუძუმწოვრებს. ქვეწარმავლებსა და ფრინველებს შორის გარდამავალი ფორმა — არქეობატერიქსი, რომელიც ბინადრობდა იურულ პერიოდში, იყო ტიპიური რეპტილია, მაგრამ სხეული უკვე დაფარული ჰქონდა კალმისებრი წამონაზარდებით და გააჩნდა ფრთები, რომელიც შესდგებოდა კალმებისაგან და არა აკოვანი წარმონაქმნებისაგან (როგორც მფრინავ ხელიებს, ღამურას, მწერებს). ადამიანის წინაპრებიც წარმოადგენდნენ წელგამართულა, ორფეხზე მოძრაობისა და მაიმუნის ტვინის მოქმედების რალაცნაირად შეხამებულ ნარევს. მხოლოდ შემდეგ, თუ შეიძლება ასე ითქვას, ფრონტის ზურგი მიისწრაფვის ავანგარდისაკენ და ფორმირდება პარმონიული სახეობა, რომელიც ახალ ზონაში რესურსების უტილიზაციის ეტაპს იწყებს.

შეიძლება გავაკეთოთ ზოგადი დასკვნა, რომ მაკროევოლუცია მიმდინარეობს იმავე კანონებით, როგორც მიკროევოლუცია. ეს გასაგებია. ახალი სისტემატიკური დაჯგუფებების — გვარის, ოჯახის, რაზმის, კლასის ან ტიპის — წარმოქმნა, ბოლოს და ბოლოს, ყველაფერი ეს სახეობათა წარმოქმნაა, რომელთათვის დამახასიათებელია მოცემული დაჯგუფების ნიშან-თვისებები. ვერც ერთი სისტემატიკური კატეგორია ვერ იარსებებს სახეობათა მთლიანობის გარეშე. ჩვენ ერთხელ კიდევ მივდივართ დასკვნამდე, რომ დარვინმა თავის ძირითად ნაშრომს შემთხვევით არ უწოდა „სახეობათა წარმოშობა“.

ადამიანის წარმოშობა

ჩვენა ვართ —

მთელ კმნილებათა მიზანი,
 ცოდნის წყარო და მუზანი,
 დიდი სამყაროს ბეჭედი,
 და იმ ბეჭედის აღმასი.

ო მ ა რ ხ ა ი ა მ ი

თქმა იმისა, რომ ბუნებას ადამიანი
 უფრო უყვარს, ვიდრე კომპოსტო —
 ნიშნავს ჩვენს შეხედულებას შეეუ-
 ლიტანოთ სასაცილო წარმოდგენებით.

ს ი რ ა ნ ო დ ე ბ ე რ ე ე რ ა კ ი

მართალი იყო თა არა ლარკინი?

ლარკინმა თავის კაპიტალურ ნაშრომში ადამიანის თაობაზე იკ-
 მარა სიტყვები: „ნათელი მოეფინება ადამიანის წარმოშობასა და
 მის ისტორიას“. ამ ერთმა ფრაზამ დიდი აურზაური გაშოიწვია ეკლე-
 სიის მსახურთა და იდეალისტების მხრივ. ეს არცაა გასაკვირი: ადა-
 მიანსა და უმაღლეს მაიმუნებს შორის არსებული მსგავსება ღარვი-
 ნამღე დიდი ხნით ადრე იყო ცნობილი, ასე რომ ძნელი არ იყო ჩვე-
 ნი ევოლუციური წინაპრის გამოცნობა. ფილოსოფოსი ტ. კარლეილი
 ბრაზმორეული ბობოქრობდა: მან ღარკინის წიგნს უწოდა „ქუჭყის
 სახარება“ და ხაზგასმით აღნიშნა, რომ „მე ვიცნობდი ღარკინების
 ოჯახის სამ თაობას — ყველა ათეისტია!“ მაგრამ, ღარკინი არ ჩქა-
 რობდა სრულყოფილად გამოეთქვა აზრი ადამიანის წარმოშობის
 შესახებ. ძნელია იმის თქმა — რატომ. ის შეიძლება ფიქრობდა, რომ
 არსებული მონაცემები არ იყო საკმარისი დამაჯერებელი დასაბუ-
 თებისათვის, ან შეიძლება მას საჭიროდ მიაჩნდა, რომ უკეთესია
 მიეცეს შესაძლებლობა მეცნიერთა ფართო წრეს რათა გაერკვეს ბუ-
 ნებრივი გადარჩევის შესახებ შემოთავაზებულ შეხედულებაში. რო-
 გორადაც არ უნდა ყოფილიყო, მაინც ისეთი შთაბეჭდილება შეექ-
 მნა ბევრს, რომ 1859 წელს ღარკინი ჯერ კიდევ არ იყო ღარწმუნე-
 ბული იმაში რომ მისი თეორია მისაღებია ადამიანისათვისაც.

რა თქმა უნდა, ეს კემპარიტებას არ შეესაბამება. დარვინის ხელნაწერებისა და უბის წიგნაკებში შენიშვნების ანალიზი უდავოდ ადასტურებს, რომ იდეა ადამიანის წარმოშობის შესახებ მისი და მაიმუნის ერთი საერთო წინაპრისაგან დარვინმა წამოაყენა ჯერ კიდევ 1840 წელს — 20 წელზე მეტი ხნით ადრე, სანამ გამოქვეყნდებოდა „სახეობათა წარმოშობა...“. ჩვენს დროში იდეის ასეთი დიდი ვადით ჩუმად ტარება დაზოგავდა დიდი რაოდენობის ქალაქს, გამომცემლობისა და მკითხველის შრომას.

მის შემდეგაც, როცა ბუნებრივი გადარჩევის თეორიამ დაიპყრო მეცნიერთა სფერო, დარვინი არც მანამ ჩქარობდა. მან ნება დართო თავის ახალგაზრდა მეგობარსა და თანამებრძოლს ტ. გეკსლს დაესწრო მისთვის გამოქვეყნებინა წიგნი „ორგანულ არსებათა რიგში ადამიანის მდგომარეობის შესახებ“ და მხოლოდ რვა წლის შემდეგ გამოაქვეყნა „ადამიანის წარმოშობა და სქესობრივი გადარჩევა“ (1871). ეს იყო კაპიტალური კრებები იმეამად არსებულ ცოდნაზე ბუნებაში ადამიანის ადგილის შესახებ. დარვინისეული შრომის კემპარიტი მნიშვნელობის გაგებას ჩვენ მხოლოდ ახლა ვიწყებთ.

დარვინისეული თეორიის ის ასპექტი, რაც ჩვენ გვეხება, იმდენად კარგადაა ცნობილი ყველასათვის, რომ არ შეეუდგები მისი კემპარიტების მტკიცებას. საბჭოთა მკითხველისათვის ეს ზედმეტია. ამ წიგნში არ გვექნება საუბარი 1909 წელს ზოგიერთი მეცნიერის მიერ შეთითხნილი სიყალბის შესახებ რაღაც „პილტდაუნსკის ქალას“ — ადამიანის თავის ქალას და შინაპანხეს ქვედა ყბის კომბინაციის თაობაზე. არ ვისაუბრებთ, აგრეთვე, გადასარევე ჰიპოთეზებზე, როგორცაა ვუდ ჯონსის იდეა ადამიანის არა მაიმუნისაგან, არამედ უშუალოდ უფრო პრიმიტიული პრიმატებისაგან — გრძელტერფიანებისაგან წარმოშობის შესახებ. ჩვენს ლიტერატურაში ჯონსის ჰიპოთეზას ზოგჯერ იდეალისტურს და რეაქციულს უწოდებენ. ამ სტრიქონის ავტორისათვის ძნელია იმის გაგება, თუ რატომ შეიძლება იყოს ადამიანის წარმოშობა მაიმუნისაგან მატერიალისტური, ხოლო განვითარების უფრო დაბალი საფეხურის არსებისაგან — იდეალისტური? სავსებით საკმარისი იქნება თუ ჩვენ ჯონსის ჰიპოთეზას ვაღიარებთ, უბრალოდ, როგორც არასწორს.

ჩვენთვის ახლა მნიშვნელოვანია სულ სხვა. XIX საუკუნის ბოლოსა და XX საუკუნის დასაწყისში დარვინის მიერ წამოყენებული ყველა ძირითადი დებულება დავის საგანი გახდა, შენარჩუნდა მხოლოდ მთავარი იდეა ადამიანის წარმოშობის შესახებ მისი და მაიმუნის ერთი საერთო წინაპრისაგან. ამ საკითხთან დაკავშირებით რა მდგომარეობაა ახლა?

დარვინი ვარაუდობდა, რომ:

1. როგორც სახეობად ადამიანის ჩამოყალიბება მიეკუთვნება დედამიწის ისტორიის მესამეულ პერიოდს;

2. ადამიანის წინაპრები იყვნენ მაიმუნისმსგავსი არსებანი, რომლებიც ცხოვრობდნენ ხეზე;

2. ადამიანის წარმოშობის ადგილი იყო აფრიკის კონტინენტი. სწორედ იქ იტოცხლა ჩვენი დრომდე შინძანზემ და გორილამ—ადამიანთან ყველაზე ახლო მდგომმა მაიმუნებმა. მაგრამ დარვინი ხაზს უსვამდა იმ გარემოებას, რომ ადამიანისმსგავსი აფრიკული მაიმუნები არ არის ჩვენი წინაპრები, ისინი როგორღაც „ბიძაშვილების“ როლში გამოდიან, რომლებსაც საერთო წინაპრის ნაკვთები უკეთ აქვთ შენარჩუნებული.

ჩვენი საუკუნის შუა პერიოდამდე მკვლევართა უმეტესობა ხელოვნურად „აახალგაზრდავებდა“ ადამიანს, როგორც სახეობას, მის ჩამოყალიბებას მიაკუთვნებდნენ პლეისტოცენისა და გოლოცენის (მეოთხეული პერიოდი) ეპოქას. თითქოს, ამის ყოველგვარი საფუძველი არსებობდა. იმ დროისათვის ცნობილი ადამიანის მსგავსი არსების — პითეკანთროპის ნამარხი, რომელიც აღმოაჩინა ევგენი დიუზამ იავაზე, პირველად დაახლოებით ერთი მილიონი წლის ასაკით განისაზღვრა. თანამედროვე უფრო ზუსტი შეფასებით ის აღმოჩნდა არაუმეტეს 400 ათასი წლის. 300 ათასი წლის უკან არსებობდა პითეკანთროპის უმცროსი თანამედროვე—სინანთროპი. 60 ათასიდან 38 ათასი წლების უკანა პერიოდზე მოდის ნეანდერტალების ფართო გავრცელება, რომლებიც, ალბათ, წარმოიშვნენ უფრო ადრე და შეცვალეს მაიმუნ-ადამიანები — არხანთროპები. ნეანდერტალები — პალეონთროპები შეცვალა თანამედროვე სახის ადამიანებმა 40 ათასზე ნაკლები წლის უკან. ამრიგად, ადამიანის ევოლუციას გამოეყო ძალზე მოკლე, დაუჭერებლად მცირე უპრეცედენტო ვადა — ყველა სხვა ფუძემწოვრის ევოლუცია მიმდინარეობდა შეუდარებლად ნელა.

ადამიანის განვითარებაში არხანთროპები არ შეიძლება ჩაითვალოს პირველ ფაზად. ამასთანავე საგულისხმოა, რომ მაიმუნადამიანებს ტვინი, რომლის განსაზღვრა შესაძლებელია თავის ქალას განვითარების მიხედვით, ადამიანთან შედარებით ბევრად ნაკლები ჰქონდა (900 კუბიკური სანტიმეტრი — პითეკანთროპს და ათასამდე—სინანთროპს), მაგრამ მათ ნამარხთა შრეებში ნაპოვნია ქვის იარაღი, რაც შეეხება სინანთროპს, მას უნარი გააჩნდა გამოეყვითა გარკვეული ტიპის იარაღი და შეეძლო ცეცხლის გამოყენებაც. ამიტომ მაი-

მუნებსა და არხანთროპებს შორის უნდა არსებულიყო კიდევ ერთი შუალედური სტადია.

არხანთროპების წინაპრების ყველაზე სარწმუნო პრეტენდენტებად მიაჩნდათ თავისებური მაიმუნი — ავსტრალოპითეკი (ლათინურბერძნულად: სამხრეთის მაიმუნი), აღმოჩენილი, ბუნებრივია, არა ავსტრალიაში (იქ არ არის უმაღლესი, პლაცენტიანი ძუძუმწოვრები), არამედ სამხრეთ აფრიკაში. ავსტრალოპითეკის პირველად ნაპოვნი ნაპარხი აღწერა ინგლისელმა ანთროპოლოგმა რ. დარტმა. შემდგომი 15 წლის განმავლობაში აღწერილ იქნა ავსტრალოპითეკების უამრავი ძვალი. საოცარია, რომ ამ ტანმორჩილ (შინაპანხეს ოდენა) მაიმუნებს 500—600 კუბიკური სანტიმეტრის მოცულობის ტვინი ჰქონდათ და უნარი გააჩნდათ ემოძრავათ ორ ფეხზე. მაგრამ ავსტრალოპითეკის ასაკი არ არის ერთ მილიონზე მეტი, ხოლო მათი უკანასკნელი წარმომადგენლები იყვნენ (და, ალბათ მსხვერპლნიც) აფრიკული მაიმუნადამიანის — ტელანთროპის თანამედროვენი. ამიტომ ანთროპოლოგების მნიშვნელოვან ნაწილს მიაჩნია, რომ ავსტრალოპითეკები არ შეიძლება იყვნენ ადამიანის წინაპარი, საკიროა ისინი მივიჩნიოთ მხოლოდ როგორც მოდელი, რომელიც უჩვენებს თუ როგორი გზით შეიძლებოდა წარმართულიყო გადაამიანების პროცესი.

საბოლოოდ შეიქმნა გამართული კონცეფცია, რომელსაც უწოდეს სტადიალური თეორია. ამ თეორიის თანახმად ადამიანის წინამორბედებს ყოფენ სამ სტადიად: ავსტრალოპითეკებად (ან მათი მსგავსი არსებები), არხანთროპებად და პალეონთროპებად. ერთი სტადია მეორეში გადადიოდა 500 ათასი წლის მანძილზე, ამასთანავე, განვითარების ტემპი უფრო და უფრო მატულობდა.

პოპულარულ წიგნებსა და სტატიებში ადამიანის ქმნადობის პროცესს ზოგჯერ ხატავენ რაღაც, პარადის მსგავსად, რომელშიც ერთმანეთის მიყოლებით მიაბიჯებდნენ: წინ გონიერი ადამიანი, ხოლო უკან — დრიოპითეკი (ადამიანის მსგავსი ნაპარხი მაიმუნი, ადამიანისა და შინაპანხეს სავარაუდო საერთო წინაპარი).

ყველაფერი ეს არც თუ ისე ჰგავს დარვინისეულ ევოლუციას; ის უფრო მოგვაგონებს ორთოგენეზს — მიზანმიმართულ სწრაფვას ქმნადობის გვირგვინის, გონიერი ადამიანის შესაქმნელად. შემთხვევითი არ არის, რომ უდიდესი ანთროპოლოგი ფ. ვაიდენრაიხი იყო ურყევი ორთოგენეტიკოსი, ხოლო მისი კოლეგა სინანტროპის ნაპარხების შესწავლის საქმიანობაში, ტეიარ დე შარდენი ევოლუციის თელეოლოგიური განმარტების მომხრეა.

აზიაში პითეკანთროპისა და სინანტროპის მეტად შთამბეჭდავი

ნამარხების აღმოჩენამ ანთროპოლოგების უმეტესობაში ექვი გამოიწვია დარვინის თეზისის სისწორეში — აფრიკის, როგორც კაცობრიობის სამშობლოს თაობაზე. წარმოიშვა კარგად დამუშავებული თეორიები ადამიანის ცენტრალურაზიური წარმოშობის შესახებ. ჩვენში ამ თეორიას იზიარებდა და იცავდა პ. სუშკინი, ხოლო საზღვარგარეთ — კარგად ცნობილი, ამერიკელი პალეონტოლოგი გ. ოსბორნი (სხვათაშორის, მსგავს იდეას ანვითარებდა ჯერ კიდევ 1889 წელს ფრანგი მეცნიერი ა. კატრფაეი). მიუხედავად იმისა, რომ მაიმუნადამიანები — არხანთროპები საკმაოდ ფართოდ იყო გავრცელებული (ტელანთროპები — სამხრეთ აფრიკაში, გეიდელბერგსკის ადამიანი ანუ მაუერანთროპი — ევროპაში), აზია უფრო სავარაუდოდ პრეტენდენტი იყო ადამიანის სამშობლოს თაობაზე. დაექვდნენ, აგრეთვე, ჩვენი სავარაუდოდ წინაპრების ტყეში ცხოვრების შესახებაც: ცენტრალური აზიის მშრალი და ცივი ზეგანი უფრო ხელსაყრელი ჩანს წელგამართული სიარულისათვის, ვიდრე ის ტროპიკული ტყეები, საიდანაც დარვინს „გამოყავდა“ ადამიანი. მართალია, ავსტრალიპითეკი აფრიკაშიც ცხოვრობდა მშრალ ველებსა და სავანებში, მაგრამ მათ ადამიანის უშუალო, პირდაპირ წინაპრად არ სთვლიდნენ, არამედ მისგან გადახრილ, გვერდითა შტოდ.

ბევრი შემცბარი იყო ადამიანის ტვინის ევოლუციის უპრეცედენტო სიჩქარითა და ყველაზე ჩამორჩენილი ტომების განვითარების მაღალი დონით. აქ უოლესი არ ეთანხმებოდა დარვინს: ინდო-მაღაის არქიპელაგის კუნძულების მკვიდრი მონადირენი, რომლებთანაც მას საქმე ჰქონდა, განვითარების მიხედვით არაფრით არ ჩამორჩებოდნენ სავსებით ცივილიზირებულ ევროპელებს (როგორც ის წერდა — სამეცნიერო საზოგადოების წევრებს). რად სჭირდებოდა „ველურებს“ ასეთი სრულყოფილი ინსტრუმენტი? გადარჩევა არ ქმნის ისეთ რამეს, რაც საჭირო არ არის. ესე იგი, ადამიანის ტვინი გადარჩევას კი არ შეუქმნია, არამედ სხვა რამეს, უდიდეს ძალას. შემორჩენილია დარვინის მიერ წაკითხული და შენიშვნებით აღნიშნული უოლესის სტატიის ეგზემპლარი. უოლესის სულის საცხონებელი მოსაზრებების წინააღმდეგ ბუნებრივი გადარჩევის თეორიის შემქმნელმა მანდვე მიაწერა „არა!“ და დაუსვა მრავალი ძახილის ნიშანი. დარვინის თანახმად, ადამიანური გონება ისეთივე იარაღია სიცოცხლისათვის ბრძოლაში, როგორც დაღესილი ეშვები და სწრაფი ფეხები, ისეთივე შემგუებლურია საარსებო პირობებისადმი და ევოლუციის პროცესში წარმოიქმნება იმავე გზით — უკეთ შეგუებულთა გადარჩევით.

უოლესის ლოგიკა და ეთიკაც არ შეიძლება ვალიაროთ როგორც წუნდაუდებელი. მისი აშკარა სიმპატია აბორიგენებისადმი იშვიათი მოვლენაა ვიქტორიანული ბრიტანეთისათვის, მაგრამ მისივე ქედმაღლური, აგდებული დაპოკიდებულება „ველურების“ პრიმიტიული მოღვაწეობისადმი არაფრითაა გამართლებული. — „რად უნდა ველურს ისეთივე ტვინი, როგორიც აქვს სამეცნიერო საზოგადოებას?“ მართლაცდა — რად უნდა? იმიტომ უნდა, რომ ქვის ნაქახის გამოგონება არაფრით არ არის უფრო ადვილი, ვიდრე ლაზერის გამოგონება. სპილოებზე მსხვილკალიბრიანი თოფებით შეიარაღებულ თეთრკანიან მონადირეთა სიეოცხლის საშუალო ხანგრძლიობა შეადგენს არაუმეტეს ორ წელს. პირველყოფილი ადამიანი კი. შეიარაღებული მხოლოდ შუბით. კვლავდა ათასობით მამონტს, რომელთა თავის ქალებისა და ეშვებისაგან აშენებდა ნამდვილ სახლს, ხოლო მისი ზოგიერთი საიდუმლოთაგანი დღემდე ვერ ამოგვიხსნია. მაგალითად, სუნგირის გარეუბანში (ქ. ვლადიმირის მიდამოებში) ძველი ქვის ხანის (პალეოლითის) ადამიანთა ნამარხში ნაპოვნი იქნა გრძელი. აბსოლუტურად სწორი შუბი, გაკეთებული მამონტის ძვლისაგან. როგორც ცნობილია, მამონტის ეშვები მოხრილია ესე იგი პალეოლითის დროინდელ ადამიანს შეეძლო დაერბილებინა სპილოს ძვალი, მოეღუნა ის, ხოლო შემდეგ დაებრუნებინა მისთვის პირვანდელი მდგომარეობა ჩვენ კი, ეს არ შეგვიძლია გავაკეთოთ. ასე¹ რომ, უოლესი ცდებოდა: დღეს, რბილად რომ ვთქვათ, შეზღუდული გონების მქონე ადამიანს შეუდარებლად უფრო ადვილად შეუძლია იმოღვაწეოს სამეცნიერო საზოგადოებაში, ვიდრე იარსებოს და გასძლოს პალეოლითის ეპოქაში. როგორც ცნობილმა ბიოქიმიკოსმა ა. სენტ-დერდიმ გამოთქვა „ტვინი აზროვნების ორგანო არაა. არამედ გადარჩენის ორგანოა“. ხმლისებრკბილებიანი ვეფხის მოკვლა შენივე გაკეთებული შუბით, მართლაც, უფრო ძნელია, ვიდრე დიფერენციალური განტოლების ამოხსნა.

უოლესის შეცდომის აღიარება არ კმარა. რამ გამოიწვია ადამიანის ამდენად სწრაფი ევოლუცია? ჩვენს დროში როგორ წარმოიქმნენ თანამედროვე ადამიანის რასები, მომავალში მოხდება თუ არა ჩვენი ევოლუციონირება? და თუ მოხდება — რა მხრივ? ვინ იყო მართალი ადამიანის საშობლოს განსაზღვრაში, მისი წინაპრების ცხოვრების რაგვარობის ვარაუდში და ბოლოს, კაცობრიობის ასაკის დადგენაში, — დარვინი, რომელმაც მესამეული პერიოდის აფრიკული ტროპიკული ტყეების მაიმუნებისაგან გონიერი ადამიანი „გამოიყვანა“, თუ მისი მიმდევრები?...

შემდეგ ქვეთავებში ამ საკითხებზე გვექნება საუბარი.

რა ადგილი უკავია ადამიანს ზოოლოგიურ სისტემაში? ამ კითხვის ამოხსნისას, ჩვენ შეიძლება შევეცდეთ ორმაგად: მეზობლების არჩევაში და რანგის მინიჭებაში. იმისათვის, რომ გამოიყოს ჭგუფად (ადამიანები კი გონიერი, დედამიწაზე მკიდრად დასახლებული, გადამენებულ ნეანდერტალეებთან ერთად, უსათუოდ, კარგად გამოცალკეებული ჭგუფია) საჭიროა განისაზღვროს მისი ადგილი სისტემაში (ესე იგი, ნაჩვენები უნდა იქნეს მისი უახლოესი ნათესავები), გარდა ამისა, უნდა მოიძებნოს მისი რანგი (მაშასადამე, გადაწყდეს რა ეწოდოს მას — სახეობა თუ გვარი, ოჯახი თუ რაზმი). მაგალითად, აფრიკული ორიგინალური ცხოველი მილკბილა წარმოდგენილია ერთი სახეობით, მაგრამ მისი დაახლოება სხვა არსებულ ძუძუმწოვართა რომელიმე რაზმთან არ ხერხდება და იძულებული ვხდებით გამოვეყოთ დამოუკიდებელი რაზმი — მილკბილიანები. ადამიანიც ხომ არ იმსახურებს ამავე ხარისხით გამოცალკეებულობას? დარვინის თანამებრძოლი გეკსლი გვთავაზობდა ადამიანი გამოყოფილიყო ცხოველთა და მცენარეთა სამყაროსთან ერთად, ფსიქოზოას დამოუკიდებელ სამყაროდ. ეს იყო უდიდესი ნახტომი იმათ შეხედულებასთან შედარებით ვინც ადამიანს ზემოდან მოვლენილ ანგელოზად სთვლიდა, თუმცა ახლანდელ პერიოდში გეკსლის აზრს ცოტა ვინმე თუ დაეთანხმება.

ფართოდაა გავრცელებული აზრი იმის შესახებ, რომ გონიერი ადამიანი ჰომინიდების ოჯახის ერთადერთი ამჟამად მცხოვრები სახეობაა. ეს ოჯახი, ადამიანის მსგავსი მაიმუნების (შიმპანზე, გორილა, ორანგუტანი და გიბონი) ოჯახებიდან ერთად შედის პრიმატების რაზმის ადამიანისმაგვართა ქვერაზმში. იბადება კითხვა: გვექონდა თუ არა უფლება გამოგვეყო ჩვენივე თავი ცალკე ოჯახად და ამჟამად არსებულ არსებათაგან რომელია ჩვენთან ყველაზე ახლოს? გეკსლი ადამიანის უახლოეს ნათესავად სთვლიდა გორილას. მაგრამ, დარვინი არ ეთანხმებოდა მას და ვარაუდობდა, რომ თანამედროვე პრიმატებისაგან ჩვენთან ყველაზე ახლოსაა შიმპანზე. გერმანელი ბრწყინვალე ბუნებისმეტყველი და საკმაოდ ბუნდოვანი ფილოსოფოსი ერნსტ გეკელი (მის შესახებ ენგელსი წერდა: „სად გამოჩნდება მან თავისი მატერიალიზმი?“) ადამიანთან აახლოებდა ორანგუტანს. გეკელი უდიდესი ავტორიტეტით სარგებლობდა — სწორედ მისი მოსაზრებით დაიწყო დიუბამ აზიაში პითეკანთროპის ძებნა და შემთხვევით იპოვა იგი. თუმცა ამჟამად,

ადამიანის მსგავსი მაიმუნების წარმომადგენლებთან ორანგუტანს ადამიანისგან ყველაზე შორს მდგომად სთვლიან.

ცნობილმა ინგლისელმა ანთროპოლოგმა ა. კიხსმა დათვალა, რომ ადამიანსა და გორილას საერთო აქეთ 385 მორფოლოგიური ნიშან-თვისება, ადამიანსა და შიმპანზეს — 369, ადამიანსა და ორანგუტანს — 359, ადამიანსა და გიბონს — 113—117.

ასეთ გამოთვლებთან საჭიროა სიფრთხილე, რადგან ისინი იძლევიან მხოლოდ რაოდენობრივ ანალიზს. შეგახსენებთ, რომ მორფოლოგიურ ნიშან-თვისებათა უმეტესი ნაწილი პოლიგენურია და ჩვენ არ ვიცით, ესა თუ ის ნიშან-თვისება გენების რა რიცხვით განისაზღვრება. ნიშან-თვისების გენეტიკური „წონის“ არცოდნამ შეიძლება დაამახინჯოს ნათესაობის ნამდვილი სურათი. წარმოიდგინეთ ზანკი, რომელიც აწარმოებს ვალუტის გაცვლის ოპერაციას არა კურსით, არამედ ნიშანთა რაოდენობის მიხედვით — ცვლის 1 მანეთს 1 იენზე, 1 დოლარს 1 ფუნტ სტერლინგზე. ასეთი ბანკის კრაზი გარდუვალია ხანმოკლე დროში. ასევე ჩვენც, მოცემულ შემთხვევაში არ ვიცით გენეტიკური კურსი „ჩვენივე ვალუტისა“.

შევეცადოთ განვსაზღვროთ ჩვენი უახლოესი ნათესაეები ისეთი ნიშან-თვისებების გამოყენებით, რომელთა შესახებ წინასწარ ვიცით, რომ ფენოტიპში მათი გამოვლენა განპირობებულია ერთი გენით. ასეთია, მაგალითად სისხლის ABO ჯგუფი. აღმოჩნდა, რომ ადამიანის მსგავს ყველა მაიმუნს გააჩნია სისხლის AB ჯგუფი, ნულოვანი ჯგუფი აღმოაჩნდა მხოლოდ შიმპანზეს (123 ინდივიდიდან 110—A და 13—0). მაიმუნებს აგრეთვე გააჩნიათ ფართოდ ცნობილი რეზუს-ფაქტორი. მაგალითად, ყველა შიმპანზე რეზუსდადებითია. ამ გენზე პოლიმორფოზში პირველად აღმოაჩინეს მაკაკ-რეზუსებში.

ადამიანისა და ადამიანის მსგავსი მაიმუნების სისხლის ანტიგენური შემადგენლობა იმდენად მსგავსია ერთმანეთის, რომ შიმპანზესა და გორილას სისხლი შეიძლება გადაუსხათ ადამიანს (რა თქმა უნდა, სისხლის შესაბამისი ჯგუფები). ამას ექვი შეაქვს ადამიანთა ცალკე ოჯახად გამოყოფის უფლებამოსილებაში. სხვადასხვა ოჯახის წარმომადგენლებში სისხლის გადასხმა, ჩვეულებრივ, მთავრდება უცხო ერითროციტების დაშლით—ჰემოლიზით, რაც ორგანიზმის სიკვდილს იწვევს.

კალიფორნიის უნივერსიტეტის მკვლევართა ჯგუფმა გამოიკვლია ადამიანისა და მაიმუნის სისხლის შრატის ცილების — ალბუმინების მსგავსების საკითხი, ეგრეთ წოდებული ალბუმინის ინდექსის განსაზღვრის მეთოდი. თუ დავუშვებთ, რომ ადამიანის ალბუმი-

ნის ინდექსი ერთის ტოლია, მაშინ რაც უფრო მაღალი იქნება შესწავლილი ამა თუ იმ სახეობის ინდექსი, მით უფრო შორეული იქნება ის ადამიანისაგან. გორილასათვის ეს სიდიდე არის 1,09, შიმპანზესათვის — 1,14, მაგრამ ისეთებისათვის, როგორცაა გიბონი — 1,28. პავიანი — 2,44, ანთარი — 2,59. ყაპუზუნას — ამერიკული ფართოცხვირიანი მაიმუნების წარმომადგენელს, რომელიც პრიმიტების საერთო „შტაბს“ გამოეყო დაახლოებით 40 მილიონი წლის უკან, ალბუმინის ინდექსი არის 5, ხოლო პრიმიტიული პრიმატის ლემურის — 18.

თუმცა, გაანგარიშების ამგვარი რისკით, შეიძლება შეცდომაში აღმოვჩნდეთ. სისტემა, აგებული ერთეული ნიშან-თვისებებით, ყოველთვის ხელოვნური აღმოჩნდება. ადამიანის ჰემოგლობინის პოლიმორფიზმი იმდენად დიდია, ხოლო ადამიანისა და გორილას ჰემოგლობინებს შორის სხვაობა იმდენად მცირეა, რომ შეიძლება კამათი მასზედ. თითქოს არსებობენ ადამიანები გორილას ჰემოგლობინით.

არსებობს თუ არა გამოსაკვლევი ორგანიზმების გენოტიპთა უშუალოდ შედარების, მსგავსი გენების პროცენტულობის განსაზღვრის მეთოდი? ასეთი მეთოდი იქნებოდა მსგავსობის, ნათესაობის ობიექტური და აბსოლუტური კრიტერიუმი.

თურმე, ასეთი მეთოდი არსებობს. ის შემუშავებულია ათი წლის უკან ამერიკელი ბიოქიმიკოსების ბ. ჰოიერის, ე. ბოლტონის და მაკარტის მიერ და ეწოდება მოლეკულური ჰიბრიდიზაციის მეთოდი. მისი პრინციპი რთული არ არის. როგორც ვახსოვთ, დნმ-ი ორმაგი ჯაჭვითაა წარმოდგენილი. ესაა ორმაგი სპირალი, რომელთა თითოეული ნახევარი ურთიერთდაკავშირებულია წყალბადის კავშირებით. თუ ტემპერატურას გავზრდით 100°-მდე, მაშინ ხსნარში დნმ-ის მოლეკულები დაიშლება ნახევრებად (ასეთ პროცესებს უწოდებენ დენატურაციას).

ტემპერატურის დაქვეითებისას იწყება უკუპროცესი — რენატურაცია. წყალბადის კავშირები კვლავ სტაბილიზდება და დნმ-ის კომპლემენტარული ნახევრები. ხსნარში სითბური ქაოსური მოძრაობის შედეგად, ურთიერთშეჯახებისას ხელახლა წარმოშობენ ორმაგ სპირალს.

ახლა შევჩერდეთ ყველაზე უფრო საინტერესო პროცესზე. დენატურირებული დნმ-ი შეიძლება დავაფიქსიროთ და დავუკარგოთ შემდგომი მოძრაობის უნარი (ყველაზე უფრო ეს ხერხდება ნიტროცელულოზის ფილტრზე დალექვით) იმ მიზნით, რომ მან ვერ შესძლოს თავისი სტრუქტურის აღდგენა. ამის შემდეგ გავატაროთ

ფილტრზე სხვა სახეობის დნმ-ის ხსნარი. ნიშანდებული რადიაქტიური იზოტოპით (ნახშირბადით, ტრიტიუმით ან ფოსფორით). ამ დროს ფილტრზე წარმოიქმნება დნმ-ის ჰიბრიდული მოლეკულა, რომლის ერთი ნახევარი ეკუთვნის ერთ სახეობას, ხოლო მეორე — მეორეს. ცხადია, რომ რაც უფრო მეტი რაოდენობით ექნებათ მსგავსი გენები შესადარებელ სახეობებს, მით უფრო მაღალი იქნება ნიშანდებულთა მიერთების პროცენტი. დავდოთ ფილტრი თხევალ სტიმულიატორზე და პრიცხველზე დავითვალოთ აფეთქებები დროის ერთეულში — ეს იქნება გენომების მსგავსების მაჩვენებელი კონვერგენციის ზეგავლენის გარეშე.

მოსკოვის უნივერსიტეტთან არსებულ ბიორგანული ქიმიის ლაბორატორიაში ანდრეი ნიკოლოზის ძე ბელოზერსკიმ დააარსა ევოლუციური ბიოქიმიის განყოფილება (ბელოზერსკის უძროოდ სიკვდილის შემდეგ განყოფილებას ხელმძღვანელობს მისი მოწაფე ა. ანტონოვი). ამ განყოფილებაში, სხვა მეთოდებთან ერთად, ფართოდ გამოიყენება ჰიბრიდიზაციის მეთოდი სხვადასხვა ორგანიზმებს შორის ნათესაური ურთიერთდამოკიდებულების დასადგენად — დაწყებული ქოლერის ვიბრიონის შტამიდან, დამთავრებული დუმფართი და შროშანათი, ზვიგენითა და თართით, კაშალოტითა და დათვიით.

მოლეკულური ჰიბრიდიზაციის მეთოდის, როგორც მსგავსების შეფასების ობიექტური კრიტერიუმის, გამოყენების ჩვენმა პირველმა ცდებმა მთელ რიგ შემთხვევებში მოგვცა სისტემატიკაში საყოველთაოდ მიღებულისაგან. მკვეთრად განსხვავებული შედეგები. მაგალითად, თართისნაირთა თევზები აღმოჩნდნენ არა ძვლოვანი თევზების ქვეკლასში, არამედ წარმოგვიდგნენ როგორც ხრტილოვანი და ძვლოვანი თევზების რალაც ტოლფას. სრულიად დამოუკიდებელ კლასად. თართსა და სხვა თევზებს შორის ნათესაობა იმავე რიგისაა, რაც ნათესაობა ფრინველსა და ძროხას, კუსა და კობრს შორის. ზოგიერთი სისტემატიკოსი უნდობლობისა და შუღლის თვალით შეხვდა ჩვენს შრომებს. ამის ძირითადი მიზეზი ის იყო, რომ მოლეკულური ჰიბრიდიზაციის მეთოდი დამლუპველ ზემოქმედებას მოახდენდა „დაღვინებულ“ კლასიფიკაციაზე, დაშლიდა რანგების მოხდენილ თანაქვემდებარებულობას ჯგუფების დანაწევრების ხარჯზე და ამრიგად, სისტემები მოუხერხებელი აღმოჩნდებოდნენ.

ღიახ, მაგრამ ევოლუციას არ დაუსაჯავს თავისათვის ამოცანა — შეუფსუბუქოს სამუშაო სისტემატიკოსებს! გარდა ამისა, მოლეკულური ჰიბრიდიზაციის მეთოდი არა მარტო აქუსმაცებს ჯგუფებს,

არამედ აერთიანებს კიდევ მათ, რაშიც ახლა დარწმუნდებით ადამიანისა და მაიმუნის ნათესაობის მაგალითზე.

შესანიშნავად იცოდნენ რა მათ მიერ აღმოჩენილი მეთოდის მნიშვნელობა, მაკარტის ჯგუფის თანამშრომლებმა დააყენეს ცდა ადამიანისა და მაიმუნის დნმ-ის მოლეკულურ ჰიბრიდიზაციაზე. შედეგი აღმოჩნდა იმდენად უაღრესად მნიშვნელოვანი, რომ ავტორებს — მარტინს და ჰოიერს არ გაურისკიათ გაეკეთებინათ სისტემატიკური დასკვნები. სწორედ ადამიანსა და შიმპანზეს აქვს 91% მსგავსი გენი. ადამიანსა და გიბონს — 76%, ადამიანსა და მაკაკა რეზუსს — 66%.

ხერხემლიანთა დნმ-ის მოლეკულურ ჰიბრიდიზაციაზე ჩატარებული ყველა ცდის ანალიზი საშუალებას იძლევა დაეადგინოთ, რომ ოჯახის შიგნით მსგავსი გენების პროცენტი 75-ზე ნაკლები არ არის და მხოლოდ, ოჯახებს შორის ჰიბრიდიზაცია იძლევა უფრო დაბალ ციფრებს (45%-მდე). სხვა ცდების მონაცემების გათვალისწინებით დასკვნა ერთია: ადამიანი, შიმპანზესა და გორილასთან ერთად, უნდა გაერთიანდეს ერთ ოჯახში და თუ ლოგიკას ბოლომდე მივყვებით, ერთ გვარში. გარდა ამისა, შიმპანზე და გორილა ბევრად უფრო ახლოა ადამიანთან, ვიდრე ორანგუტანთან. რათ უნდა ჩამოვაშოროთ ისინი პირველს და დავუახლოვოთ უკანასკნელს? ასეთმა დასკვნამ შეიძლება ზოგიერთი მკითხველის გულისწყრომა გამოიწვიოს. როდესაც საქმე თვით ჩვენამდე მოდის, მაშინ ძნელია ბოლომდე მიყვე ლოგიკას. სისტემების აგებაში სუბიექტივიზმი ძალზე მოხერხებულია: ის დასაშვებად მიიჩნევენ კომპრომისებს და აბათილებს ავტორსა და საყოველთაოდ მიღებულ შეხედულებას შორის აზრთა სხვაობას. სამწუხაროდ, მრიცხველის ბაბთაზე აკრეფილი რადიოაქტიურობის მშრალი ციფრები კომპრომისებს არ დაუშვებენ. წინანდელმა კლასიფიკაციამ შეინარჩუნა საკაცობრიო ღირსების შესაფერისი დისტანცია ადამიანსა და მაიმუნს შორის. მაგრამ მე მაინც შეგეკითხებით: რატომაა ერთ ქვერატში მაიმუნთან ერთად ყოფნა მისაღები, ხოლო ერთ ოჯახში — სამარცხვინო? ან კიდევ, ჩვენთვის კარგადაა ცნობილი ჩეხოვის გმირი, გადამდგარი პორუჩიკი სოფელ ბლინისეღენიდან, რომელიც წერდა თავის მეზობელ მეცნიერს: „თუ ჩვენ მაიმუნისაგან ვიქნებოდით წარმოშობილი, მაშინ რა, ციგნის ბაზარზე გვატარებდნენ?“ ჩვენი ყველა წარმატების (დაწყებული ცეცხლის აღმოჩენითა და დამთავრებული ბირთვული რეაქტორის შექმნით) ღირსება არ დაეცემა, თუ ჩვენ უფრო მეტად ვალიარებთ ნათესაობას მაიმუნთან, ვიდრე ეს იყო დღემდე.

ფ. უნგელსი თავის შესანიშნავ ნაშრომში „შრომის როლი მამუნის ადამიანად გარდაქმნის პროცესში“ ტყუილებრალოდ როდა აღნიშნავდა ხაზგასმით ორფეხზე გამართული სიარულის წარმოშობის მნიშვნელობას, რამაც განაპირობა წინა კიდურების გამონთავისუფლება შრომითი საქმიანობისათვის. როგორ წარმოიშვა ორფეხიანობა?

ამყამად ანთროპოლოგების უმეტესობას მიაჩნია, რომ ადამიანი-სა და ადამიანის მსგავსი მაიმუნების საერთო წინაპრები ცხოვრობდნენ ხეზე და არა მიწაზე. მაგრამ არ იყენენ იმდენად სპეციალიზირებულნი, როგორც თანამედროვე გიბონები. ძველი სამყაროს მამუნებს შორის პრაქტიკულად არ არის ისეთები, რომლებიც არ ჩამოდიოდნენ ხოლმე მიწაზე, თუნდაც ცოტა ხნით. მაიმუნთა საერთო ღეროდან ჩვენსკენ მომავალი ტოტის გამოყოფა მოხდა, ალბათ. არაუგვიანეს ოლიგოცენის ეპოქაში, 28 მილიონი წლის უკან.

ხეზე ცხოვრებამ ადამიანის წინაპრებს კარგი შემკვიდრეობა დაუტოვა. ჩვენი დიდი ანთროპოლოგი ი. როგინსკი აღნიშნავს, რომ ტვინის წონის მაღალი ფარდობითობა გააჩნიათ და უფრო „კუიანები“ არიან ფარფლთათიანები. ვეშაპისნაირები (განსაკუთრებით დელფინები და მაიმუნები). მიზეზი გასაგებია: ამ ჯგუფების წარმომადგენლები ცხოვრობენ სამ განზომილებაში და არა ერთ სიბრტყეზე, როგორც მიწისზედა ძუძუმწოვრები. სამგანზომილებიან სივრცეში სწრაფი გადაადგილებისათვის საჭიროა ნერვული სისტემის საკმარად კარგი განვითარება. მაგალითად, სხეულის წონასთან ფარდობითობით წავის თავის ტვინი მნიშვნელოვნად დიდია, ვიდრე კვერნას ოჯახის სხვა წარმომადგენლების თავის ტვინი.

გარდა ამისა, ტვინის შეფარდებითი წონა მნიშვნელოვნად მაღალი აქვს იმ ცხოველებს, რომლებსაც გააჩნიათ გარემოს „გამოკვლევისათვის“ მომარჯვებული. მოქნილი და მკიდე წინა კიდურები, ან მათი ანალოგი — ხორთუმი (სპილოს უხსოვარ დროიდან დამსახურებულად უწოდებენ ჰკვიან ცხოველს) ან მკიდე კული (აქვთ კოატებს — სამხრეთამერიკულ ობობასებრ მაიმუნებს). ახალი სამყაროს ფართოცხვირიან მაიმუნებს შორის კოატა გამოყოფრება აშკარა „ინტელიგენტად“ — და სწორედ იმიტომ, რომ გააჩნია „მეხუთე ხელა“.

მშრალი კლიმატის პერიოდში ტროპიკული ველების — სავანის სარტყელმა იერიშის მიტანა დაიწყო ტვინიან ტროპიკულ ტყეზე. ადამიანის მსგავს არსებათა ერთი ნაწილი ტყესთან ერთად გადაშენდა,

მეორე ნაწილი კი შეუდგა ახალი ეკოლოგიური ნიშის ათვისებას. მაგრამ, იქნებოდა დიდი შეცდომა, თუ ჩავთვლით, რომ ველის პირობებში ცხოვრების გადასვლა იყო წელგამართული სიარულის მიზეზი. მიწაზე მცხოვრები ყველა თანამედროვე მაიმუნი ოთხფეხიანია (მაგალითად, პაეიანი ან კიდევ ჰუსარი-ანთარი). ჰუსარი ოთხით სვლის დროს ავითარებს საათში 50 კმ სიჩქარეს! ჰუსარი რაა — გორილა მარტო წინა კიდურებზე დაყრდნობით, ადვილად ეწევა სირბილში ადამიანს. ჩვენ არ ვიცნობთ არც ერთ ისეთ ცხოველს, რომელიც ახალ ეკოლოგიურ ზონაში გადასვლის შედეგად გამხდარიყო ორფეხა.

საქმე იმაშია, რომ წელგამართული სიარული, საერთოდ, არის ბიოლოგიური ნონსენსი. ის ენერგეტიკულად სავსებით არახელსაყრელია, ხელს უშლის მაღალი სიჩქარის განვითარებას. გარდა ამისა, ჩვენს წინაპრებში მისმა წარმოქმნამ გამოიწვია დღემდე ძნელად გადასაპრელი წინააღმდეგობანი, რომლებიც მეტ-ნაკლებადაა კომპენსირებული შემდგომი ევოლუციით. ოთხფეხიანებისაგან განსხვავებით, ქალთა მშობიარობა ტანჯვაა. ეს გასაგებია: გავა-საჯდომის იოგები ამაგრებენ მენჯს, რაც აუცილებელია წელგამართული სიარულისათვის. მაგრამ ხელს უშლის გავის ძვლის მოძრაობას, რითაც რთულდება მშობიარობა. ხანგრძლივი დგომა, სიმძიმის ზიდვა ძალზე ღლის ადამიანს. რაც ზოგჯერ იწვევს ბრტყელტერფიანობას და ფეხის ვენების გაგანიერებას. ყველა ოთხფეხიანთა შიგნეულობა აწევა მხოლოდ მუცლის კედელს. ადამიანებში — ერთმანეთს და მენჯს. შეიძლება ამის შედეგი იყოს თიაქარი და ბრმა ნაწლავი, საშვილოსნოს დაწევა და ამოჯარდნა და ა. შ. მოკლედ, ჩვენ ჯერ კიდევ აშკარად ვერ მოვასწარით ბოლომდე შევგუებოდი წელგამართულ სიარულს.

მკითხველი შეიძლება შეგვეპასუხოს: თუ ორფეხიანობა არის ბიოლოგიური ნონსენსი, მაშინ რა მოელის კენგურუს, მიწის კურღლებს და მთელ რიგ სხვა მლრლნელებს? ისინი ნამდვილად მოძრაობენ უკანა ორი კიდურით, მაგრამ, მათი გადაადგილება ხდება არა სიარულით, არამედ ხტომით. ენერგეტიკული თვალსაზრისით ხტომები მეტად ეკონომიურია. მარტო მეზოზოური ეპოქის გიგანტური დინოზავრები დადიოდნენ ორ ფეხზე, მაგრამ მათ გააჩნდათ საყრდენი—ძლიერი კუდი, რაც მათ სხეულს სამფეხას ფორმას აძლევდა.

შეგვიძლია გავაყეთოთ დასკვნა, რომ წელგამართული მოძრაობა გამოწვეული იყო წინა კიდურების სხვა ფუნქციით დასაქმებით.

ფრინველები დადიან ორ ფეხზე იმიტომ. რომ წინა კიდურები და-
კავებულია ფრენისათვის. რით იყო დაკავებული ჩვენი წინაპრების
კიდურები? პასუხი ერთია — იარაღით.

იარაღით საქმიანობის ამდენად ადრეული წარმოშობა პარადოქ-
სად ელერს. თუმცა, გავიხსენოთ იაპონელი მეცნიერი მ. კავაი. რა-
მელიც ერთ-ერთ პატარა კუნძულზე იკვლევდა ანთარის პოპულაციას.
მის თვალწინ შეისწავლეს მაიმუნებმა ბატატის (მრავალწლიანი ბა-
ლახეული მცენარე) რეცხვა. გარდა ამისა, „შეისწავლეს ასევე ქვი-
შაში სპეციალურად ჩაყრილი ხორბლის მარცვლის გარეცხვაც. თ-
დაპირველად ისინი გულმოდგინედ არჩევდნენ თითოეულ მარცვალს
ქვიშიდან. მოგვიანებით დაიწყეს ხორბლის მარცვლიანი ქვიშის მუ-
ჭით ალება და მისი წყალში გავლება. წყალში ქვიშა იძირებოდა.
ხოლო შედარებით მსუბუქი მარცვლები ზემოთ დაცურავდნენ. ახ-
ლა საჭირო იყო წყლის ზედაპირზე მოცურავე მარცვლების მოგრო-
ვება და შექება“. როდესაც წინა კიდურები დაკავებულია, ძალაუწე-
ბურად უნდა იარო ორ ფეხზე, — და ყველაფერი ეს მოხდა ერთი
თაობის მანძილზე.

საგნების იარაღად გამოყენება თავისთავად ჯერ კიდევ არ ნიშ-
ნავს გონივრულ საქმიანობას, ეს მოვლენა საკმაოდ ფართოდ გვხვდე-
ბა ცხოველთა სამყაროში. არა მარტო შინაპანზე, არამედ პაეიანიც
იყენებს დაცვისათვის ქვასა და ჯობს. ჩვენ უკვე გვქონდა საუბარი
მთიულა კოდალას შესახებ, რომელიც კაქტუსის ეკლებს შორის
არსებულ ნაჭდევებს ნისკარტით აწვება და ისე კენკავს მწერებს.
აფრიკული ფასკუნჯი ქვეთ ამსხვრევს სირაქლემას კვერცხებს: ასე-
ვე უსწორდება ზღვის წავი ზღვის ზღარბს. მაგრამ. გარემოსთან
„თამაშში“ მხოლოდ ჩვენმა წინაპრებმა დააყენეს უპრეცედენტოდ
გაბედული ექსპერიმენტი, მთლიანად დაუკავშირა სიცოცხლესა და
გადარჩენის შანსი იარაღის მუდმივ გამოყენებას. მტრისაგან თა-
ვის დასაღწევად ფასკუნჯს შეუძლია გაფრინდეს. ზღვის წავმა
კი ჩაყვინთოს წყალში. რაც შეეხება ჩვენს წინაპრებს, ისინი
იარაღს იყენებდნენ არა მარტო საკვების მოსაპოვებლად, არამედ
თავდაცვისათვისაც.

ჯერი დადგა დავასახელოთ დრო, ადგილი და მოქმედების მო-
ნაწილენი. დრო — არანაკლებ 9 მილიონი წლის უკან: სწორედ ამ
ასაკს აკუთვნებენ კბილს, რომელიც ახლახან იპოვეს კენიის ბარინ-
გოს ტბის მიდამოებში. ადგილი — ეკვატორული და ჩრდილოეთი აფ-
რიკა, შესაძლებელია ხმელთაშუა ზღვის ზონა ან მცირე აზია. მოქ-
მედების მონაწილენი — ავსტრალოპითეკები — მაიმუნადამიანების

უახლოესი თანამედროვენი, რომლებიც, ადვილი შესაძლებელია ამ უკანასკნელის მსხვერპლნი გახდნენ. მათგან განსხვავებით, თანამედროვე ადამიანის მსგავსი მაიმუნები ნაკლებად სპეციალიზირებულნი არიან. ის, რომ ავსტრალოპითეკები იყვნენ ორფეხიანები, საყოველთაოდ აღიარებულია. ამის დამაჯერებელი დასაბუთებაა მენჯის ძელის აგებულება. ავსტრალოპითეკის თავის ტვინის მოცულობა რამდენადმე ქარბობდა გორილას ტვინის მოცულობას (საშუალოდ 500 სმ³), მაგრამ ტანად ისინი იყვნენ ბევრად პატარა — მათი წონა არ უნდა ყოფილიყო 50 კგ-ზე მეტი. ე. ი. ისინი იყვნენ ჩია ტანის არსებანი, უფრო პატარა, ვიდრე თანამედროვე პიგმეები (ჯუჯა კაცი).

ღია ველებზე ორ ფეხზე სიარულმა გამოიწვია მთელი რიგი ცვლილებები. ალბათ, უკვე ამ სტადიაზე დაიწყო თმის საბურველის დაკარგვის პროცესი. დარჯინი ამ პროცესს ხსნიდა სქესობრივი გადაჩვევის მოქმედებით — იმით, რომ ახალ საარსებო პირობებში გადასული პრიმატების მდებარეობითი სქესის ინდივიდები უპირატესობას ანიჭებდნენ უთმო მამლებს. მაგრამ, ჩვენ არ ვიცით და ვერც ვერასდროს გავიგებთ, თუ როგორი იყო პლეისტოცენამდელი ეპოქის მზეთუნახავების მკაცრი გემოვნება. ალბათ, თმის საბურველი, რომელიც საჭირო იყო ტენიანი ტროპიკული ტყეების პირობებში, საზიანო აღმოჩნდა მზით გაცხუნვარებულ, მშრალ სავანებში. როგორც როგანსკი წერს, ადამიანის წინაპარი აღმოჩნდა „თბილ ქურქში“, რომლის გახდა აუცილებელი იყო. გენთა რეცესიული ალელები, რომლებიც იწვევს სხეულზე თმის განუვითარებლობას, გადადიოდა პომოზიგოტურ მდგომარეობაში და ნარჩუნდებოდა ბუნებრივი გადაჩვევით, ხოლო თმიანი ჰეტეროზიგოტები, გადახურების გამო სწრაფი სიბილის უნარს მოკლებულნი, ინელებოდა ხმლისებრკბილიანი ვეფხების კუქში. უკანონო იყო ამ პროცესის ესთეტიკურა ეფექტი.

ავსტრალოპითეკებს ეშვი ბევრად უფრო პატარა ჰქონდათ, ვიდრე ადამიანის მსგავსი მაიმუნებს და მათ არ შეეძლოთ გამოეყენებინათ ის იარაღად, რაც ერთხელ კიდევ ადასტურებს მათ მიერ საგნების იარაღად გამოყენებას.

რა იარაღებით სარგებლობდა ადამიანის წინაპარი? ავსტრალოპითეკების პირველმა აღმომჩენმა რ. დარტმა მათი ნამარხების ფენაში იპოვა ძვლები შენგრეული ნაჩვრეტებით (ჩვეულებრივ მარცხენა საფეთქლის ნაწილში, რაც იმაზე მეტყველებს, რომ დარტყმა ხდებოდა მარჯვენა ხელით), პავიანების თავის ქალა და იქვე —

მსხვილი ჩლიქოსნების ბარძაყის ძელები, რომელთა ბოლოები გაბრტყელებული იყო. დარტი ვარაუდობდა, რომ ავსტრალიაში მცხოვრები ძირითადი იარაღები დაუმუშავებელი (ამას განსაკუთრებით გაუსვიათ ხაზი) ქვებისა და ჯოხების გარდა უნდა ყოფილიყო მსხვილი ძელები, ყბები და ანტილოპის რქები. უფრო მეტი, ავსტრალიაში გვამთან ერთად, რომელსაც პრომეთურა დაარქვეს (ტიტანი პრომეთეს პატივსაცემად, რომელმაც ხალხს ცეცხლი მისცა), მან იპოვა ცეცხლის ნაკვალევიც. იმის დაჭერება, რომ ჩვენი წინაპრები უკვე ამ სტადიაზე იყენებდნენ ცეცხლს, ძნელია, მაგრამ როგორც ანთროპოლოგი ს. სემიონოვი მიუთითებს, უმაღლეს მაიმუნებს ცეცხლის არ ეშინიათ. ერთ-ერთ ექსპერიმენტში შიმპანზე აღმოკიდებული რგოლიდან იღებდა ხილს და თუ ხელზე თმას მოეკიდებოდა ცეცხლი, ის მშვიდად აქრობდა მას შეორე ხელით.

მართალია, პრომეთურა ავსტრალიაში ცხოვრობდა მოგვიანო ეპოქაში, მაშინ, როცა უკვე არსებობდნენ არხანოთროპები, მაგრამ გამორიცხული არ არის იმის შესაძლებლობა, რომ „გარღვევა გონიერებისაკენ“ ხორციელდებოდა ევოლუციის რამდენიმე შტოთი და ჩვენს უშუალო წინაპრებს უბრალოდ სხვებზე უფრო გაუმართლდათ. იმ შტოს ხაზი, რომელიც ჩვენით დაგვირგვინდა, ევოლუციონირებოდა სხვებზე უფრო სწრაფად, მან დათქვნილი დანარჩენები. რომ არ ყოფილიყო ადამიანის უშუალო წინაპრების მხრივ კონკურენცია, პრომეთე-ავსტრალიაში ბოლო და ბოლოს შევიწლო გამხდარიყო გონიერი არსება.

შეიძლება თუ არა ავსტრალიაში ჩავთვალოთ ადამიანად? ამ კითხვას საჭიროა ვუპასუხოთ უარყოფითად. ისინი თვითონ არ აცხადებდნენ იარაღს, არამედ სარგებლობდნენ ბუნებაში არსებული შესაფერისი საგნებით. გონიერი არსების შრომითი საქმიანობა არის შრომის იარაღების გაკეთება არა ბუნებრივი ორგანოებით — კბილებით და თითებით, არამედ სხვა საგნებით. შიმპანზესათვის შეუძლებელია ასეთი ამოცანის გადაჭრა.

და მაინც სწორედ „ავსტრალიაში მცხოვრებების სტადიაზე“ წარმოიქმნა ყველა იმ მიღწევათა ჩანასახი, რომელსაც ჩვენ ვთვლით საკუთრად. პირველ რიგში შეიარაღებული კოლექტიური საქმიანობა, რომლის შემდგომმა განვითარებამ გამოიწვია მაიმუნთა ჯოგის გარდაქმნა ადამიანთა პრიმიტიულ საზოგადოებად. უეჭველია, ანტილოპის მსგავსი მსხვილი ცხოველის მოკვლა ან ხმლისებრკბილავეფხისაგან თავის დაღწევა შეიძლებოდა მხოლოდ ერთობლივი მოქმედებით. ამის გარდა, ავსტრალიაში მცხოვრების ჯოგი, ბუნებრივია, სა-

პირობდა მის წევრებს შორის ინფორმაციის ურთიერთგაცვლას. ასე უნდა წარმოქმნილიყო მეორე სიგნალური სისტემა — ენა.

მრავალი ცდა, შიშპანზესათვის შეესწავლათ სიტყვის გამოთქმა, წარმატებით არ დამთავრებულა, შეაძლება იმიტომ. რომ მაიმუნის ხორხი ამისათვის მოუხერხებელია. მაიმუნები გამოსცემენ მათთვის დამახასიათებელ ხმებს ჩასუნთქვით და არა ამოსუნთქვით, როგორც ამას ჩვენ ვაკეთებთ. ამ ბოლო დროს გამოჩნდა სენსაციური ცნობა შიშპანზეს მხრივ ყრუმუნჯთა „ანბანის“ წარმატებით ათვისების შესახებ. თუ ეს დამტკიცდა, ეს იმას ნიშნავს, რომ ჩვენს სავსებით უძველეს წინაპრებში უკვე არსებობდა აბსტრაქციისაკენ გადახრის ჩანასახი და ზოგიერთ ავსტრალოპითეკს შეიძლება ჰქონოდა ენის მსგავსი რამ. თუნდაც უაღრესად პრიმიტიული.

მე შეგნებით ვამბობ ავსტრალოპითეკებს მრავლობით რიცხვში: ისინი, უთუოდ იყვნენ რამდენიმე სახეობის, თუ არა გვარის. სამხრეთამერიკული პალეონტოლოგის რ. ბრუმის მიერ აღწერილი პარანთროპი იყო აშკარად ბალახისმჭამელი ფორმა, გააჩნდა ძლიერი უკანა კბილები, რომლებიც ვაცვეთილი იყო უხეში მცენარეულობით კვების გამო. პარანთროპს (ახლა მას ხშირად უწოდებენ ძლიერ ავსტრალოპითეკს), როგორც ჩანს, არ გამოუყენებია იარაღი. ეს შტო გადაიხარა გაადამიანების გენერალური მიმართულებიდან. სიცოცხლის რაგვარობით ბალახისმჭამელი ავსტრალოპითეკი მოგვაგონებს თანამედროვე გორილას. მათთან ერთად ერთდროულად არსებობდნენ, აგრეთვე: ყველაფრისმჭამელი მტაცებლური ფორმები. წელგამართული მოსიარულე მაიმუნთა ევოლუცია მიმდინარეობდა რამდენიმე გზით — ერთ-ერთ იმათთაგანზე, დაახლოებით 3 მილიონი წლის უკან, შეიქმნა პირველი ქვის იარაღი.

ადამიანები და ცხოველები

სტენლი კუბრიკის შესანიშნავ ფილმში „კოსმოსური ოდისეა“, მოცემულია კაცობრიობის ევოლუციის იშვიათი გენიალური გამოსახულება. მაიმუნადამიანი შესტყერის ძვალს, რომლითაც ეს-ესაა მოჰკლა მტერი, უტბად ის შეიგნებს, რომ ეს არის იარაღი. ის აღფრთოვანებული აისვრის ძვალს მაღლა, რომელიც იწყებს ფრენას და გარდაიქმნება კოსმოსურ ხომალდად. ჩვენ გადავიღვართ ახალი წელთაღრიცხვის 2001 წელში.

ყველაფერი ეს ძალზე შთამბეჭდავი და ლამაზია, თუმცა არც თუ ისე ზუსტი. ადამიანი საწყისს იღებს იარაღის გაკეთებიდან და

არა რალაც საგნების გამოყენებიდან. გავიხსენოთ ფ. ენგელსის სიტყვა: „არც ერთი მაიმუნის ხელს არ შეუქმნია არასდროს თუნდაც სავსებით უხეში ქვის დანა“¹. ამიტომ გონიერების განვითარების მიჯნად უნდა მივიჩნიოთ მიწის ფენებში ქვის იარაღების გამოვლენა (ხე შრეებში არ ნარჩუნდება). ყველაზე უძველეს. ყველაზე პრიმიტიულ იარაღს დიდი ხანია ეძებენ და ეოლიტების (აისის ქვები, ესე იგი გონების აისი) სახელიც დაარქვეს მას ჯერ კიდევ მანამ, სანამ იპოვიდნენ. აბატ ბურჟუა ჯერ კიდევ 1863 წელს ამტკიცებდა, რომ მათ მიერ ოლიგოცენურ ფენებში ნაპოვნი კაჟი. დამუშავებულია ადამიანის მიერ. მაგრამ შემდეგ აღმოჩნდა, რომ ეოლიტები „დაამუშავა“ გამდინარე წყალმა და მისაღმი გატაცება არარაობას დაემთხვა.

სულ სხვა საქმეა ეგრეთ წოდებული „კენჭუნაროვანი“ კულტურა, რომელთა ნაკვალევი აღმოჩენილ იქნა აფრიკაში ჩვენი საუკუნის 20-იან წლებში. ესაა კვარცის ან ლავას კენჭები, რასაკვირველია, დამუშავებული მახვილი კუთხის ამონატეხებით და გაკეთებული მჭრელ ან მჩეხავ იარაღად. მას ახასიათებს სამი თავისებურება:

1. არაჩვეულებრივი პრიმიტიულობა; მასთან შედარებით არხანთროპების ხელის საჩეხი მოგვეჩვენება უმაღლეს სრულქმნილებად;

2. ნაირგვარობა, განმეორებადი ფორმების გამოკრიცხულობა. ზოგიერთი თითქოს ერთხელ ხმარების შემდეგ გადაუგდიათ;

3. ფენომენალური სიძველე — ასაკით პირველი იმათთაგანი (ჯერჯერობით პირველი) აღმოჩენილია რუდოლფის ტბის რაიონში მდებარე შრეებში, დალექილი ორ ნახევარზე მეტი მილიონი წლის უკან. ეს იარაღი ხუთჯერ უხნესია არხანთროპების იარაღზე.

ვინ გააკეთა ეს იარაღი? მხოლოდ ამ ბოლო დროს მივიღეთ პასუხი ამ კითხვაზე! შედარებით უფრო ფართოდაა ცნობილი ოლდოვანური „კენჭოვანი“ კულტურა, ასეთნაირად წოდებული აღმოჩენის ადგილის — ოლდოვანის ხეობის (ტანზანია) მიხედვით. ცნობილმა ინგლისელმა ანთროპოლოგმა ლუის ლიკმა მრავალწლიანი გათხრების შედეგად 1959 წელს შრეში. რომლის ასაკი იყო 1,75 მილიონი წელი, აღმოაჩინა „კენჭოვანი“ იარაღი და არსების ნეშტი, რომელსაც უწოდეს ზინჯანთროპი (ზინჯ — აფრიკას ნიშნავს არაბულად, ანთროპოს — ადამიანი). ზინჯანთროპის თავის ქა-

¹ Фридрих Энгельс, Диалектика природы, М., Политиздат, 1969. с. 145.

ლა პრიმიტიული იყო და მისი მოცულობა ცოტათი განსხვავდებოდა ჩვეულებრივი ავსტრალოპითეკის ნაირებისაგან (530 სმ³). განცვიფრებას იწვევდა ძალზე დიდი უკანა კბილები (ლიკმა თავის მონაპოვარს „მაკნატუნა“ უწოდა) და არაჩვეულებრივად განვითარებული ღაწვის ძვალი.

ათი წლის შემდეგ ლუის ლიკის შვილმა რიჩარდ ლიკმა რუდოლფის ტბის რაიონში იპოვა ზინჯანთროპის ძალზე მსგავსი არსება, თანაც 800—900 წელზე უფრო უხნესი ასაკის. მანდვე იქნა ნაპოვნი იმავე ასაკის ბაზალტის მჭრელი ნამსხვრევები. მაგრამ მას უკვე არავინ აკუთვნებდა ზინჯანთროპს — ის აღმოჩნდა საშუალო ავსტრალოპითეკი.

ზინჯანთროპის აღმოჩენის ერთი წლის შემდეგ ლუის ლიკმა იმავე ოლდოვანის ხეობაში, უფრო უხნესი, დაახლოებით ორი მილიონი წლის ასაკის შრეში იპოვა არსების ნეშტი, რომელიც თავის ქალის მოცულობისა და კიდურების აგებულებით ბევრად უფრო პროგრესული იყო. თავდაპირველად მას უწოდეს პრეზინჯანთროპი, მაგრამ შემდეგ გადაიყვანეს გომო გაბილისის გვარში, ესე იგი აუმაღლეს რანგი. მას ეკუთვნის, ალბათ, „კენჯნაროვან“ კულტურათა ნაწარმი. თუ ეს ასეა, მაშინ გაბილისის რუდოლფის ტბასთან იარაღი გაუკეთებია 2,6 მილიონი წლის უკან, თუ ადრე არა.

ამით ადამიანის ასაკი მნიშვნელოვნად გაიზარდა. უძველესი არხანთროპების ასაკი მხოლოდ 700 ათასი წელია, ხოლო გაბილისი სამჯერ უფრო უხნესია. ადამიანის ევოლუციის ტემპის აუცილებლობის საკითხი, ასეთ შემთხვევაში, მეტნაკლებად მისაღები ხდება, რაც გამონაკლისი არ უნდა იყოს სხვა ძუძუმწოვრებისთვისაც. მაგალითად, დათვი მეოთხეულ პერიოდში ევოლუციონირებოდა ბევრად უფრო სწრაფად.

ლ. ლიკმა ფ. დარტის მოწაფისა და მემკვიდრის ფ. ტობაისა და ჯ. ნეიპირთან ერთად გამოიკვლია ჰაბილისის ქვედა ყბის ნაწილი, ორი თხემის ძვალი, მტევანი, ტერფისა და ლაეიწის ძვალი — ყველაფერი ის, რაც ზისგან დარჩა. ისე როგორც ავსტრალოპითეკი, გაბილისიც წელგამართულად მოსიარულე არსება იყო და გააჩნდა ისეთი ორიგინალური ხელები, რომლებშიც საოცრად იყო შეხამებული მაიმუნისა და ადამიანის ნიშან-თვისებები. ამავე დროს, გაბილისის თავის ტვინის მოცულობა მნიშვნელოვნად მეტი იყო (დაახლოებით 100 სმ³-ით), ვიდრე საშუალო ავსტრალოპითეკის (652 სმ³).

1973 წელს მთელ მსოფლიოს გადაუქროლა საოცარმა სენსაციამ: უმცროსმა ლიკმა რუდოლფის ტბასთან იპოვა ბაზალტის იარა-

დის შემქმნელის ნეშტი, რომელიც ახლოა გაბილისთან! ყველაზე უძველესი მაიმუნადამაინების ასაკი განსაზღვრულ იქნა 2,9 მილიონი წლით. ეს ოთხჯერ უფრო მეტია იაენის მაიმუნადამაინების ასაკზე! მაგრამ, როგორც დარვინი წერდა, პალეონტოლოგიაში შეიძლება ენდო მხოლოდ დადებით მონაცემებს. ლიკის მონაპოვარი მეტყველებს „ადამიანის გვარის“ თითქმის სამი მილიონი წლის ასაკზე, მაგრამ სადაა გარანტია, რომ რუდოლფის ტბის გაბილისები იყვნენ პირველნი? დარვინის თანახმად, ადამიანის ფესვებს ჩვენ უფრო და უფრო აშკარად მივყავართ მესამე პერიოდისაკენ².

სამეცნიერო ლიტერატურაში ჰაბილისის თაობაზე წარმოიშვა გაცხარებული დისკუსია. ისინი ადამიანები არიან თუ ცხოველები? ამ საკითხზე, ისე როგორც ცნობილი ფრანგი მწერლის ვერკორის რომანშია აღწერილი, ერთმანეთს შეეჯახნენ ურთიერთსაწინააღმდეგო აზრები. ცნობისმოყვარე მკითხველს შეუძლია გაეცნოს ასეთი დისკუსიის მაგალითს ჟურნალ „პარიზში“ 1973 წ. № 2. მანდვე, ანგარიშით 5:2 „გაიმარჯვეს“ გაბილისის ადამიანური ბუნების მომხრეებმა. სამწუხაროდ, მეცნიერებაში კენჭის ყრით არ წყდება პრობლემები. თუმცა ანალოგიური კაზუსი ანთროპოლოგიაში იყო: 1895 წელს ლეიდენის კონგრესზე კენჭის ყრით სწყვეტდნენ თუ რას მიკუთვნებოდა პითეკანთობი.

თქმა არ უნდა, რომ პირველ ადამიანად ჰაბილისის სასარგებლოდ დამამტკიცებელი საბუთები ბევრად უფრო საფუძვლიანია. ის არა მარტო იყენებდა იარაღს, როგორც ავსტრალოპითეკი, არამედ თვითონ ამზადებდა მას (გაიხსენეთ ენგელის სიტყვა). გაბილისის „ადამიანის გვარში“ გაერთიანების მოწინააღმდეგენი მიუთითებენ ავსტრალოპითეკთან მის ძალიან დიდი მსგავსებას, ტვინის მოცულობის სიმცირეს. კერძოდ, ისინი ამბობენ, რომ ავსტრალოპითეკების ტვინს გააჩნდა სწორი სფეროსებრი ზედაპირი (თავის ქალას შიდა მხარეს არ არის თხემისა და შუბლის წილობრივი ანაბეჭდი). თუმცა გაბილისის თავის ქალამ ჩვენამდე მოაღწია ძალზე ფრაგმენტული მდგომარეობით და ამიტომ, არ შეიძლება ავსტრალოპითეკების უკეთესად შემონახულ თავის ქალასთან მისი შედარება, გამოწვეულ კამათში მისი დამამტკიცებელ საბუთად გამოყენება (მაშინ ჩვენ ავტომატურად მივალთ იმ დასკვნამდე, რომ

² ამასთანავე, ამ ბოლო დროს გამოირკვა, რომ რუდოლფის ტბის „ადამიანი“ ბევრად უფრო სრულყოფილია ოლდოვანისაზე (ტვინის მოცულობა 800 სმ³), ხოლო თავის ქალას აგებულების მიხედვით ის უფრო ადამიანების მსგავსია, ვიდრე ნეანდერტალელი.

გაბილისი არ არის ადამიანი). ავსტრალიკობიეები, კერძოდ ზინჯან-თროპი, როგორც ჩანს, გაბილისისათვის ნადავლს წარმოადგენდა და ბოლოს და ბოლოს მის მიერვე შევიწროებულ იქნა აფრიკის სამხრეთ რაიონებში, სადაც ცხოვრობდნენ არხანთროპების გამოჩენამდე.

შეიძლება ისინი ცხოვრობდნენ თანამედროვე ადამიანების გამოჩენამდე? სამხრეთ აფრიკის მოსახლეობათა შორის დღემდე არსებობს ლეგენდები მასზედ, რომ მთის ყველაზე უძველეს ტყეებში ცხოვრობენ საოცრად წითური კაცუნები — აგოგვე. ზოგიერთი მონადირე ფიქტულობს კიდევ, რომ ნახეს ისინი. მათი აღწერით აგოგვე საოცრად ჰგავს ავსტრალიკობიეს, რომლის გარეგნობის აღდგენა შეიძლება ნეშტის ჩონჩხის აღნაგობის საშუალებით (რა თქმა უნდა თმის ფერის გარდა).

რა მოხდა პაბილისის შემდეგ? როდის და სად წარმოიქმნენ იავანისა და ჩინური ტიპის მაიმუნადადამიანები — არხანთროპები? 1961 წელს ფრანგმა პალეონტოლოგმა ივ კოპენმა ჩადის რესპუბლიკის ჩრდილოეთის ტიპის დანალექებში აღმოაჩინა უცნაური პრიმატის თავის ქალას ფრაგმენტი, რომელსაც მან პირველად დაარქვა ცოქმრის ჩადანთროპი (თავისი მეუღლის ფრანცუაზა კოპენის საპატივცემულოდ, რომელმაც ძვალი იპოვა). სიტყვამ მოიტანა და, ზონჯან-თროპიკ ასევე აღმოაჩინა ლუის ლიკის მეუღლემ — მერი ლიკმა (მაგრამ, უფრო პრაქტიკულმა ლიკებმა თავიანთ ნადავლს მეცენატი ბოსისს, ექსპედიციის დამაფინანსებლის სახელი დაარქვეს). როგორც ჩანს ანთროპოლოგებისათვის სასარგებლოა ცოლის თან წაყვანა ექსპედიციაში.

მაგრამ, საკმარისი არ არის ნადავლისათვის მართო სახელწოდება — საჭიროა მისი ადგილის განსაზღვრა სისტემაში. კოპენი დიდხანს ორქოფობდა ჩაეთვალა ჩადანთროპი პროგრესულ უკანასკნელ ავსტრალიკობიეკად თუ პრიმიტიულ პირველ პითეკანთროპად. ბოლოს და ბოლოს ის მივიდა სოლომონისებრ გადაწყვეტილებამდე — გამოაცხადა იგი არხანთროპებსა და ავსტრალიკობიეებს შორის მდგომ შუალედურ რგოლად. ეს შეუძლია დაასაბუთოს მხოლოდ შემდგომმა, უფრო სრულყოფილ ნამარხთა მონაპოვარმა. მაგრამ დღეს უკვე ცნობილია, რომ იავანის ტიპის ადამიანის მსგავსი მაიმუნები ცხოვრობდნენ აფრიკაშიც — ტელანთროპი სამხრეთში და ატლანთროპი ჩრდილოეთში: რაც შეეხება ოლდოვაის პითეკანთროპს, ის ნაპოვნი იქნა იმავი ხეობაში, სადაც ზინჯანთროპი და გაბილისი, მაგრამ მილიონი წლით უფრო ახალგაზრდა შრეებში. სა-

ვარაუდოა, რომ ისინი იყვნენ უძველესი აზიური მაიმუნადამიანების თანამედროვენი.

ხომ არ არის დრო დავუბრუნდეთ დარვინის აზრს ადამიანის აფრიკული წარმოშობის შესახებ. როგორც ჩანს, ასეც იქნება — თუ აფრიკის კონტინენტზე ნაპოვნი იქნა აზიურზე უფრო უხნესი პითეკანთროპის ნეშტი. ამაზე მითითება უკვე არსებობს.

ამრიგად, დარვინი (მერამდენიმეჯერ) კეშმარიტებასთან უფრო ახლოა, ვიდრე მისი მიმდევრები. ადამიანთა გვარეულობა, ალბათ, აფრიკული წარმოშობისაა და ბევრად უფრო უხნესია, ვიდრე ითვლებოდა ადრე. როგორც ჩანს, სამართლიანია დარვინის მტკიცება გადარჩევაზე, როგორც „გაადამიანების“ მიზეზზე. მართლაც რა იყო ავსტრალოპითეკის გაბილისისაკენ და გაბილისის პითეკანთროპისაკენ ევოლუციის მამოძრავებელი ძალა? არა მგონია შევცდეთ, თუ ჩვენ ვაღიარებთ, რომ ეს იყო ინდივიდთა მკაცრი გადარჩევა ხელისა და ტვინის უკეთ ფლობის უნარზე, შეიარაღებულობის როლის ზრდაზე, გონიერ საქმიანობაზე, გადარჩევა მაიმუნთა ჯოგის გარდასაქმნელად პრიმიტიულ ადამიანთა საზოგადოებად. არსებობისათვის ბრძოლას შეიძლება ჰქონოდა სხვადასხვა ფორმები. პოპულაციები, რომლებიც უკეთესად აკეთებდნენ იარაღს და უფრო უკეთ იყენებდნენ მას, ავიწროებდნენ განვითარებით ჩამორჩენილებს. განსაკუთრებით გამრავლებისათვის არახელსაყრელ რაიონებში.

ი ევოლუცია და დედა

როგორც ფ. ენგელსი წერდა, „...ადამიანს არ შეეძლო ქცეულ-იყო ადამიანად ხორცილ კვების გარეშე, და თუ საკვებად ხორცის გამოყენებამ ჩვენთვის ცნობილ ხალხებში ამა თუ იმ დროს გამოიწვია თუნდაც კაციკამობა... ჩვენ ამასთან უკვე არავითარი საქმე არა გვაქვს“³.

ენგელსის მტკიცება რამდენადმე პარადოქსულად ელერს და შეიძლება გამოიწვიოს დადანაშაულება ლამარკიზმში. ამასთანავე. ჩვენ ვიცით მთელი რიგი ხალხებისა, რომლებიც პრაქტიკულად მართო ხორცილ იკვებება (ესკიმოსები) და ისეთებიც, რომლებიც ცხოვრობენ მკაცრ ვეგეტარიანულ დიეტაზე (ინდუსები). ერთიც და მეორეც მიეკუთვნება ერთსა და იმავე სახეობას და გონებრივი უნა-

³ Фридрих Энгельс, Диалектика природы, М., Политиздат, 1969, с. 150.

რიანობაც ერთნაირი აქვთ. ენგელსი გადაჭარბებულად ხომ არ აფა-
ლებდა საკვებს, რითაა ის საყურადღებო?

არა, საქმის ვითარება ბევრად უფრო რთულია. ენგელსმა, ბევ-
რად უფრო ინტუიციით, მაგრამ აბსოლუტურად სწორად შენიშნა
ხორცის მნიშვნელობა.

ახლა ჩვენ ვიცით, ის, რაც არ იცოდნენ XIX საუკუნეში: ადა-
მიანს, ისე როგორც სხვა ძუძუმწოვრებს, ესაჭიროება შეუცვლელი
ამინომეავეები, რომელთა სინთეზირება მის ორგანიზმს არ შეუძლია
(მაგალითად, ლიზინი). მცენარეული წარმოშობის საკვებში შეუც-
ვლელი ამინომეავეების შემცველობა ოპტიმალურისაგან ბევრად
ნაკლებია. იმისათვის, რომ მივალთ აუცილებელი ნორმა, საჭიროა
შევკვამთ ძალიან ბევრი მცენარე. ველურ, გაუკულტურებულ მცე-
ნარეებში (ჩვენ აქ საუბარი არა გვაქვს, მაგალითად, პარკოსანთა ნა-
ყოფებზე, რომლებიც მდიდარია ცილით) შეუცვლელი ამინომეავე-
ბი ძალიან ცოტაა. ასე რომ, მთელი სიცოცხლე ჭამას მოხმარდება
და სხვა რამისათვის დრო აღარ დარჩება.

რომ ეს ასეა, ამას ამტკიცებს ამერიკელი ზოოლოგიის გ. შა-
ლერის ბრწყინვალე გამოკვლევა. გ. შალერი 20 თვე აკვირდებოდა
აფრიკის მთის ტენიან ტყეებში მთის გორილას, ხედებოდა მათ ყო-
ველ დღე და ჯოგში თითოეულ ინდივიდს სცნობდა საჭით (მოხერ-
ხებულობისათვის ის მათ არქმევდა სახელებს: ჭი-ჭი, პაპაშა, ჭლანია).
ასეთ მუშაობას გმირობის გარდა არ შეიძლება სხვა ეწოდოს — მის
გამოკვლევამდე გორილას სთვლიდნენ ყოველივე სიცუდის, სასტიკი
ქცევის არსებად. სინამდვილეში ისინი აღმოჩნდნენ სავსებით დინჯი
და ცნობისმოყვარენი. გლეხების შემდეგ, ისინი ნელ-ნელა იწყებ-
დნენ ყოველგვარი ბალახეულის — ბამბუკის ნორჩი ყლორტებისა
და ჭიქარის, ჯვაროსნებისა და ენდრონიკების (ასზე მეტი სახეობის
მცენარის) ჭამას წარმოუდგენლად უზომო რაოდენობით. ფრინველის
კვერცხებს, ბარტყებსა და წვრილ ცხოველებს ისინი არასოდეს არ
ეხებოდნენ (თუმცა, გაჭირვების შემთხვევაში მათ შეუძლიათ ხორ-
ცის ჭამაც). თავიანთი ვებერთელა მუცლის ამოვსების შემდეგ ისინი
მართავენ „მკვდარ საათს“ და შემდეგ ისევ იწყებდნენ ჭამას, ლა-
მე მშიერი რომ არ დარჩენილიყვნენ.

ასეთი ცხოვრება აშკარად არ უწყობს ხელს გონების განვითა-
რებას. სულ სხვაა შიმპანზე. ისინი ძირითადად იკვებებიან უფრო
კალორიული ნაყოფებით და შემთხვევის დროს ნამდვილი მტაცებ-
ლები აღმოჩნდებიან ხოლმე. შალერი აღწერს საშინელ შემთხვევას,
როდესაც შიმპანზემ ტყეში მიმავალ ზანგ ქალს გამოსტაცა ბავშვი

და მოჰკლა იგი. თუ ტყის შიმპანზე კმაყოფილდება ხის ნაყოფების, ყვავილების, ფოთლებისა და ლოკოკინებისაგან შემდგარი მენიუთი, გამეჩხერებული და სავანებში გარდაშავალი ტყის შიმპანზე, მისგან განსხვავებით, შეუღარებლად უფრო აგრესიულია. ხელკეტებით შეიარაღებულნი, ისინი ლეოპარდსაც თავს ესხმიან. ასეთი ცხოვრება მნიშვნელოვნად უფრო მეტ თავისუფალ დროს უტოვებს შიმპანზეს — ისინი ვერ იტანენ მთელი დღე მცირე კალორიან მცენარეულ საღებავს, ხოლო გარეულ ფრინველზე ნადირობა ასტიმულირებს გადარჩევას საზრიალობაზე.

ჩვენ გუდოლი, რომელმაც შიმპანზეს შესწავლისათვის იმდენივე გააკეთა, რაც შალერმა გორილასათვის, არაერთხელ დაკვირვებით თუ როგორ ჰკლავდა და ჰამდა შიმპანზე გარეული ღორის გოჭებს, ახალგაზრდა ანტილოპებს და სხვა სახეობის მაიმუნებს, თანაც ზოგჯერ არც თუ ისე უწყინარებს, ისეთებს, როგორცაა პავიანი.

ნანადირვეის გაყოფის დროს დაეწვია მკაცრი რიტუალი: პირველი მიირთმევს მამალი მაიმუნი, მისი მომპოვებელი, მიუხედავად იმისა, იკავებს თუ არა იგი ჯოგის იერარქიაში პირველ ადგილს, როდესაც ის გაძღება, მხოლოდ ამის შემდეგ იწყება გაყოფა, რასაც თან ახლავს გააფთრებული ბრძოლა. საყურადღებოა, რომ იმ დროს, როდესაც შიმპანზეს სთვლიდნენ უწყინარ, ნაყოფისმკვამელ არსებად, რომელიც ზოგჯერ თუ გადაახალისებდა დიეტას ბარტყებით, ტარზანის შესახებ ურიცხვ ხელოსნურ ნაყოფობათა აქტორმა, ბეროუზმა სავსებით ზუსტად აღწერა მსგავსი სცენა. მწერლის ინტუიცია ზოგჯერ უფრო ახლო აღმოჩნდება ხოლმე ქეშმარიტებასთან, ვიდრე მეცნიერის ლოგიკური გამოთვლა — მოგვიანებით ჩვენ ერთხელ კიდევ დავრწმუნდებით ამაში.

ავსტრალიოპითეკები, შეიარაღებულნი ხელკეტებით, ძვლებით და ანტილოპის რქებით, ალბათ, ბევრად უფრო მტაცებლები იყვნენ, ვიდრე შიმპანზე. მაგრამ, მათგან გამოცალკევებული გაბილისი, თავისი კაყოვანი იარაღებით, მათთვის საშიში მოწინააღმდეგე აღმოჩნდა. უთუოდ, ამ სტადიაზე წარმოიქმნა კანიბალიზმი, რომელიც შავ ლაქად მოსდევს კაცობრიობის მთელ ისტორიას.

პეკინის ახლო მდებარე ჩოუ კო უდიანის გამოქვაბულებში იპოვეს ჩინური მაიმუნადამიანის სინანთროპის ნამსხვრევებად ქცეული ნეშტი — იმავე ნახშირიან და ცარციან შრეში, რომელშიც ნაპოვნი იქნა ცხოველთა უღმერთოდ დახეთქილი ძვლები. თავის ქალაზე შემორჩენილია ქვის ხელსაწყოს ნაკვალევი — მას ხლეჩდნენ, რომ ტვინი ამოეღოთ. სინანთროპი, უთუოდ ნადირობდა სხვა ჯოგის

თავისივე მსგავს ინდივიდებზე, ისე რომ, ის არ ანსხვავებდა მათ სხვა ცხოველებისაგან. ეს იყო მკაცრი ბრძოლა არსებობისათვის.

აფრიკული პითეკანთროპი — ტალანთროპი, რ. ბრუმისა და დ. რობინსონის მიერ აღმოჩენილი სვორტკანსის (სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკა) გამოქვამულში, როგორც ჩანს, მუსრს ავლებდა განვითარებით მათზე უფრო ჩამორჩენილ ავსტრალოპითეკებს და თავისივე წინამორბედებს — ჰაბილისს.

ნეანდერტალელი დროის პალეონთროპები ბევრისათვის კარგადაა ცნობილი თუნდაც სკოლიდან. მათ ნეშტებში შეიმჩნევა კაციკაშიობის აშკარა მტკიცებანი (80—100 ათასი წლის უკან ერინგსდორფის, ფონტეშევადის და კრაპანას სადგომები).

თანამედროვე ტიპის ადამიანი — ჰომო საპიენსი — ასევე იყო კაციკაშია არც თუ ისე დიდი ხნის უკან. ბარდებოდა რა წარსულს, კანიბალიზმი ასე თუ ისე მაინც დიდხანს რჩებოდა კაცობრიობის ყველაზე კონსერვატიულ ინსტიტუტებში — რელიგიურ წეს-ჩვეულებებში.

მიაჩნდათ, რომ მტრის მჭამელი იმემკვიდრებდა მის სიმამაცეს, ძალასა და ჭკუას (ჩვეულება, მკვდრეთით აღდგენილი იაპონელი სამურაიაემების მიერ მეორე მსოფლიო ომის დროს). ახალ გენეაში, ფორეს ტომით დასახლებულ რაიონში ჯერ კიდევ 1953—1957 წლებში სიკვდილიანობის ნახევარი მოდიოდა ეგრეთ წოდებულ დაავადება „ხარხარით სიკვდილზე“, გამოწვეული ვირუსით, რომელიც აზიანებდა ნერვულ სისტემას. აღმოჩნდა, რომ პაპუასეები ამ დაავადებით ავადდებოდნენ ალაპის გადახდის მიზნით მკვდარი ნათესაეების გვამის ჭამის შედეგად. ფორეს ტომში, ყოველ შემთხვევაში, 1966 წლამდე ზნე-ჩვეულება იყო შეეჭამათ ახლობლების გვამი, ისე როგორც ამას აკეთებდა ანტიკური დროის მასაგეტების ტომები (და როგორც ენგელსი წერდა, ბერლინელთა წინაპრები — ველეტაბები და ვილციები)⁴.

გვსურს თუ არა მაინც უნდა ვალიაოთ, რომ ბრძოლა მაიმუნადამიანთა ჯოგებს შორის და პირველყოფილ ადამიანთა თემებს შორის იყო ნაირგვაროვანი და ზოგჯერ ყველაზე სასტიკ ფორმასაც იღებდა. მე მაინც მიმაჩნია, რომ სტანისლაე ლემი (დიდი ფილოსოფოსი, რომელსაც შეეცდომით სთვლიდნენ მწერალ-ფანტასტიკოსად,

⁴ უხსოვარი დროიდან ცნობილმა მსგავსმა ფაქტებმა გამოიწვია ანატოლ ფრანსის გესლიანი მასხრობა მასზედ, რომ ველურები აჩქარებდნენ პროგრესს: ჩვენ კი ექვნიით რა აკადემიებს, ვამუხრუქებთ მათ. ფრანსი ამ შემთხვევაში რომ მართალი არ იყო, ამაში შემდგომში დაერწმუნდებით.

ისევე როგორც სატირიკოს სვაფტს) გატაცებაში ეფლობა, როცა კანიზალიზმს სთვლის ადამიანის ჩამოყალიბების აუცილებელ პირობად („კაციკამობამ აქცია ადამიანი ხალხად“). აქ მსჯელობის არსი დაახლოებით ასეთია: მცენარის ქამა არ ასტიმულირებს გადარჩევას მოქნილობაზე, აზრიანობაზე, იარალის უკეთ გაკეთებასა და გამოყენებაზე. ნადირობა საშიშ და აზრიან ნადირზე იყო პროგრესის ძალა — რა შეიძლება იყოს ადამიანზე უფრო საშიში და აზრიანი?

ასეთი მსჯელობა გარეგნულად ლოგიკურია, მაგრამ ეთიკურად მიუღებელია და აქ, არ ვიცი რა მოვუხერხო ჩემს თავს. მაგრამ მაინც საჭიროა შევთანხმდეთ, რომ ამაში ჭეშმარიტების მარცვალი არის. თავისი პრინციპით „სტადიალური“ თეორია ბირითაღში მართალი არ არის. ავსტრალიოპითეკების, არხანთროპების, პალეონთროპების სტადიები არ ცვლიდა ერთიმეორეს, ისე როგორც ერთი ასაკის ბავშვები ბაგას ცვლიან ბალით, და სკოლას უმაღლესი სასწავლებლით. მათ შეეძლოთ დიდხანს ეარსებათ ერთად და ზოგჯერ თანაარსებობა არ იყო მშვიდობიანი. ერთი, უფრო პროგრესული სტადია ან შთანთქავდა, „თავისში“ თქვეფდა წინაშობედს, ან კიდევ სდევნიდა მას უნაყოფო ადგილებში, სადაც ის განწირული იყო გადასაშენებლად, ან უბრალოდ რომ ვთქვათ, ფიზიკურად მუსრს ავლებდა. ერთდროულად ცხოვრობდნენ რამდენიმე ადამიანისმსგავსი არსებანი. საჭიროა დავიმახსოვროთ, რომ ბუნებაში არ არის „სტადიები“ (მათ თვითონ ჩვენ ვადგენთ), არამედ არის მეტად თუ ნაკლებად გამოხატული ფილოგენეტიკური ხაზები. ამ შეხედულების დამადასტურებელი ფაქტები საკმარისზე მეტია.

ჰაბილისი ცხოვრობდა ავსტრალიოპითეკებთან, ალბათ, ზინჯანთროპთანაც ერთად და მუსრს ავლებდა მათ. არხანთროპები (კასის ტელანთროპი), როგორც ჩანს, ნადირობდნენ გაბილისზე და ბოლო მოდგმის ბალახისმჭამელ ავსტრალიოპითეკებზე — პარანთროპებზე.

გასაოცარია ეგრეთ წოდებული როდეზიული ადამიანის (როდეზია, აღმოსავლეთი აფრიკა) ნაპოვნი ნეშტი. ამ პალეონთროპს გააჩნდა ტვინი, რომელიც მოცულობით არ ჩამოუვარდებოდა ადამიანისას, მაგრამ მათი თავის ქალა არაჩვეულებრივად პრიმიტიულია (მთელი რიგი ნიშნებით უფრო პრიმიტიულია, ვიდრე ავსტრალიოპითეკის თავის ქალა!). ის ცხოვრობდა, ალბათ, არაუგვიანეს 30 ათასი წლის უკან, მაშინ, როდესაც ევროპაში უკვე გამოჩნდნენ თანამედროვე ტიპის პირველი ადამიანები — კრომანიოლოები.

იავაზე, მდინარე სოლოს დანალექებში, ნაპოვნია მაიმუნადამიანებთან—არხანთროპებთან ახლოს მდგომი ძალზე ადრეული პალეონთროპების 11 თავის ქალა, რომელთაც ფუძე ჩატეხილი ჰქონდა (კაციკამიობის დამამტკიცებელი!). მათ გვერდით იპოვეს ძვლის საკვილთე, თანამედროვე ტიპის ადამიანის იარაღი.

ჰომო საპიენსის — თანამედროვე ადამიანის კბილი ნაპოვნია აღდურთან ახლოს მდებარე ახტირის გამოქვაბულში. მისი ასაკი დაახლოებით 35 ათასი წელია. ეს ეპოქა მაჭრის ეპოქაა, ნეანდერტალების აყვავების საუკუნეა. ყირიმისა და პალესტინის უფრო ადრეული ნამარხები მოწმობს, რომ ნეანდერტალელი და თანამედროვე ადამიანი, უთუოდ, თანაარსებობდნენ.

რამდენიმე ურთიერთდაჯვარედინებული ხაზების გარდა, რომლებიც მიმართული იყო „გონიერი ადამიანისაკენ“, იმავე პერიოდში არსებობდა აგრეთვე გვერდითი, ჩიხის განშტოებანი. ასეთებია გიგანტური ფორმები — გიგანთროპიტეკები და მეგანთროპები, ვეება გორილა. მათი ნეშტები ნაპოვნია სამხრეთ აზიაში. ისინი არხანთროპების, ან შესაძლებელია უფრო მოგვიანო ადამიანების თანამედროვენი იყვნენ.

საერთოდ, ეს არაფრით არ მოგვაგონებს სტადიალურ თეორიას. რომლის თანახმად თანამედროვე ტიპის ადამიანს არ შეეძლო დაენახა ნეანდერტალელი, ისე როგორც ჩვენ არ შეგვიძლია ცოცხლად ვიხილოთ პაპის პაპა. ერთხელ კიდევ გვაოცებს მწერალთა წარმოსახვის სიძლიერე. რონი-უფროსი ცნობილ მოთხრობაში „ბრძოლა ცეცხლისათვის“ აღწერს თავისი გმირის ნაოს შეხვედრას ადამიანის მოდგმის საესებით სხვადასხვაგვარ წარმომადგენლებთან (სიტყვის ფართო გაგებით). ნაო, როგორც სჩანს, თანამედროვე ტიპის ადამიანია (კრომანონელი). მაგრამ საშინელი კაციკამიები — კზამები, რომლებისაგანაც ის ცეცხლს შოულობს, მოგვაგონებს ნეანდერტალებს, ხოლო მრისხანე წითური კარლიკები — ჰაბილისს, ადამიანები ლურჯი ფერის თმებით — გიგანთროპიტეკებს. კაციკამიობის მატთანეში ანალოგებს ვერ პოულობს მხოლოდ ვახები — უმხრებო ადამიანები. მწერლის ფანტაზია კვლავ ახლოა ქეშმარიტებასთან!

სტადიალურობის მიმდევრები მას ზოგჯერ ადამიანის კულტურის მიმართაც ავრცელებენ: უძველესი ქვის ხანა (პალეოლითი) ყველგან და ყველაფერში უნდა იყოს უხნესი ახალი ქვის ხანაზე (ნეოლითზე). მაგრამ, 1971 წელს, როდესაც ნეილ არმსტრონგი უკვე მთვარის ზედაპირზე იმყოფებოდა, მინდანაოს კუნძულზე (ფილიპინებში) აღმოაჩინეს ტასადანის ტომი, რომელიც ცხოვრობდა ქვის

ხანაში. თუ ამჟამად დედამიწაზე კოსმოსური საუკუნე თანაარსებობს ქვის საუკუნესთან ერთად, ადრე, უთუოდ უფრო მეტი იყო კულტურის სხვაობა ერთდროულად მცხოვრებ ტომებს შორის.

ადამიანის რამდენი სახეობა ცხოვრობდა დედამიწაზე? ამჟამად — ერთი. მთელი კაცობრიობა წარმოდგენილია ერთი სახეობით — ჰომო საპიენსით, გონიერი ადამიანით (არაფერს ვამბობ სავსებით პრობლემატურ „თოვლის კაცზე“). ხოლო ადრე? ამის პასუხის გაცემა ძნელია არა მარტო პალეონტოლოგიური მატერია არასრულყოფილების გამო, არამედ იმიტომაც, რომ ხელს გვიშლის პალეონტოლოგების ძლიერი მიდრეკილება, აუშლლონ რანგი თავიანთ მონაპოვარს, სახეობები მონათლონ გვარებად, გვარები — ოჯახებად. ალბათ, ავსტრალოპითეკები იყვნენ რამდენიმე სახეობის, მაგრამ ყველა ისინი გაერთიანებულია ორ დაჯგუფებაში: აფრიკული ავსტრალოპითეკი (რომელსაც მიეკუთვნება ზინჯანთროპი) — პატარა, დაახლოებით 25 კგ წონის გამართულმოსიარულე მაიმუნი, რომელთა მდებარეობები და მამრები დაახლოებით ერთნაირი სიდიდისაა: და ძლიერ ავსტრალოპითეკი (პარანთროპი) — დიდები, 50 კგ წონის, მკვეთრად გამოხატული სქესობრივი დიმორფიზმით. ბალახისმჭამელები, რომლებსაც თითქოს იარაღი არც კი გამოუყენებიათ.

ჰომოს (ადამიანის) გვარში რეალურია არანაკლებ სამი სახეობა:

1. ჰომო ჰაბილისი (ადამიანი მარჯვე, უნარიანი) — გარდამავალი საფეხური ავსტრალოპითეკებსა და ადამიანებს შორის (ამიტომაც ზოგიერთი მას ავსტრალოპითეკებს აკუთვნებს);

2. ჰომო ერექტუსი (ადამიანი გამართული) — პითეკანთროპის, სინანთროპის, ატლანთროპის, ტელანთროპის და ა. შ. ტიპის არხანთროპები. რუსულ სამეცნიერო ლიტერატურაში მათ ჩვეულებრივ უწოდებენ მაიმუნადადამიანებს;

3. ჰომო საპიენსი (ადამიანი გონიერი). მათ მიეკუთვნებით ჩვენ და პალეონთროპები — ნეანდერტალები და მასთან ახლო მდგომი ფორმები. ზოგიერთი მეცნიერი ნეანდერტალებს ცალკეულ სახეობად გამოყოფს და თანაც არ სთვლის მას თანამედროვე ადამიანის წინამორბედ ფორმად (ასეთი შეხედულება განსაკუთრებით ფართოდაა გავრცელებული საზღვარგარეთის ანთროპოლოგებს შორის).

რა გზით მიმდინარეობდა გონიერი ადამიანის ჩამოყალიბება? ეს ისეთი რთული საკითხია, რომელიც მარტო ბიოლოგიას არ ეხება.

თავიდანვე მხოლოდ ფაქტები. ჩვენი წინამორბედნი მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდნენ ჩვენგან უხეში და მასიური ჩონჩხით, რაც მეტყველებს მათ უდიდეს ფიზიკურ ძალაზე. მათი თავის ქალა აშკარად პრიმიტიულია და ხასიათდება დაბალი, უკან დახრილი შუბლით, წარბზედა ლილვაკით, სუსტად განვითარებული ნიკაპით.

მაგრამ, ამ ადამიანების — ნეანდერტალების (რომლებსაც ასე უწოდეს აღმოჩენის ადგილის მიხედვით) თავის ტვინის მოცულობა არ ჩამოუვარდება ჩვენსას, ზოგჯერ კი სჭარბობს კიდეც (1200—1600 სმ³). იმდენად, რამდენადაც შესაძლებელია მათი შეფასება, შეიძლება ითქვას, რომ ნეანდერტალები იყვნენ უფრო პრიმიტიული და უფრო დაბალ საფეხურზე მყოფნი იმათთან შედარებით, რომლებსაც ნისკარტისებური შუბლი ხედათ წილად. მიუხედავად ამისა, ნეანდერტალები ფართოდ დასახლდნენ პლანეტაზე — ევროპაში, აფრიკასა და აზიაში და შექმნეს არხანთროპებთან შედარებით უფრო სრულყოფილი კულტურა, რომელიც ცნობილია მუსტიერული ანუ ჩამონაპობთა კულტურის სახელწოდებით. მოსკოვთან ახლო მდებარე აგარაკის მიდამოებში, სადაც მე ამ სტრიქონებს ვწერ, ყრია მათი მსგავსი ბევრი კაჟიანი ჩამონაპობი, ხოლო ახლახანს მქონდა ბედნიერება მეპოვა ორი კოხტა ფოთლისებრი წვეკრმახვილა. იმედი მაქვს, თავის ქალასაც ვიპოვი.

„კლასიკური“ ნეანდერტალების ბატონობის ეპოქა (დაახლოებით 50 ათასი წლის უკან), ეს არის უკანასკნელი გამყინვარების ეპოქა. მაგრამ, თვით ნეანდერტალები ბევრად ადრე წარმოიშვნენ მაიმუნადამიანების რომელიღაც პოპულაციისაგან. ევროპაში მათი პირველი ნაკვალევი აღნიშნულია 200 ათასი წლის უკან (ნაპოენი სვანსკომბში). თუმცა ძნელი დასაჯერებელია, რომ ევროპული ნეანდერტალები იყვნენ პირველნი. გასაოცარია უნგრეთის ქალაქ ვერტეშეღერის ახლოს (50 კმ ბუდაპეშტიდან) ნაპოენი ნამარხი, აქ აღწერილი იქნა ძალზე პრიმიტიული, მაგრამ საკმაოდ დიდი მოცულობის თავის ქალის ნამსხვრევები. უნგრელმა მეცნიერმა ა. ტომამ მისი მოცულობა შეაფასა 1463 სმ³ (რატომ 1463,5 სმ³ არა?) და ჩათვალა იგი გონიერი ადამიანის ნეშტად. ამერიკელი უოლკოპფი კი უდგენს სულ სხვა მოცულობას — 1325 სმ³ და აკუთვნებს მას არხანთროპს. ევანთროპის ან, როგორც ამ ფორმას უწოდეს, ევანთროპის ასაკი 350 ათასი წელია, ესე იგი ის, სინანთროპის წინამორბედი, მნიშვნელოვნად პატარა მოცულობის (950—1150 სმ³) ტვინის მქონე, თანამედროვეა. აქ რალაც გამოცანაა: შტეინგეიმში ნაპოენი, შედარებით

ბევრად უფრო ახალგაზრდა (200 ათასი წლის) ნეანდერტალების ტვინიც მნიშვნელოვნად მცირე მოცულობისაა (1070 სმ³). „პირველი ბუდაპეშტელები“ მომავალში ბევრ აღმოჩენას გვაპირდება. და აი საოცარი მონაპოვარი ნიცის მიდამოებში — 300 ათასი წლის უკან აქ ვიღაცა (უთუოდ, ნეანდერტალები) ზღვის ნაპირზე ამენებდა 90 კვადრატული მეტრის ფართობის მქონე ნამდვილ სახლს ორფერდა ქერით. ამავე დროს, ისინი ნადირობდნენ არა მამონტებზე, არამედ იმათ წინამორბედებზე — სამხრეთის სპილოებზე. არა, ნეანდერტალები ველურები არ იყვნენ!

ნეანდერტალებთან დაკავშირებულია ორი პრობლემა, რაც დღემდე გაცხოველებული კამათის საგანია.

პირველი—ევოლუციის წარმართვა თუ ჩვენ ერთმანეთს შევადარებთ ადრინდელი ნეანდერტალების (სვანსკომბის, შტეინგეიმის, ფონტეშევიდის — ჩვენამდე 200—100 ათასი წლამდელების) და გვიანდელი ნეანდერტალების (შაპელის — ჩვენამდე 50 ათასი წლამდელის) თავის ქალას, გაგვაოცებს ის, რომ ადრინდელის თავის ქალა უფრო ჰგავს ჩვენსას და ნაკლებად მაიმუნისნაირების თავის ქალას. ისინი უფრო კამაროვანია, ნაკლებად დაქანებული შუბლით, წარბზედა ლილვაკი ზოგჯერ გამოიციხულია. შაპელის „კლასიკური“ ნეანდერტალები გამოიყურებიან შეუდარებლად უფრო ნადირთნაირებად, თუმცა მათი ტვინის მოცულობა (1600 სმ³) მეტია ჩვენსაზე. თანამედროვე ტიპის ადამიანები ხომ არ წარმოშობილა ადრინდელა ნეანდერტალებისაგან, ხოლო გვიანდელი ნეანდერტალები მხოლოდ ჩიხია ევოლუციის?

მეორე გამოცანა დაკავშირებულია ნეანდერტალების უეცრივ გაქრობასთან და თანამედროვე ტიპის ადამიანის უცბად გამოჩენასთან. 40-დან 32 ათასი წლის უკანა პერიოდში ნეანდერტალები როგორღაც სწრაფად გაქრნენ და მათ ნაცვლად გამოჩნდნენ პირველი ნამდვილი ადამიანები — კრომანიონები ევროპაში, რამდენადმე სხვადასხვა ტიპის ხალხი სხვადასხვა ადგილებში. მუსტიერული კულტურის უკანასკნელ წარმომადგენელთა ნეშტი დათარიღებულია ჩვენს ერამდე 28 ათასი წლით, ხოლო კლასიკური საპინენების პირველ წარმომადგენელთა თავის ქალა, რომელიც ნაპოვნია კუნძულ კალიმანტანში (ინდონეზია) 40 ათასი წლისაა. როგორც ეტყობა, უკანასკნელი ნეანდერტალები საუეუნობით, ცხოვრობდნენ თანამედროვე ტიპის ადამიანებთან ერთად (როდუზიელი ადამიანი!). მაგრამ, რა მოუვიდა მათ? შთანთქა ან დახოცა თუ არა ამ უკანასკნელებმა ისინი? — ცხადია, რომ მათ ვერ გაუძლეს კონკურენციას. არა მგონია,

ეს მომხდარიყო ინტელექტის უქმარისობის გამო. როგორც გონება-მახვილად შენიშნა დ. ბერმანმა, შაპელის ეპოქის ნეანდერტალელს თავისუფლად შეეძლო დაემთავრებინა კოლეჯი, მით უმეტეს, რომ ის თავისი მანერითა და ვარცხნილობით არც თუ ისე ძალიან გამოჩეული იქნებოდა სხვა სტუდენტებისაგან.

განმარტება ერთია — თანამედროვე ტიპის ადამიანი სუფთა ბიოლოგიური ევოლუციიდან გადავიდა სოციალურისაკენ, ამით მან გადაჭრა ყველა ის წინააღმდეგობა, რაც ადამიანთა გვარის წინაშე იდგა იმ დროიდან მოყოლებული, როცა პირველი ავსტრალოპითეკი ოთხიდან ორ ფეხზე დადგა. წინააღმდეგობები კი. საკმაოდ მოგროვდა.

პირველი ამ წინააღმდეგობათაგანი დაკავშირებულია თვით წელ-გამართულ სიარულთან. ოთხფეხა ნაშიერი დაბადების შემდეგ მაშინვე იწყებს სიარულს, ზოგჯერ სირბილსაც. ბავშვს საჭიროა ვასწავლოთ სიარული, გარკვეულ დრომდე ის, უბრალოდ, უძლურია. ადაპტური ნიშან-თვისება — ორ ფეხზე სიარული — სიცოცხლის დასაწყისში თურმე არაშემგუებლურია.

მეორე წინააღმდეგობა დაკავშირებულია იარაღის გამოყენებასთან — ენგელსის მიხედვით, შრომის პირველ ფაზასთან. თუნდაც უბრალო საჭრეთელის გაკეთება არც თუ ისე ადვილია, ამისათვის საჭიროა დიდხანს ისწავლო. ამიტომ გენეტიკურად მტკიცედ დამკვიდრებული ქცევის პროგრამა მაიმუნთა გაადამიანების პროცესში უნდა შეეცლილიყო ისეთი ქცევით, რომლის საფუძვლები იქნებოდა სწავლა და მიჩვევა.

ჰაბილისი, ალბათ, ჯერ კიდევ ნაკლებუნარიანი მოწაფე იყო -- შემთხვევით არაა, რომ „კენჭნაროვან“ კულტურას არა აქვს ჩამოყალიბებული იარაღის ფორმა. თითოეული ახალი ჰაბილისი თვითონ „აღწევდა ყველაფერს“ სინჯვისა და შეცდომის მეთოდით.

მოკლედ, თვით ადამიანის ძირითადი თვისება განაპირობებს და გარდუვალს ხდის ჩვილობისა და ბავშვობის პერიოდის გაღივებას, იმ პერიოდისას, როცა ახალი თაობა უპრეცედენტო ბუნებაში უძლურია და საჭიროებს მზრუნველობას მშობლების მხრივ. ეს, უთუოდ, არაშემგუებლური ფენომენი, რაიმეთი უნდა ყოფილიყო კომპენსირებული, წინააღმდეგ შემთხვევაში ადამიანი ვერ გაუძლებდა ბრძოლას არსებობისათვის.

საწინააღმდეგო შეხედულებათა სხვა ჩვეულებები დაკავშირებულია სიცოცხლის ბოლო მონაკვეთთან. პერიოდთან, როცა რეფლექტორული საქმიანობა იცვლება გონებრივით, პოპულაციისათვის უფრო

ღვირფასი ხდება მოხუცები — ინფორმაციის ცოცხალი საცავი ტრადიციებზე, ზნე-ჩვეულებებზე, ნადირობის ხერხებზე, იარაღის გაკეთებაზე, მოკლედ რომ ვთქვათ, არსებობის ხერხებზე. ხოლო ბუნებრივ გადარჩევას არავითარი საქმე არა აქვს ისეთ ინდივიდებთან, რომლებიც უკვე აღარ მონაწილეობენ გამარავლებაში.

სხვანაირად რომ ვთქვათ, არსებობისათვის ბრძოლაში გამარჯვებულნი უნდა გამოსულიყვნენ არა მარტო მოქნილები და აზრიანები, სხვათა მშთანთქმელნი, არამედ სუსტების: ორსული ქალები და ბავშვების — მომავალი პოპულაციის, მოხუცების — ინფორმაციის წყაროს, რომლის გადაცემა ხდება მეორე სასიგნალო სისტემის არხით, დამცველები. რაც უფრო უკეთესად მიმდინარეობდა სუსტების დაცვა, მით უფრო დიდ წარმატებას აღწევდა პოპულაცია და ეს ზდებოდა მანამ, სანამ გადარჩევამ არ წარმოქმნა უნარი თვით თავისივე თავის განწირვაზე ტომის სასარგებლოდ. არა, კაციაშიობამ კი არა, არამედ ალტრუიზმმა აქცია ადამიანი ხალხად.

ჯერ კიდევ დარვინს მკაფიოდ ჰქონდა წარმოდგენილი ამ პრობლემის მნიშვნელობა. ისეთი მაიმუნადამიანები, რომლებიც შეიარაღებულნი იყვნენ კაჟის მახვილი იარაღებით და არ გააჩნდათ მხეცური ინსტიქტის შეკავების უნარი, უბრალოდ, არ შეიძლება გადარჩეულიყვნენ — ისინი ერთმანეთს დახოცავდნენ. ამიტომ გონიერი არსების ჩამოყალიბებაში სოციალური გარემოს წარმოქმნა აუცილებელი და გარდუვალი პროცესია.

დარვინი მიუთითებდა, რომ სოციალური დამოკიდებულების წარმოქმნისათვის წინაპირობა უკვე გააჩნდა საზოგადოებრივ ცხოველებს, პირველ რიგში მაიმუნებს: „ის საზოგადოებები, რომლებსაც გააჩნდათ უფრო მეტი რაოდენობის ურთიერთთანამგრძნობელი წევრები, მეტად უნდა აყვავებულიყო და თავის შემდეგ მეტად უფრო მრავალრიცხოვანი თაობა უნდა დაეტოვა“.

ყვალაზე მთავარი: „რამდენადაც კითხვა ეხება ზნეობრიობის ამალლებისა და უნარიან ადამიანთა რიცხვის გადიდებას, შეიძლება ითქვას, რომ ცივილიზირებულ ნაციაზე ბუნებრივ გადარჩევას ნაკლები ზემოქმედების უნარი გააჩნია, მიუხედავად იმისა, რომ ძირითადი საზოგადოებრივი ინსტიქტი თავდაპირველად შექმნილ იქნა ამავე გზით“.

მოკლედ, დარვინს უკვე ესმოდა, რომ ბუნებრივმა გადარჩევამ შექმნა სოციალური დამოკიდებულება ადამიანებში, ხოლო შემდეგ მათ დაუთმო ადგილი. გონიერი ადამიანის ევოლუციაში არის პა-

რადოქსი — გადარჩევა მიმდინარეობდა თავისივე თავის განადგურებაზე, შიდასახეობრივი ბრძოლის განადგურებაზე.

სამწუხაროდ, იმათაგან ვინც თავიანთ თავს სთვლის დარვინის მიმდევრად და მისი საქმის გამგრძელებლად, ცოტა ვინმემ თუ შეამჩნია ეს სტროფები. აპოლოგიამ „ყველას ბრძოლა ყველას წინააღმდეგ, თითოეულის ბრძოლა თითოეულის წინააღმდეგ“, რომელსაც, სხვათაშორის დარვინამდე დიდი ხნით ადრე აღიარებდნენ ისეთი ადამიანები, რომლებიც სხვა ადამიანებს სთვლიდნენ მხოლოდ საშუალებად თავიანთი მიზნის მისაღწევად, ზღვარს მიაღწია ეგრეთ წოდებულ სოციალ-დარვინიზმში.

ჯერ კიდევ 1932 წელს ჯ. პოლდემ მათემატიკურად ზუსტად დაამტკიცა, რომ „ალტრუიზმის გენების“ გადარჩევა სრულიად ეფექტური იყო. ექვსი წლის შემდეგ საბჭოთა ანთროპოლოგმა ი. როგინსკიმ შექმნა მწყობრი ჰიპოთეზა გადარჩევის ზემოქმედებით ადამიანის სოციალური თვისების წარმოქმნის შესახებ. როგინსკის თანახმად, პირველყოფილი საზოგადოების განთავსებულ გადარჩებოდნენ ხოლმე უპირატესად ის ინდივიდები, რომლებიც სხვებზე უკეთ იყვნენ შეგუებულნი სოციალური ორგანიზაციისადმი და რომლებსაც დროულად შეეძლოთ კოლექტივისათვის საშიში კონფლიქტების ლიკვიდირება (მაგალითად, მეტისმეტად აგრესიული და ანტისოციალური წევრების განდევნა). ამ შეხედულებას 1947 წელს მხარი დაუჭირა ცნობილმა გენეტიკოსმა და ნერვოპათოლოგმა ს. დავიდენკომ.

ახლახანს, ადამიანის გენეტიკის დიდმა სპეციალისტმა ვ. ეფროიმსონმა ძალზე ზუსტად უჩვენა ეთიკის მრავალი პრინციპის გენეტიკური შეპირობებულობა, რომელიც მემკვიდრეობით მივიღეთ ჩვენ პირველყოფილი ადამიანებისაგან (გირჩევთ გაეცნოთ მის მშვენიერ პოპულარულ სტატიას ეურნალ „ნოვი მირში“, № 10, 1071 წ.). მაგრამ ალტრუიზმის მემკვიდრული მონაცემები, რაც დააგროვეს ჩვენმა წინაპრებმა, ამჟამად არასაკმარისია კლასობრივი წინააღმდეგობისა და სოციალური უსამართლობის საზოგადოებაში. საჭიროა აღზრდა, გარკვეული გარემო, გონების მოქმედება.

ახლა შეგვიძლია სრული ქეშმარიტებით განვმარტოთ გვიანდელი ნეანდერტალების სწრაფი გაქრობის მიზეზი. უკვე ვახსენეთ, რომ მათი ტვინი, ნისკარტისებური შუბლის წილით, განუვითარებელი იყო. ნეიროქირურგიის მონაცემებით ნაჩვენებია, რომ შუბლის წილის დაზიანება ან დაავადება იწვევს ადამიანის, როგორც სოციალური პიროვნების, რღვევას. ასეთი ავადმყოფები ასოციალურ-

რია — ისინი ალგუნებადი, შმაგი და აგრესიულნი არიან, ვერ იმორჩილებენ თავიანთ ემოციებს. ამიტომ ტვინის შუბლის წილს მიაკუთვნებენ აზროვნების უმაღლესი ცენტრების ფუნქციას, რომელიც მართავს ადამიანის სოციალურ ქცევას.

გვიანდელმა ნეანდერტალებმა „ფსონი ჩადეს“ გონებრივი უნარის განვითარებაზე და „დაავიწყდათ“ სოციალური განვითარების შესახებ. როგორც ჩანს, მათი თემები არ იყო მტკიცე — ისინი ზოგჯერ იშლებოდა წევრებს შორის კონფლიქტის შედეგად. რა თქმა უნდა, არ შეიძლება ნეანდერტალელი ჩაითვალოს სრულებით ასოციალურ არსებად — თემის წევრებს შორის ურთიერთდახმარება, ბავშვების მოვლა და სუსტების დაცვა მათაც გააჩნდათ. შანიდარის [ერაყი] გამოქვაბულში ნაპოვნია მოხუცი უხელო ნეანდერტალელის ნეშტი, რომელიც უთუოდ ვერ იარსებებდა სხვების დაუხმარებლად. ამავე დროს არ უნდა გავაზვიადოთ თანამედროვე ადამიანის ალტრუიზმი. მაგალითად, დარვინს ნახსენები აქვს, რომ ცეცხლშიწელები შიმშილიანობის დროს ხოცავენ და ჰამენ მოხუცებს. მაგრამ, ეს ძალზე იშვიათი შემთხვევაა. საერთოდ, შეიძლება დავსკვნათ, რომ თანამედროვე ტიპის ადამიანი შეუდარებლად უფრო სოციალურია, ვიდრე ნეანდერტალელი. ამ უპირატესობამ საშუალება მისცა მას სწრაფად განედევნა გვიანდელი ნეანდერტალელები სასიცოცხლო არენიდან, ნაწილობრივ, შეიძლება შთანქვა ისინი (ნეანდერტალე-დისათვის დამახასიათებელი ზოგიერთი ნიშან-თვისებანი გვხვდება თანამედროვე ადამიანთა წარმომადგენლებში, თუმცა ეს შეიძლება იყოს უფრო ადრინდელი სტადიის გადმონაშთი).

ამრიგად, თანამედროვე ადამიანს წილად არ ზედომია ევოლუციის ისეთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი, როგორცაა შიგასახეობრივი ბრძოლა. ნიშნავს თუ არა ეს იმას, რომ გადარჩევამ ადამიანისათვის სრულიად დაკარგა მნიშვნელობა და ჩვენ, როგორც გონებამახვილურად შენიშნა ცნობილმა ანთროპოლოგმა ვ. ალექსეევმა, უნდა „ჩავთვალოთ ადამიანი მხოლოდ რაღაც უხორცო საზოგადოებრივ სუბსტანციად?“ რა თქმა უნდა, არა: გარემო ფაქტორებს შორის არსებობდა ისეთებიც, რომლებიც არ ექვემდებარებოდა სოციალურ განვითარებას. სწორედ ისინი გახდნენ ადამიანებში რასის წარმოქმნის მიზეზი.

ერთმა ტლანტურმა პოპულარიზატორმა ადამიანთა რასების არათანასწორუფლებიანობის მომხრეებთან პოლემიკაში როგორღაც სთქვა, რომ თეთრი, შავი და ყვითელი რასის ხალხები ისე განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, როგორც ციმბირული თეთრი, შავი და ყვითელი კატები. მაგრამ, საქმის ვითარება სინამდვილეში უფრო რთულია. რასები — ეს არ არის ერთი გენის ალელები, არამედ ინდივიდთა ისტორიულად ჩამოყალიბებული დაჯგუფებებია, რომლებიც გაერთიანებული არიან მთელი რიგი ნიშან-თვისებებით.

ჩვენს ამოცანას არ შეადენს ადამიანთა რასების საკითხის სრული ანალიზი, მითუმეტეს, როცა ეს გაკეთებულია ჩვენ მიერ უკვე ნახსენებ ვ. ალექსეევის შესანიშნავ პოპულარულ წიგნებში (ცხოველიდან — ადამიანამდე“, და განსაკუთრებით, „წინაპართა ძიებაში“).

ჯერ შევჩერდეთ პრობლემის ერთ ასპექტზე: ადამიანის გვარის მთავარი ტოტების — თეთრი, შავი და ყვითელი რასების (ევროპეოიდების, ნეგროიდების, მონგოლოიდების) ყველა ნიშან-თვისება ადაპტიურია. ესაა შეგუებულობა გარემოს იმ ფაქტორებთან, რომელთა შეცვლა კაცობრიობის პირველყოფილ საზოგადოებას არ შეეძლო. ზოგიერთი იმათაგანი კარგად თავსდება ევოლუციონისტებისათვის ცნობილ ემპირიულ წესში.

მაგალითად, ავიღოთ შეგუებულობა ტემპერატურისადმი. ცნობილია გლოგერის წესი — სახეობები და შიგასახეობათა ფორმება, რომლებიც ბინადრობენ ცხელი და ტენიანი კლიმატის პირობებში, გამოირჩევიან გარეგანი საბურველის გაძლიერებული პიგმენტაციით. დაეუპირისპიროთ ეს წესი ნეგროიდების გავრცელებას. კანის შავი ფერი, ისე როგორც თავზე ქუდისებრ დახვეული თმა, გააჩნია განურჩევლად ყველა პაპუასსა და მელანეზიელს, რომლებიც ბევრად უფრო ახლოს დგანან ავსტრალიოიდებთან, ვიდრე ტიპიურ ზანგებთან. საერთოდ, თვალსაჩინოა ნეგროიდების შეგუებულობა მაღალ ტემპერატურის პირობებში ცხოვრებისადმი: მუქი კანი აკავებს ულტრაფიოლეტის სხივს, რომელსაც უნარი გააჩნია გამოიწვიოს სომატური მუტაციები (მაგ., კანის კიბო). ფართო ცხვირი და მსხვილი, ლორწოვანი გარსის დიდი ზედაპირის მქონე გამობერილი ტუჩები ხელს უწყობს ზედმეტი ტემპერატურის აორთქლებას მაღალი თბოგადაცემით. ალენისა და ბერგმანის ეკოლოგიური წესის თანახმად, კლასიკურ ნეგროიდებს ხმელი აგებულება და გრძელი კიდურები აქვთ — ყველაფერი ეს აჩქარებს ორგანიზმიდან ზედმეტი სით-

ბოს გამოდევნას. ევროპეოიდმა არ შეიძლება შურის თვალით არ შეხედოს ნეგროიდს მათთვის ჩვეულ გარემოში (ყოველ შემთხვევაში, მე რალაც ამის მსგავსი განვიცადე).

პირიქით, ესკიმოსების ტანის ყველა პროპორცია და მთელი რიგი ფიზიოლოგიური თავისებურებანი იმას მოწმობენ, რომ მაღალი არქტიკის აუტანელ პირობებში სიცოცხლის შენარჩუნებისათვის მათზე მრავალი თაობის მანძილზე მოქმედებდა მკაცრი გადარჩევა.

ასე მკვეთრად არ არის გამოხატული იმ ნიშან-თვისებათა ადაპტურობა, რომელთა ერთობლიობით გამოირჩევიან ევროპეოიდები. ღია ფერის კანი, როგორც უკვე ვახსენე, ევროპეოიდებს იცავს რადიაციისაგან, ვიწრო, გამოშვებული ცხვირი ათბობს ჩასუნთქულ ჰაერს. ევროპეოიდები მნიშვნელოვნად ნაკლებად ცივდებიან. თავში, რომელშიც საუბარი იყო გენეტიკურ-ავტომატური პროცესების შესახებ, აღვნიშნეთ, რომ ჩრდილოეთი ევროპა რეცესიული ალელების თავისებური ნაკრძალია, აქ ისინი გახდნენ ადაპტური.

მონგოლოიდების ნიშან-თვისებებიც შემგუებლურია: ბრტყელი და ბრტყელცხვირიანი სახე, დანაოქებული თვალის კუთხე — ეპიკანტუსი — სუსხიანი, ცენტრალური აზიის ხშირი ქარბუქიანი კლიმატისადმი ადაპტაციის შედეგი. მონგოლოიდებმა, რომლებიც შემდეგ დასახლდნენ მთელს აზიაში, მოყოლებული ტროპიკებიდან არქტიკამდე, ძირითადად შეინარჩუნეს თავიანთი ნიშან-თვისებები, თუმცა ბევრ რამეშიც შეიცვალნენ.

ჩვენ უკვე განვიხილეთ ზოგიერთი გენების ალელთა სიხშირე — მაგალითად, მთელი რიგი ზანგთა ტომების ჰემოგლობინის ნამგლისებრი ფორმის უჩრდოები და დაავადება ყვავილის მიმართ იმუნური სისხლის B ჯგუფი.

მსგავსი მრავალი ფაქტის გულმოდგინე ანალიზის შემდეგ ეფროიმსონმა შექმნა ადამიანებში გენთა კომპლექსების პოლიმორფიზმის წარმოქმნის მწყობრი თეორია. ეფროიმსონის თანახმად, აქ მთავარ როლს თამაშობს გადარჩევა პარაზიტ-პატრონის სისტემაში. ვირუსები და ბაქტერიები, მალარიის პლაზმოდების მსგავსი პარაზიტული უმარტივესები და პარაზიტული ჭიები სხვადასხვა კონკრეტულ პირობებში ადამიანთა სხვადასხვა პოპულაციაში წარმართავენ ამა თუ იმ ალელების სელექციას. ინფექციური დაავადებები გადარჩევის ძლიერი ფაქტორია, მათ შეუძლიათ ფართოდ გაავრცელონ მუტანტური გენი (გაიხსენეთ ჰემოგლობინის ნამგლისებრი ფორმის უჩრდოები!). ხოლო ის, რომ ისინი წარსულში ჭირივით მოველინა კაცობრიობას, ამას მტკიცება არ უნდა. ჯერ კიდევ 100—200 წლის

უკან დასაველეთ ევროპაში მოსახლეობის ნახევარი ახალგაზრდა ასაკში კვდებოდა გადამდები დაავადებებისაგან, ხოლო ზოგიერთ ქვეყნებში მოსახლეობის 75%-მდე კირის, ქოლერის ან ყვავილის ეპიდემიისაგან იხოცებოდა.

რასათაწარმოქმნაზე გადარჩევა მიმდინარეობს კვების რეჟიმის, გარემოს გეოქიმიური თავისებურებების და მრავალ სხვათა შესწავლით, დღემდე ჩვენთვის გაურკვეველი, რაღაც გზებით. მაგალითად, რა გზით წარმოიშვა პიგმეის (ჯუჯა კაცის) ტომები აფრიკისა და სამხრეთ-აღმოსავლეთ აზიის ტენიან ტროპიკულ ტყეებში?

თუმცა, შეედომა იქნებოდა იმის თქმა, რომ რასის ყველა ნიშან-თვისება შემგუებლურია. ჩვენ უკვე ვახსენეთ, რომ ამერიკელ ინდიელებში პრაქტიკულად გამორიცხულია სისხლის B ჯგუფი. ამის უფრო საიმედო განმარტებაა გავრცელების არეალის განაპირა მონაკვეთზე გენეტიკურ-ავტომატური პროცესების შედეგად დომინანტური B გენის შებოქვა რეცესიული O გენით. აღრინდელმა მონგოლოიდებმა, რომლებიც ამერიკაში დასახლდნენ კამჩატკისა და ჩუკოტკის გავლით, გზაში დაკარგეს B გენი...

როგორია ადამიანთა რასების ისტორია და მისი მომავალი? გასაკვირია, მაგრამ პირველი პრობლემა დღემდე დისკუსიის საგანია, ხოლო მეორე — სავსებით გასაგებია. ჩვეულებრივ პირიქით ხდება ხოლმე.

რასის პოლიფილიის კონცეფცია — სხვადასხვა სახეობის მაიმუნადამიანებისაგან მათი დამოუკიდებელი წარმოშობა — ჩვენ შეგვიძლია თავისუფლად უარვყოთ, და არა იმიტომ, რომ მას მიეყავართ რასების არათანასწორუფლებიანობამდე, რომელშიც საგულდაგულოდ იმალება რასიზმი. არც ერთი მეცნიერული ჰიპოთეზა არ შეიძლება იყოს რეაქციული; რეაქციული შეიძლება იყოს მხოლოდ მისგან გამომდინარე დასკვნები. პოლიფილიის კონცეფცია, უბრალოდ, იმდენად არასწორია, რომ მისი უარყოფა დასაბუთებებს არ მოითხოვს.

ამჟამად, უკვე აბსოლუტურად ზუსტადაა გარკვეული, რომ დედამიწაზე არსებული ყველა ხალხი მიეკუთვნება ერთ სახეობას. მას შემდეგ, რაც ცნობილი გახდა სახეობათა წარმოქმნის რთული მექანიზმი, სავსებით გასაგები იქნა ისიც, რომ ერთი სახეობის რამდენიმეჯერ წარმოქმნა სხვადასხვა საწყისი სახეობებიდან ბევრად უფრო არარეალურია, ვიდრე სხვადასხვა ქვეყნის მწერლების მიერ ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად სიტყვა-სიტყვით ანალოგიური რომანის წერის შესაძლებლობა.

უფრო რთულია პოლიცენტრიზმის პიპოთეზა. რომელიც წამოაყენა ფ. ვაიდენრაიხმა. ამ პიპოთეზის თანახმად, ადამიანთა რასები წარმოიქმნენ ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ერთი სახეობის მიმდინარეობისაგან. სხვანაირად რომ ვთქვათ, პოსტულატად მიიჩნევა ერთი სახეობის მრავალგზის წარმოქმნის შესაძლებლობა სხვა სახეობისაგან. რასაკვირველია, ძნელია იმის დაჭერება, რომ ისეთ პროცესს, როგორც ევოლუციაა, შეეძლო რამდენიმეჯერ მიხურობა ცენტრურ შედეგამდე.

ვაიდენრაიხის პიპოთეზა განავითარა ამერიკელმა მეცნიერმა კ. კუნმა. კუნის ინტერპრეტაციით პოლიცენტრიზმის თეორია დიდი წარმატებითაა გამოყენებული ამერიკაში და საყოველთაოდ მიღებულია პოპულარულ გამოცემებში. კუნის თანახმად, პითეკანთროპებისაგან თანამედროვე ადამიანი ხუთჯერ წარმოიშვა დამოუკიდებლად (კუნი გამოყოფს ხუთ მთავარ რასას). ჩემი შეხედულებით, ეს ისეთივე შესაძლებელია, როგორც ერთი სახეობის წარმოშობა სხვადასხვა სახეობისაგან. კუნმა ვაიდენრაიხის პიპოთეზას იგივე გაუქვია, რაც ვალისნერმა უყო პრეფორმაციის თეორიას. მან ის მიიყვანა ლოგიკურ დაბოლოებამდე, რომლის იქით აბსურდია, და ამით. როგორც ამის შესახებ წერს ვ. ალექსევი, თავის მასწავლებელს ცუდი საპასუხური გაუწია.

საქმე იმაშია, რომ ვაიდენრაიხი, როგორც ვახსენეთ, ორთოგენეტიკოსია. ის ფიქრობდა, რომ ევოლუცია მიზანმიმართული პროცესია. კუნის ცდა — გაეერთიანებინა ვაიდენრაიხის შეხედულება ბუნებრივი გადარჩევის მოძღვრებასთან — იყო აშკარად უეარკისი. პოლიცენტრული თეორიის თავისებური განმარტება შემოგვთავაზა უნგრელმა ანთროპოლოგმა ა. ტომამ, რომელიც ჩვენ ვახსენეთ ევანთროპის აღმოჩენასთან დაკავშირებით. იმისათვის, რომ აეცილებინა არასასიამოვნო საკითხი სახეობის დამოუკიდებელი წარმოშობის შესახებ, მან ერთ ჯგუფში გააერთიანა არხანთროპებისაგან დაწყებული ყველა უძველესი ადამიანი და მათგან რატომღაც გამოყო ნეანდერტალელი. მაგრამ, არა მგონია პითეკანთროპი ჩვენთან უფრო ახლო იდგა, ვიდრე თუნდაც ყველაზე გვიანდელი ნეანდერტალი.

თუ ვიმსჯელებთ ლიტერატურული წყაროებით. საბჭოთა მკვლევარებს შორის უფრო მეტად მიღებულია ფართო მონოცენტრიზმის თეორია, რომელსაც 30 წელზე მეტია ავითარებს საბჭოთა ანთროპოლოგიის კლასიკოსი როგინსკი. ამ თეორიის არსი შემდეგშია მდგომარეობს: ადამიანი წარმოიშვა ერთ ადგილზე. მაგრამ ეს ადგილი შემოიფარგლება მრავალი ათეული კილომეტრით, მცირე

აზიის, ცენტრალური და სამხრეთ აფრიკის, შესაძლებელია ჩრდილოეთ აფრიკისა და ევროპის ჩათვლით.

კაცობრიობის თითოეული ახალი, უფრო პროგრესული სტადია ფართოდ ვრცელდებოდა ჩვენი პლანეტის ზედაპირზე, სადაც ის ხედებოდა არქაულ პოპულაციებს, რომლებიც იქ ადრე მოვიდნენ. კანიბალიზმის გარდა, კონტაქტის ერთ-ერთი გზა იყო მეტისირება— შეუღლება სხვადასხვა ტომების წარმომადგენლებს შორის.

არქაული პალეონტოლოგები შევიდნენ აღმოსავლეთ აზიაში, აქ შეხვდნენ არხანტოპებს — სინანტოპების შთამომავლებს, რომელთა ნაწილი დახოცეს, ნაწილი კი შთანთქმეს. მაგრამ კონტაქტს უკვალოდ არ ჩაუვლია: ამ ადგილზე ფორმირებულ პოპულაციას უკვე გააჩნდა აქანდაზისებრი საჭრისები, რომლებიც სინანტოპებსაც ჰქონდათ და დღესაც დამახასიათებელია თანამედროვე მონგოლოიდებისათვის.

მეტისირების ხასიათის შეუღლების შემდეგმა ტალღამ გადუქროლა აზიას, მაშინ როდესაც იქ მოვიდნენ თანამედროვე ტიპის ადამიანები. ამის შედეგად ჩამოყალიბდა პროტომონგოლოიდური რასა, რომლებიც დაიძრნენ ჩრდილოეთისაკენ, გადალახეს ბერინგი — აზიასა და ამერიკას შორის არსებული ყელი და დაახლოებით 20 ათასი წლის უკან დაიწყეს დასახლება ამერიკის კონტინენტზე. მონგოლოიდების საბოლოო ჩამოყალიბება და უფრო პატარა-პატარა ჯგუფებად დანაწევრება, რა თქმა უნდა, ბევრად უფრო გვიანდელი დროის მოვლენაა.

ნეგროიდებისა და ევროპეოიდების დაყოფა რამდენადმე მონგვიანებით მოხდა — თავდაპირველად საერთო, ისეთი დაჯგუფებიდან, რომლებიც გარეგნობით ავსტრალიელი აბორიგენების მსგავსი იყო. ავსტრალიოიდების ასაკი საოცარია: თვით ავსტრალიაში არქეოლოგიური მონაპოვრები არ არის 26 ათას წელზე უხნესი, მაგრამ ინდონეზიაში კუნძულ კალიმანტანზე ნაპოვნია თავის ქალა ავსტრალიოიდების აშკარა ნიშნებით, რომლის ასაკი 40 ათასი წელია. ავსტრალიოიდები ფართოდ იყო გავრცელებული სამხრეთ ევროპაში — თითქმის ესპანეთამდე და იტალიამდე და მოდიოდნენ იმ ადგილამდე, სადაც ამჟამად ქ. ვორონეჟი მდებარეობს. მაგრამ უკვე პალეოლითში დაიწყო ავსტრალიოიდების დასავლეთ პოპულაციის გაყოფა ორ ტოტად — ნეგროიდებად და ევროპეოიდებად. ნეგროიდების საბოლოო ჩამოყალიბება მოხდა შედარებით გვიან, მეზოლიტის ეპოქაში.

ბუნებრივია, ამით რასების წარმოქმნის პროცესი არ დამთავრებულია. ადამიანი ყველაზე უფრო მოუხვენარია. ხალხთა გამუდმე-

ბულმა მიგრაციამ, მეტისირებამ, ნიშან-თვისებათა აღრევამ და ადგილობრივი გარემო ფაქტორების მიერ შედარებით უფრო ადაპტური ვარიანტების გადარჩევამ იქამდე მიგვიყვანა. რომ დღეს ანთროპოლოგები ითვლიან 30-ზე მეტ სხვადასხვა რასას!

ფართო მონოცენტრიზმის თეორიის მოწინააღმდეგეები ყურადღებას აქცევენ იმას, რომ ამ თეორიაში პოსტულირებულია უძველესი ადამიანების მიგრაცია ძალზე დიდ მანძილზე (ათეულ ათასობით კილომეტრზე). ბევრს ეს შეუძლებლად ეჩვენება. მაგრამ პრიმიტიული ადამიანები — არხანთროპები — ფართოდ იყვნენ დასახლებული აზიაში, აფრიკასა და ევროპაში — ანტლანტიკიდან წყნარ ოკეანემდე, მათ არ შეუღწევიათ მხოლოდ ავსტრალიაში და ახალ სამყაროში. არ მგონია, რომ სახეობის წარმოქმნის გზაზე მდგარ პომო საპიენსს ნაკლები მიდრეკილება ჰქონოდა „ადგილმონაცვლეობაზე“. ამასთანავე, უფრო ხშირ მიგრირებას განიცდიდნენ არა თვითონ ადამიანები, არამედ მათი გენები, რომლებიც სხვადასხვა პოპულაციათა წარმომადგენლების შეუღლებათა შედეგად ერთი პოპულაციიდან მეორეში გადადიოდნენ.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ ადამიანთა რასების წარმოქმნის მექანიზმი იგივეა, რაც შიგასახეობათა დაჯგუფებების წარმოქმნის მექანიზმი ცხოველებში. რატომ ვერ მიაღწია ვერც ერთმა რასამ სახეობრივ გამოცალკეებულობას?

დავიმახსოვროთ, რომ რასებად დაყოფა წარმოიშვა სოციალური ურთიერთდამოკიდებულების ფორმირების შემდეგ, სახეობათა წარმოქმნის ისეთი ძლიერი ფაქტორის გაქრობის შედეგად, როგორცაა შიგასახეობრივი ბრძოლა. ადამიანის, როგორც სახეობის, ევოლუციის ტემპი პრაქტიკულად ნულამდე დაეცა. ეს კიდევ ერთხელ ასაბუთებს სახეობათა ევოლუციური დივერგენციისათვის შიგასახეობრივი ბრძოლის (ან, თუ გნებავთ, შეჯიბრების) მნიშვნელობას. ადამიანის წარმოშობის პროცესში ბუნებამ თითქოს გრანდიოზული მასშტაბის ექსპერიმენტი დააყენა: რა მოუვა ევოლუციას, თუ მისი ფაქტორებიდან გამოვრიცხავთ შიგასახეობრივ ბრძოლას? პასუხი, როგორც ხედავთ, იყო ერთაზროვანი.

ახლა რასის მომავლის შესახებ. თუ შეიძლება ასე ითქვას, ის „სამწუხაროა“. ორი ფაქტორი განაპირობებს უკუპროცესს --- სხვადასხვა რასების შერწყმას.

პირველი ამ ფაქტორთაგანია ადამიანის ბუნებისაგან გამოყოფა. პრაქტიკულად მთელს დედამიწაზე ადამიანები იკვებებიან ერთნაირი საკვებით, სიცოცხლის მეტ ნაწილს ატარებენ ნორმალურ, „ოთა-

ხის“ ტემპერატურაზე. კანის ფერი და სხვა რასული ნიშან-თვისებები სწყვეტენ იყონ ადაპტური, ამ მიმართულებით უკვე აღარ მიმდინარეობს გადარჩევა. თუ ნამგლისებრ უჭრედებფორმიანი ჰემოგლობინი მალარიულ ადგილებში ადაპტური ნიშან-თვისება იყო (ჭგუფური შემგუებულობა), ახლა კი, როცა გამოჩნდა ეფექტური წამლები და კოლოსთან ბრძოლის საშუალებები, ის უბრალოდ, გენეტიკური დაავადებაა.

ბევრი აქტიურად ეწინააღმდეგება უნიფიკაციის პროცესს, „ვერ ელევთან ბუნებას“: ისინი ერთი ადგილიდან მეორეზე ეზიდებიან მძიმე ზურგჩანთებს, ტუბებიან კოლოების ბზუილითა და კარაეის სინესტიით. მაგრამ, საეკვოა ამით რაიმე შეიცვალოს — „არაშეგუებული“ ტურისტის სიკვდილის მიზეზი მხოლოდ უბედური შემთხვევაა და არა გადარჩევის გამოვლენა. ადამიანთა საზოგადოებაში გადარჩევამ შეინარჩუნა მხოლოდ მასტაბილიზირებელი როლი, მისი ზემოქმედების ქვეშ ექცევა მხოლოდ რომელიღაც ლეტალურ მუტაციაზე სავსებით არაცხოველმყოფელური ჰომოზიგოტები.

მეორე ფაქტორი ესაა კაცობრიობის განუხრელი გარდაქმნა პან-მიქსიურ, ერთიან პოპულაციად, რომელიც არ შეუძლია შეაჩეროს არც ერთმა რასობრივმა, ნაციონალურმა, რელიგიურმა და სხვა გადმონაშთებმა.

როცა „ხალხები დაივიწყებენ ყოველგვარ მტრობასა და შუღლს და გაერთიანდებიან ერთ დიდ ოჯახში“, მაშინ რასების ერთიანი; საბლანეტაშორისო შერწყმა დროის საკითხი იქნება, თუნდაც ეს დრო იყოს ძალზე შორეული და ასობით თაობის დამთვლელი.

როგორ შეიძლება გამოიყურებოდეს ჩვენი მომავალი შორეული თაობანი ხალხთა ძმობის ეპოქაში არ ვიცი, მაგრამ მინდა ვირწმუნო, რომ ისინი ჩვენზე ლამაზები იქნებიან.

„ზადამიანის“ გამოჩენა

როგორია ადამიანის, როგორც სახეობის მომავალი? დედამიწაზე შეგვეცვლის თუ არა ჩვენ უფრო მეტად გონიერი, ახალი სახეობა?

ამ პრობლემის ირგვლივ დღემდე მიმდინარეობს გაათვრებული, ხშირად არგუმენტირებულზე უფრო ემოციონალური დისკუსიები. საქმე იმაშია, რომ თანამედროვე ტიპის ადამიანის არსებობის ხანგრძლიობა შეადგენს მთელი მისი წინა ისტორიის მხოლოდ 1—

2%. დროის ასეთ მონაკვეთში ძნელია რაიმე ევოლუციური ცვალებადობის გამოვლენა.

გამონაკლისი შეხედულებების წარმომადგენლები, მაგალითად, პოლონელი ანთროპოლოგები ა. ვერნინსკი და ნ. ვოლიანსკი, გამომდინარეობენ დადგენილი ფაქტიდან, რომ ადამიანის რიგი ნიშანთვისებები, პირველ რიგში ტვინის მოცულობა, წარსულში იცვლებოდა ექსპონენციალური წესით (ნიშანთვისების რაოდენობრივი გამოხატულების ლოგარითში პირდაპირ პროპორციულია ევოლუციის დროის). მომავალში ამ ტენდენციის გაგრძელებით, ისინი მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ ჩვენ შეგვეცვლის არსება, რომელსაც ექნება ვებერთელა ტვინი და ერთი ბეწო პირისახე, რუდიმენტული კბილები და წვრილი, სუსტი კიდურები.

მსგავს აზრს გამოთქვამდა ადრე რამდენიმეჯერ ნახსენები პოლდეინი: „მას (მომავალ ადამიანს — ბ. მ.) ექნება დიდი თავი და ნაკლები კბილები, ვიდრე ჩვენ; მისი მოძრაობა იქნება მოქნილი, მაგრამ არა ძლიერი; ის განვითარდება ნელა, სწავლას გააგრძელებს სრულ სიმწიფემდე, რომელსაც მიაღწევს მხოლოდ 40 წლის ასაკში: ის იცოცხლებს რამდენიმე საუკუნეს“.

მე საკმაოდ მეჩვენება მსგავსი მოსაზრებანი. „ზეადამიანის“ ან თავკომბალას — უწოდეთ მას როგორც გსურდეთ — დედამიწაზე გამოჩენა, ალბათ არ გვემუქრება. არ არის დასაჭერებელი რაღაც გარდუვალი ტენდენციები. დარვინისტულ ევოლუციას არ გააჩნია მიზანი — ეს ორთოგენეზი არაა.

ამავე დროს, არ ვეთანხმები იმათ, ვინც ფიქრობს, რომ ადამიანის ორგანიზებულობიდან არ შეიძლება არც რაიმეს გამოკლება და არც მიმატება, რომ ჩვენ ქმნილების მწვერვალი ვართ. ჩვენ შეგვიძლია ვიყოთ უკეთესები, უფრო ჰკვიანი, კეთილი, დღეგრძელნი.

იცვლება თუ არა ადამიანი ამჟამად? დიახ, და ამის მსგავსი რამის ყველაზე ცნობილი მაგალითია ეგრეთ წოდებული აქცელერაცია. ჩვენი დროის ბავშვები მშობლებთან შედარებით გიგანტებოდ გამოიყურებიან. აქცელერაციის მიზეზს სხვადასხვანაირად განმარტავენ: ყველაზე გონებაშეზღუდული განმარტება, რომელსაც მე წავაწყდი, იმაში მდგომარეობს, რომ ბავშვების გიგანტური ზრდის მიზეზი არის ტელევიზორი. ის, კინოსა და წიგნებთან ერთად. ბავშვებს თავს აფრქვევს ინფორმაციის ნაკადებს, რაც ნერვული სისტემის გავლით მოქმედებს ენდოკრინულ ჭირკვლებზე, რომლებიც თავის მხრივ იწვევენ ზრდის გიგანტურობას.

გონებამახვილურია, მაგრამ ალბათ, არასწორი. აქცელერაციის უფრო სავარაუდო მიზეზი გენეტიკური ხასიათისაა. როგორც ეფრო-რმსონი აღნიშნავს, ჭერ კიდეც 100—200 წლის უკან კაცობრიობის უმეტესი ნაწილი ცხოვრობდა ჭგუფ-ჭგუფად, თითოეულში 25—35 კომლის ოდენობით, და მეტად ხშირი იყო ქორწინებანი ნათესაუების გენეალოგიის 5—10 რიგებს შორის.

დადგენილია, რომ ახლო ინბრიდინგი ასეთ ენდოგამურ თემებში — იზოლატორებში, იწვევს პოპულაციაში რეცესიული გენების თავმოყრას, რის გამოც ფენოტიპში იზრდება ისეთი მემკვიდრული დაავადებების გამოვლენის შესაძლებლობა, როგორცაა სიბრმავე ფერებისადმი და იდიოტობა, მიკროცეფალია და ფენილკეტონურია, მემკვიდრული სიყრუე და შიზოფრენია, კრუნჩხვითი დამბლა და ხონდოდისტროფია და ა. შ. მაგრამ ბევრად უფრო არსებითი მნიშვნელობისაა ინბრიდინგის შედარებით ნაკლებად შესამჩნევი ზეგავლენა — ზრდის, სიძლიერისა და სიცოცხლისუნარიანობის დაქვეითება. მახსოვს როგორ გამოაცა კრაკოვის მუზეუმში ნანახმა რაინდის ჯავშანმა. სენკევიჩის რომანის „ჯვაროსნების“ რაინდებთან გაცნობილი, მისი შემხედვარე სასოწარკვეთილი დაერჩი. ის ძალზე პატარა მომეჩვენა. ინბრიდინგმა ზღვარს მიაღწია შუა საუკუნეების ეპოქაში, როცა ისედაც პატარ-პატარა სოფლებში, ქალაქებსა და ციხე-სიმაგრეებში ცხოვრებას თან სდევდა შეუღლების აურაცხელი და უაზრო შეზღუდულობა — გვაროვნული, წოდებრივი და რელიგიური.

წარმოების რევოლუციამ, რომელიც დაიწყო ხელისუფლებაში კაპიტალიზმის მოვლენით, როგორც მარქსი და ენგელსი წერდა, არა მარტო გაანთავისუფლა ხალხთა მასები „სოფლური ცხოვრების იდიოტიზმისაგან“, მან გამოიწვია იზოლატორების გაცხოველებული რღვევა, წარმოშვა უდიდესი ქალაქები ხალხთა ბაბილონური არევით, მოკლედ — დაიწყო კაცობრიობის პეტეროზიგოტულობის ამალღება. მთელ რიგ ქვეყნებში, პირველ რიგში ჩვენთან, ახალ, სოციალისტურ ფორმაციაში გადასვლამ ეს პროცესი დააჩქარა — ქონბრივ, ნაციონალურ და რელიგიურ შეზღუდულობათა გაუქმებით.

საყოველთაოდ ცნობილია შეჭვარების სასიკეთო ზემოქმედება ჰიბრიდების ზრდა-განვითარებასა და ცხოველმყოფელობაზე (პეტეროზისი). ამიტომ ხომ არ არის, რომ სოფლის პირობებში აქცელერაცია უფრო ნაკლებადაა გამოხატული, ვიდრე ქალაქებში? სოფლებში ხომ ინბრიდინგის ზეგავლენა დღემდე უფრო აშკარაა ვიდრე ქალაქებში.

შეიძლება ეს არის ადამიანის ევოლუცია? ალბათ უფრო სოციალური დამოკიდებულებით არასრულყოფილი და გენეტიკური შედეგებით დაუმახინჩებელი ანდრინდელი ტიპისავენ დაბრუნება. პირველ ევროპეოიდების — კრომანიონების — საშუალო სიმაღლე იყო 187 სმ და გააჩნდათ ტვინი 1600-დან 1900 სმ³!

განვიხილოთ მომავალი ადამიანის, როგორც სახეობის მეორე მხარე. რა ფაქტორებმა შეიძლება იმოქმედოს ადამიანის ევოლუციაზე ამჟამად და მომავალში?

გადარჩევა? შიგასახეობრივი ბრძოლა გაქრა. გარემო ფაქტორების მოქმედება, რომელიც თავის დროზე ასტიმულირებდა რასის წარმოქმნას, ნოლზეა დაყვანილი.

„სიცოცხლის ტალღები“, რაოდენობის მერყეობა? კაცობრიობის რაოდენობა ამჟამად არ მერყეობს. ის იზრდება თანდათანობით ნელა და სადღაც სამ ათასიან წლებში მოხდება მისი სტაბილიზირება.

იზოლაცია, პანმიქსიის შეზღუდულობა? ისიც, აგრეთვე, იკარგება და მომავალში პლანეტაზე ადამიანი იქნება თითქმის ერთადერთი პანმიქსიური სახეობა.

გენეტიკურ-აგტომატური პროცესები, გენთა დრეიფი? ისინა შესამჩნევად ვლინდება მხოლოდ მაშინ, როცა პოპულაციაში რიცხოვრივად 500 წევრზე ნაკლებია. ადამიანისათვის ეს ციფრი ბევრად უფრო მაღალია და მით უფრო იზრდება.

რჩება მუტაციური პროცესი. მაგრამ, როგორც აღრე დაერწმუნდით, არსებითად ის არ ქმნის სახეობებს; ის ნგრევის საწყისია, ენტროპიის ამამალღებელია. გადარჩევის გარეშე ის უძღურია. ასე რომ, „თავკომბალა“ არ გაჩნდება დედამიწაზე — თუნდაც იმიტომ, რომ ადამიანებში თავის ტვინის განვითარება სრულებითაც არ იძლევა მრავალრიცხოვანი თაობის გაჩანტიას. ინტელექტუალური ოჯახები ჩვეულებრივ მცირებავშიანობით ხასიათდება. თავის დროზე ოცნებობდნენ, რომ ადამიანის მოდგმის გაუმჯობესება მომხდარიყო შეუღლების რეკომენდაციის სისტემების შემუშავების გზით. სერებროვსკი ვესლიანად წერდა ასეთ ოცნებებზე: „თუ ჰკვიანი კაცი თავისთვის შეარჩევს ჰკვიან ქალს, მაშინ დარჩენილი სულელი იქორწინებს ასევე დარჩენილ სულელზე და კიდევ საკითხავია თუ თუ ვინ მეტ თაობას გააჩენს. და, ყოველგვარი დახმარება — წახალისება გამრავლებისათვის აქ შეუძლებელი იქნება. ვინაიდან ჰკვიანი. ცოლი არ შობს ბავშვს სულელის თანაბრად არა იმიტომ,

რომ ის შეზღუდულია ეკონომიურად. არამედ იმიტომ, რომ ის ჰკვიანია და არ მოისურვებს გარდაიქმნას მშობიარე მანქანად“.

ჩემი შეხედულებით, აზრი გამოთქმულია შეუბრალებელი სიცხადით. ადამიანთა საზოგადოებაში ბუნებრივი გადარჩევა გაქრა და თავის თავზე ხელოვნური გადარჩევის გამოყენების ცდას აზრი არა აქვს. ამასთან დაკავშირებით იბადება კითხვა: რა ვუყოთ მუტაციურ პროცესს, რომელიც განუწყვეტელ ტვირთად აწევს კაცობრიობის გენოფონდს? მართალია, ქრომოსომული აბერაციების მოკვეთა მაშინვე ხდება, იმდენად რამდენადაც, მისი მატარებლები, როგორც წესი, ან თვითონ არიან არასიცოცხლისუნარიანი, ან კიდევ არ შეუძლიათ თაობის მოცემა. მაგრამ, წერტილოვანი მუტაციები, პატარ-პატარა ინვერსიები და ქრომოსომთა დანაკლისები შეიძლება დაგროვდეს მალული სახით და დაითიშოს პომოზიგოტებში.

თუმცა, მათ გზაზე დგას კაცობრიობის მზარდი პანმიქსია. თუ ამას კიდევ დაემატება მკაცრი მეცნიერული სისტემის გენეტიკური კონსულტაცია, მაშინ მუტაციის „თავაშვებული“ მოქმედება შეიძლება შევაჩეროთ. წინ გვესახება გენური ინეინერის საოცარი პერსპექტივები, სასურველი გენების სინთეზი და მათი გადანერგვა იმ თაობათა გენომში, რომლებიც არასახარბიელო მდგომარეობაშია ამ გენების უქონლობით.

ხოლო შემდეგ, ყველაზე შორეულ მომავალში? მოისურვებს თუ არა ადამიანი შეინარჩუნოს შეუხებლობით თავისი ორგანიზმის აგებულება, საერთოდ ის, რაც მემკვიდრულად მიიღო მან წერილ-ცხვირიანი მაიმუნისაგან?

არ ვიღებ ჩემ თავზე განაჩენი გამოუტანო ჩვენგან ათასობით წლით შორეულ თაობებს. მაგრამ, პრინციპში გამორიცხული არ არის, რომ შეიძლება მათ საერთოდ არ გამოადგეთ იმ მატერიის ორგანიზაცია, რომელიც დღეს ჩვენთვისაა ცნობილი — ატომის ელექტრონული ველი და ბირთვის მეზონური ველი, და ისინი მოისურვებენ იყონ რაღაც სხვანაირნი, ისეთნი, რაც ჩვენთვის წარმოუდგენელია, ისე როგორც პითეკანთროპისათვის წარმოუდგენელი იყო ელექტრონები და მეზონები.

დასასრული

დროა გამოვემშვიდობო მკითხველს — მე ვერ გესაუბრეთ ბევრ რამეზე, ზოგიერთ ისეთ პრობლემებზე, რომლებიც ამჟამად ევოლუ-

ციის თეორიის წინაშე დგას. წიგნის მოცულობის შეზღუდულობის გამო იძულებული ვიყავი შეეხებოდი მათ მხოლოდ გაკერით. ჩემს თავს იმით ვინუგეშებ, რომ დავწერე დარვინიზმზე პოპულარული და არა სახელმძღვანელო წიგნი და ამიტომაც მივეცი ჩემს თავს უფლება მკითხველის ყურადღება გამემახვილებინა ისეთ საკითხებზე, რომლებიც პირადად მიმაჩნდა უფრო მნიშვნელოვანად.

ევგონებ, რომ ის ძირითადი პრობლემა, რომელიც ჩემს წინაშე იყო, გავაშუქე საკმაოდ დაწვრილებით. ეს პრობლემაა ტელეოლოგიზმისა და მატერიალიზმის ბრძოლა ევოლუციის თეორიის საკითხზე, რომელიც მიმდინარეობდა ათასი წლობით — არისტოტელედაჲ, თომა აქვინელიდან და ლამარკიდან მოყოლებული დღემდე. ბიოლოგიაში მატერიალიზმის როლს ახლაც უარყოფს ზოგიერთი. ტელეოლოგიურ იდეებს განსაკუთრებით აქტიურ პროპაგანდას უწევს თანამედროვე ბურჟუაზიული ფილოსოფიის რეაქციული მიმართულება, ვატკანის ოფიციალური იდეოლოგია — ნეოთომიზმი, რომელიც მკვდრეთიდან აცოცხლებს თომა აქვინელის იდეას. მაგალითად, აი რას წერს გფრ-დან პროფესორი რ. ნახტვეი თავის წიგნში, რომელსაც მან მრავალმნიშვნელოვნად უწოდა „დარვინიზმის მცდარი გზა“: „სხეულის მიზანშეწონილი, რაციონალური ცვლილებები, რომლებიც წარმოიშეებიან ორგანიზმისა და გარემოს გაცხოველებული ურთიერთმოქმედების შედეგად, ბოლოს და ბოლოს მტკიცდება და გადადის მემკვიდრეობაში. განმარტების ამ ლამარკისტულ პრინციპს დიდი უპირატესობა გააჩნია, ვიდრე ევოლუციის დარვინისტულ თეორიას“. თუ მკითხველი ეკუთვნის ჩემს თაობას, მაშინ ის ყოველგვარი სიძნელის გარეშე გაიხსენებს იმ დროს. როცა ჩვენშიც ევოლუციის თეორიის კურსს კათედრიდან გადმოგვეცემდნენ თითქმის იდენტური გამოთქმით.

რა თქმა უნდა, ტელეოლოგიზმისა და მატერიალიზმის ბრძოლის ყველა პერიპეტეიის განხილვას აზრი არ ექნებოდა, ევოლუციაზე ტელეოლოგიური შეხედულებანი რომ მხოლოდ ბნელეთის მოციქულებსა და თაღლითებს ეკუთვნოდეს. ევოლუციაზე ანტიდარვინისტულ შეხედულებებს, კოტად თუ ბევრად დაყვანილს ტელეოლოგიზმის რომელიმე ფორმამდე, იზიარებდა XX საუკუნის ზოგიერთი, ისეთი უდიდესი ბიოლოგებიც, რომლებიც იყვნენ მეცნიერების ქეშმარიტი თავყვანისმცემლები და გაამდიდრეს ის მნიშვნელოვანი აღმოჩენებით. ზოგიერთ მათგანზე ჩვენ გვეტონდა საუბარი. დიდად ვაფასებთ რა მათ ორიგინალურ ბიოლოგიურ შრომებს. ჩვენ არ უნდა დაგვაეიწყდეს მათი შეცდომებიც.

ანტიდარვინისტული რეციდივი პერიოდულად ბევრს ემართება. აი ახლა, როცა ამ სტრიქონებს ვწერ. ჩემს მაგიდაზე დევს ს. ონოს ახლახან გამოცემული წიგნი „პროგრესული ევოლუციის გენეტიკური მექანიზმები“. ავტორი პროგრესული ევოლუციის მიზეზს ხედავს გენური მასალის გამრავლებაში და სავსებით უარყოფს გადარჩევის შემოქმედებით როლს. ონოს თანახმად ბუნებრივი გადარჩევის როლი მხოლოდ და მხოლოდ კონსერვატიულია, ის ინარჩუნებს ძველს და უძლურია ახლის შექმნაში. თუმცა, გასულ საუკუნეში ჰერბერტ სპენსერიც ხომ ასევე უარყოფდა დარვინიზმს! ანტიდარვინისტების აზრი „ციკლურია“, ის მუშაობს, როგორც ძალი, რომელიც თავისივე კუდს ჰკბენს.

ლიტერატურაში ზოგჯერ შეიძლება შეგვხვდეს მტკიცება, ლამარკიზმისა და დარვინიზმის სინთეზის შესახებ, რაც მოსალოდნელია მომავალში ან ჩვენ თვალწინ უკვე მიმდინარეობს. სხვანაირად რომ ვთქვათ, ევოლუციის თეორიამ თითქოს „თავისში“ უნდა გააერთიანოს ბუნებრივი გადარჩევის მოძღვრებაც და გარემო პირობების შემოქმედების ადექვატური შემგუებლობის პრინციპიც. ასეთი მიდგომა ჩვენ არასწორად მიგვაჩნია. საჭიროა გავარჩიოთ შედარებით სწორი თეორია პრინციპულად არასწორი ჰიპოთეზისაგან.

ჩვენ ვიცით, რომ პტოლემეის მოძღვრება, სამყაროს ცენტრში მდებარე უძრავი დედამიწის შესახებ, არასწორია, ისე როგორც არასწორია კოპერნიკის აზრი მასზედ, რომ დედამიწა ბრუნავს უძრავი მზის ირგვლივ წრიულ ორბიტაზე. მაგრამ, პტოლემეის მოძღვრება მკვდარია; მისი განვითარებით ჩვენ უფრო და უფრო მოვშორდებით წესმარტებას. ხოლო, კოპერნიკის მოძღვრების განვითარებით ჩვენ მივიღვართ ჯორდანო ბრუნოს, გალილეის, კეპლერისა და ნიუტონის გზით — თანამედროვე ასტრონომიისაკენ. სავსებით გასაგებია, რომ პტოლემეიც და კოპერნიკიც ცდებოდა სხვადასხვანაირად. მათი მოძღვრებათაშორისი ჰიბრიდი პრინციპულად შეუძლებელია (უფრო ზუსტად, უნაყოფია). ასევე უნაყოფია ეკლექტიკური ცდა გაერთიანდეს ევოლუციის ერთ თეორიაში დარვინისა და ლამარკის მოძღვრებები, მატერიალიზმი და ტელეოლოგია.

ევოლუციაზე ტელეოლოგიურ შეხედულებათა არსებობამ არ უნდა გაგვაკვიროს. როგორც ა. გერცენმა სთქვა, „რელიგია უეკლესიოდ, ზეშთაგონებისა და ლოგიკაზე უფლების დაჩემების გარეშე, რაც აღმოუფხვრელია ზერელედ მოაზროვნეთა თავიდან, იმის თანახმად, რომ არ გაგაჩნდეს არც საკმაო გული, რომ ირწმუნო და არც საკმაო ტვინი, რომ იაზროვნო“.

შინაარსი

ქართული გამოცემის წინასიტყვაობა	3
წინასიტყვაობის შავიერ	5
1. ღარვინთან ერთად და ღარვინის წინააღმდეგ	9
2. გენი არსებობს	28
3. გენი ცვალებადია	44
4. უდიდესი სინთეზი	75
5. გენი პოულობს ხორცშესხმას	123
6. პროგრესი ცოცხალ ბუნებაში	175
7. ევოლუციის საწყისი	197
8. ბუნებრივი გაღარჩევა	224
9. ადამიანის წარმოშობა	252
დასასრული	296

Борис Михайлович Медников

ДАРВИНИЗМ В XX ВЕКЕ

Издательство «Советская Россия»
Москва — 1975

Перевод с русского кандидата биологических наук
Джемала Платоновича Ратиани

დაიბეჭდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოს დადგენილებით

ИБ 1709

*

გამომცემლობის რედაქტორი ს. ხ ა ნ ჯ ა ლ ა ძ ე
ტექნედაქტორი ნ. ბოკერია
მხატვარი ვ. ხ მ ა ლ ა ძ ე
კორექტორი ე. გოგავა

გადაეცა წარმოებას 12.3.1981; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 13.7.1981;
ქაღალდის ზომა 60×90/16; ქაღალდი № 1; ნაბეჭდი თაბახი 18.8;
სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 15.7;

ტირაჟი 3000;

შეკვეთა № 974;

ფასი 2 მან. 20 კაპ.

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН Груз. ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19