

გენეტიკის ბიბლიოთეკა

2

რისარდ გოლდშმიდტი

მენდელიზმი

დ. ავლაძის
წინასიტყვაობით

თარგმნილი გერმანულიდან.
ი. გარსიაშვილის მიერ

ბაქ. სას.-სამ. ინსტიტუტის გამოცემა
ტფილისი—1930 წ.

წინასიტყვაობის მაგიერ	7
შესავალი	13
I. ელემენტარი ფაქტები	15
1. ძირითადი მენდელისეული მაგალითი	.
2. ნომენკლატურა	19
3. მრავალფაქტორობა მენდელიზმის	21
4. დომინანტობა	28
5. რეცესიური ფაქტორები მარტივ მენდელისეულ ცდაში	33
6. გაშვება სიწმინდისა და დათიშვის მიზეზები	35
7. მენდელისეული ნიშნები და ფაქტორთა თეორია	46
8. მარტივი ჰიბრიდული ანალიზის მაგალითი	49
II. ფაქტორთა კომბინაციების სპეციალი შემთხვევები	55
III. მუტაცია	64
IV. მენდელის მემკვიდრეობის კანონთა შემდეგი განვითარება	66
1. პოლიმერია ანუ მულტიპლი ფაქტორები	66
2. ფაქტორთა koppelung-ი	78
ა) სქესთან დაკავშირებული მემკვიდრეობა	80
ბ) არა სრული koppelung-ი ანუ ფაქტორთა გაცვლა- გამოცვლა	98
3. მულტიპლი ალელომორფები	111
V. განსაკუთრებული შემთხვევები	113
1. დეტალ-ფაქტორები	114
2. სქესგანსაზღვრული მემკვიდრეობა	116
VI. ზოგადად მენდელიზმის შესახებ	119
VII. მენდელიზმი და წარმოშობის თეორია	122
1. თანდათანობითი და ნახტომისებრი ცვლადობა	122
2. შერჩევა	124
3. შეგუება	127
4. მფარველი მიბაძვა (მიმეტიზმი)	129
5. ევოლიუცია და ჰიბრიდიზაცია	130
VIII. მენდელიზმი და ცხოველთა და მცენარეთა მოშენებ- ლობა	131
IX. მენდელიზმი და ევგენიკა	135

წინასიტყვაობის მაგიერ

უკანასკნელი 60 წლის განმავლობაში ბიოლოგია განუზომელ გავლენას განიცდიდა იმ მოძღვრებისას, რომელიც ერთობლივად წარმოშობის თეორიად არის სახელწოდებული და რომელიც დარვინის მიერ დამუშავებისა და დასაბუთების შემდეგ სულ მოკლე ხანში დაეუფლა ბიოლოგიას, ხოლო მისი თვალსაზრისი სახელმძღვანელოდ გარდაიქმნა ყოველი მომდევნო კვლევისათვის.

ამითი იყო გამოწვეული, რომ წარსული საუკუნის მეორე ნახევარი მეცნიერების ყოველგვარი დისციპლინისათვის დარვინისტულ ეპოქად გარდაიქმნა. სისტემატიკა და შედარებითი ანატომია, განვითარების ისტორია, ცხოველთა გეოგრაფია და ზოგადი ბიოლოგია, ანტროპოლოგია და ნაწილობრივ აგრეთვე ფიზიოლოგია სწორედ ამ მოძღვრებაში ეძებდნენ და ჰპოვებდნენ ხოლმე თავისათვის ძირითად სახელმძღვანელო აზრებს.

საზიანო ამაში სრულიად არაფერი ყოფილა, ვინაიდან ცოდნის მთელი ის მასალა, რომელიც მეცნიერებამ მოიპოვა იმ ხანად და რომელიც მიუხედავად მსჯელობის ამა თუ იმ ყაიდისა მაინც მუდმივი ფაქტობრივი ღირებულებისა არის,—მართაც რომ განსაცვიფრებელია.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ აგრეთვე ამ მოძღვრებას აღმოაჩნდა თავისი სუსტი მხარე. მსგავსად ყოველი დიადი და ნაყოფიერი იდეისა, აგრეთვე წარმოშობის თეორია ემყარებოდა მნიშვნელოვან ნაწილად შემოქმედ

ფანტაზიას, და აქაც განმეორდა ის, რაც ესოდენ დამახასიათებელია კაცობრიობის ისტორიისათვის დიდი სწავლის გავრცელების ყოველ შემთხვევაში.

სახელდობრ: გაღვიძებული ფანტაზია მიკუთვნებულ მწვერვალს მოსწყდა და დაზავდა; თეორიებმა ფაქტების ღირებულება მოიპოეს, ხოლო მეცნიერული ტრაქტატებისა—უბრალო აღწერამ. ჩვენ აქ გვერდი უნდა აუქციოთ იმის განხილვას, თუ როგორ გაიჟღენთა იმ ხანის ბიოლოგიური აზროვნება დარვინის იდეებით, მაგრამ უნდა აღვნიშნოთ კი, რომ თვითონ დარვინი ვერ დასძლია ამ კორიანტელმა და იგი საკუთარი აზრების ფრთხილ შემოწმების შეძლებისამებრ ზუსტი ცდებით მუდამ განაგრძობდა.

ხოლო დღეს, ვინც წარმოშობის სწავლის ანბანის უფრო და უფრო ზუსტ ჩამოყალიბებას შესდგომია და არა მის შემდგომ განვითარებას, ის სწორედ დარვინის საქმეს განაგრძობს დარვინისებრი გზებით (R. Goldschmidt).

წარმოშობის თეორია თავის ძირითადს დებულებებში სამი ცენტროს ირგვლივ არის დაყურსული. ერთი არის სხვაობრიობის საკითხი (მრავალსახეობა აღნუსხული გამომწვევ მიზეზთა გაუთვალისწინებლად); მეორე—შეგუებისა და მესამე—მემკვიდრეობის კითხვა. განსასაზღვრელი იყო უწინარეს ყოვლისა ნამდვილად არსებობს თუ არა დარვინის მიერ აღნიშნული ცვლილება ერთი ფორმისა მეორე ფორმად, ერთი სახისა მეორე სახელ ან გადასხვანაირება ნიშან-თვისებისა. გამოსარკვევი იყო შემდეგ მიზეზი ამ ცვლილებათა (სხვაობრიობა განმარტებული გამოიწვევ მიზეზთა წილ = მრავალსახეობა) და ნაცადი უნდა ყოფილიყო შეძლებისამებრ იგივე ცვლილების მიღება ექსპერიმენტალური გზით და მხოლოდ

ამის შემდეგ დაისმებოდა საკითხი გარემოსადმი შეწყობის, გარემოსათვის შეგუებისა და ნაკლებად შეგუებულთა გამომხოლოების გავლენისა.

ხოლო თუ ამ უკანასკნელს რაიმე მნიშვნელობა აქვს საზოგადოთ, მაშინ წინასწარ საგულგებელია, რომ არსებობისათვის ბრძოლაში თავშენახული სხვაობანი (ვარიანტები) უთუოდ მემკვიდრეობით გადასცემენ თავის თვისებებს შთამომავლობას.

და აი, სწორედ ეს არის მთელი ამ მოძღვრების კარდინალური პრობლემა: რა გადადის მემკვიდრეობით და როგორ გადადის იგი მემკვიდრეობით? ამ წერტილის ირგვლივ უნდა ტრიალებდეს ყოველგვარი კვლევა წარმოშობის სწავლის საფუძველთა. როგორც უკვე ვთქვით, ეს იქნება დარვინის საქმის გაგრძელება დარვინისებრი გაგებით. და შეცდომა არ უნდა იყოს, თუ ვიტყვით, რომ მემკვიდრეობის პრობლემა ცენტრალური პრობლემაა მთელი ბიოლოგიისა. იგი მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს ბიოლოგიისა და მისი ახლო მონათესავე ისეთი დისციპლინების კავშირისა, როგორიც არის სოციოლოგია, მედიცინა და სოფლის მეურნეობის მეცნიერება.

დარვინის შემდეგ ყველა ამ საკითხთა დამუშავება, ცოტა არ იყოს, მოიკოჟლებდა და მათი მებაირახტრების რიცხვი მეტად მცირე იყო. ესენი უმთავრესად ბოტანიკოსები და ძოოლოგები იყვნენ და მათ უნდა უმაღლოდეთ სწორედ ჩვენს დროში. სათანადო ინტერესის გაღვივებას. ამ ახლად გაღვივებულ ინტერესს ბევრი ახალი მიღწევაც მოჰყვა.

უწინარეს ყოვლისა: ბიოლოგიური ექსპერიმენტი აღიარებული იქმნა, როგორც აუცილებელი პირობა საჭირო წინსვლისა. და დარვინის მრავალმა მიმდევარმა პირ-

ველ რიგში სწორედ ამ ექსპერიმენტს მიჰყო ხელი, დარ-
ვინის მიერ მრავლად დაგროვილი დაკვირვების შესა-
მოწმებლად.

ხოლო როდესაც ამ მხრივ უკვე საგრძნობი შედეგები
იქმნა მოპოებული, ექსპერიმენტთა საჭიროება ბიოლოგი-
ისათვის კვლავ აქტუალურ საკითხად აქცია განვითა-
რების მექანიკამ—როგორც დამოუკიდებელმა დის-
ციპლინამ—რომელიც გაბატონებულ დარვინიზმს შეგნე-
ბულ ოპოზიციას იწვევდა.

შემდეგ განვითარდა ვარიაციული სტატის-
ტიკა, რომელმაც მათემატიკური სიზუსტე შეიტანა
მცოდნეობის ამ დარგში; შემდეგ დე-ფრიზის მიერ
აღნიშნულმა მუტაციის მოვლენამ განსაკუთრებული
ძალით მიაქედა საზოგადო ინტერესი მემკვიდრეობის სა-
კითხს და აქამდე გადაუჭრელ კითხვათა გამოკვლევის
შესაძლებლობას; შემდეგ მენდელის კანონთა ხელ-
მეორედ აღმოჩენამ სრულიად ახალი შუქი მოჰფინა იგი-
ვეს და მემკვიდრეობის კვლევას ჯერ კიდევ დაუპყრობე-
ლი ასპარეზი მოუპოვა.

ხოლო ყველაფერმა ამან ერთად მოიტანა დრო, რო-
დესაც ბიოლოგიის თვალუწვდენელ არეში ერთი ყანო-
ბირი გამომხოლოებულა და მის დამუშავებას საუკეთე-
სო ძალები მოსდრმებია.¹⁾ მის დედა წერტილს მემკვიდ-
რეობის სწავლა შეადგენს და ამ უკანასკნელის ირგვლივ
ჩამომწკრივებულან ყველა ის პრობლემები, რომელთა
შესახებ ზემოთაც გვქონდა ლაპარაკი და რომელთა გა-
დაქრას წინ უნდა უსწრებდეს მემკვიდრეობის საკითხთა
გადაქრა.

¹⁾ იხ. „გენეტიკის ბიბლიოთეკა“-ს პირველი წიგნის გრ. მენ-
დელი „კდები მცენარეთა ჰიბრიდებზე“, დოც. ნ. იოსელიანის წინა
სიტყვაობა.

ამ ახალი მეცნიერებისათვის გინსაკუთრებული სახელი შემოიღო ბატეზონმა ინგლისში, რომლის ეკვივალენტად ჩვენ ქართულისათვის მისსავე ბერძნულ გამოთქმასა ვხმარობთ: გენეტიკა ანუ, როგორც R. Goldschmidt-ი იტყვის, მეცნიერება ორგანიზმთა წარმოქმნის შესახებ.

„გენეტიკის ბიბლიოთეკა“ მიზნად ისახავს ამ დისციპლინის ცალკე თავებისა და დარგების შესახებ ადვილ გასაგებ წიგნაკთა სერიის საშუალებით ხელი შეუწყოს საქართველოში აღნიშნული მოძღვრების ძირითად პრინციპთა ცოდნის გავრცელებას. იგივე სერია წიგნაკთა ჩვენ ამავე დროს ისეთ გვარადა გვაქვს შერჩეული, რომ იგი „გენეტიკის საფუძვლები“-ს კურსის მოსმენის შემდეგ დამხმარე სახელმძღვანელოებად გამოადგება სტუდენტობას.

„გენეტიკის ბიბლიოთეკა“-ს პირველი წიგნაკის დაბეჭდვის შემდეგ (გ. რ. მენდელი — „ცდები მცენარეთა ჰიბრიდებზე“, ტფილ. უნივერსიტეტის გამოცემა, 1929 წ. ქ. ტფილისი), სადაც განმარტებული არის სქემა და შედეგები იმ ძირითადი ნაშრომისა, რომელიც ქვაკუთხედით დაედო ხშირად მენდელიზმად წოდებულ მთელ ამ დარგს,—R. Goldschmidt-ის წინამდებარე წიგნაკის პირველ რიგში დაბეჭდვა მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ, ვინაიდან აქ საგნის დიდი ცოდნის მაჩვენებელი კონცენტრაციით არის გადმოცემული ძირითადი მომენტები მსჯელობას დაქვემდებარებული დისციპლინისა და საამოდ მარტივი ენით მოთხრობილი მრავალი რთული მხარე სათანადო პრობლემებისა. ვფიქრობთ, ამით მნიშვნელოვნად გაადვილდება იმ ზოგადი წარმოდგენის მოპოება, რომელიც ასე საჭიროა ყოველი ახალი საგნის შესწავლისას მის დეტალებში ჩაღრმავებამდე. მომდევნო წიგნაკთა

დანიშნულება იქნება ერთის მხრივ ასევე ზოგადი წარმოდგენის მოცემა ეგრედ წოდებული გამოყენებითი გენეტიკიდან (ზინაურ ცხოველთა გენეტიკა და მომშენებლობა, კულტურულ მცენარეთა სელექცია), ხოლო მეორე მხრივ გენეტიკის თვითნაირი ცალკე თავის საქმიანობისამებრ დეტალური განმარტება.

გასათვალისწინებელია ის სიძნელე, რომელიც აღემაართება ხოლმე ქართულ ენაზე სათანადო ტერმინოლოგიის ნაწილობრივ სიმციროს, ნაწილობრივ კი სრული არ არსებობის გამო, ავტორებმა თუ მთარგმნელებს, რის გამო ყოველგვარი საქმიანი შენიშვნა და მითითება ანუ შესწორება ყოველთვის წრფელი მადლობით იქნება მიღებული და ანგარიშგაწეული.

დაბოლოს, მხურვალე მადლობა უნდა მოვახსენოპროფ. რიხარდ გოლდშმიდტს წინამდებარე წიგნაკის ქართულ ენაზე თარგმნის ნებართვისათვის, ხოლო საქ. სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის დირექტორატს და სტუდენტთა აღმასბიუროს იმ დახმარებისა თუ ყურადღებისათვის, რომლითაც იგინი არა მარტო წინამდებარე წიგნაკის, არაჰედ „გენეტიკის ბიბლიოთეკი“-ს მთელი სერიის გამოცემას შეჰხედნენ.

დ. აგლაძე.

ქ. ტფილისი.
1930. მაისის 20.

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

გენდელიზმის სახელწოდებით მემკვიდრეობის პრობლემის კვლევის იმ ნაწილის აღნიშვნა დამკვიდრდა, რომელიც Gregor Mendel-ის მიერ მითითებული გზით მიიმართება. კვლევის ეს დარგი, უპირველეს ყოვლისა, იმ საკითხს იძიებს, თუ როგორ გადადის ესა თუ ის ნიშანთვისება მშობლიდან შთამომავლობაზედ, ხოლო ამის შემდეგ ეხება ყველა იმ საკითხსაც, რომლებიც მემკვიდრეობის ცნების გარშემო წამოიჭრებიან. მემკვიდრეობა არის ბუნების ის მოვლენა, რომ შთამომავლობა მშობლებს ემსგავსება. და რადგანაც შთამომავლობა მშობელთა სასქესო უჯრედებიდან ვითარდება, ამიტომ მემკვიდრეობა მით ხორციელდება, რომ სასქესო უჯრედებში მოიპოვება ყოველივე ის, რაც მათგან განვითარებულ ორგანიზმს თავის წარმომშობთ ამსგავსებს. აქედან თავის თავად გამომდინარეობს, რომ მემკვიდრეობის პრობლემაში, უპირველეს ყოვლისა, ორი „ქვეპრობლემა“ უნდა გავარჩიოთ: 1) რა არის ის, რაც სასქესო უჯრედებშია მოთავსებული, და რაც მათ უნარს აძლევს, მშობელთა მსგავსი წარმოშვან; 2) რა გზით და როგორ ჩაერევიან ხოლმე ეს ნივთიერებანი (დავარქვათ მათ მემკვიდრეობის მატარებელნი, თუ მათ მატერიალურად წარმოვიდგენთ) განვითარების მსვლელობაში, რათა ეს უკანასკნელი თავისი სპეციფიკური გზით წარმართონ. ეს უკანასკნელი საკითხი საზოგადოდ განვითარების ფიზიოლოგიას ეკუთვნის

და საკუთრივ მენდელიზმის ფარგლებს გარეშე დგას. რაც შეეხება პირველ პრობლემას, მისი კვლევა სხვადასხვა გზით არის შესაძლებელი, რომელთაგანაც ყველაზე უფრო მნიშვნელოვნად და საინტერესოდ მენდელის მეთოდია მიჩნეული.

როდესაც ორი აბსოლუტურად იდენტური ინდივიდი გამრავლებას იწყებს ან როდესაც რომელიმე რასულად სრულიად ხალასი ინდივიდი თვითგანაყოფიერების გზით მრავლდება, მაშინ მათი გამრავლების პროდუქტი მხოლოდ იმას გვიჩვენებს, რომ იგი მშობლების თვისებებს ატარებს. მაგრამ როდესაც მშობლები რომელიმე ნიშან-თვისებით ერთი მეორისაგან განსხვავდებიან, როგორც ეს, მაგალითად, ადამიანებს შორის არის ხოლმე, მაშინ შესაძლებლობა გვეძლევა, თვალი გავადევნოთ სათანადო განსხვავებულ ნიშან-თვისებებს შთამომავლობათა მანძილზე და ამ ნიშან-თვისებათა ერთი-ერთ შორის დამოკიდებულების მიხედვით სათანადო დასკვნები გამოვიტანოთ მათი ერთი თაობიდან მეორეზე გადასვლის მექანიზმის შესახებ. სწორედ ასეთ ანალიზს აწარმოებს ყოველივე ის, ვინც არკვევს, თუ რომელ მშობელს (ან უფრო შორეულ წინაპარს) წააგავს ბავშვი ამა თუ იმ ნიშან-თვისებით. ჩვენ რომ ჰიბრადიზაცია ეუწოდოთ ყოველ ისეთს გამრავლებას, როდესაც მშობლები მემკვიდრულად ერთი მეორისაგან რითიმე განსხვავდებიან (იქნება ეს განსხვავება ისეთი, როგორიც ვირსა და ცხენს შორის არის, თუ ისეთი, როგორიც ქერა და შავგერემან ადამიანებს შორის არის), მაშინ სწორედ ეს უკანასკნელი იქნება ის მეთოდი, რომლითაც ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობითი გადასვლის მექანიზმს შევისწავლით. ჯერ კიდევ მენდელამდე ბევრმა იცოდა ეს, მაგრამ მენდელმა პირველმა შესძლო ჰიბრადიზაციის გენი-

ალი ანალიზის საშუალებით მასში გარკვეული კანონშე-
წონილების აღმოჩენა.

დღეს უკვე ფართო წრეებშიაც ცნობილია, რომ Gre-
gor Mendel-ი თავის კლასიკურ ცდებს Brün-ის სამეფო
მონასტრის ბაღში აწარმოებდა ბარდაზედ. თავისი ცდე-
ბის შედეგები მან 1865 წ. გამოაქვეყნა ადგილობრივ გა-
ზეთში მოკლე ცნობის სახით. თუმცა იმ დროის ზოგი-
ერთ ხელმძღვანელ მეცნიერთათვის ეს ცდები ცნობილი
იყო, მაგრამ, როგორც ჩანს, მათი მნიშვნელობა მაინც
ღირსეულად ვერ შეათასეს; ეტყობა, დრო საამისოდ მომ-
წიფებული არ იყო (ეს ამბავი განაყოფიერების მსვლე-
ლობისა და უჯრედის დაყოფის საიდუმლოების აღმოჩე-
ნას 10 წლით უსწრებდა). თვით მენდელი კი, რო-
გორც მონასტრის წინამძღოლი, იძულებული იყო ამის
შემდგომ მეცნიერული კვლევისათვის თავი მიენებებინა;
და ამრიგად მისი ნაშრომი დავიწყებას მიეცა, ვიდრე
1900 წელს Correns-ი მენდელის კანონებს ხელმეორედ და-
ადგენდა და ვიდრე Correns-ი de Vries-ი და Tschermak-ი
მენდელის ნაწარმოებს ხელმეორედ გამოიტან-
დნ მზის სინათლეზედ. რაც ამ დროდან დადგენილ იქ-
მნა მენდელის მიერ ნაკარნახევი გზით, იგი გადმოცემუ-
ლი იქნება ამ წიგნში, ისე რომ გასაგები იყოს არა სპე-
ციალისტისათვისაც.

I. ელემენტარი ფაქტები

1. ძირითადი მენდელისეული მაგალითი

მენდელის ცდების კლასიკურ ობიექტს, ბარდის სხვა-
დასხვა რასების, უკვე მცირეოდენი სირთულე ახასიათებს,
რის გამოც უკეთესად მიგვაჩნია დასაწყისისათვის სხვა
უფრო მარტივი მაგალითი ავიღოთ, რომელიც შემდეგში

გახდა ცნობილი, სახელდობრ *Mirabilis jalapa*-ს. *Correns*-ი გადაჯვარავდა ამ მცენარის წითელ და თეთრ ყვავილიან რასებს. ჰიბრიდი პირისფრად ჰყვავდა, მაშასადამე, ორივე მშობლის საშუალო ფორმას წარმოადგენდა, ან, როგორც ამბობენ, ინტერმედიური იყო. ხოლო თუ პირველი თაობის პირისფერ ყვავილიანი ჰიბრიდების ერთი-მეორესთან გადაჯვარავით ჰიბრიდთა მეორე თაობასაც მივიღებთ, ამ უკანასკნელში პირისფერ ყვავილიან ჰიბრიდულ ტიპთან ერთად ორივე პირვანდელი მშობლის ხალას ტიპებსაც მივიღებთ, სახელდობრ თეთრ ყვავილიანსა და წითელ ყვავილიანს. ინდივიდთა გადათვლა დიდის ზედმიწევნოლობით გვიჩვენებს, რომ ჰიბრიდთა მეორე თაობის ინდივიდთა ერთი მეოთხედი თეთრად ჰყვავის, მეორე ერთი მეოთხედი წითლად და დანარჩენი ნახევარი პირისფერად. ამრიგად, ჰიბრიდთა მეორე თაობაში დათიშვას აქვს ადგილი, რის გამოც აქ ჰიბრიდულ ტიპთან ერთად პირვანდელი მშობლების ტიპებიც გვევლინებიან. ამ ჰიბრიდული ტიპის მცენარეთაგან ჩვენ რომ ნათესაობითი მოშენებით ჰიბრიდთა მესამე თაობაც მივიღოთ, ვნახავთ, რომ აქაც სწორედ ისეთსავე დათიშვას აქვს ადგილი. ჰიბრიდთა იმავე მეორე თაობის თეთრყვავილიანი ან წითელყვავილიანი, ე. ი. „გამოთიშული“ მშობლიური ტიპის, ინდივიდები კი ხალასათ მოშენებისას მხოლოდ და მხოლოდ თეთრყვავილიან, resp. წითელყვავილიან თაობას იძლევიან. და ასე ხდება მუდამ, თაობათა რამდენი რიცხვიც არ უნდა იყოს აღებული: ჰიბრიდული ტიპი მუდამ ითიშება ასეთივე წესზომიერებით, ხოლო მშობლიური ტიპები „ხალასათ მოშენდებიან“.

ამგვარმა ფაქტებმა მენდელი მსჯელობის შემდეგ გზაზე დააყენა: თუ ორსქესიანი გამრავლების დროს,

სახქესო უჯრედები, ანუ გამეტები, რომლებიც განაყოფიერების დროს შეერთდებიან, შეიცავენ იმ ნიშან-თვისებათა წარმომადგენლებს, ანუ, როგორც ეხლა ამბობენ, მემკვიდრულ ფაქტორებს, რომლებიც გადადიან მშობლებიდან შვილთა თაობაზე, მაშინ უნდა მივიღოთ, რომ ყველა იმ შემთხვევებში, როდესაც მთელი თაობა ერთნაირია და მშობლებს წააგავს, — ესტყვით ყველა თეთრყვავილიანია, — მაშინ განაყოფიერების დროს შეერთებული გამეტებიც ამ ფაქტორის მიმართ ყველანი ერთნაირი უნდა იყვნენ. და პირიქით, როდესაც გამრავლების შედეგად მიღებულ თაობაში სხვადასხვა ტიპები გამოერევიან, როგორც ჰიბრიდთა მეორე თაობაში, მაშინ აქ წარმოქმნილი გამეტებიც სხვადასხვანაირი უნდა იყვნენ. ვინაიდან მუდამ ჰიბრიდების — ზენის მაგალითში პირისფერყვავილიანების — შთამომავლობა ითიშება, ამიტომ ეს ჰიბრიდები სათანადო მემკვიდრული ფაქტორის მიმართ რამოდენიმე ჯურის გამეტებს უნდა წარმოშობდნენ. ჰიბრიდული ტიპი მაშინ უნდა წარმოიშეას, როდესაც ერთი მშობლის გამეტა ერთი ნიშან-თვისების ფაქტორს ატარებს, ხოლო მეორისა — მეორესას. ხალასი ტიპი კი მაშინ წარმოიშეება, როდესაც გამეტები მხოლოდ ერთ ნიშან-თვისებას გადასცემენ. ამრიგად, როდესაც ჰიბრიდთა მეორე თაობაში ორივე პირვანდელი მშობლის ტიპი ისევ ხალასათ გვევლინება, აქ პირველი თაობის ჰიბრიდი ორი ჯურის გამეტას უნდა წარმოქმნიდეს, სახელდობრ ისეთებს, რომელთაგან ზოგიერთი პირვანდელი რასის მემკვიდრულ ფაქტორს ატარებენ, ზოგი კი მეორე პირვანდელი რასის ფაქტორს; ჰიბრიდი, ჰიბრიდულ გამეტებს კი არ წარმოქმნის, როგორც ეს ერთის მხედვით შეგვეძლო გვეფიქრნა, არამედ პირვანდელი მშო-

ბლების დამახასიათებელი ჯურის ხალას გამეტებს.

ეხლა ეს მსჯელობა რომ $M. jalapa$ -ს შემთხვევის განსამარტავად გამოვიყენოთ, საქმის ვითარება შემდეგი იქნება: თეთრ ყვავილიანი $M. jalapa$ წარმოქმნის მხოლოდ ისეთ გამეტებს, რომლებიც ყვავილის თეთრი ფერის მემკვიდრეობით ფაქტორს ატარებენ, ალენიშნით იგი სიმბოლიურად W , წითელ ყვავილიანი რასა წარმოქმნის მხოლოდ ყვავილის წითელი ფერის ფაქტორის მატერებელ გამეტებს, ვსთქვათ R . მათი ჰიბრიდაციის დროს ერთდებიან გამეტები W და R და წარმოიქმნება პირისფერ ყვავილიანი ჰიბრადი WR , ხოლო როდესაც ამ ჰიბრიდის სასქესო უჯრედები ანუ გამეტები მომწიფდებიან, ეს უკანასკნელნი WR კი არ იქნებიან, არამედ ხალასნი, ე. ი. ერთი ჯურა რომელიც W შეიცავს და მეორე ჯურა რომელიც R ატარებს; ამასთანავე ეს ორივე ჯურის გამეტები თანაბარი რიცხვით წარმოიქმნებიან. ამრიგად, როდესაც ურთი-ერთ შორის გადაჯვარვით ამ ჰიბრიდებისაგან მეორე თაობას ვიღებთ, იქ განაყოფიერებისათვის 4 შემდეგი შესაძლებლობა არსებობს:

- | | | | | |
|--------|------------|-------------|-----|----------|
| 1. W | კვერცხუჯრ. | განაყოფიერ. | W | თესლუჯრ. |
| 2. W | " | " | R | " |
| 3. R | " | " | W | " |
| 4. R | " | " | R | " |

რადგანაც ყოველი ჯურის გამეტები თანაბარი რიცხვით არიან წარმოდგენილნი, ამიტომ თვითეულს ზემოჩამოთვლილ კომბინაციას თანაბარი შანსები აქვს წარმოქმნისათვის — თუ მივიღებთ, რომ განაყოფიერების დროს გამეტების ურთი-ერთ შორის შეხვედრა სავსებით

შემთხვევაზედაა დამოკიდებული. ამრიგად განაყოფიერების შედეგი (სიმბოლიურად გამოხატული) ასეთი იქნება:

$1/4 WW \ 1/4 WR \ 1/4 RW \ 1/4 RR$. ეს კი სწორედ ზემოდმოხსენებული მენდელისებრი დათიშვა იქნება. სიმბოლოები აშკარად გვიჩვენებენ, რომ მშობლების გამოთიშული ხალასი ტიპები ხალასად მოშენების შემთხვევაში მხოლოდ თავის მსგავსებს წარმოშობენ, რადგანაც მათ მხოლოდ ერთი ჯურის გამეტების წარმოქმნა შეუძლიანთ. დანარჩენი $2/4$ კი ჰიბრიდული ტიპები არიან, ე. ი. სწორედ ისეთებივე, როგორიც მათი მშობლები (RW) იყვნენ, და მაშასადამე, შემდეგში ისევ დაითიშებიან, როგორც ეს უკანასკნელნი.

ამრიგად, მენდელისებური დათიშვა გამეტათა სიწმინდის კანონით აიხსნება, ხოლო დათიშვის რიცხვობრივი შეფარდება—ალბათობის კანონების თანახმად მომხდარი გამეტათა კომბინაციებით.

2. ნომენკლატურა

ვიდრე ჩვენს თემას განვავრცობდეთ, საჭიროდ მიგვაჩნია იმ ნომენკლატურის გაცნობა, რომელიც მენდელისებური შემთხვევების აღწერისათვის წარმოიშვა და რომელსაც იძულებული ვიქნებით შემდეგში მუდამ მივჰყავთოთ ხოლმე. მშობელთა თაობას, რომლითაც ექსპერიმენტი იწყება, ჩვეულებრივ P (Paternal) თაობას უწოდებენ. ჰიბრიდთა პირველ თაობას აღნიშნავენ F_1 (1. Filialgeneration), მეორე თაობას F_2 და ასე შემდეგ. რომელიმე ნიშან-თვისების წარმომადგენელს, რომელიც

სასქესო უჯრედშია მოთავსებული, და რომელიც, მენდელის კანონის მიხედვით, უცვლელად გადადის შთამომავლობაზედ, მემკვიდრეობითი ფაქტორი ანუ მენდელისეული ფაქტორი ეწოდება. ყოველ ნიშან-თვისებაზედ, რომელიც კი მენდელის კანონთა მიხედვით მემკვიდრეობით გადადის, ამბობენ ხოლმე შემოკლებით, რომ იგი „მენდელობს“.

მეტი თვალსაჩინოების მიზნით, ფაქტორებს სიმბოლიურად ასოებით აღნიშნავენ: A, B, C, და სხვ. ისეთ ფორმას, რომელიც რომელიმე გარკვეული მემკვიდრეობითი ფაქტორის მიხედვით ხალასია და, მაშასადამე, რამდენადაც საქმე ამ ფაქტორთ ეხება, მხოლოდ ერთი ჯურის გამეტების წარმოქმნა შეუძლიან, ჰომოძიგოტს უწოდებენ. ამრიგად AA, BB, CC ფორმა A, B და C ფაქტორების მიხედვით ჰომოძიგოტია. ერთი ასოს ორჯერ დაწერა, ცხადია, საჭიროა, რათა ჩანდეს, რომ ამ ინდივიდს A ნიშან-თვისება მიღებული აქვს როგორც მამის მხრიდან, ისე დედის მხრიდანაც. ხოლო როდესაც ინდივიდი ჰიბრიდული ბუნებისაა, ე. ი. როდესაც მამისა და დედის მხრით მას სხვადასხვა ფაქტორები აქვს მიღებული, მაშინ მას ჰტეროძიგოტი ეწოდება. ჩვენ უკვე დავინახეთ, რომ განსაზღვრულ ნიშან-თვისებებს ერთიმეორეს უპირისპირებენ, ერთი წყვილის ცალკების მსგავსად როგორც, მაგალითად, ზემოთ ყვავილის თეთრი და წითელი ფერი. ნიშან-თვისებათა ასეთ წყვილს ალელომორფებს უწოდებენ: თეთრი ფერი წითლის ალელომორფია. შექდეგში საუკეთესოდ დაინახეს ალელომორფების აღნიშვნა დიდი და პატარა ასოებით; ამრიგად ჩვენს მაგალითში დაიწერება არა W და R, არამედ R და r, სადაც r არის არა-წითელი, ანუ თეთრი. AA, Bb, CC

ფორმულა ამრიგად გვეუბნება, რომ ობიექტი ჰომოდიგოტია A და C ფაქტორების მიმართ, ხოლო B ფაქტორების მიმართ იგი ჰეტეროდიგოტია. ალელომორფების მაგივრად ხშირად მენდელისეულ ნიშანთა წყვილსაც ამბობენ. ერთი წყვილი ნიშნის მენდელისებურ დათიშვას მონოჰიბრიდულ დათიშვას უწოდებენ, ორი წყვილისას — დიჰიბრიდულს, სამი წყვილისას — ტრიჰიბრიდიდულს, მრავალი წყვილისას — პოლიჰიბრიდულს.

3. მრავალფაქტორთა მენდელობა

ძირითადი კანონი, რომელიც მენდელისებურ დათიშვას ედება საფუძვლად, ჰიბრიდის ჯამეტათა სიწმინდის კანონი იყო. თუ მოვიგონებთ, რომ ჩვენ მიერ მაგალითისათვის აღებულ $M. Jalapa$ მცენარეში ფართე და ვიწრო ფოთლიანი რასებიც არიან, მაშინ ნიშან-თვისებათა მეორე წყვილიც გვექნება, რომელიც აგრეთვე მენდელისებური დათიშვის ტიპიურ მაგალითს წარმოადგენს. რას მივიღებთ, რომ ფართე ფოთლიანი და წითელ ყვავილიანი რასა ვიწრო ფოთლიანსა და თეთრ ყვავილიანს რასას გადავსჯვართ? ნიშან-თვისებათა წყვილი თეთრი-წითელი რომ A და a ასოებით აღვნიშნოთ, ხოლო ფართე-ვიწრო B და b ასოებით, მაშინ ცხადი გახდება, რომ: F_2 ერთის მხრივ დაითიშება $\frac{1}{4} AA$ - $\frac{1}{2} Aa$ და $\frac{1}{4} aa$ ფორმულის მიხედვით, თუ მხოლოდ ყვავილის ფერს მივიღებთ მხედველობაში, ხოლო მეორე მხრივ — $\frac{1}{4} F_1B$, $\frac{1}{2} Bb$ და $\frac{1}{4} bb$ ფორმულის მიხედვით თუ მხოლოდ ფოთლების ფორმას მივიღებთ მხედველობაში. თუ ნიშან-თვისებათა ორივე წყვილი ერთი მეორე-

საგან დამოუკიდებლად გადადიან მემკვიდრეობით, მაშინ, თუ ერთსა და იმავე დროს ორივე წყვილს მიეაქცევეთ ყურადღებას, ადგილი უნდა ჰქონდეს მათს ყოველგვარ კომბინაციას შემთხვევის, ე. ი. ალბათობის კანონის თანახმად. შედეგი ეხლა ადვილი გამოსარკვევია:

P თაობა: თეთრი-ფართე ფოთლებიანი AA BB და წითელი-ვიწრო ფოთლებიანი aa bb.

P თაობის გამეტები: AB resp. ab.

F₁ ჰიბრიდი: Aa Bb=ვარდისფერი-საშუალო სიფართის ფოთლებით.

F₁ ჰიბრიდის გამეტები: AB, Ab, aB, ab, ე. ი. ფაქტობრივად კომბინაციისათვის 4 შესაძლებლობა არსებობს, თუ კი ისინი ერთი-მეორისაგან დამოუკიდებელნი იქნებიან. ყოველ ამ შესაძლებლობათაგანს თანაბარი შანსები აქვს და ამისათვის ოთხივე ჯურის გამეტებიც თანაბარი რიცხვით წარმოიქმნებიან. ეს დებულება, რასაკვირველია, როგორც მამრობითი სქესის მიერ წარმოქმნილ გამეტებზე ვრცელდება, ისე მდედრობითის მიერ წარმოქმნილზედაც, ისე რომ განაყოფიერების დროს შემდეგი 16 კომბინაციის მიღება არის შესაძლებელი (იხ. გვ. 23):

შედეგის აღსანუსხავად ყველაზედ უფრო ადვილი მეთოდი შემდეგია: ხაზვენ 16 კვადრატს და მთელ დიდ ოთხკუთხედს როგორც ჰორიზონტალურად (ზევიდან), ისე ვერტიკალურად (მარცხენა მხრიდან) უწერენ ოთხივე ჯურის გამეტებს; შემდეგ ყოველ კვადრატში ჩაიწერება ორ-ორი სათანადო გამეტა: ერთი ზევითა (ჰორიზონტიდან) მწკრივში მყოფი, მეორე--გვერდის (შვეულად ჩამოწერილ) მწკრივში მყოფი (იხ. ცხრ. გვ. 24):

1. AB	კერძო	განყოფილება	AB	თესუჯები	AA BB==თეთრი ფარე ფოთლებანი.
"	"	"	Ab	"	==AA Bb==თეთრი, საშუალო სიფარის ფოთლებით.
"	"	"	aB	"	==Aa Bb==ვარდისფერი ფარე ფოთლებით.
"	"	"	ab	"	==Aa Bb==ვარდისფერი, საშუალო სიფარის ფოთლებით.
2. Ab	"	"	AB	"	==AA Bb==თეთრი საშუალო სიფარის ფოთლებით.
"	"	"	Ab	"	==Aa Bb==თეთრი ვიწრო ფოთლებით.
"	"	"	aB	"	==Aa Bb==ვარდისფერი საშუალო სიფარის ფოთლებით.
"	"	"	ab	"	==Aa Bb==ვარდისფერი ვიწრო ფოთლებით.
3. aB	"	"	AB	"	==Aa Bb==ვარდისფერი ფარე ფოთლებით.
"	"	"	Ab	"	Aa Bb==ვარდისფერი საშუალო სიფარის ფოთლებით.
"	"	"	aB	"	==aa Bb==წითელი ფარე ფოთლებით.
"	"	"	ab	"	==aa Bb==წითელი საშუალო სიფარის ფოთლებით.
4. ab	"	"	AB	"	==Aa Bb==ვარდისფერი საშუალო სიფარის ფოთლებით.
"	"	"	Ab	"	==Aa Bb==ვარდისფერი ვიწრო ფოთლებით.
"	"	"	aB	"	==aa Bb==წითელი საშ. სიფარის ფოთლებით.
"	"	"	ab	"	==aa Bb==წითელი ვიწრო ფოთლებით.

გამეტები	AB	Ab	aB	ab
AB	AB AB 1	Ab AB 2	aB AB 3	ab AB 4
Ab	AB Ab 5	Ab Ab 6	aB Ab 7	ab Ab 8
aB	AB aB 9	Ab aB 10	aB aB 11	ab aB 12
ab	AB ab 13	Ab ab 14	aB ab 15	ab ab 16

კომბინაციათა ასეთს სქემაზედ, F_2 -ის დათიშვას ბევრ თავისებურობას ვამჩნევთ, სახელდობრ:

1. F_2 ტიპთა 16 ინდივიდს შორის მხოლოდ ორია ისეთი, რომელნიც სავსებით ჰგვანან სათანადო პირვანდელ მშობლებს, სახელდობრ 1-ლი და მე-16 ნომრები. ამრიგად ეს ორი ინდივიდი ჰომოდიგოტია და ზედმიწევნით ჰგვანან სათანადო პირვანდელი მშობლების ტიპს.

2. ცხრილში ჩვენ კიდეც ორ ჰომოდიგოტ ინდივიდს ეპოულობთ: Nr. 6 და Nr. 11. (ყურადსაღებია, რომ ჰომოდიგოტები მარცხენა ზევითა კუთხიდან მარჯვენა ქვევითა კუთხისაკენ მიმავალ დიაგონალზედ არიან გამწკრივებულნი). ეს ორი ჰომოდიგოტი პირვანდელი მშობლების ტიპებს კი არ ემსგავსებიან, არამედ, პირიქით, ნიშან-თვისებათა შებრუნებითი კომბინაცია ემჩნევათ, სახელდობრ: თეთრი-ვიწრო ფოთლებიანი და წითელი-

ფართე ფოთლებიანი, თეთრი-ფართეფოლებიანისა და წითელი-ვიწროფოთლებიანის მაგივრად. ეს ფაქტი განსაკუთრებული მნიშვნელობისაა, რადგანაც იგი გვიჩვენებს, რომ F_2 თაობაში ყველა შესაძლებელი კომბინაცია ნამდვილად წარმოიშობა.

3. დანარჩენი კომბინაციები ყველა ჰეტეროდიგოტები არიან ან A ან B ფაქტორის მიხედვით, ან კიდევ ორივე ფაქტორის მიხედვით ერთად, სახელდობრ:

Nr. 3, 8, 9 და 14 ჰეტეროდიგოტები არიან A -ს მიმართ და ჰომოდიგოტები არიან B ან b -ს მიმართ.

Nr. 2, 5, 12 და 15 ჰომოდიგოტები არიან A ან a -ს მიმართ და ჰეტეროდიგოტები არიან B -ს მიმართ.

Nr. 4, 7, 10 და 13 ჰეტეროდიგოტები არიან როგორც A -ს, ისე B -ს მიმართ.

ხალასად მოშენების დროს, ცხადია, მხოლოდ აღნიშნული 4 ჰომოდიგოტი მოგვცემს თავის მსგავს თაობას; ჰეტეროდიგოტების უახლოეს თაობაში კი, პირიქით, მუდამ დათიშვას ექნება ადგილი, რომლის ხასიათიც იმაზედ იქნება დამოკიდებული, თუ ნიშან-თვისებათა მხოლოდ ერთი წყვილი არის ჰეტეროდიგოტი, თუ ორივე წყვილი. ორსავე შემთხვევაში შედეგის წინასწარ გაგება ადვილია ზემომოყვანილი ცხრილის საშუალებით. გავარჯიშების მიზნით, ვცადოთ F_2 თაობის მიღება, რისთვისაც ორმაგი ჰეტეროდიგოტი № 10 მცენარე ($Aa Bb$ ვარდისფერი, საშუალო სიფართის ფოთლებით) მარტივი ჰეტეროდიგოტის № 14 მცენარის ($Aa bb$ ვარდისფერი, ვიწროფოთლებით) ბტვრით გავანაყოფიეროთ. ამ შემთხვევაში სქემა ასეთი იქნება:

Nr. 10 $Aa Bb$ წარმოქმნის 4 ჯურა გამეტებს : AB, Ab, aB და ab
Nr. 14 $Aa bb$ „ 2 „ „ „ Ab და ab .

კომბინაციათა რიცხვი იქნება 8:

გამეტები:	AB	Ab	aB	ab
Ab	AB Ab	Ab Ab	aB Ab	ab Ab
ab.	AB - ab	Ab ab	aB ab	ab ab

თუ რას წარმოადგენს ყოველი ამ კომბინაციათაგანი, ამის ამოკითხვა ზემოდ თქმულის შემდეგ, სიძნელეს აღარ წარმოადგენს.

მენდელისეულ ნიშან-თვისებათა ერთიმეორისაგან დამოუკიდებელი კომბინაციებისა და რეკომბინაციების კანონი, რასაკვირველია, ძალაში რჩება, რამდენი ნიშან-თვისება და ფაქტორიც უნდა იყოს ალებული. ამასვე გვიჩვენებს შემდგომი სქემა, სადაც ალებულია ნიშან-თვისებათა სამი წყვილი:

P AA BB CC × aa bb cc

F₁ Aa Bb Cc

F₁-ის გამეტები: ABC, ABc, AbC, aBC, Abc, aBc, abC, abc,

F₂:*)

ამ შემთხვევაში რვანაირი გამეტა გვაქვს და ამიტომ 64 კომბინაცია გვევლინება, რომელთაგანაც მხოლოდ 8 არის ჰომოდიგოტი—სქემაზედ ზევითა მარცხენა კუთხიდან ქვევითა მარჯვენა კუთხეში მომავალ დიაგო-

ნხ. ცხრ. 27 გვერდზე.

ნალზედ განწყობილი, ხოლო ამ 8 ინდივიდიდან მხოლოდ ორი ატარებს ფაქტორთა სრულიად ისეთსავე შემადგენლობას, როგორსაც პირვანდელი მშობლები ატარებდნენ.

გამეტები:	ABC	aBC	AbC	ABc	Abc	aBc	abC	abc
ABC . . .	ABC ABC 1	aBC ABC 2	AbC ABC 3	ABc ABC 4	Abc ABC 5	aBc ABC 6	abC ABC 7	abc ABC 8
aBC. . . .	ABC aBC 9	aBC aBC 10	Abc aBC 11	ABc aBC 12	Abc aBC 13	aBc aBC 14	abC aBB 15	abc aBC 16
AbC. . . .	ABC AbC 17	aBC AbC 18	AbC AbC 19	ABc AbC 20	Abc AbC 21	aBc AbC 22	abC AbC 23	abc Abc 24
ABc. . . .	ABC Abc 25	aBC Abc 26	AbC Abc 27	ABc Abc 28	Abc Abc 29	aBc Abc 30	abC Abc 31	abc Abc 32
Abc	ABC Abc 33	aBC Abc 34	AbC Abc 35	ABc Abc 36	Abc Abc 37	aBc Abc 38	abC Abc 39	abc Abc 40
aBc. . . .	ABC Abc 41	aBC aBc 42	Abc aBc 43	ABc aBc 44	Abc aBc 45	aBc aBc 46	abC aBc 47	abc aBc 48
abC. . . .	ABC abC 49	AbC abC 50	Abc abC 51	ABc abC 52	Abc aBc 53	aBc abC 54	abC abC 55	abc abC 56
abc	ABC abc 57	aBC abc 58	AbC abc 59	ABc abc 60	Abc abc 61	aBc abc 62	abC abc 63	abc abc 64

სრულად ასეთივე გზით შეიძლება ყოველგვარი გადაჯვარვის შედეგის გათვალისწინება, რამდენი დამოუკიდებელი გენდელისეული ფაქტორიც უნდა იყოს ალებული. სათანადო ზოგადი ფორმულა შემდეგ იქნება დასახელებული. აქ მხოლოდ კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი კომბინაცია უნდა მოვიხსენიოთ, რომელსაც აქტუალი ექსპერიმენტების დროს ძალიან ხშირად მიჰმართავენ ხოლმე. ეს არის F_1 ჰიბრიდის ერთ-ერთ მშობლიურ ფორმასთან შებრუნებითი გადაჯვარვა. ჩვენს პირველ მაგალითში ეს *Mirabilis jalapa*-ს ვარდისფერ-ყვავილიანი ჰიბრიდის ხალასად თეთრ ან ხალასად წითელ რასასთან გადაჯვარვა იქნებოდა. ჩვეულებრივი სიმბოლოები რომ გამოვიყენოთ, ეს შემთხვევა შემდეგნაირად შეგვიძლიან გამოვსახოთ:

P თაობა: ვარდისფერი ჰიბრიდი Rr და თეთრი რასა rr
გამეტები: R და r და r

, შებრუნებითი გადაჯვარვა: $1/2$ Rr $1/2$ rr.

ამრიგად, აქ შებრუნებითი გადაჯვარვის დროს, ისევ ვარდისფერსა და თეთრ ყვავილიან მცენარეებს ვიღებთ თანაბარი რიცხვით. ეს 1:1 შეფარდება ბევრ შემთხვევაში ძალიან კარგ საშუალებას წარმოადგენს, ფაქტორთა ანალიზის შესამოწმებლად, და საერთოდ დიდი მნიშვნელობისაა, როგორც ამას შემდეგ დავინახავთ.

4. დომინანტობა

ერთხელ უკვე მოვიხსენიეთ, რომ *Mirabilis*-ის მაგალითი უფრო მარტივია, ვიდრე გენდელის კლასიკური ექსპერიმენტები ბარდაზედ. ეს სიმარტივე შემდეგში მდგომარეობს: *Mirabilis*-ის ყვავილის ფერის შემთხვევაში მშობელთა ნიშან-თვისებები ერთმანეთს უერთდებოდნენ და

F_1 ჰიბრიდში საშუალო ფორმას გვაძლევდნენ: წითელი და თეთრი გვაძლევდა ვარდისფერს. ჩვენ ვამბობთ, რომ ამ ნიშან-თვისების მიხედვით, ჰიბრიდი ინტერმედიურია. მენდელის პირვანდელ ცდებში კი, ისევე როგორც მას აქეთ შესწავლილ უამრავ ნიშან-თვისებათა შემთხვევებში, ასე არაა. მენდელი სჯვარადა მწვანესა და ყვითელ მარცვლიან ბარდას და F_1 თაობაში მხოლოდ და მხოლოდ მწვანე მარცვლიან მცენარეებს იღებდა. მაგრამ F_2 თაობაში ხდებოდა დათიშვა 3 მწვანე: 1 ყვითელის შეფარდებით. ყვითელ მარცვლიანი მცენარეები შემდეგში ხალასად მრავლდებოდნენ. ასევე იქცეოდა მწვანე მარცვლიან მცენარეთა ერთი მესამედიც, ხოლო დანარჩენი ორი მესამედი ისევე იქცეოდა, როგორც F_1 ჰიბრიდები, ე. ი. F_2 თაობაში 3 მწვანე: 1 ყვითელის შეფარდებით ითიშებოდა. ყველა დაინახავს, რომ ამ შემთხვევაში თავისებურობა იმაშია, რომ ჰიბრიდში მწვანე და ყვითელი ფერი ერთმანეთს კი არ შეედუღნენ და ერთი ინტერმედიური ნიშან-თვისება კი არ მოგვეცეს, არამედ მწვანე ფერმა ყვითელი ფერი გარეგნულად სრულიად დაჩაგრა და უჩინარი გახდა. ამიტომ მწვანე ფერს დომინანტ ნიშან-თვისებას უწოდებენ, ხოლო ყვითელს — რეცესივს. სიმბოლოებით ეს შემთხვევა ისევე გამოისახება, როგორც აჟამდის იყო, მხოლოდ D დომინანტ ნიშან-თვისებას წარმოადგენს, R რეცესივს:

P თაობა: DD (მწვანე) და RR (ყვითელი)

F_1 DR (მწვანე)

F_2 DD+DR+RD+RR

მწ. მწ. მწ. ყვითელი.

რადგანაც ჰეტეროდიგოტი DR ინდივიდები ამ შემთხვევაში გარეგნულად ისეთებივე არიან, როგორც ჰომოდიგოტი DD ინდივიდები, ამიტომ ასეთ შეფარდებას

კილებით: 3 მწვანე : 1 ყვითელი. მაგრამ მწვანე ინდივიდთა ერთი მესამედი ჰომოდიგოტია. ამრიგად ვხედავთ, რომ დომინანტობის მოვლენა საქმეს მხოლოდ გარეგნულად სცვლის, ხოლო არსებითად იგივე რჩება. სამაგიეროდ პრაქტიკაში ეს მოვლენა დიდად მნიშვნელოვანია. ნიშანთვისებათა ინტერმედიური მემკვიდრეობის დროს ჰომოდიგოტთა ცნობა სრულიად ადვილი საქმეა. დომინანტობის მოვლენის დროს კი ჩვენ მხოლოდ რეცესივი ჰომოდიგოტის ცნობა შეგვიძლიან, მაგრამ დომინანტი ჰომოდიგოტის ჰეტეროდიგოტთაგან გარჩევა გარეგნულად შეუძლებელია: მხოლოდ მათ შთამომავლობას შეუძლიან გადამწყვეტი პასუხის მოცემა. პრაქტიკული მიზნებისათვის ამას გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს. განსხვავება, შესაძლებელია, უფრო თვალსაჩინო გახდეს, თუ ერთმანეთს შევადარებთ ჰიბრიდის მშობლიურ ფორმასთან აღმავალი გადაჯვარვის შედეგებს, დომინანტობისა და ინტერმედიურობის შემთხვევებში. ჩვენ ვიცით, რომ ინტერმედიურობის შემთხვევაში ორივე ფორმა (ჰიბრიდისა და მშობლისა) ხელმეორედ 1:1 შეფარდებით გვევლინება. არსებითად დომინანტობის შემთხვევაშიაც იგივე უნდა იყოს, მაგრამ გარეგნულად შემდეგი ორი შესაძლებლობა არის მოცემული:

1. Aa ჰიბრიდისა და დომინანტი მშობლიური ფორმის AA—1 შებრუნებითი შეჯვარედინება.

P:	Aa	AA
----	----	----

გამეტები:	A და a	A
-----------	--------	---

აღმავალი შეჯვარედინება:	1 AA	+	1Aa.
-------------------------	------	---	------

მაგრამ რადგანაც A დომინანტობს a-ზედ და AA და Aa ფორმები გარეგნულად ერთი-მეორისაგან არ განსხვავდებიან, ამიტომ ამ აღმავალი გადაჯვარვის მიღებულ შთამომავლობაში ყველა ინდივიდი ერთნაირია გარეგნულად.

მხოლოდ მათი შემდეგი მოშენებით შეიძლება გამოიკვეს, თუ რომელია ჰომოდიგოტი და რომელია ჰეტეროდიგოტი.

2. Aa ჰიბრიდისა და რეცესივი მშობლის ფორმის aa-ს აღმავალი გადაჯვარვა.

P:	Aa	aa
გამეტები:	A და a	a
აღმავალი გადაჯვარვა	1 Aa + 1 aa.	

წმინდა რეცესივი ფორმა aa, ცხადია, განსხვავდება დომინანტ ჰეტეროდიგოტ Aa ფორმისაგან. ამრიგად, ვხედავთ, რომ დომინანტობის შემთხვევაში ჰიბრიდის მხოლოდ რეცესივ მშობელთან აღმავალი გადაჯვარვა გვაძლევს თვალით დასანახ 1:1 შეფარდებითს დათიშვას. თითქმის საჭიროც არ არის იმაზედ მითითება, რომ დომინანტი ნიშან-თვისებისათვის დიდ ასოს ხმარება, ხოლო რეცესივისათვის პატარა ასოსი, რომელსაც ჩვენ უკვე მივჰმართავდით, სიმბოლიკის ფრიად ხელსაყრელ გამარტივებას წარმოადგენს.

დომინანტობის შემთხვევაში მენდელისებური დათიშვის გარეგნული თვალისთვის დასანახი შედეგი, რასაკვირველია, მნიშვნელოვნად გამარტივებულია, 24 გვერდზედ მოყვანილი 2 წყვილი ნიშან-თვისების დათიშვის სქემაზედ, ინტერმედიური მემკვიდრეობის შემთხვევაში, F₂-ში 9 სხვადასხვა ტიპს ვარჩევთ გარეგნულად. ხოლო თუ A დომინანტი იქნება a-ს მიმართ, და B ხ-ს მიმართ, მაშინ იმავე სქემაზედ გარეგნულად ჩვენ მხოლოდ 4 ტიპს, ანუ ფენოტიპს შევაძენეთ; სახელდობრ: ისეთებს, რომელნიც ორთავე დომინანტ ნიშან-თვისებას ატარებენ, როგორიც არიან №1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 13; ისეთები, რომელნიც ერთ დომინანტსა და ერთ რეცესივ ნიშან-თვისებას ატარებენ (Ab), როგორც №6, 8, 14,

აგრეთვე ასეთივე შემადგენლობისანი, მხოლოდ შებრუნებით (აB), როგორც № 11, 12, 15; და ხალასი რეცესივი ინდივიდი № 16. ამრიგად დათიშვა ხდება ამ შეფარდებით: 9:3:3:1. იმ ცხრა კომბინაციაში, რომლებიც ორთავე დომინანტ ნიშან-თვისებას შეიცავენ, მხოლოდ ერთი (ზევიტა მარცხენა კუთხეში) არის ჰომოდიგოტი ორთავე ნიშან-თვისების მიმართ; დანარჩენი რვა ჰეტეროდიგოტია, ერთი ნიშან-თვისების მიმართ მაინც. ამრიგად, ინდივიდის ფაქტორთა კომბინაციის, ე. ი. იმის, რაც მისი მემკვიდრეობისათვის გადამწყვეტია, ანუ, ჩვეულებრივი ხელოვნური გამოთქმა რომ ვიხმაროთ; მის გენოტიპიური რაგვარობის შესახებ დასკვნის გამოტანა მხოლოდ გარეგნული შეხედულების, ანუ მისი ფენოტიპის მიხედვით, შეუძლებელია. ეს ფაქტი ძირითადი მნიშვნელობისაა.

ჩვენ ვურჩევთ მკითხველს, 27 გვერდზედ მოთავსებულს 3 წყვილი ნიშან-თვისების დათიშვის სქემაზედ შეამოწმოს, რომ-თუ A, B და C დომინანტებია, მაშინ F₂ თაობაში რვა ფენოტიპი უნდა მივიღოთ ამ შეფარდებით: 27:9:9:9:3:3:3:1. ამათში მხოლოდ ორი ინდივიდი აჰომოდიგოტი სამივე ნიშან-თვისების მიმართ, ერთი ყველა დომინანტი ფაქტორების მიმართ, ხოლო მეორე ყველა რეცესივი ფაქტორებისა.

ჩვენ აქ მიღებული გეჟონდა, რომ დომინანტობა მუდამ სრულია. ზოგადად კი ეს მუდამ ასე არაა; ძალიან ხშირად, პირიქით, დომინანტობა მხოლოდ რედატივია, და იქაც კი, სადაც იგი თითქოს სრული უნდა იყოს, გავარჯიშებული თვალი ხშირად ამჩნევს განსხვავებას ჰომოდიგოტსა და ჰეტეროდიგოტს შორის, თუ რომელი ნიშან-თვისებაა დომინანტი და რომელი რეცესივი; ამის შესახებ საზოგადო კანონი ჯერ ცნობილი არ არის.

6 რიცხობრივი შეფარდება მარტივ მენდელისეულ ცდაში

ზემორე თქმულიდან ყველასათვის აშკარა ხდება, რომ, რამდენი ერთი-მეორისაგან დამოუკიდებელი მენდელისეული ნიშან-თვისებაც უნდა იყოს აღებული, მენდელისეულ ცდაში. ჩვენ შედამ წინასწარ შეგვიძლიან გამოვიანგარიშოთ ის რიცხობრივი შეფარდებანი, რომელთაც დათიშვის დროს აღვილი ექნებათ. ამ მიზნით გამოსაყენებელი რამოდენიმე მარტივი ფორმულა შემდეგი იქნება:

1. გამეტათა ჯურის რიცხვი, რომელთაც ჰიბრიდი წარმოქმნის $= 2^n$, სადაც n მენდელისეულ ფაქტორთა რიცხვს ნიშნავს. ამრიგად, შინათვისებათა 2 წყვილის დროს, გამეტათა რიცხვი იქნება 4, 3 წყვილის დროს 8 და ასე შემდეგ.

2. F_2 თაობაში შესაძლებელ კომბინაციათა რიცხვი იქნება 4^n ; და, მაშასადამე, ნიშან-თვისებათა 2 წყვილის შემთხვევაში კომბინაციათა რიცხვი იქნება 16, 3 წყვილის შემთხვევაში—64 და სხვ.

3. F_2 თაობის ფენოტიპთა რიცხვი დომინანტობის შემთხვევაში იქნება 2^n , ანუ 4 ნიშან-თვისებათა 2 წყვილის შემთხვევაში, 8 სამი წყვილის შემთხვევაში და ასე შემდეგ.

4. F_2 თაობის ფენოტიპთა რიცხობრივი შეფარდება, დომინანტობის შემთხვევაში, იქნება $\left(\frac{3}{4} + \frac{1}{4}\right)^n$, ამრიგად ნიშან-თვისებათა ერთი წყვილის შემთხვევაში ეს შეფარდება იქნება $\frac{3}{4} \quad \frac{1}{4}$; ორი წყვილის შემთხვევაში: $\left(\frac{3}{4} + \frac{1}{4}\right)^2 = \frac{9}{16} + 2 \frac{3}{16} + \frac{1}{16}$; სამი წყვილის შემთხვევაში იქნება

$$\left(\frac{3}{4} + \frac{1}{4}\right)^3 = \frac{27}{64} + 3 \frac{9}{64} + 3 \frac{3}{64} + \frac{1}{64}, \text{ და ასე შემდეგ.}$$

5. F_2 თაობის ფენოტიპთა რიცხვი, ინტერმედიური მემკვიდრეობის შემთხვევაში $= 3n$, მაგ. ნიშან-თვისებათა 1 წყვილის შემთხვევაში ეს რიცხვი იქნება 3, ორი წყვილის შემთხვევაში 9 და სხვ.

6. F_2 თაობის ფენოტიპთა რიცხვობრივი შეფარდება, ინტერმედიური მემკვიდრეობის შემთხვევაში, იქნება $\left(\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}\right)^n$.

7. F_2 თაობის ფენოტიპთა რიცხვობრივი შეფარდება, ინტერმედიურ და დომინანტურ მემკვიდრეობათა კომბინაციის დროს, იქნება: $\left(\frac{1}{4} + \frac{2}{4} + \frac{1}{4}\right) \cdot \left(\frac{3}{4} + \frac{1}{4}\right) \dots$

ცხადია, დათიშვის რიცხვობრივი შეფარდება მით უფრო მკაფიოდ იქნება გამოსახული, რაც უფრო დიდ რიცხვებთან გვექნება საქმე. და მართლაც მოსალოდნელსა და ნამდვილ შედეგებს შორის დიდი თანხმობა არსებობს. მაგალითისათვის მოვიყვანთ შემდეგ ტაბულას (Johannsen-ის მიხედვით), რომელიც მენდელის კლასიკურ ობიექტს შეეხება, ე. ი. ბარდის მწვანე და ყვითელი მარცვლების რიცხვობრივ შეფარდებას წარმოადგენს F_2 თაობაში:

ავტორი	მწვანე	ყვითელი	სულ	რიცხვობრ. შეფარდ.	
				მწვანე	ყვითელი
Mendel . . 1865 წ.	6022	2001	8023	3,0024	: 0,9976
Correns . . 1900 „	1394	453	1847	3,0189	: 0,9811
Fschermak . 1900 „	3580	1190	4770	3,0021	: 0,9979
Hurst . . . 1904 „	1310	445	1755	2,9858	: 1,0042
Bateson . . 1905 „	11902	3903	15806	3,0123	: 0,9877
Lock . . . 1905 „	1438	514	1952	2,9467	: 1,0533
Darbishire . 1909 „	109060	36186	145246	3,0035	: 0,9965
ს უ ლ:				134707	44692
				179399	3,0035 : 0,9965

როგორც ვხედავთ, შეთარდება 3:1 დიდის ზედმიწევნობით არის დაცული.

ამიტომ, როდესაც რომელიმე ცდის შედეგში მნიშვნელოვან გადახრას აქვს ადგილი, თამამად შეგვიძლიან ვიფიქროთ, რომ აქ რაიმე განსაკუთრებულ გართულებასთან გვაქვს საქმე. ამგვარ დიდათ საინტერესო ფაქტებს ჩვენ შემდეგში დავინახავთ.

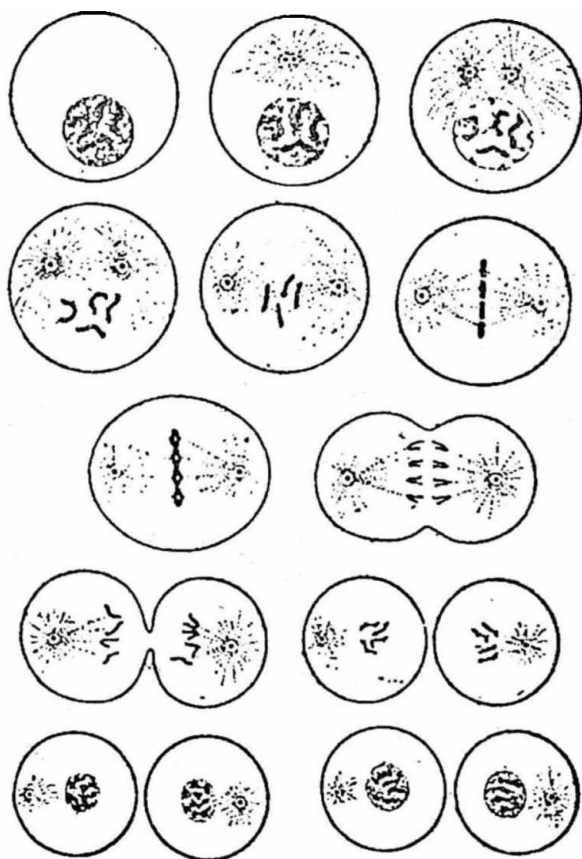
მ. გამეტათა სიწმინდისა და ღაღადღავის მიზეზები

უმნიშვნელოვანესი ფაქტი, რომელზედაც მენდელისებური ღაღადღავის მთელი წესობრიობა აშენდა, ჰიბრიდის გამეტათა სიწმინდე იყო. ჰიბრიდში, რა სახისაც უნდა იყოს იგი გარეგნულად, მემკვიდრეობითი ფაქტორები ერთმანეთში კი არ ითქვიფებიან, არამედ სრულიად ისეთებადვე რჩებიან, როგორადაც იყვნენ ჰიბრიდის მიერ მშობლებისაგან მიღებული. ხოლო გამეტების წარმოქმნის დროს, ეს ფაქტორები ისე განაწილდებიან გამეტებს შორის, ალბათობის კანონის მიხედვით, რომ ყოველი გამეტა ნიშანთვისებათა ყოველი წყვილის ერთ ცალს მიიღებს. თავის თავად ისმება საკითხი: რას წარმოადგენენ მატერიალურად ეს მემკვიდრეობითი ფაქტორები, და რა მიზეზით ხდება ფაქტორთა წყვილების ცალკე გამეტათა შორის განაწილება, ალბათობის კანონის მიხედვით. შესაძლებელია, თუ არა იმ მექანიზმის აღმოჩენა, რომელიც ამ განაწილებას აწარმოებს? როდესაც მენდელი თავის გენიალ ანალიზებს აწარმოებდა, მაშინ სასქესო უჯრედების ანუ გამეტების შესახებ ჯერ კიდევ თითქმის არაფერი იყო ცნობილი; მხოლოდ რამოდენიმე ათეული წლის შიმდე იქნა დადგენილი ყველა ის ფაქტები, რომელნიც ჩვენთვის თვალსაჩინოდ ჰქონდა მას,

რაც მენდელს მხოლოდ სიმბოლოების საშუალებით შეეძლო დაესკვნა, ეს შეასრულა ახალმა მოძღვრებამ უჯრედის შესახებ, რომლის დასაწყისიც წარსული საუკუნის სამოცდაათიანი წლების მეორე ნახევარზედ მოდის.

დღეს ყველასათვის ცნობილია, რომ სხეული უჯრედებისაგანაა აშენებული და რომ სასქესო უჯრედები ანუ გამეტები, ე. ი. კვერცხი და სპერმატოზოიდი (თესლუჯრედი), ასეთსავე უჯრედებს წარმოადგენენ. აგრეთვე ყველასათვის ცნობილია, რომ უჯრედები გაყოფით მრავლდებიან, ისევე როგორც ცნობილია ამ გაყოფის პროცესის, ეგრედ წოდებული კარიოკინეზის, მთავარი დამახასიათებელი ნიშნები. აქ ჩვენ მხოლოდ მთავარ მომენტებს შევხებით: გაყოფის დაწყებისას, უჯრედის ბირთვი იშლება და მისი უმთავრესი შემადგენელი ნაწილი, ქრომატონი, ჩხირების მსგავს სხეულებად განრიგდება უჯრედის ეკვატორზედ. ეს ჩხირები ქრომოზომები ია. შემდეგში ყოველი ამ ქრომოზომათაგანი ორ ზედმიწევნით თანაბარ ნაწილად იყოფა სიგრძეზედ, რის შემდეგაც ეს გაყოფილი ნაწილები ერთმანეთს ჰშორდებიან და უჯრედის პოლუსებისაკენ მიიმართებიან, სადაც ისევ ბირთვებად გარდაიქმნებიან. ამავე დროს უჯრედის სხეულიც ორად იყოფა (იხ. ნახ. 1. გვ. 37). ყოველივე ეს ისეთ შთაბეჭდილებას სტოვებს, რომ ქრომოზომებს უეჭველად რაღაც დიდი მნიშვნელობა ჯნდა ჰქონდეთ, რადგანაც, როგორც ჩანს, გაყოფის მთელი პროცესის დედააზრს ამ ქრომოზომათა დიდის ზედმიწევნობით განაწილება წარმოადგენს. ამ შთაბეჭდილებას კიდევ ის ფაქტიც ამტკიცებს, რომ ყოველი სხვადასხვა სახის ცხოველისა და მცენარის ქრომოზომათა რიცხვი (რომელნიც მათი უჯრედების გაყოფის დროს ჩნდებიან) აბსოლუტად კონსტანტია, მაგ. ადამიანისათვის 24.

ტიპურ 'შეზოგადებაში' ორგანიზმი განაყოფიერებულ კვერცხიდან ვითარდება. განაყოფიერების უმნიშვნელოვანესი ნაწილი კი იმაში მდგომარეობს, რომ კვერცხში შეკრილი თესლუჯრედის ბირთვი კვერცხუჯრედის ბირთვს



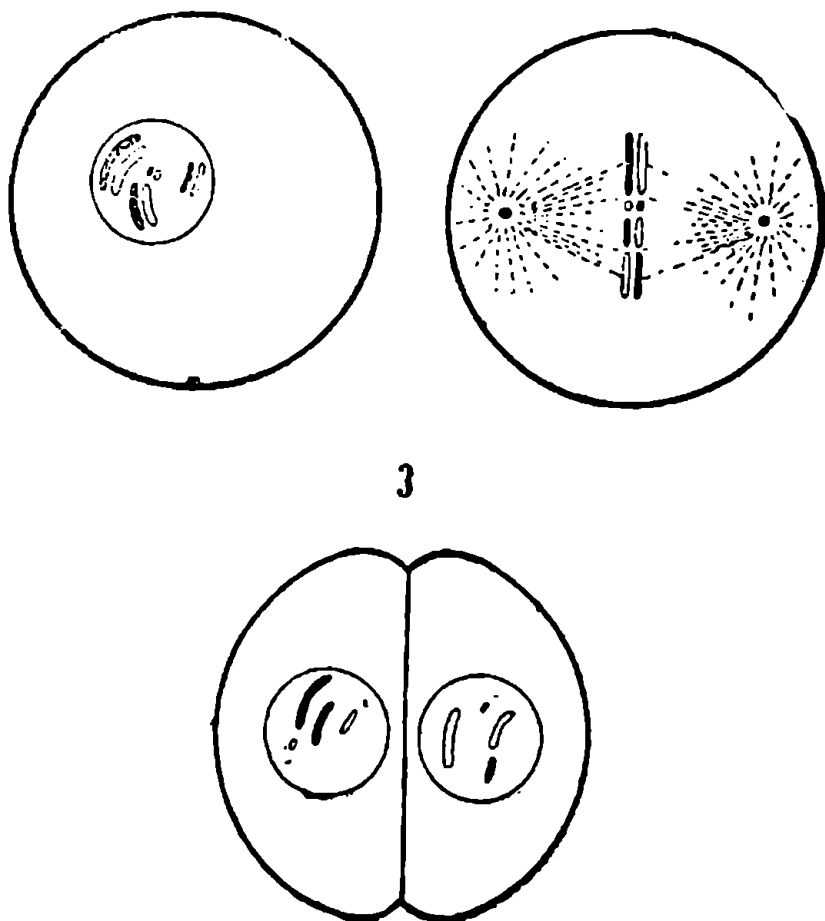
ნახ. 1. კარიოკინეტიკული დაყოფა უჯრედისა. 1—3 ბირთვში ქრომოსომების გაჩენა. 4—6 მათი განწყობა უჯრედი ეკვატორზე. 7—8 მათი განარიდება პოლუსებისაკენ. 9—12 მათი შეერთება შეიღებულ ბირთვებად და უჯრედის გადაღარვა.

უერთდება. ყოველი ამ ბირთვითაგანი რომ ქრომოზომების ტიპურ რიცხვს შეიცავდეს, მაშინ ცხადია, ყოველ თაობაში განაყოფიერებასთან ერთად ქრომოზომათა რიცხვიც ერთი-ორად გაიზრდებოდა. ამ მოვლენას კი ადგილი არა აქვს და ეს იმისათვის, რომ ყოველ სასქესო უჯრედში ვიდრე მას განაყოფიერების უნარი — მიეცემოდეს, ქრომოზომათა რიცხვის რედუქცია ხდება და ეს რიცხვი ნახევარზედ დადის. ეს პროცესი, რომლის ცალკე ნაწილებიც საკმარისად რთულია, როგორც აკვერცხისე თესლუჯრედში პრინციპში შემდეგნაირად მიმდინარეობს:

ყოველიამ უჯრედთაგანი განაყოფიერებამდე ეგრედ წოდებულ მომწიფების ანუ რედუქციულ გაყოფას განიცდის, რომელიც, ქრომოზომათა ბედის მიხედვით, უჯრედის ყველა სხვა გვარს გაყოფისაგან დიდათ გხნსხვავდება, სახელდობრ, უჯრედის გაყოფის დასაწყისში ქრომოზები — მაგალითისათვის მათ ნორმალურ რიცხვად ავიღოთ 8 — უჯრედის ეკვატორზედ წყვილ-წყვილად არიან განრიგებული; ამრიგად ჩვენს მაგალითში 4 წყვილად იქმნებიან დალაგებულნი (იხ. ნახ. 2. გვ. 39), და როდესაც შემდეგ ქრომოზომები პოლუსებისაკენ უნდა წავიდნენ, მაშინ ისინი შუაზედ კი არ იყოფიან, არამედ პოლუსებისაკენ ყოველი წყვილის თითო ცალი (პარტნერი) მიდის; ამრიგად, ჩვენს მაგალითში ყოველი პოლუსისაკენ 4 ქრომოზომა წავა. ამ გზით ეხლა უკვე მომწიფებულ სასქესო უჯრედებში ქრომოზომათა რიცხვი სანახევროდ შემცირებულია. ქრომოზომათა ეს ნახევარი რიცხვი, რომელიც ყოველ მომწიფებულ სასქესო უჯრედში იმყოფება, ქრომოზომათა სორტიმენტად იწოდება.

ერთი სახის ყველა სასქესო უჯრედებში ეს სორტიმენტი იდენტური უნდა იყოს, საიდანაც ისიც გამომდის

ნარეობს, რომ მოუმწიფებელ სასქესო უჯრედში ქრომო-
ზომათა ორი იდენტური სორტიმენტი უნდა იყოს. ეს,
რასაკვირველია, ადვილი მისახვედრია, რადგანაც გა-

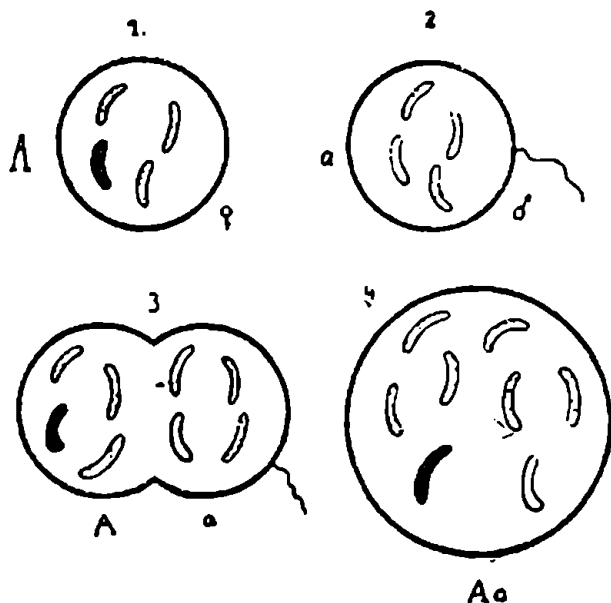


ნახ. 2. ქროზომთა რედუქციის სქემა. 1. 8 ქროზომში შეერთე-
ბულნი არიან ბირთვში წყვილ-წყვილად. 2. მომწიფების დაყოფა.
როდესაც მთელი ქროზომები ერთი-ეორეს უპირსპირდებიან და
რომლებიც 3. ორივე შეიღეულ უჯრედზე არიან განაწილე'ული;
თვითეული შეიღეული უჯრედი ეხლა ქროზომთა ნახევარ (რედუქ-
ციაქმნილ) რიცხვს შეიტავს.

ნაყოფიერების დროს, როგორც კვერცხის, ისე თესლი ბირთვებს თითო ასეთი სორტიმენტი შემოაქვთ; ეს გარემოება ჩვენ იმასაც გვეუბნება, რომ ერთი სორტიმენტი მამის მხრიდანაა მიღებული, ხოლო მეორე სორტიმენტი დედის მხრიდან, რაც მე-2 ნახაზზედ შავი და თეთრი ფერით არის ნაჩვენები. ერთი სორტიმენტის ქრომოზომების ერთი მეორისგან გარჩევა რომ შეგვეძლოს, თუნდაც, ვსთქვათ, სიდიდის მიხედვით, მაშინ ყოველი ჯურის ქრომოზომი ორჯელ უნდა იყოს წარმოდგენილი, რაც აგრეთვე მე-2 ნახაზზეა აღნიშნული. აქედან პირდაპირი დასკვნა ის არის, რომ მომწიფების რედუქციულ გაყოფამდე უჯრედის ეკვატორზედ განრიგებული წყვილები ერთი და იმავე ჯურის ერთი მამისა და ერთი დედის ქრომოზომისაგან შესდგებიან და, რომ, ამრიგად, მომწიფების გაყოფა ქრომოზომათა ყოველი წყვილისათვის მამისა და დედის ქრომოზომების ერთი-მეორისაგან განშორებას ჰქონდა. ზემორე თქმული ადვილი გასაგები გახდება, თუ მე-2 ნახაზს დავაკვირდებით, სადაც მამისა და დედის ქრომოზომები შავად resp. თეთრად არიან აღნიშნულნი.

ებლა ჩვენ უკვე შეგვიძლიან წინასწარ გამოვთქვათ ის დასკვნა, რომლისკენაც მივყავართ: ქრომოზომები წარმოადგენენ იმ ეტლს, რომლითაც მენდელისეული ფაქტორები მოგზაურობენ, ანუ, სხვანაირად რომ ვთქვათ: მენდელისეული ფაქტორები ქრომოზომებში არიან მოთავსებულნი და ამისათვის იძულებულნი არიან ბრმად დაემორჩილნონ მათი განაწილების მექანიზმს. ასეთი გაგებით სრულიად ადვილი ასახსნელი ხდება მენდელისეული დათიშვის ზევით განხილული ფაქტები, როგორც ამას ეხლავე დავინახავთ მაგალითზედ:

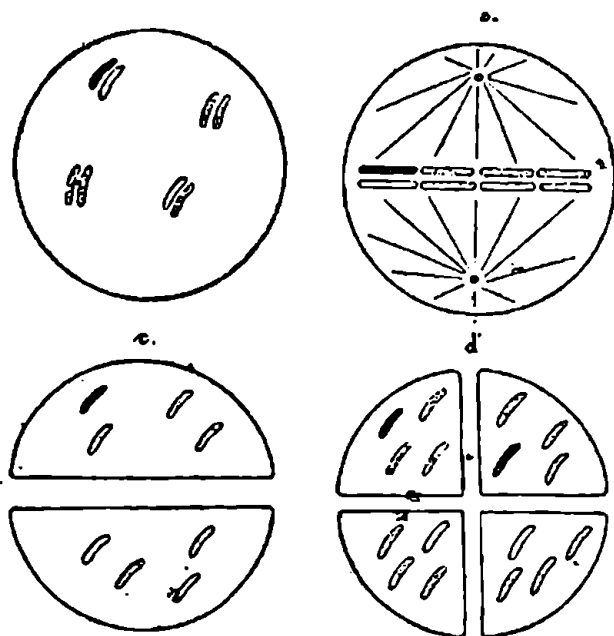
ვთქვათ, ვჯვარავთ ორ რასას, რომლებიც A ნიშან-
თვისებაში ერთიმეორისაგან განსხვავდებიან; ამრიგად,
მშობლები არიან AA resp. aa, ხოლო მათი ჰიბრიდი Aa,
შემდეგ მივიღოთ, რომ ქრომოზომათა ნორმალური რიცხვი
არის 8, ხოლო რედუქცია ქმნილი 4 და, რომ ნიშან-
თვისება A resp. a ქრომოზომათა რომელიმე განსაზღვრულ
წყვილში არის მოთავსებული, მაშინ მშობელთა უჯრე-
დები, ქრომოზომების შემადგენლობის მხრივ, ისეთები



ნახ. 3. ქრომოზომები ჰიბრიდაციის დროს. 1. კვერცხუჯრედი შავი,
ხოლო 2. თესლუჯრედი თეთრი ქრომოზომებით. 3. განაყოფიერება.
4. ჰიბრიდის კვერცხუჯრედი.

იქნებიან, როგორც მე-3 ნახაზზედ არიან ნაჩვენები.
ყოველი მომწიფებული სასქესო უჯრედი 4 ქრომოზომას
შეიცავს, რომელთაგანაც ერთ-ერთი A-ს resp. a-ს შეი-
ცავს. ნახაზზედ პირველი შავადაა ნაჩვენები, ხოლო მეო-
რე თეთრად. ჰიბრიდული განაყოფიერების შემდეგ ჩვენ
ვიღებთ ორგანიზმს, რომლის უჯრედებშიაც 8 ქრომოზო-

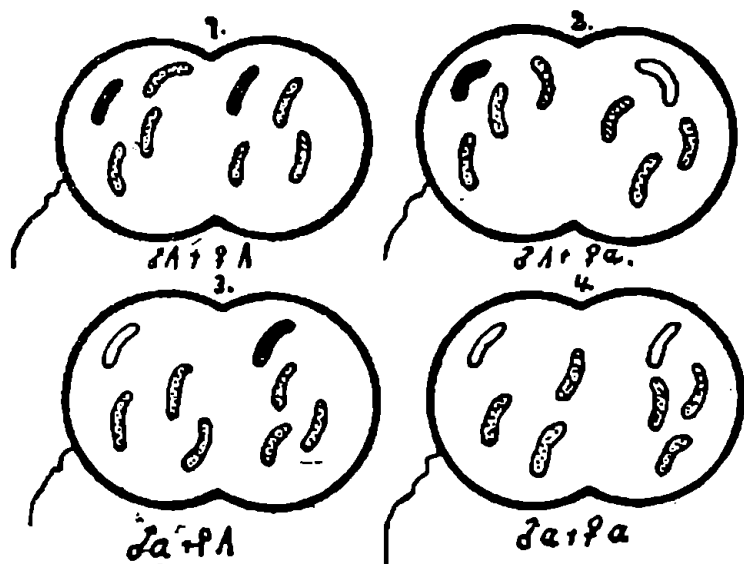
მა არის მოთავსებული; ამათში ერთი წყვილი უფრო მოდიდოა და ერთი მათგანი ატარებს A-ს, მეორე a-ს. ეს არის Aa ჰიბრიდი. როდესაც მისი სასქესო უჯრედები მომწიფების გაყოფას იწყებენ და ქრომოზომები ერთად 4 წყვილად დალაგდებიან, მაშინ ისევე ჰხედებიან ერთმანეთს დედისეული შავი ქრომოზომა A-თი და მამისეული თეთრი ქრომოზომი a-თი (ნახ. 4 a). როდესაც მომწი-



ნახ. 4. მომწიფების დაყოფა Aa ჰიბრიდის სასქესო უჯრედებში. a. მანისა და დედისეული ქრომოზომების შეწყვილება. b. მომწიფების დაყოფა. c. ჰიბრიდის ორივე ჯურის სასქესო უჯრედები. d. კიდევ ერთი გაყოფის შემდეგ ო ივე ჯურის ორ-ორ გამეტას ვიღებთ.

ფების (რედუქციული) გაყოფა ქრომოზომათა ცალებს (პარტნერებს) ერთმანეთს დააშორებს, ამით 2 უჯრედს მივიღებთ, რომელთაგანაც ერთი A-ს, ხოლო მეორე a-ს ატარებს ერთ-ერთ ქრომოზომში (ნახ. 4 c). ამრიგად ჩვენ ვხედავთ, რომ ჰიბრიდის მიერ ხალასი

წმინდა გამეტების წარმოშობის მიზეზი მომწიფების გაყოფით გამოწვეული მამისეულ და დედისეულ მთლიან ქრომოსომა განაწილება არის. აქედანვე ვხედავთ, რომ ეს ორად გაყოფა არის იმის მიზეზი, რომ ორივე ჯურის გამეტები თანაბარი რიცხვით წარმოიქმნებიან.



ნახ. 5. Aa ჰიბრიდის სასქესო უჯრედების განაყოფიერების 4 შესაძლებლობის სქემა.

ეხლა F_2 თაობის დათიშვის განმარტებაც ადვილად შეგვიძლიან, თუ ამ კომბინაციების მაგივრად:

ჰიბრიდის გამეტები A და a A და a

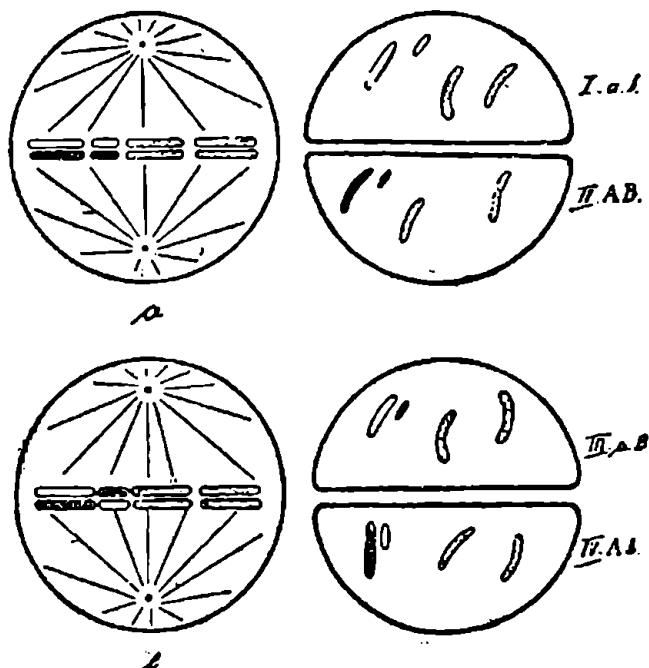
F_2 კომბინაციები AA Aa aA aa

შავ ქრომოსომიანისა (A ფაქტორით) და თეთრ ქრომოსომიანის (a ფაქტორით) გამეტების კონკრეტულ ცნებას გაპოვიყენებთ. მე-5 ნახაზზე ამ განაყოფიერების შესაძლებლობანია წარმოდგენილი და, ყოველივე ზემოთქმულის შემდეგ, თავის-თავად გასაგებია.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ასეთი ახსნა მაშინაც მოსაღებია, როდესაც ნიშანთა მრავალი წყვილი გვაქვს მოცემული. მივიღოთ $AA BB \times aa bb$ ჰიბრიდი ანალოგიური პირობებითვე, ე. ი. დაუშვათ, რომ A ნიშანთვისების მემკვიდრეობითი ფაქტორი მოთავსებულია ყველაზე დიდ ქრომოზომში, B ნიშანთვისებისა მასზედ მომდევნოში. მაშინ $Aa Bb$ ჰიბრიდის უჯრედებში ერთი წყვილი დიდი ქრომოზომები იქნება, რომელთაგანაც ერთში A არის მოთავსებული, მეორეში a , და ერთი წყვილიც მასზედ მომდევნო ქრომოზომები, რომლებშიაც ერთში B იქნება; მეორეში b . როდესაც, მომწიფების გაყოფის წინ, დედამისეული ქრომოზომები წყვილ-წყვილად განრიგდებიან უჯრედის ეკვატორზედ, სრულიად შემთხვევებზედ იქნება დამოკიდებული, თუ რა წესით მოჰყვებიან იქ ისინი (იხ. ნახ. 6 გვ. 45).

A იქნება ზევითი პოლუსისაკენ მიქცეული ან a , resp. B ან b , და, მაშასადამე, A და a resp. B და b ერთ უჯრედში მოჰყვება, ან მეორეში. ეს იმას ნიშნავს, რომ სრულიად თანაბარი შანსები არის იმისათვის, რომ A და B ერთ უჯრედში მოჰყვნენ ერთად (ნახ. 6a) ხოლო a და b მეორე უჯრედში, ისევე როგორც იმისათვის, რომ ერთ უჯრედში ერთად იყვნენ A და b , ხოლო მეორეში a და B (ნახ. 6 b), ეს იმას ნიშნავს, რომ AB , Ab , aB და ab ქრომოზომიანი გამეტები საშუალოდ თანაბარი რიცხვით წარმოიშობიან. ეს კი ორი წყვილი მენდელისეული ნიშანთვისების მატარებელი ჰიბრიდის (დიჰიბრიდის) ჰენოტის უკვე ცნობილი 4 ჯურის გამეტებია, რომელნიც შემდეგში, განაყოფიერების დროს, მეორე სქესის იმავე 4 ჯურის გამეტებთან შეერთებით (აგრეთვე შემთხვევის მიხედვით) 16 კომბინაციას გვაძლევენ, როგორც ამას 6c ნახ. გვიჩვენებს.

ამრიგად, იმ მოსაზრების დაშვებით, რომ მენდელი-
სეული ფაქტორები ქრომოზომებში არიან მოთავსებული,
სრულიად ადვილად აიხსნება გამეტათა სიწმინდისა და
მენდელისეური დათიშვის მოვლენა. შემდეგში დავინა-
ხავთ, თუ როგორ იქმნა ცდებით დამტკიცებული ეს მო-
საზრება, რომელიც თავისთავადაც კარგად ეთანხმება



ნახ. 6. a, b.—Aa Bb ჰიბრიდის ქრომოზომთა ორივე წყვილის
განაწილების ორივე შესაძლებლობა რედუქციული დაყოფის დროს.
c-d. ამრიგად წარმოქმნილი 4 ჯუჯის გამეტები.

სინამდვილეს. ყოველ შემთხვევაში, ერთი დასკვნის გა-
მოტანა ჩვენ უკვე ეხლავე შეუძლიან, სახელდობრ, რომ
ერთი-მეორისაგან დამოუკიდებელ და ერთ
და იმავე დროს არსებულ მენდელისეულ ნი-
შანთა წყვილების რიცხვი არ შეიძლება რე-
დუქციაქმნილ ქრომოზომთა რიცხვს აღემა-

ტეზოდეს. ამ საკითხს ჩვენ შემდეგში კიდევ დაუბრუნდებით.

7. მენდელისეული ნიშნები და ფაქტორთა თეორია

ეხლა, მენდელისეური დათიშვის ძირითადი პრინციპების გაცნობის შემდეგ, ჩვენ შეგვიძლიან ზოგიერთი კონკრეტი შემთხვევების განხილვას შევუდგეთ. უპირველეს ყოვლისა გვებადება საკითხი: რა ხასიათისაა ის ნიშან-თვისებები, რომელთა მემკვიდრეობაც მენდელის მიერ დადგენილ კანონებს ექვემდებარება? მხოლოდ ზოგიერთი განსაზღვრული ნიშნები ეკუთვნის ამ კატეგორიას, თუ ასეთებივე არიან ყველა ის უამრავი ნიშნები, რომლებიც ყოველ ორგანიზმს ახასიათებენ? ვინც კი მენდელისეური მემკვიდრეობის გარშემო არსებულ დიდ მასალას გადაჰხედავს, ადვილად დაინახავს, რომ შეუძლებელია რაიმე წესის დადგენა, რომელიც მენდელისეული ნიშნების ასეთ მემკვიდრეობას საზღვარს უდებდეს; დაეასახელოთ ზოგიერთი ამ ნიშანთაგანი:

a) ცხოველთა და მცენარეთა ფერი, როგორც შედარებით უფრო ადვილად საკვლევი ნიშანი, რასების ფერი ფართოდ არის შესწავლილი და მენდელისეური მემკვიდრეობის უამრავ მაგალითს გვაძლევს, მაგალითად: ვირთაგვებისა, თაგვებისა, ბაქიებისა და ყველა შინაური ცხოველებისა და მცენარეთა ყვავილის ფერი.

b) ორგანოთა გარეგნობა და ფორმა; მაგალითად: ბეწვის ფორმა—ხუჭუჭი, ანგორისა, მჩხელეტი ბეწვი, ანუ მცენარის ფოთლის ფორმა—დაკბილული ფოთოლი და სხვ.

c) სხეულის ზოგიერთი ნაწილების, დანამატების და სხვათა არსებობა და არ არსებობა. მაგალითად: ზოგიერთი მწერების უფრთოობა, მცენარეთა შებუსება.

d) ორგანიზმთა ანუ ორგანოთა ოდენობითი განსხვავება. მაგალითად: ცხოველთა და მცენარეთა ჯუჯა (ნაგალა) ან, პირიქით, დევისებრი (ტანადი) რასები; რბილი ნაწილებისა, ძვლებისა და სხვათა ზომები.

e) ფიზიოლოგიური თვისებები. მაგალითად: გარკვეულ სათადარიგო ნივთიერებათა დაგროვების უნარი, განსაზღვრულ ავადმყოფობათა ამტანობა.

f) ინსტინქტები, როგორიცაა ინსტინქტი დაკრუხებისა, გარეულობისა.

g) პათოლოგიური თვისებები, როგორიცაა, მაგალითად, მრავალი მემკვიდრეობითი ავადმყოფობანი და დეფორმაციები.

უკვე ეს მცირე სიაც გვიჩვენებს, რომ ჩვენ არავითარი საბუთი არა გვაქვს, ვიფიქროთ, თითქოს მენდელისებური მემკვიდრეობა ნიშან-თვისებათა მხოლოდ განსაზღვრულ ჯგუფზედ ვრცელდებოდეს. მაგრამ, მეორეს მხრივ, ძნელია საკითხის იმგვარად გადაწყვეტაც, თითქოს ყველა ნიშან-თვისებები მენდელობდნენ. ამ უკანასკნელ დებულებას — რომ ყველა ნიშან-თვისებები მენდელობენ — ფაქტორთა თეორიასაც უწოდებენ, იგი გვეუბნება, რომ ყოველი თვალით ხილული ნიშან-თვისება დამყარებულია მემკვიდრეობითი ფაქტორის არსებობაზედ, რომელიც სასქესო უჯრედთა გზით თაობიდან თაობაზედ გადადის, როგორც არსებითად უცვლელი ერთეული. რასაკვირველია, ეს იმას არ ნიშნავს, რომ ორგანიზმის ყოველ თვალით გასარჩევ ნიშანს შექველად თავისი ცალკე მემკვიდრეობითი ფაქტორი ჰქონდეს. პირიქით, ჩვენ შემდეგ ბევრჯელ დავინახავთ, რომ ერთ მემკვიდრეობითს ფაქტორს სხეულის სულ სხვადასხვა ნაწილში შეუძლიან თავისი მოქმედების გამოაშკარავება ერთსა და იმავე დროს. ეს თეორია ჩვენ მხოლოდ იმას გვეუბნება, რომ

ყოველივე ის, რაც მემკვიდრეობით გადადის, მენდელისეული მემკვიდრეობითი ფაქტორის არსებობაზედ არის დამყარებული. ამ ფაქტორთა მთელი შენაერთი ორგანიზმის მემკვიდრეობითს მასას წარმოადგენს და იგი, როგორც შეგვიძლიან ვიფიქროთ, ქრომოზომებში არის მოთავსებული.

ამ დებულების დადებითად დამტკიცების სიძნელე შემდეგში მდგომარეობს: რომელიმე ნიშანთვისების მემკვიდრეობითი ფაქტორის არსებობის დამტკიცება მხოლოდ მაშინ არის შესაძლებელი, როდესაც იმავე სახის ისეთი რასის პოვნას შევძლებთ, რომელიც ამ ნიშან-თვისებაში განსხვავდება მოცემული ფორმისაგან. ამ შემთხვევაში სათანადო ინფორმაციას ჰიბრიდიზაციის ექსპერიმენტი მოგვცემს. როდესაც ჩვენ გარეული ფერის ნაცრისფერ თაგვთან ერთად თეთრ თაგვსაც ვპოულობთ და მათი გადაჯვარვა F_2 თაობაში გვიჩვენებს მენდელისებურ დათიშვას ამ შეფარდებით 3 გარეული ფერისა : 1 თეთრი, მაშინ ჩვენ შეგვიძლიან დავასკვნათ, რომ ამ ორივე ფერს მენდელისეული ფაქტორთა, სულ ცოტა, ერთი წყვილის არსებობა მაინც უდევს საფუძვლად. მაგრამ ჩვენ რომ გარეული ფერის თაგვს გარდა სხვა ფერის თაგვი არა გვყავდეს, მაშინ ამ საკითხის გადაწყვეტა, ამ თაგვის ფერი მენდელისეული მემკვიდრეობითი ფაქტორით არის გამოწვეული, თუ სხვა რითიმე, შეუძლებელი იქნებოდა.

აქვე უნდა აღინიშნოს ფაქტორთა თეორიის ერთი შემცდარი ინტერპრეტაცია. მემკვიდრეობითი ფაქტორისა და თვალით ხილული გარეგნული ნიშანთვისების ურთიერთობა ისე კი არ უნდა გავიგოთ, თითქოს, ორგანიზმი ერთი-მეორისაგან დამოუკიდებელ აგურებისაგან შემდგარ ჩუქურთმას წარმოადგენდეს. ორგანიზმი მთლიანია და ცალკე თვისება მხოლოდ როგორც მთლიანის

ერთი რგოლთაგანია შესაძლებელი. მემკვიდრეობითი ფაქტორის მიერ ცალკე ნიშან-თვისების გამომჟღავნება განუყოფელადაა მთლიანის თვისებებთან დაკავშირებული. მაგალითისათვის: მღრღნელთა ბეწვის გარეული ფერი სხვადასხვა გვარი პიგმენტის რგოლებრივი თანმორიგეობით არის გამოწვეული. ამრიგად, რომ გარეული ფერის ფაქტორმა თვისი ტიპური მოქმედება გამომჟღავნოს, ამისათვის წინასწარ პირობად საჭიროა ბეწვის არსებობა, პიგმენტის გაჩენა, სხვადასხვა ჯურის პიგმენტის არსებობა და სხვა. თუ ერთი ამ წინასწარ პირობათაგანი აკლია (რომელთაგანაც ზოგიერთი უკვე გარკვეულად მენდელისეული ფაქტორით არის განსაზღვრული), მაშინ გარეული ფერის მიღება შეუძლებელი გახდება, თუნდაც რომ სათანადო ფაქტორი არსებობდეს.

8. მარტივი ჰიბრიდული ანალიზის მაგალითი

ვიდრე მენდელიზმის ელემენტარი ფაქტების გარკვევას დავასრულებდეთ, მოკლედ განვიხილოთ მარტივი ჰიბრიდული ანალიზის კონკრეტი მაგალითი. საკითხი შეეხება Toyama-ს მიერ წარმოებულ გადაჯვარვის აბრეშუმის კიის 2 რასისა, რომელნიც ორი წყვილი ნიშან-თვისებით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ერთ რასას ახასიათებს სადა კია და ყვითელი პარკი, ხოლო მეორეს—ზოლებიანი კია და თეთრი პარკი. რადგანაც ყველა F_1 კიები ზოლიანები იყვნენ და ყვითელ პარკს იკეთებდნენ, ამიტომ ეს ნიშან-თვისებები დომინანტნი აღმოჩნდნენ. ამრიგად, ორივე მშობელს ერთი დომინანტი ნიშანი ახასიათებდა და ერთი რეცესივი. ეს ნიშან-თვისებები რომ ასოებით აღვნიშნოთ: „ზოლიანი“—S და „სადა“—s, „ყვითელი“—F ზ „თეთრი“ (არა ყვითელი)—f, მაშინ მშობლები იქნებიან: SSff და ssFF. ჰიბრიდი

იქნება $SsFf$. ამ უკანასკნელმა 4 ჯურის გამეტა უნდა წარმოშვას, სახელდობრ: SF , Sf , sF და sf . F_2 თაობაში ეს გამეტები შემდეგ 16 კომბინაციას მოგვცემენ:

გამეტები	SF	Sf	sF	sf
SF	SF SF ზოლიანი და ყვითელი	SF Sf ზოლიანი და ყვითელი	SF sF ზოლიანი და ყვითელი	SF sf ზოლიანი და ყვითელი
sf	Sf SF ზოლიანი და ყვითელი	Sf Sf ზოლიანი და თეთრი	Sf sF ზოლიანი და ყვითელი	Sf sf ზოლიანი და თეთრი
sF	sF SF ზოლიანი და ყვითელი	sF Sf ზოლიანი და ყვითელი	sF sF სადა და ყვითელი	sF sf სადა და ყვითელი
sf	sf SF ზოლიანი და ყვითელი	sf Sf ზოლიანი და თეთრი	sf sF სადა და ყვითელი	sf sf სადა და თეთრი

როგორც ვხედავთ, მოსალოდნელია $\frac{9}{16}$ ზოლიანი-ყვითელი : $\frac{3}{16}$ ზოლიანი-თეთრი : $\frac{3}{16}$ სადა-ყვითელი : $\frac{1}{16}$ სადა-თეთრი. სინამდვილეში მიღებული იყო შემდეგი რიცხვები:

1. ზოლიანი-ყვითელი 6385 კია = $56,38\%$ = თითქმის 9
2. ზოლიანი-თეთრი 2147 „ = $18,96$ „ = „ 3
3. სადა-ყვითელი . 2099 „ = $18,53$ „ = „ 3
4. სადა-თეთრი . . 691 „ = $6,1$ „ = „ 1

ამ 4 გარეგნულად განსხვავებულ ჯგუფიდან მიღებული იყო F_3 თაობა. ზემოდმოყვანილ სქემაზედ შემდეგი შეგვიძლიან ამოვიკითხოთ:

ა. პირველ ჯგუფში, რომელიც ორივე დომინანტ ნიშან-თვისებას ატარებს, ერთი და იგივე ფენოტიპის მქონე, მაგრამ გენოტიპურად სულ სხვადასხვა გვარი ინდივიდებია მოქცეული:

1. $SSFF$ ინდივიდები, რომელნიც ამრიგად ორთავ დომინანტ ნიშანს ხალასად ატარებენ და ამ კლასის $1/4$ უნდა შეადგენდნენ.

2. $SsFf$ ინდივიდები, რომელნიც ორივე ნიშნის მიმართ ჰეტეროდიგოტნი არიან; კომბინაციათა სქემის მიხედვით ასეთნი ამ კლასის $1/2$ შეადგენენ.

3. $SSff$ ინდივიდები, რომელნიც ჰომოდიგოტნი არიან S ნიშანთვისების მიმართ, ხოლო ჰეტეროდიგოტნი არიან F ნიშნის მიმართ; სქემის მიხედვით ისინი ამ კლასის $2/4$ შეადგენენ, და ბოლოს

4. $SsFF$ ინდივიდები, რომელნიც მე-3 მუხლში ნახსენები კომბინაციის შებრუნებას წარმოადგენენ და რომელნიც აგრედვე ინდივიდთა $2/4$ შეადგენენ.

რადგანაც ეს ოთხივე გენოტიპი გარეგნულად ერთნაირია, ამიტომ ამ ჯგუფის მოშენებით მიღებულ F_3 თაობაში შემთხვევას შემდეგის მოცემა შეუძლიან:

1. 1-ლი ტიპი შეიძლება შეჰხედეს ან თავის მსგავს ან დანარჩენი 3 ტიპის ერთ-ერთ ინდივიდს. შთაშობადობა ყველა ამ შემთხვევებში SF გარეგნობისა უნდა იყოს, რადგანაც მუდამ ორივე დომინანტი ნიშან-თვისება იღებს გადაჯვარებაში მონაწილეობას.

2. მე-2 ტიპის შეხვედრა გენოტიპურად თავის მსგავსებთან. როგორც ფორმულა გვიჩვენებს, ეს სწორედ იგივე იქნება, რაც F_1 -დან F_2 თაობის მიღება იყო, სახელ-

დობრ $SsFI \times SsFI$. ამრიგად აქ მოსალოდნელია ოთხ ტიპად დათიშვა, ასეთი შეფარდებით: $9:3:3:1$.

3. მე-2 ტიპი შესაძლებელია შეჰხედეს მე-3 ტიპის ინდივიდს, ანუ $SsFI \times SSFI$. როგორც ვიცით, პირველი წარმოშობს SF, Sf, sF, sf გამეტებს, მეორე მხოლოდ SF და Sf . ამრიგად შესაძლებელი იქნება 8 კომბინაცია, რომელთაგანაც 6 იქნება SF , ხოლო Sf გარეგნობისა. ამრიგად მოსალოდნელია SF და Sf ტიპებად დათიშვა ასეთი შეფარდებით: $3:1$.

4. მე-2 ტიპი შეხედება მე-4 ტიპს. მე-2 ტიპი ისევ წარმოშობს SF, Sf, sF და sf გამეტებს, ხოლო მე-4 ტიპი მხოლოდ SF და sF გამეტებს. 8 შესაძლებელ კომბინაციიდან 6 იქნება ისევ SF , ხოლო 2 sF , და ამრიგად, მოსალოდნელია დათიშვა ფენოტიპებად $SF:sF=3:1$.

5. მე-3 ტიპი შეიძლება შეხედეს მე-2 ტიპს; შედეგი იგივე უნდა იყოს, რაც მე-3 მუხლში მოყვანილ შემთხვევაში.

6. მე-3 ტიპი შეიძლება შეხედეს გენოტიპიურად თავის მსგავსს. რადგან იგი მხოლოდ Ff -ის მიმართ არის ჰეტეროდიგოტი, ამიტომ შედეგი ისეთივე უნდა იყოს, როგორც ერთ წყვილ ნიშანთვისების მენდელისებური დათიშვის დროს, $SF:Sf=3:1$, როგორც ეს მე-3 შემთხვევაშია.

7. მე-3 ტიპი შეხედება მე-4. მათი გამეტებია SF, Sf და SF, sF . მიღებულ კომბინაციებში მუდამ იქნება SF და, მაშასადამე, გარეგნულად მუდამ დომინანტ ნიშნებთან გვექნება საქმე, როგორც პირველ შემთხვევაში.

8. მე-4 ტიპი შეიძლება შეხედეს მე-2 ტიპს; კომბინაცია ისეთივეა, როგორც მე-4 შემთხვევაში.

9. მე-4 ტიპი შესაძლებელია შეჰხედეს მე-3 ტიპს. ეს იგივე მე-7 შემთხვევის შემთხვევაა, სწორედ ისეთივე შედეგით.

10. მე-4 ტიპი შეიძლება შეხედეს გენოტიპურად თავის მსგავსს. რადგან იგი მხოლოდ Ss ნიშნის მიმართ არის ჰეტეროდიგოტი, ამიტომ ჩვენ ისევ მარტივ მენდელისებურ დათიშვასთან გვაქვს საქმე, როგორც მე-6 შემთხვევაში, $SF:sF=3:1$, ანუ იგივე შედეგი, რაც მე-4 შემთხვევაში გექონდა.

ამრიგად, ჩვენ ვხედავთ, რომ ურთიერთს გადაჯვარული დომინანტი ნიშნის მატარებელი F_2 ინდივიდები F_2 თაობაში ოთხი სხვადასხვა ჯურის შთამომავლობას გვაძლევენ, როგორც ეს 1—4 შემთხვევებშია (დანარჩენებიც მათ მიემსგავსებიან) წარმოდგენილი. 21 გადაჯვარებით სინამდვილეში მიღებული შედეგები მართლაც სრულიად ეთანხმდებიან მოსალოდნელ შედეგებს, სახელდობრ:

8 გადაჯვარვამ მოგვცა მხოლოდ ზოლიანი-ყვითელი შთამომავლობა.

3 გადაჯვარვამ—ზოლიანი-ყვითელი და ზოლიანი-თეთრი შთამომავლობა ასეთი შეფარდებით: $677:240=73,82\%:26,17\%$, რაც დაახლოებით 3:1 უდრის.

8 გადაჯვარვამ—ზოლიანი-ყვითელი და სადა-ყვითელი შთამომავლობა შეფარდებით $1475:513=74,2\%:25,8\%$ ანუ დაახლოებით 3:1.

2 გადაჯვარვამ მოგვცა ყველა ტიპები, სახელდობრ:

ზოლიანი-ყვითელი $326=55,22\%=თითქ. 9$

ზოლიანი-თეთრი $90=15,36\%= „ 3$

სადა-ყვითელი $126=21,53\%= „ 3$

სადა-თეთრი $43=7,34\%= „ 1$

ეს არის F_2 თაობის ზოლიანი ყვითლებისაგან მიღებული ჰიბრიდთა მე-3 თაობა.

ბ. F_2 თაობის $\frac{3}{16}$ ზოლიან-თეთრებს შორის, როგორც ზემოდ მოყვანილი კომბინაციათა სქემა გვაჩვენებს, $\frac{1}{3}$ მხოლოდ S და f შეიცავს, ხოლო დანარჩენი $\frac{2}{3}$ ამათ

გარდა კიდევ 5 ატარებს. ამ ჯგუფის ინდივიდთა ურთიერთ: შორის მომრავლების შემთხვევაში შესაძლებელია: 1. გადაჯვარვა მოხდეს პირველი ჯურის ინდივიდთა შორის; მაშინ მათ, როგორც ჰომოდიგოტებმა, თავისი მსგავსნი უნდა წარმოშვან. 2. შესაძლებელია გადაჯვარვა სხვა დანარჩენ ინდივიდებს შორის მოხდეს; რადგან ეს ინდივიდები ნიშან-თვისებათა მხოლოდ ერთი წყვილის მიმართ არიან ჰეტეროდიგოტნი, ამიტომ ამ შემთხვევაში მარტივ მენდელისებურ დათიშვას უნდა ჰქონდეს ადგილი ასეთი შეფარდებით: 3 Sf: 1sf. 3. შესაძლებელია, გადაჯვარვა მოხდეს დასახელებული ორივე ჯურის ინდივიდებს შორის; რადგან ყველა ამ შემთხვევებისას S თვითეულ კომბინაციაში გვექნება, ამიტომ შთამომავლობა, მსგავსად პირველი შემთხვევისა მხოლოდ Sf გარეგნობისა უნდა იყოს, და მართლაც, სწორედ ასეთი შედეგი იყო მიღებული სინამდვილეში F_2 თაობის ზოლიანი-თეთრი ინდივიდების 16 გადაჯვარვით.

7 წყვილისაგან მიღებული იყო მხოლოდ ზოლიანი-თეთრი ინდივიდები.

9 წყვილისაგან—ზოლიანი-თეთრები და სადა-თეთრები $1698:504=77,11\frac{1}{10}:22,88\frac{1}{10}=რაც დაახლოვებით 3:1$ უდრის.

გ. იმავე F_2 თაობის $3\frac{1}{16}$ სადა-ყვითელი ინდივიდების შთამომავლობა პრინციპში ისეთივე უნდა იყოს, როგორც ბ მუხლში. განსხვავება მხოლოდ ისაა, რომ, როგორც ამას კომბინაციათა სქემა გვიჩვენებს, სხვა დომინანტ და სხვა რეცესივ ნიშანთან გვექნება საქმე.

15 გადაჯვარვის შედეგად, როგორც მოსალოდნელი იყო, მიღებულ იქმნა:

8 წყვილისაგან მხოლოდ სადა-ყვითელი ინდივიდები.

7 წყელისაგან—სადა-ყითელი და სადა-თეთრი ასეთი შეფარდებით $1507:457=76,73\% : 23,26\% =$ ე. ი. დაახლოვებით 3 : 1.

დ. დაბოლოს დაგვრჩა კიდევ $\frac{1}{10}$ სადა-თეთრი ინდივიდები, რომელნიც ხალასი რეცესივი ნიშნების მატარებელნი არიან და მაშასადამე, ხალასად უნდა მოშენდნენ. სინამდვილეში ეს ასეც ხდება.

ეს მარტივი მაგალითი ნათლად გვიჩვენებს, თუ როგორ შეგვიძლიან მენდელისებური ანალიზის საშუალებით ყოველივე ცდის მოსალოდნელი შედეგები წინასწარ გამოვიანგარიშოთ და როგორ შეეფერება ეს გამოანგარიშება სინამდვილეს. ყველა ახლად დამწყებს ჩვენ ურჩევლით ამ მაგალითის დაწვრილებით განხილვას და გამოანგარიშებას.

II. ფაქტორთა კომბინაციების სპეციალი შემთხვევები

ზემოდ მოყვანილი მარტივი მენდელისებური შემთხვევები დამყარებულია მენდელის ძირითად კანონებზედ—გამეტათა სიწმინდეზედ და მათ კომბინაციებზედ—ალბათობის კანონების მიხედვით, დომინანტობისა და რეცესივობის ან ინტერმედიურობის მოვლენებთან ერთად. მემკვიდრეობის მრავალ შემთხვევათა ანალიზის შედეგად გამოიჩინება, რომ ხშირად ზოგიერთ გართულებას აქვს ხოლმე ადგილი; ამ გართულებათა ერთი ნაწილი სრულიად ადვილი განსამარტავი გახდა იმავე ძირითადი კანონების სწორი მიყენებით, ხოლო დანარჩენ შემთხვევებს ახალი წესობრიობის აღმოჩენა მოჰყვა. ამ ნაწილში ჩვენ პირველი ჯურის შემთხვევების შესახებ გვინდა ზოგიერთი რამ ვსთქვათ.

დავიწყოთ იმ შემთხვევით, რომელიც მენდელის კანონების განმმარტველ ყოველ წიგნში გვხვდება ხოლმე; ეს შემთხვევაა ქათმების ბიბილოს ფორმის მემკვიდრეობა. ფრინველთ მომშენებლისათვის ცნობილია, რომ ზოგიერთი ჯიშის ქათმებს, როგორც, მაგ., ლეგჰორნს, ჩვეულებრივ მაღალი, ღრმად დაკბილული ბიბილო აქვთ; ზოგიერთი სხვა ჯიშის ქათმებს, როგორც, მაგ., ვიანდოტის ჯიშისას, ეგრედ წოდებული ვარდისებური ბიბილო აქვთ; კიდევ სხვა ჯიშისას, როგორც, მაგალითად, ბრაჰმას ჯიშს, მუხუდოს მსგავსი ბიბილო ახასიათებთ. ბიბილოს როგორც ვარდისებური, ისე მუხუდოსებური ფორმა ცალცალკე ბიბილოს ჩვეულებრივი ფორმის მარტივ დომინანტ ალელომორფს წარმოადგენენ. ამრიგად, ვარდისებური ბიბილოიანისა და ჩვეულებრივი ბიბილოიანი ქათმების გადაჯვარვა F_1 თაობაში მუდამ ვარდისებურ ბიბილოიან შთამომავლობას გვაძლევს; F_2 თაობაში კი ხდება დათიშვა ასეთი შეფარდებით 3 ვარდისებური : 1 ჩვეულებრივი. მაგრამ ვარდისებური ბიბილოიანისა და მუხუდოსებური ბიბილოიანი ჯიშების გადაჯვარვით F_1 -ში ბიბილოს სულ ახალ ფორმას, ე. წ. თხილისებურ ბიბილოს, ვიღებთ. ხოლო F_2 თაობაში აღგილი აქვს დათიშვას ასეთი შეფარდებით — 9 თხილისებური : 3 ვარდისებური 3 მუხუდოსებური : 1 ჩვეულებრივი ბიბილოიანები. როგორც რიცხვობრივი შეფარდება გვიჩვენებს, აქ ორი წყვილი ფაქტორის დათიშვასთანა გვაქვს საქმე. მუხუდოსებური resp. ვარდისებური და ჩვეულებრივი ბიბილოიანების გადაჯვარვა გვიჩვენებს, რომ პირველი ორი ნიშან-თვისების გამომჟღავნება დამოკიდებულია მენდელისეულ ფაქტორზედ, რომლის რეცესივსაც ჩვეულებრივი ბიბილოს ნიშანთვისება წარმოადგენს. ხოლო ვარდისებური და მუხუდოსებური ბიბილოიანების გადაჯვარვის F_1 შედეგი გვიჩვენებს

ნებს, რომ ამ ორივე ფაქტორის ერთად არსებობა თხილისებური ბიბილოს განვითარებას იწვევს.

აქედან კი ამ შემთხვევის შემდეგი ინტერპრეტაცია გამომდინარეობს: ვარდისებურ ბიბილოიანი ქათამი ამ სახის ბიბილოს ფაქტორს R ატარებს თავის ერთ-ერთ ქრომოზომში; ხოლო მუხოდოსებურ ბიბილოიანი ქათამი სათანადო ფაქტორს E ატარებს რომელიმე სხვა ქრომოზომში (არა პირველის ჰომოლოგ ქრომოზომში). ამრიგად, პირველ ქათამს მეორე სათანადო ქრომოზომში არაფერი აქვს ისეთი, რაც ბიბილოს ფორმის განვითარებას ხელს უშლიდეს; ასეთივე მდგომარეობაა მეორე ქათმის ჰომოლოგ ქრომოზომებში. იმის მაგივრად რომ ვწეროთ:

ვარდისებური ბიბილო		მუხუდოსებური ბიბილო	
ქრომოზომი I	ქრომ. II	ქრომოზომი I	ქრომ. II
R	არაფერი	არაფერი	E
ჩვენ ვწერთ სიმბოლიურად ფაქტორთა წყვილებს			
R	e	r	E.

მაშინ F_1 იქნება Rr Ee, ანუ მუხუდოსებურ ბიბილოიანი.

აქედან კი F_2 თაობაში მივიღებთ ჩვენთვის უკვე ნაცნობ დათიშვას: (იხ. გვ. 58)

ეს ცხრილი, როგორც ვხედავთ, ზევით უკვე მოყვანილ შედეგს გვაძლევს; ხოლო ინტერპრეტაციის სინამდვილე დადასტურდა ყველა ცდებით, ე. ი. F_2 თაობის მიღებით, შებრუნებითი გადაჯვარებით და სხვ. ეს შემთხვევა ჩვენ ბევრ რასმე გვასწავლის. ჯერ ერთი, რომ ორი განსხვავებული ფაქტორის ერთ ინდივიდში მოქცევას სრულიად ახალი გარეგნული ნიშნის მიცემა შეუძლიან, ამ შემთხვევაში თხილისებური ბიბილოსი. რადგანაც F_2 თაობის 16 ინდივიდთა შორის ერთი (სქემაზედ სულ ზევით მარცხენა კუთხეში) ორივე ნიშანთვისების მიმართ ჰომოდიგოტია,

ამიტომ შესაძლებელი ხდება თხილისებურ ბიბილოიანი კონსტანტი ჯიშის მიღება (ასეთი მართლაც არსებობს მაღალის ჯიბებში). ეს მოვლენა, რასაკვირველია, დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობისაა. შემდეგ, F_2 თაობის ყოველ 16 ინდივიდში ერთს ჩვეულებრივი ფორმის ბიბილო აქვს,

გამე- ტები:	RE	Re	rE	re
RE	RE RE თხილისე- ბური	Re RE თხილისე- ბური	rE RE თხილისე- ბური	re RE თხილისე- ბური
Re	RE Re თხილისე- ბური	Re Re ვარდისე- ბური	rE Re თხილისე- ბური	re Re ვარდისე- ბური
rE	RE rE თხილისე- ბური	Re rE თხილისე- ბური	rE rE მუხუდო- სებური	re rE მუხუდო- სებური
re	RE re თხილისე- ბური	Re re ვარდისე- ბური	rE re მუხუდო- სებური	re re ჩვეულებ- რივი

რომელიც არც პირვანდელ მშობლებსა ჰქონიათ და არც ჰიბრიდებს. მაშასადამე, F_2 -ში მომხდარ რეკომბინაციებით შესაძლებელი ყოფილა „ახალი ფორმის“ მიღება იმ გზით, რომ ხალასი რეცესივები გამოითიშებიან; ამ მოვლენასაც დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. იგივე პუნქტი ჩვენ კიდევ სხვასაც გვასწავლის. ჩვეულებრივი დაკბილული ბიბილო მაშინ გამოემდგენება, როდესაც არც R ფაქტორი არის და არც E. მაგრამ უნდა გვახსოვდეს ამავე დროს, რომ ფაქტორთა სიმბოლიკის მნიშვნელობა სიტყვა-სიტყვით არ უნდა გვეყურებოდეს.

ჩვეულებრივ ბიბილოიანი ქათამი შეიძლება ატარებდეს AA BB CC DD ფაქტორებს, რომელნიც, ალბათ, ყველანი საჭირონი არიან ბიბილოს ნორმალური განვითარებისათვის. მაგრამ თუ მათ R ფაქტორი მიემატათ, მაშინ ვარდისებური ბიბილო განვითარდება. შესაძლებელია ისეთი შემთხვევაც, როდესაც აქ X ფაქტორი შეიჭრება, რომელიც ყოველგვარი სახის ბიბილოს განვითარებას აჩერებს, მაგრამ მიუხედავად ამისა, ასეთი ინდივიდი „ლანტენტად“ მაინც გადასცემს მემკვიდრეობით ბიბილოს განვითარების უნარს: როგორც კი ჰიბრიდთა რეკომბინაციების დროს X გამოითიშება (ხალას რეცესივ ფორმებში), მაშინვე ბიბილოც ისევ გამომჟღავნდება. ამ შემთხვევის დაწვრილებით და ნათლად გარკვევა დიდად საჭირო და სასარგებლოა.

ამრიგად, ჩვენ დავინახეთ, რომ ამ შემთხვევაში ორი დომინანტი ნიშან-თვისების კომბინაცია ჰიბრიდში „ახალი ფორმის“ მიღებას იწვევს; ასევე ახალ ფორმას ვიღებთ აგრედვე რეცესივ ნიშან-თვისებათა ხალასად გამოთიშვის გზითაც. ამას დაუმატებთ კიდევ ერთ ასეთივე ხასიათის შემთხვევას, სადაც F_2 თაობის დათიშვაში თავისებური რიცხვობრივ შეფარდებას აქვს ადგილი. ჩვენ ვგულისხმობთ ცხოველთა და მცენარეთა ზოგიერთი თეთრი რასების გადაჯვარვას, რომლის შედეგადაც F_1 -ში თერად ჰიბრიდებს ვიღებთ.

ამ სახის კლასიკურ შემთხვევებში წარმოადგენენ ესპანური ვიკის ორი თეთრი რასა და ქათმების ორი რასა (Negerhuhn და დორკინგი). თუ თხილისებური ბიბილოს შემთხვევას გავიხსენებთ, მაშინ ადვილი წარმოსადგენი იქნება, რომ ამ გადაჯვარვაში მონაწილე ორივე მშობლიური რასა ატარებს თითო ფაქტორს, ესთქვათ P resp.

მხოლოდ არც ერთ ამ ფაქტორს ცალ-ცალკე ჰიგმენ-

ტის გამოწვევა არ შეუძლიან; არამედ პიგმენტი მხოლოდ მაშინ წარმოიქმნება, ოდესაც ორივე ეს ფაქტორი ერთად მოიყრის თავს. სიმბოლიური გამოსახვა, მაშასადამე, ასეთი იქნება:

თეთრი $PPcc$ $\times$ თეთრ $ppCC$,

F_1 $PpCc$ = ფერადი.

ამ შემთხვევაში F_2 თაობაში ჩვენ ისევ 16 კომბინაცია უნდა მივიღოთ; ამათში 9 კომბინაცია შეიცავს როგორც P -ს, ისე C -ს, 3 კომბინაცია შეიცავს P და c , 3 კომბინაცია C და p , და ერთი კომბინაცია არც P შეიცავს, არც C , არამედ მხოლოდ p და c . ამიტომ პირველი 9 ინდივიდი უნდა ფერადი იყოს. დანარჩენებს კი არც ერთს არ შეუძლიანთ ფერის წარმოქმნა, ყოველი მათგანი თეთრია და ამრიგად 9 ფერადისა და 7 თეთრის შეფარდებას ვიღებთ:

$$\begin{array}{r} 9 : 3 \quad 3 : 1 \\ \hline 9 : 7 \end{array}$$

ჰიბრიდული რეკომბინაციის გზით ახალი ფორმის მიღების ყურადსაღებ მაგალითს წარმოადგენს აგრედვე ალბინოთა გადაჯვარვის კლასიკური შემთხვევა; ეს საკითხი უმთავრესად მღრღნელებზედ, ე. ი. თაგვებზედ, ვირთაგვებზედ და ბაჭიებზედ არის შესწავლილი. ამათში, ისევე როგორც ბევრ სხვა ცხოველებშიაც, ხშირად ვხვდებით ალბინოებს, ე. ი. ისეთ ინდივიდებს, რომელთაც არც სხეულის კანზედ და არც თვალებში პიგმენტი სრულიად არა აქვთ. ასეთი ნამდვილი ალბინიზმი მუდამ ნორმალური პიგმენტიანობის რეცესივ ალელომორფს წარმოადგენს. ამიტომ გარეული ფერის თაგვისა და თეთრი (ალბინო) თაგვის გადაჯვარვის F_1 ჰიბრიდი მუდამ გარეული ფერისა იქნება. ხოლო F_2 -ის დათი-

შეა ძალიან სხვადასხვანაირი შეიძლება იყოს. თუ რად ხდება ასე, ეს ადვილი გასაგები იქნება, თუ ზემოდ მოყვანილ შემთხვევებს გავიხსენებთ. ქათმების თეთრი ჯიშების გადაჯვარვის დროს ჩვენ დავინახეთ, რომ ფერადობის წარმოსაშობად ორი ცალ-ცალკე არსებული ფაქტორის ერთად შეყრა იყო საჭირო. ვსთქვათ, ჩვენი ალბინო ისეთ ფორმას წარმოადგენს, რომელსაც ერთ-ერთი ეს ფაქტორი აკლია; მაგრამ მას, შესაძლებელია, მეორე ან კიდევ სხვა მისი მსგავსი ფაქტორი ჰქონდეს და მაშინ F_2 თაობის რეკომბინაციების გზით ეს არსებული ფაქტორი შესაძლებელია შეჰხვდეს მეორე ფაქტორს, რომელიც აქამდის აკლდა; ამგვარი რეკომბინაციით კი სულ ახალ ფორმას მივიღებთ. ამრიგად, ჩვენ ვხედავთ, რომ ალბინოები ისეთი რასული ფორმებია, რომელთაც შეეძლოთ თვისი რასის დამახასიათებელი ფერის წარმოქმნა, თუ კი პიგმენტის წარმომშობი ფაქტორი P ექნებოდათ (რომელიც მათ აკლიათ). ალბინო თავი, ამნაირად, პოტენტურად ნაცრისფერი, შავი, ყავისფერი, კრელი და სხვ. თავია, მაგრამ მას არ შეუძლიან თავისი ფერის გამომჟღავნება, რადგან პიგმენტის წარმომშობი ფაქტორი აკლია. მაგრამ, თუ ასეთ თავს ფერად თავვთან გადაეჯვარავთ, მაშინ ეს უკანასკნელი შეიტანს პიგმენტის წარმომშობ ფაქტორს, რომელიც რეკომბინაციის გზით F_2 -ში ალბინოს პოტენტური ფერის ფაქტორს დაუკავშირდება და შესაძლებელი გახდება ამ უკანასკნელი ფერის გამოთიშვა. ამრიგად, ნათელი ხდება, რომ ალბინოსთან გადაჯვარვის შედეგი იმაზედაა დამოკიდებული, თუ რას წარმოადგენს იგი ფერადობის სხვა ფაქტორების მიხედვით.

გავარკვიოთ რამოდენიმე კონკრეტი მაგალითი:

1. გარეული ფერის თავის გადაჯვარვა ალბინო თავთან, რომელსაც აქვს გარეული ფერის ფაქტორები

(გარდა პიგმენტის წარმომშობი P ფაქტორისა), სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, გენეტიურად ორივე რასა იდენტიურია და მხოლოდ p ფაქტორის მიმართ განსხვავდებიან. ამიტომ ჩვენ შეგვიძლიან ყველა ის ფაქტორები, რომელთა არსებობაც გარეული ფერის გამომჟღავნებას იწვევს, უყურადღებოდ დავტოვოთ და გადაჯვარვა ასე გამოვსახოთ:

გარეული ფერისა PPX ალბინო (პოტენტურად გარეული ფერისა) pp .

ეს იმას ნიშნავს, რომ ჩვენს წინაშე მარტივი მენდელისეული მონოჰიბრიდის შემთხვევაა, F_2 -ში ასეთი დათიშვით 3 გარეული ფერის: 1 ალბინოს.

2. გარეული ფერის თავისა და ალბინო, მაგრამ პოტენტურად შავი, თავის გადაჯვარვა. შავი თავი ატარებს მთელ რიგს ისეთ ფაქტორებისას, რომლებიც ნაცრისფერ თავესაც აქვს; მას მხოლოდ გარეული ფერის ფაქტორი G აკლია. თუ გარეული ფერის თავეს $AA BB CC DD \dots GG$ ფორმულით გამოვსახავთ, მაშინ შავი თავი $AA BB CC DD \dots gg$ იქნება. ცხადია, ორივე შემთხვევაში ჩვენ შეგვიძლიან $A-D$ ფაქტორები გადავადგოთ და დავწეროთ: $GG =$ ნაცრისფერი, $gg =$ შავი. შეგვიძლიან აგრედვე დავწეროთ PP $gg =$ შავი და $PP GG =$ ნაცრისფერი. ორივე ერთი და იგივე იქნება, მაგრამ თუ ალბინოსთან შეჯვარდინებისათვის პიგმენტის წარმომშობ ფაქტორ P -საც მივიღებთ მხედველობაში, მაშინ გარეული ფერის თავი იქნება $GG PP$ (პოტენტურად შავი), ალბინო იქნება $gg pp$. აქედანვე ცხადია, რომ ყოველი ფორმა pp ფაქტორებით ალბინო უნდა იყოს, იმისდამიუხედავად იქნება GG , Gg , თუ gg ; აგრედვე ისიც, რომ ყოველი ფორმა PP ან Pp ფაქტორებით ფერადი უნდა იყოს, სახელდობრ: ნაცრისფერი, თუ იგი GG ან Gg არის

და შავი, თუ იგი ფე არის. ასეთი გადაჯვარება შემდეგნაირად გამოისახვის: გარეული ფერის $GG \text{ } PP \times$ ალბინო (პოტ.- შავი) ფე pp .

F_1 $Gg \text{ } Pp$ გარეული ფერისა.
 F_2 :

გამე- ტები:	GP	Gp	gP	gp
GP	GP GP ნაცრისფერი	Gp GP ნაცრისფერი	gP GP ნაცრისფერი	gp GP ნაცრისფერი
Gp	GP Gp ნაცრისფერი	Gp Gp ალბინო	gP Gp ნაცრისფერი	gp Gp ალბინო
gP	GP gP ნაცრისფერი	Gp gP ნაცრისფერი	gP gP შავი.	gp gP შავი
gp	GP gp ნაცრისფერი	Gp gp ალბინო	gP gp შავი	gp gp ალბინო

ასე ვიღებთ ჩვენ მენდელისტური ანალიზით ასე აღვიღად გასაგებ რიცხვობრივ შეფარდებას 9 ნაცრისფერი : 3 შავი : 4 ალბინო. მაგრამ შავები აქ რეკომბინაციის გზით მიღებული ახალი ფორმებია. ამ შემთხვევისათვის ჩვენ მიღებული გეჟონდა, რომ G სრულად დომინანტობს g -ზე და P დომინანტობს p -ზე. ასე რომ ვიგულისხმობთ და ვიფიქროთ ვითომც აქ ინტერმედიური მემკვიდრეობის შემთხვევა გვაქვს, მაშინ შედეგი უფრო გართულებული იქნება. რომ დაუშვათ, ვითომც ფაქტორთა ორივე წყვილი ინტერმედიური მემკვიდრეობით გადადიან შთამომავ-

ლობაზედ, მაშასადამე ჰომო და ჰეტეროდოგოტი ფორმები გარეგნულად განსხვავდებიან ერთი მეორისაგან (როგორც *Mirabilis*-ის შემთხვევაში), მაშინ შესაძლებელია მოხდეს, რომ ჰომოდოგოტის ფერადობა უფრო ინტენსიური იყოს, ვიდრე ჰეტეროდოგოტისა, და შემდეგ სხვადასხვა ნუანსები მივიღოთ, პიგმენტის წარმოშობი ფაქტორის ჰომო თუ ჰეტეროდოგოტის მიხედვით. ასეის შემთხვევისას F_2 -ში, ფერის მიმართ გვექნება არა ნაკლებ ხუთი ახალი ფორმისა, რომელთა ჩამოთვლა მკითხველს კომბინაციათა სქემაზედ შეუძლიან.

ზემოდმოყვანილი მაგალითები საკმარისად ნათლად გვიჩვენებენ, თუ როგორ მარტივად აიხსნება, ფაქტორთა ანალიზის საშუალებით, ყველა, პირველი შეხედვით, თითქმის მეტად რთული შედეგები გადაჯვარვისა.

III. მ უ ტ ა ც ი ა

ეხლა საჭიროა გავეცნოთ კიდევ ახალ ცნებას, რომელიც განუყოფელად არის დაკავშირებული ახალ მენდელისტურ ანალიზთან; ეს არის მ უ ტ ა ც ი ა ს ცნება. თუ გავიხსენებთ თეთრი რასის ქათმების შემთხვევას, სადაც მათი გადაჯვარვა გარეული ფერის ჰიბრიდს იძლეოდა, დარვინის გამოთქმით ასეთ შედეგს ატავიზმი, ე. ი. წინაპართა ნიშნის გამომჟღავნება შეგვიძლიან უწოდოთ. რადგან მიღებულია, რომ შინაური ქათმის რასები გარეული ქათმებისაგან არიან წარმოშობილნი, ამიტომ შინაური ქათმების თეთრ რასათა გადაჯვარვის შედეგად გარეული ფერის წარმოქმნა ატავიზმის ცნებაში ჰყვება. ფაქტორთა ანალიზით ეხლა უკვე ვიცით, რომ თეთრი ფერის რასები გარეული ფერის რასებისაგან ამ უკანასკნელი ფერის გამომწვევ ერთ-ერთი ფაქტორის უქონლობით განსხვავდებიან. მაშასადამე, თუ შინაური, თეთრი

რასის ქათმები გარეული ფერის ქათმებისაგან არიან წარმოშობილნი, მაშინ ასეთი ცვლილება გარეული ქათმის მემკვიდრეობით მასაში ფერადობის ფაქტორის გაქრობის გზით უნდა მომხდარიყო. სწორედ ასეთი მოვლენა, ე. ი. მემკვიდრეობითი მასის უეცარი შეცვლა და ამაზე დამოკიდებული შედეგი (ე. ი. ახალი ფორმის წარმოქმნა, რომელიც შემდეგში მემკვიდრეობით გადადის), იწოდება მუტაციად. ჩვენ აქ მიზნად არა გვაქვს მუტაციის თეორიის ყოველმხრივი გაშუქება; ჩვენ მხოლოდ იმ პუნქტებზე მიუთითებთ, რომელთაც მენდელისეული მემკვიდრეობის პრობლემისათვის რაიმე მნიშვნელობა აქვთ.

ფაქტორთა თეორიის თანახმად, ცხოველისა ან მცენარის მემკვიდრეობითი შეცვლა ყველაზედ უფრო იმ გზით არის საფიქრებელი, რომ მემკვიდრეობითი მასიდან ამოვარდება ერთი (ან მეტი) ფაქტორი, ან ქიდე, წინაუქმო, ახალი მემკვიდრეობითი ფაქტორი წარმოიქმნება. პირველ შემთხვევაში ჩვენ მიიღეს - მუტაცია გვეჩვენება. როდესაც გარეული ქათმის მემკვიდრეობით მასაში პიგმენტის წარმოსაქმნელად საჭირო ერთ-ერთი ფაქტორი გაქრება, ამ შემთხვევაში თეთრი რასა მიიღეს-მუტაციის გზით წარმოიშვება. მაგრამ თუ წინაუქმი, ქათმის რომელიმე რასას ისეთი ფაქტორი მიემატა, რომელიც მის ბიბილოს ვარდისებურად გარდაქმნის, ასეთ შემთხვევაში ჩვენს წინაშე პლიუს-მუტაცია იქნება. მუტაციის ეს ორივე სახე მართლაც ხშირად თვით ექსპერიმენტატორის თვალწინ ხდება ხოლმე. განსაკუთრებით ხილის ბუზ *Drosophila*-ში 200-ზედ მეტი ამგვარი მუტაცია არის შემჩნეული და ყოველი მათგანისათვის მუტაციის მოვლენის კემშმარიტება დამტკიცებულია მენდელისტური ანალიზის გზით.

14. გენეალის მემკვიდრეობის კანონთა შემდეგი განვითარება

ყველა აქამდე ჩამოთვლილ შემთხვევებში ჰიბრიდული ანალიზის შედეგები ადვილად გამომდინარეობდნენ ძირითად კანონებიდან. შემდეგი კვლევის დროს ზოგიერთი ისეთი მოვლენა გამოაშკარავდა, რომელიც ძირითად პრინციპებს, მართალია, არა სცვლის, მაგრამ დამატებითი ცნებების შეტანას თხოულობს, სწორედ ამ მოვლენების შესახებ იქნება ჩვენი მომდევნო საუბარი.

1. პოლიმერია ანუ მულტიპლი ფაქტორები

ეს მოვლენა სავსებით ეგუება ელემენტარ ფაქტებს. ჩვენ ვიცით, რომ ერთი რომელიმე გარეგნული ნიშანი მთელ რიგ სხვადასხვა გვარ ფაქტორთა თანამოქმედებით არის გამოწვეული. აღმოჩნდა აგრეთვე, რომ არის ისეთი ნიშნებიც, რომელთა გამომჟღავნებაც მრავალ ფაქტორთა არსებობაზედ არის დამოკიდებული; ისეთ ფაქტორთა არსებობაზედ, რომელთაგან ყოველი ცალ-ცალკე იმავე ნიშანს იწვევს. ყველაზედ მარტივი შემთხვევა შემდეგია: ხორბლის ორი რასის—წითელ მარცვლიანისა და უფერულ მარცვლიანის გადაჯვარვის დროს, F_1 -ში ფერიანობა დომინანტი ნიშანი აღმოჩნდა. მაგრამ F_2 -შიც ყველა ინდივიდები ფერიანები (წითელი) აღმოჩნდნენ და მხოლოდ აქა-იქა თუ მოიპოვებოდა უფერული ეკზემპლარი, სახელდობრ: ერთი სამოცდა ოთხში. ყველა ეს ინდივიდები შესწავლილი იქმნენ გენეტიური რაგვარობის მხრივ, რაც თვითგანაყოფიერებით მამრავლ მცენარეებში შედარებით ადვილია, რადგან მათი თაობა მთლიანად მშობელი მცენარის თვისებებს ატარებს (ჯვარული განაყოფიერების დროს, და მაშასადამე, თითქმის ყველა ცხოველების მი-

შართ, ასეთი კელევა ბევრად უფრო დიდ ღროს მოიზ-
ხოვს, რადგან აქ შესაძლებელია გარეგნულად სრულიად
იდენტიური მშობლები გენეტიურად სულ სხვადასხვანაირ-
ნი იყვნენ). აღმოჩნდა, რომ ამ შემთხვევაში ჩვენ 3 ფაქ-
ტორის დათიშვასთანა გვქონია საქ'ე. ყოველი ამ ფაქ-
ტორთაგანი იწვევს მარცვლის ფერიანობას, ისე რომ, ყო-
ველი ინდივიდი, რომელიც A, B და C ფაქტორებიდან
თუნდაც ერთს შეიცავს, ფერადია. 3 წყვილი ფაქტორის
კომბინაციათა სქემაზედ (გვ. 27) ჩვენ ვხედავთ, რომ 64 კომ-
ბინაციაში მხოლოდ ერთი არის ხალასი რეცესივი aa bb
cc; ყველა დანარჩენები კი ერთ დომინანტ ფაქტორს მაინც
შეიცავენ. ამრიგად, ვიღებთ შეფარდებას 63 ფერა-
დი: 1 უფერულის.

ამ შემთხვევას ძლიერ საინტერესო დასკვნა მოსდევს
თან: 3 ასეთი „პოლიმერი“ ფაქტორის შემთხვევაში ვი-
ღებთ 63:1 დათიშვას, 4 ფაქტორის ღროს მივიღებთ
255:1, 8 ფაქტორის ღროს უკვე შეფარდება 1048575:1
იქნება. ეს კი იმასა ჰნიშნავს, რომ მრავალ პოლიმერ
ფაქტორთა შემთხვევაში პრაქტიკულად დათიშვა ან სულ
არა, ან კიდევ ძალიან იშვითად იქნება თვალთ შესამჩნე-
ვი და, მაშასადამე, ჩვენს წინ მენდელისებური დათიშვის
მაგიერად თითქოს კონსტანტი მემკვიდრეობის შემთხვევა
იქნება. ამრიგად, დიდი სიფრთხილეა საჭირო ყველა იმის-
თანა შემთხვევებში, როდესაც დათიშვას, თითქოს, ადგი-
ლი არა აქვს.

აღმოჩნდა, რომ პოლიმერი, ანუ, რაც იგივეა, მულ-
ტიპლი ფაქტორების პრინციპს მეტად დიდი მნიშვნელო-
ბა აქვს, რადგან, როგორც სჩანს, კვანტიტეტური ნიშნე-
ბის—სიდიდის, სიგრძის, ინტენსიობის—მემკვიდრეობის
ძალიან ბევრ შემთხვევებში მისი სულ მცირე მოდიფიკა-
ცია უკვე გავლენას ახდენს. ეს მოდიფიკაცია კი, წინა-

მორბედი მაგალითის საწინააღმდეგოდ, იმაში მდგომარეობს, რომ ყოველი ცალკე პოლიმერი ფაქტორი მთელ საბოლოო ეფექტს კი არ იწვევს, არამედ მხოლოდ მის ნაწილს და რომ შემდეგ ეს ნაწილობრივი ეფექტები ერთი მეორეს ემატებიან, თუ, მაგალითად, 60 საზომი ერთეულით გამოხატული ტანის სიდიდე 3 წყვილი ფაქტორით AA BB CC არის გამოწყვეთილი, და ყოველი ცალკე ფაქტორი 10 ერთეულის სიდიდეს იწვევს, მაშინ ზრდის შემდეგ სურათს მივიღებთ:

$$AA \ BB \ CC = 60$$

$$AA \ BB \ Cc = 50$$

$$AA \ BB \ cc = 40$$

$$AA \ Bb \ cc = 30$$

$$AA \ bb \ cc = 20$$

$$Aa \ bb \ cc = 10 \text{ და ასე შემდეგ.}$$

ებლა ვაწარმოოთ გადაჯვარება ორი რასისა, რომელთაგან ერთს 40 ერთეულის სიდიდე ახასიათებს, ხოლო მეორეს 100 ერთეულის სიდიდე; ამასთანავე ვტოვებთ იმავე პირობას, როგორც ზემოთ ე. ი. რომ ყოველი ცალკე ფაქტორი A, B, C ძირითადი 40 ერთეული სიდიდის ზევით 10 ერთეულის სიდიდის მომატებას იწვევს, 100 ერთეულის სიდიდის მქონე რასა $\times$ 40 ერთეულის სიდიდის მქონე მცირე რასა.

AA BB CC

aa bb cc

F₁ ჰიბრიდი Aa Bb Cc, ე. ი. საშუალო სიდიდის, 70=40+30.

F₂-ში ვიღებთ 64 კომბინაციას, როგორც 27 გვერდზე.

ამათში:

1 (№ 1) შეიცავს სიდიდის ექვსივე ფაქტორს (ღბდი ასოები)=100 ერთეულის სიდიდე.

6 (№№ 2, 3, 4, 9, 17, 25) შეიცავს სიდიდის 5 ფაქტორს.....=90 ერთეულის სიდიდე.

15 (№№ 5, 6, 7, 10, 11, 12, 18, 19, 20, 26, 27, 28, 33, 41, 49) შეიცავს სიდიდის 4 ფაქტორს...=80 ერთ. სიდიდე.

20 (№№ 8, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 29, 30, 31, 34, 35, 36, 42, 43, 44, 50, 51, 52, 57) შეიცავს სიდიდის 3 ფაქტორს...=70 ერთ. სიდიდე.

15 (№№ 16, 24, 32, 37, 38, 39, 45, 46, 47, 53, 54, 55, 58, 59, 60) შეიცავს სიდიდის 2 ფაქტორს...=60 ერთ. სიდიდე.

6 (№№ 40, 48, 56, 61, 62, 63) შეიცავს სიდიდის 1 ფაქტორს...=50 ერთ. სიდიდე.

1 (№ 64) სიდიდის არც ერთ ფაქტორს არ შეიცავს...=40 ერთ. სიდიდე.

ამრიგად F_2 დათიშვის შედეგად გვექნება=1 (100): : 6 (90): 15 (80): 20 (70): 15 (60): 6 (50): 1 (40).

ე. ი. F_2 თაობაში მშობელთა სიდიდისა მხოლოდ თითო ინდივიდი გვეყოლება, დანარჩენი ინდივიდები სიდიდით უდიდეს და უმცირეს მშობელთა შორის ჰმერყეობენ; ამავე დროს ყველაზე მეტი რიცხვით საშუალო სიდიდის ინდივიდები არიან წარმოდგენილი. ამ დათიშვის რიცხვობრივი შეფარდების განხილვა გვიჩვენებს, რომ სიმეტრიული მწკრივი 1 6 15 20 15 6 1 $(a+b)^n$ ბინომის კოეფიციენტთა მწკრივს წარმოადგენს, სახელდობრ:

$$(a+b)^2 = 1a^2 + 2ab + 1b^2$$

$$(a+b)^3 = 1a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + 1b^3$$

$(a+b)^4 = 1a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + 1b^4$ და ასე შემდეგ.

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & & & \text{ამრიგად:} & & \\
 & & & & 1 & 2 & 1 \\
 & & & 1 & 3 & 3 & 1 \\
 & & 1 & 4 & 6 & 4 & 1 \\
 & 1 & 5 & 10 & 10 & 5 & 1 \\
 1 & 6 & 15 & 20 & 15 & 6 & 1
 \end{array}$$

და ასე შემდეგ.

შემკვიდრებობითი სიდიდე რომ ფაქტორთა 3 წყვილით არა, არამედ 6 წყვილით იყოს განსაზღვრული, ისე რომ ყოველი მათგანი 5 ერთეულის სიდიდის მომატებას იწვევდეს, მაშინ F^2 -ში 13 ტიპს შივილებდით, რომელთაგანაც ყოველი 5 cm. იქნებოდა განსხვავებული; სახელდობრ შემდეგი შეფარდებით:

$$1 : 12 : 66 : 220 : 495 : 792 : 926 : 792 : 495 : 220 : 66 : 12 : 1$$

ამ ფაქტებიდან დასკვნების განხილვა დაგვანახებს შემდეგს: თუ გვწადს, რომ ასეთ F_2 თაობაში პირვანდელი ტიპის ეგზემპლარები გამოითიშნენ, საჭიროა ამ თაობაში, სულ ცოტა, 4092 ინდივიდის მიღება. მაშასადამე, მხოლოდ მრავალი ცდების შედეგად შეიძლება თვალსაჩინო გახდეს მენდელისებური დათიშვა. შემდეგ ვხედავთ, რომ ამ დათიშვის დროს 4092 ინდივიდიდან არა ნაკლებ 3500-ისა საშუალო სიდიდის 5 კლასში მოჰყვება. ეს იმას ჰნიშნავს, რომ ისეთი რიცხვების შემთხვევაშიაც კი, რომლებიც ჩვეულებრივი ცდების დროს დიდ რიცხვებად ჩაითვლებიან (თუნდაც რამოდენიმე ასეული ინდივიდი), ძალიან ძნელი მოსალოდნელია, მიღება საერთოდ მწყრივის ბოლოში მყოფი ფორმებისა; მაშასადამე, დათიშვა ნაკლებად თვალსაჩინო იქნება. შემდეგი მნიშვნელოვანი დასკვნა ამგვარი მსჯელობით შეიქმნება ნათელი: დაუშვათ, რომ ვაწარმოვეთ ცდები და F_2 -ში. მიღებული ყველაზედ პატარა ინდივიდები 60 ერთეულის სიდიდისა

იყვნენ. მაშასადამე ეს ის ინდივიდები იქნებიან, რომელნიც 495 ინდივიდის ჯგუფს ეკუთვნიან და რომელნიც ზრდის 4 ფაქტორს უნდა ატარებდნენ. დაუშვათ, რომ მათი ფორმულა არის $A_1 B_b C_c D_d e_e f_f$. ეხლა მათი მომრავლებით რომ F_1 თაობა მივიღოთ,—მცენარეებში ყველაზედ მარტივია მათი მიღება თვით განაყოფიერების გზით—აქ ბევრად უფრო მეტი შესაძლებლობაა მოცემული, ვიდრე წინაა, F_2 თაობაში არ მყოფი მომცრო ფორმების მისაღებად, სახელდობრ:

რიცხვობრ. შეფარდ. $1 : 8 : 28 : 56 : 70 : 56 : 28 : 8 : 1$.

ფაქტორთა რიცხვი: 9 7 6 5 4 3 2 1 0.

სიდიდე: 80 75 70 65 60 55 50 45 40.

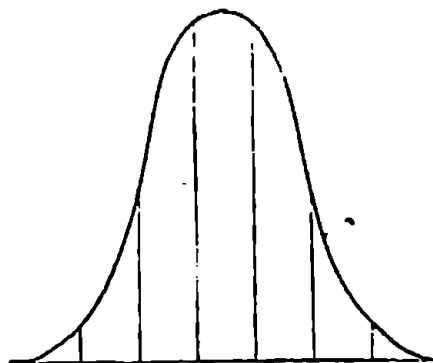
ამრიგად, ასეთი შერჩევით F_2 თაობის მომცრო ინდივიდებისაგან მიღებულ F_3 თაობაში სულ დიდი ინდივიდები საერთოდ მიღებული ვერ იქნებიან; შემდეგ არც საშუალო ფორმებსა აქეთ განსაკუთრებული შანსები, რადგან მათი გამომჟღავნებისათვის ისეთივე შესაძლებლობა არსებობს, როგორც ყველაზედ უფრო მომცრო ინდივიდებისათვის. მოკლედ რომ ვსთქვათ, ასეთ შემთხვევაში ყველაზედ დიდ ან ყველაზედ მომცრო F_2 ინდივიდებისაგან F_3 თაობის მიღებით შესაძლებელი ხდება სათანადო პირვანდელი მშობლების მსგავსი ტიპების მიღება, რაც F_2 თაობაში არ იყო.

მაგრამ ყველაზედ უფრო მნიშვნელოვანი პუნქტი, რომელიც ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, მხოლოდ მაშინ იქნება გასაგები, თუ რამოდენიმე სიტყვას მაინც ვიტყვით სხვაობის შესახებ. აქამდის ჩვენ ყველა იმ ნიშან-თვისებებს, რომელთა მემკვიდრეობასაც ვსწავლობდით, აბსოლუტურად კონსტანტ ნიშნებად ვთვლიდით. მემკვიდრეობის თვალსაზრისით, ანუ გენოტიპიურად, რო-

გორც ამბობენ, ისინი მართლაც კონსტანტნი არიან, მაგრამ თვალისთვის, ე. ი. ფენოტიპიურად, ისინი ორგანიზმში სრულიად კონსტანტნი კი არ არიან, არამედ განსაზღვრულ სხვაობას განიცდიან. სხვანაირად რომ ვთქვათ. ბუნება სცდილობს მიაღწიოს განსაზღვრულ დონეს, ვსთქვათ 60 ერთეულის სიდიდეს, მაგრამ გარემოსა და შინაგანი პირობებით გამოწვეული ზეგავლენანი მხოლოდ განსაზღვრულ შემთხვევებში ჰხდინან შესაძლებლად ამ დონის ზუსტად მიღწევას; დანარჩენ შემთხვევაში კი ამ ზეგავლენების გამო ორგანიზმი ხან გადააჭარბებს მიზნად დასახულ დონეს, ხან კი სულაც ვერ მიაღწევს მას.

მემკვიდრეობით 60 ერთეულის სიდიდის მქონე რასის მცენარეების ზომა (თუ მრავალი ინდივიდია გაზომილი), 50-70 მერყეობს და მხოლოდ მრავალ გაზომვათა საშუალო უდრის 60-ს. სინამდვილეში ყოველი გარეგნული ნიშანი სხვაობას ანუ მოდიფიკაციას განიცდის. გამოირკვა რომ ფლუქტუაცია (მოდიფიკაცია) განსაზღვრულ კანონებს ემორჩილება, სახელდობრ ალბათობის კანონს ანუ Gauss-ს ცთომილებათა კანონს. იგი ამბობს, რომ ყველა იმ წინაღმდეგობათა გამო, რომელთაც ეგრედ წოდებული შემთხვევა, ანუ გარემოს პირობებისა, კვლევისა, გაზომვებისა და სხვათა მთელი კომპლექსი, გამოიწვევს, შედეგი იმგვარად იცვლება, რომ ჩვენ მთელ რიგ ერთი-მეორისაგან განსხვავებულ ინდივიდებს ვიღებთ, რომელნიც საშუალოს გარშემო სიმეტრულად ჯგუფდებიან. ყველაზედ უფრო მრავლად მწკრივის საშუალო წევრები არიან წარმოდგენილნი, ხოლო განაპირა წევრები, ანუ პლუს და მინუს გარემიქცევანი უფრო მცირერიცხოვანია. იდეალ შემთხვევაში ეს სიმეტრული განწყობა ისეთივეა, როგორც ბინომის კოეფიციენტთა განწყობა, როგორც—70 გვერდზედ იყო ნაჩვენები. ასეთი მწკრივი რომ მრუდით გამოვხატოთ,

სიმეტრულ ბინომურ მრუდეს მივიღებთ (ნახ. 7), ბუნებაში მართლაც უახლოვდება მას მემკვიდრეობითი ნიშანთვისებების სხვაობის მრუდე. თუ გავზომავთ, მაგალითად ლობიოს ხალასი ჰომოძიგოტი რასის მრავალი მარცვლის სიგრძეს, დავინახავთ, რომ მათი სიდიდე იდეალ საშუა-



ნახ. 7. ვარიაციის იდეალი მრუდე.

ლოს გარშემო დაახლოებით შემდეგ ნაირ სხვაობას განიცდის. (იხ. ნახ. 8 78 გვ.).

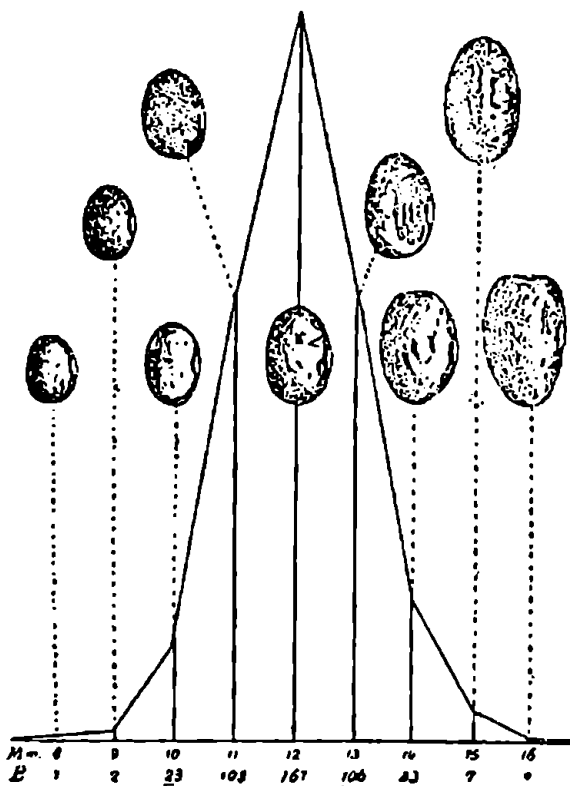
სიდიდე mm: 8 9 10 11 12 13 14 15 16

ინდივიდთა რიცხვი: 1 2 23 108 167 106 33 7 1

ამ შემთხვევის „სხვაობის მრუდე“-ს წარმოადგენს მე-8 ნახაზი.

პოლიმერ ფაქტორთა დათიშვის რიცხობრივი შეფარდების განხილვა დავგანახებ, რომ ბინომის კოეფიციენტთა რიცხობრივი შეფარდება სწორედ ისეთივეა, როგორიც სხვაობის მწკრივის წევრებისა. და რადგანაც F_2 კომბინაციათა ყოველ ჯგუფში განსაზღვრულ ფლუქტუაციას აქვს ადგილი, ამისათვის F_2 თაობა სინამდვილეში ფორმათა ერთ უწყვეტ მწკრივს წარმოადგენს, მათ შორის ყველა გარდამავალი საფეხურებით და ეს

მწკრივი ბინომის მსგავსად არის განრიგებული. ეს კი იმას ჰნიშნავს, რომ ჩვენ არ შეგვიძლიან ასეთი მწკრივი *a priori* წარმოვიდგინოთ მენდელისებურ დათიშვად, რადგანაც ასევე შესაძლებელია იგი ჩვეულებრივი მოდიფიკაციურად მწკრივი იყოს.



ნახ. 8. ცერცვის ვარიაციის მრუდე. მრუდის ზევით ყოველი კლასისათვის შესაფერი სიდიდის ცერცვი. მრუდის ქვევით ინდივიდთა რიცხვი ყოველ კლასში 448 მარცვლის გადათვლის შემდეგ.

მაშ რით შეგვიძლიან მაინც დავასკვნათ, რომ ჩვენს წინაშე პოლიმერ ფაქტორთა მენდელისებური დათიშვის მოვლენაა? როდესაც ზემოდ მოყვანილი დათიშვის შედე-

გებს ვიხილავდით, დავინახეთ, რომ ფაქტორთა მიერ განსაზღვრული იდეალი საიდიდე F_1 -ში 70 უნდა ყოფილიყო, ხოლო F_2 -ში 60-80. მაგრამ თუ ამ იდეალი სიდიდის გარშემო ფლუქტუაციასაც ექნება ადგილი, მაშინ, რასაკვირველია, F_2 -ს ბევრად უფრო დიდი სხვაობის სიგანე უნდა ჰქონდეს, ვიდრე F_1 -ს, ვსთქვათ: F_1 -ს 65-75, E_2 -ს 55-85. აქედან ცხადია, მრავალ პოლიმერ ფაქტორთა დათიშვის შემთხვევაში მოსალოდნელია, რომ E_1 -ში მივიღებთ სხვაობის მრუდეს, რომელიც, მშობელთა დიმენსიების ფარგლებში იქნება მოთავსებული; F_2 -ში კი მივიღებთ ასეთსავე მრუდეს, მაგრამ სხვაობის მნიშვნელოვნად უფრო დიდი სიგანით. და მხოლოდ შერჩეულ პლიუსი და მინუსი I_2 ინდივიდებისაგან მიღებულ F_2 თაობაში იქნება მოსალოდნელი პირვანდელი მშობლების დიმენსიების მიღება მიახლოებით მაინც, თუ, რასაკვირველია, ინდივიდები საკმარისი რიცხვით გვეყოლება.

კვანტიტატიური ნიშნების, როგორც, მაგ., სიდიდის, მემკვიდრეობის კვლევის დროს, მართლაც ძალიან ხშირად იქმნა ასეთი შედეგი მიღებული. ასეთი შედეგი მიიღეს მაგალითად ადამიანისა, სიმინდის ტაროსა, თამბაქოს ყვავილისა და ქათმების ჯიშების სიდიდის მემკვიდრეობისათვის; ქათმების ნაყოფიერებისა, ზანგების კანის ფერისა და სხვა ამგვარი ნიშნების მემკვიდრეობისათვის. მაგალითისათვის ავიღოთ მე-9 ნახაზზედ წარმოდგენილი სიმინდის ტაროს სიგრძის მემკვიდრეობის შემთხვევა. ზემოდ ნაჩვენებია მშობლიური რასები მათი სხვაობის სიგანით, შუაზედ ინტერმედიული F_1 თაობა და მესამე რიგში—მნიშვნელოვნად უფრო დიდი ვარიაციის განის მქონე F_2 თაობა. იქვე დართული რიცხვები სხვაობის აქტუალ მწკრივს წარმოადგენენ.

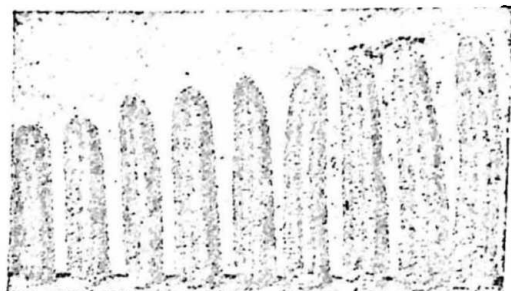
აგრიად პოლიმერი ფაქტორების მოვლენა ჩვენთვის პრინციპში უკვე გარკვეულია, მაგრამ ზოგიერთი რამ კიდევ უნდა დაუმატოთ. ჩვენ მხოლოდ ერთ სპეციალ შემთხვევაზედ მიუთითებთ. აქამდის ჩვენ, როგორც თავისთავად ცხადს ეგულისხმობდით რომ ყველა პოლიმერი ფაქტორები კვანტიტატიურად თანაბარ მოქმედებას ახდენენ გარეგნულ ნიშანზედ, თუნდაც, მაგ., სიგრძეზედ. ეს, რასაკვირველია, სრულიადაც სავალდებულო არ არის. წარმოვიდგინოთ, ვითომც რომელიმე ხერხემლიანი ცხოველის სხეულის სიგრძეს ორი ფაქტორი განსაზღვრავს; ამთგან, ვსთქვათ, ერთი მალის სხეულის დაგრძელებას იწვევს, მეორე მალთაშორისი ხრტილის გასქელებას. ამ შემთხვევაში, ცხადია, საბოლოო შედეგისათვის პირველ მოვლენას უფრო მეტი მნიშვნელობა აქვს კვანტიტატიურად, ვიდრე მეორეს. ამგვარ კვანტიტატიურად არა თანასწორ პოლიმერიას ფრაქციონული შეგვიძლიან უწოდოთ. (იხ. ნახ. 9, გვ. 77). სინამდვილეში მიღებულიც არის ასეთი შემთხვევები, რომელთა ანალიზმაც ამგვარ შედეგამდე მიგვიყვანა. მაგალითისათვის ავიღოთ სიდიდის მემკვიდრეობა ქათმების ნორმალ და ნაგალა რასების გადაჯვარვის დროს (Punnett und Bailey). ასეთი გადაჯვარვით მიღებული F_1 თაობა სიდიდის მიმართ ორივე მშობლის საშუალოს წარმოადგენს. შემდეგ F_2 თაობაში ყველა სიდიდის ინდივიდებია, დიდიდან პატარამდე; ყველაზე დიდებისა და ყველაზედ მომცრო ინდივიდების შერჩევით მიღებულ F_3 თაობაში ჩვენ უფრო დიდს და უფრო მომცრო ინდივიდებს მივიღებთ, ვიდრე პირვანდელი მშობელი რასები იყვნენ. ცდის ყოველი ცალკე წერილმანები შემდეგნაირად განიმარტებთან: აქ სიდიდის სულ 4 წყვილი ფაქტორი არსებობს $Aa Bb Cc Dd$. ამთგან A და B , ჰომოძიგოტ მდგომარეობაში ყოფნის დროს (AA, BB), მინიმალ სიდიდეს 60 პრო-

♂

♂



: P :



5 6 7 8
1 21 31 8

13 14 15 16 17 18 19 20 21
9 11 12 15 26 15 10 7 2

 F_1 

9 10 11 12 13 14 15
1 12 12 14 17 16 1

 F_2 

7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19
14 5 22 26 30 145 121 01 63 27 17 6 1

ნახ. 9. სიმინდისტაროს სიგრძის მეშვიდრეობა (პოლიმერი ფაქტორები).
ქვევითი სტრიქონის რიცხვები გამოხატავენ მცენარეთა რიცხვს სა-
თაზნადო კლასში, ზევითი: სტრიქონის რიცხვები—ტაროს სიგრძეს ინ-
გლისუი გოჯებით.

ცენტს დაუმატებენ, ხოლო ჰეტეროდიგოტ მდგომარეობაში (Aa, Bb) ყოფნის დროს—38 პროცენტს. C და D აგრეთვე ჰომოდიგოტ მდგომარეობაში 30 პროცენტის მომატებას იწვევენ, ჰეტეროდიგოტ მდგომარეობაში კი 15 პროცენტის მომატებას. ყველა რეცესიული ფაქტორების ერთად თავის მოყრით (aa, bb, cc, dd) წარმოსდგება ბინიშალი სიდიდე, ხოლო ყველა დომინანტი ფაქტორების თავის მოყრით (AA BB CC DD) მაქსიმალური სიდიდე. ტანადი რასის მემკვიდრეობითი კონსტიტუცია იყო AA BB CC dd, ხოლო ნაგალა რასისა aa bb cc DD, ყოველგვარი მოლოდინი, რომელიც ასეთი პირობის დაშვებას უნდა მოჰყოლოდა, გამართლებული იქმნა სინამდვილეში. ეს სისტემა, თუნდაც ყოველ მხრივ ზუსტი არ გამოდგეს, მისი ძირითადი პრინციპი ყოველ შემთხვევაში ასეთი იქნება.

2. ფაქტორთა Koppelung-ი.

მენდელისეული მემკვიდრეობის მიზეზების 36—37 გვერდზედ განხილულ საკითხს რომ დაუბრუნდეთ, მოგეგონება, რომ მრავალი ფაქტორის დათიშვა ჩვენ იმ მოვლენით განმარტეთ, რომ ყოველი ამ ფაქტორთაგანი განსაკუთრებულ ქრომოზომში არის მოთავსებული და ამიტომ უნდა დაექვემდებაროს მამისეული და დედისეული ქრომოზომების განაწილებას ალბათობის კანონის მიხედვით. აქედან ცხადია, რომ დამოუკიდებელ მენდელისეულ ფაქტორთა რიცხვი რედუქციაქმნილ ქრომოზომთა რიცხვს არ უნდა აღემატებოდეს. მაგრამ აქედანვე გამომდინარეობს ისიც, რომ, თუ ერთ ქრომოზომში რამდენიმე ფაქტორია მოთავსებული, ეს უკანასკნელნი მემკვიდრეობის დროს მუდამ ერთად უნდა მოგზაურობდნენ, თუ კი ქრო-

მოზომების 'შორის ასეთი ფაქტორების გაცელა-გამოცელა არ მოხდა.

წარმოვიდგინოთ მაგალითად, ისეთი შემთხვევა. როდესაც ჰიბრიდის ერთ მშობელს ახასიათებს სიწითლე, სიგრძე და ბეწვიანობა, ხოლო მეორეს სიყვითლე, სიმოკლე და უბეწვობა; და ეს სამივე ნიშანი ერთსა და იმავე წყვილ ქრომოზომშია მოთავსებული; მაშინ თავისთავად ცხადია, F_2 თაობაში უნდა მივიღოთ ასეთი დათიშვა: 3 წითელი, გრძელი, ბეწვიანი: 1 ყვითელი, მოკლე, უბეწვო. ეს დათიშვა, ამრიგად, არ განსხვავდება ერთ წყვილ ფაქტორთა ანუ მონოჰიბრიდის დათიშვისაგან და ჩვენ ერთნაირის უფლებით შეგვიძლიან დავასკვნათ როგორც ის, რომ ამ შემთხვევაში ერთი ფაქტორი იწვევს სამს მემკვიდრეობითს „კორელატიურ“ ნიშანს, ისე ისიც, რომ აქ საქმე გვაქვს სამ წყვილ ერთი მეორისაგან დამოუკიდებელ, მაგრამ ერთსა და იმავე ქრომოზომში მოთავსებულ ანუ „კოპელუნგ“-ში მყოფ ფაქტორთან. ჩვენ მალე დაეინახავთ, თუ როგორ შეიძლება ამ ცარი ალტერნატივის ერთი მეორისაგან მტკიცედ განსხვავება.

აქ კი წინასწარ უნდა ითქვას რამოდენიმე სიტყვა ქრომოზომთა მოძღვრებიდან გამომდინარე იმ დასკვნაზედ, რომ დათიშვის დროს დამოუკიდებლად მომქმედ ფაქტორთა წყვილების რიცხვი არ შეიძლება ქრომოზომთა წყვილების რიცხვს აღემატებოდეს. ზევით უკვე იყო მოხსენებული ხილის ბუზი *Drosophila*, რომლის კვლევის დროს 200-მდე ახალი მუტაცია იქმნა აღმოჩენილი; ყოველი ამ მუტინტთაგანი მის წარმომშობ ჯილაგთან გადაჯვარვისას მარტივ მონოჰიბრიდულ დათიშვას გვაძლევს. ამ ბუზის ქრომოზომთა რიცხვი 8 ანუ 4 წყვილს უდრის (იხ. ნახ. 10 გვ. 80). აქედან ის დასკვნა გამოგვეყვას, რომ თუ ჩვენი თეორია სწორეა, ყველა ეს მუტაციები 4 ჯგუფად

უნდა ნაწილდებოდნენ და რომ ყოველი ჯგუფის წევრები კორულატიურად ანუ „Koppelung“-ით უნდა გადადიოდნენ მემკვიდრეობით. ეს ასეც არის სინამდვილეში, და ჩვენ ყოველი უკვე შესწავლილი მუტაციის შესახებ შეგვიძლიან ვთქვათ, რომელ ქრომოზომში არის მოთავსებული ესა თუ ის მემკვიდრეობითი ფაქტორი, პირველ ქრომოზომში, მეორეში, მესამეში თუ მეოთხეში. ამ საკითხს ჩვენ მალე ისევ დაუბრუნდებით.

ამგვარი Koppelung-ის ყველაზედ უფრო მნიშვნელოვანი და დამაჯერებელი შემთხვევებია:



ნახ. 10. დედალი და მამალი *Drosophila*-ს ქრომოზომთა კომპლექტი, სქემატიურად. Morgan-ის მიხედვით.

ა) სქესთან დაკავშირებული მემკვიდრეობა

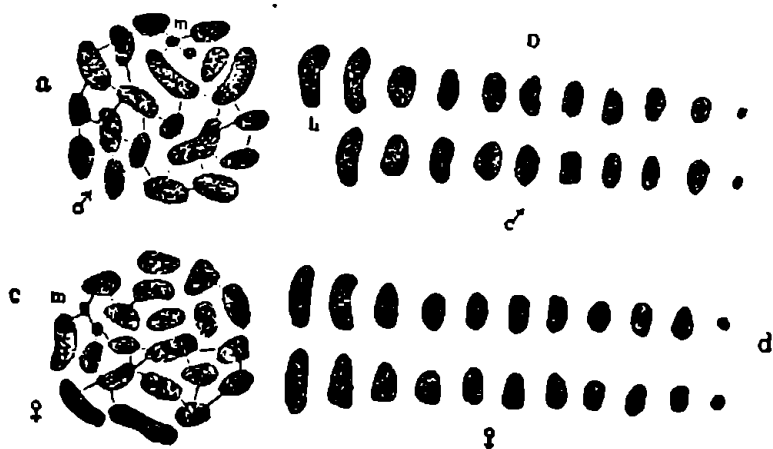
უკვე დიდი ხანია ცნობილი არის, რომ არსებობენ ისეთი ნიშან-თვისებები, რომელთა მემკვიდრეობაც სქესთან არის განსაკუთრებულად დაკავშირებული. ასე, მაგალითად, ადამიანებში დალტონის სიბეცე იმგვარად გადადის მემკვიდრეობით, რომ ამ სენით შეპყრობილი მამაკაცის შვილები საღი ქალისაგან ყველანი ნორმალნი არიან,

ასევე ნორმალნი არიან მისი ვაჟის შვილებიც, მაგრამ ქალის შვილებში მამაკაცთა ერთი ნახევარი ისევ დაავადებული იქნება. ასეთ შემთხვევათა ანალიზმა ცხადყო, როგორ შეიძლება ამ მოვლენის ახსნა; საქმე იმაშია, რომ ასეთ „სქესთან დაკავშირებულ“ ნიშან-თვისებათა მემკვიდრეობითი ფაქტორები სქესის განმსაზღვრელ ფაქტორებთან Koppelung-ის მდგომარეობაში არიან. შემდეგმა აღმოჩენებმა ცხადჰყვეს მათი დამოკიდებულება, ქრომოზომთა ვითარება და მემკვიდრეობის მეცნიერების ერთი ყველაზედ უფრო საინტერესო ნაწილთაგანი.

ქრომოზომთა მოძღვრება, როგორც ეს ჩვენ წინააღმდეგედგინა, მოითხოვდა, რათა ქრომოზომთა რიცხვი მუდამ წყვილი ყოფილიყო, რადგანაც განაყოფიერების დროს როგორც თესლ ისე კვერცხუჯრედს ქრომოზომთა თანაბარი რიცხვი აქვთ. და ეს ასეც ეგონათ, ვიდრე არ აღმოჩნდა, რომ ზოგიერთი მწერების ახალგაზრდა თესლუჯრედებში ქრომოზომთა რიცხვი კენტია. ამ გარემოების უფრო ზედმიწევნით შესწავლამ—და ეს ფაქტი შემდეგ მთელ ცხოველთა სამეფოში დადასტურდა—ნათელჰყო, რომ აქ ფრიად საინტერესო დამოკიდებულება არსებობს სქესთან. ძირითადი ფაქტები შემდეგია: (იხ. ნახ. 11, გვ. 82).

დაუშვათ, რომ რომელიმე ფორმის მოუმწიფებელ თესლუჯრედში ნაპოვნი იქმნა 7 ქრომიზომი. ამათში 3 წყვილი ერთი-მეორის კუთვნილს ჰგავს, ხოლო მეშვიდე განცალკევებით იმყოფება, მას პარტნერი არ უჩანს და ხშირად ფორმითა და სიდიდითაც განსხვავდება. მაგალითისათვის ავიღოთ ბალნინჯოს ქრომოზომთა შემადგენლობა (ნახ. 11), მისი წყვილებად განრიგებული ქრომოზომებით და ერთი ექსტრა-ქრომოზომით ანუ X ქრომოზომით. როდესაც ასეთი თესლუჯრედები მომწიფების გა-

ყოფას იწყებენ, უჯრედის ეკვატორზედ ქრომოზომთა წყვილები ერთად იმყოფებიან, მხოლოდ კენტი X ქრომოზომი იმყოფება მარტოკა, მომწიფების გაყოფა რომ მოხდება, უჯრედის ორივე პოლუსისაკენ. სამივე წყვილის თითო პარტნერი წავა. X ქრომოზომი კი მთლიანად ან ერთ ან მეორე პოლუსისაკენ წავა, რადგანაც მას პარტნერი არა ჰყავს. ასეთი გზით ორი ჯურის თესლუჯრედები წარმოიქმნებიან: X ქრომოზომიანები და უიმიონი (ნახ. 11). კვერცხუჯრედთა შესწავლამ კი დაგვანახვა, რომ მათში (იმავე სახის ცხოველებში) ქრომოზომთა რიცხვი



ნახ. 11. მამალი (a, b) და დედალი (c, d) ბალლინჯოს უჯრედთა ქრომოზომების კომპლექტი; b, d-ში წარმოდგენილია წყვილებად მამისა და დედისეული ქრომოზომები.

Wilsom-ის მიხედვით.

წყვილია, მაგალითად რვა; ამათში 3 წყვილი თესლუჯრედის ქრომოზომთა 3 წყვილს ეთანაბრება, ხოლო მე-4 წყვილი X ქრომოზომს ეფარდება, ე. ი. X X წყვილს წარმოადგენს. ამასთანავე კვერცხუჯრედთა მომწიფების გაყოფა ჩვეულებრივის გზით მიმდინარეობს, ყოველი მომწიფებული კვერცხუჯრედი 4 ქრომოზომს იღებს, სახელ-

დობრ $3+X$. ამის შემდეგ განაყოფიერებისათვის შემდეგი სიტუაცია არსებობს:

კვერცხუჯრედები: თესლუჯრედები:

ყველა $3+X$ 1-ლი ნახევარი 3 მე-2 ნახევარი $3+X$.

ე. ი. განაყოფიერებისათვის ორ გვარი შესაძლებლობა არსებობს:

ა) კვერცხუჯრედს $3+X$ გაანაყოფიერებს თესლუჯრედი $3+X$. შედეგად გვეყოლება 8 ქრომოზომიანი ინდივიდი, სახელდობრ $6+2X$.

ბ) კვერცხუჯრედს $3+X$ გაანაყოფიერებს თესლუჯრედი 3. შედეგად 7 ქრომოზომიანი ინდივიდი, სახელდობრ $6+X$. ეხლა ვიცით, რომ $6+2X$ მდედრობითი სქესის ქრომოზომთა რიცხვია, ხოლო $6+X$ მამრობითი სქესისა და ეს მხოლოდ იმას ჰნიშნავს, რომ X ქრომოზომი განსაზღვრავს სქესს: $2X$ ქრომოზომის არსებობა გვაძლევს მდედრობით სქესს, ხოლო ერთი X ქრომოზომისა—მამრობით სქესს, X ქრომოზომი სქესის ქრომოზომია.

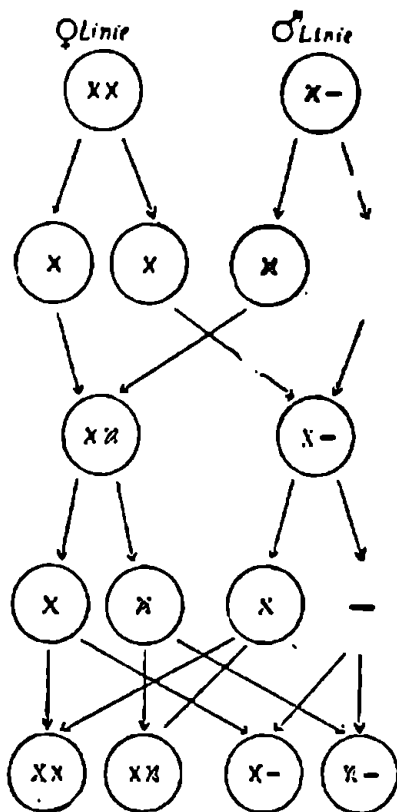
ვიდრე ქვევით წავიდოდეთ, აქვე განვიხილოთ ამ გარემოების დამოკიდებულება მენდელის ფაქტორთა მოძღვრებასთან. ზემოდმოხსენებული ჩვენ ასე შეგვიძლიან გამოვთქვათ: მდედრობითი სქესი წარმოშობს ერთი ჯურის გამეტებს, სახელდობრ ყველა X გამეტებს, ხოლო მამრობითი სქესი ორი ჯურის გამეტებს წარმოშობს, ერთნახევარს X -იანს, ხოლო მეორე ნახევარს უიმიხოდ. X ქრომოზომის მაგივრად რომ ქრომოზომში მოთავსებული ფაქტორი ვიგულისხმოთ, შეგვიძლიან ვსთქვათ, რომ მდედრობითი სქესი ჰომოდიგოტია X ფაქტორის მიმართ, ხოლო მამრობითი სქესი ჰეტეროდიგოტი. სიმბოლოებით გამოთქმული იქნებოდა $\varphi = XX$, $\sigma = X$. რადგანაც ჰეტეროდიგოტის შემთხვევაში ფაქტორის არ ყოფნას ჩვეულებრი-

ვად პატარა ასოთი გამოვხატავთ. ამიტომ $\varphi = XX$.
 $\sigma = Xx$. ეხლა თუ 26 გვერდზედ განმარტებულ ჰიბრიდის
ერთ-ერთ მშობელთან შებრუნებითს გადაჯვარევას $AA \times Aa$
მოვიგონებთ, რომელიც $1 : 1$ დათიშვას გვაძლევდა, ცხადი
იქნება, რომ ასევე შეგვიძლიან წარმოვიდგინოთ ჩვენი
ეხლანდელი შემთხვევა; ამიტომ ვამბობთ, სქესის ფაქ-
ტორის X -ის მიმართ ერთი სქესი ჰომოდიგოტია, მეორე
ჰეტეროდიგოტი; ამრიგად, რამდენადაც საკითხი სქესს
შეეხება, გამრავლება ჰიბრიდის შებრუნებითს გადაჯვარ-
ევას შეგვიძლიან შევადაროთ. ასეთი მექანიზმის საშუალე-
ბით შესაძლებელი ხდება ორივე სქესის დაახლოვებით
თანაბარი რიცხვით წარმოშობა. თუ რას ჰნიშნავს X
ფაქტორის მიერ სქესის განსაზღვრა, ეს ისეთი პრობლე-
მაა, რომელსაც აქ ვერ შევხებით.

ეხლა დაუბრუნდეთ ისევ სქესთან დაკავშირებულ მემ-
კვიდრეობას. როგორც ჩვეულებრივ ქრომოზომში ყოველ-
გვარი ფაქტორებია მოთავსებული, ისევე X ქრომოზომ-
შიაც შესაძლებელია სქესის განმსაზღვრელ X ფაქტო-
რის გარდა, კიდევ სხვა ფაქტორებიც იყვნენ მოთავსებუ-
ლნი. თუ ეს ასეა, მაშინ აქ მოთავსებულმა ფაქტორე-
ბმა მუდამ X ქრომოზომის განაწილებას უნდა მისდიონ
და ამრიგად სქესის განმსაზღვრელ მექანიზმთან უნდა იყ-
ვნენ მუდამ დაკავშირებულნი. თუ როგორ აიხსნება ამით
სქესთან დაკავშირებული მემკვიდრეობის მოვლენა, ეს დალ-
ტონის სიბეცის მაგალითზე გავარკვიოთ (იხ. ნახ. 12, გვ. 85).

აქ მემკვიდრეობა იმ გვარად მიმდინარეობს, რომ ამ
სნეულებით დაავადებული მამაკაცის ყველა შვილები საღი
ქალისაგან მუდამ საღნი არიან. ვაჟები არამც თუ საღნი
არიან, მათ არც სნეულების გადაცემა შეუძლიანთ მემკვი-
დრეობით: აქ ეს სნეულება ჰქრება. ქალებს კი, პირი-
ქით, ეს სნეულება გადააქვთ თავის ვაჟების ერთ ნახევარ-

ზედ, თუმცა თვითონ სალნი არიან. ამრიგად, ეს სნეუ-
ლება იმდენად არის სქესთან დაკავშირებული, რაქდენა-
დაც იგი მხოლოდ მამრობითი სქესის ინდივიდებში გამო-
მჟღავნდება და რამდენადაც ამავე დროს ამ სნეულებას
მხოლოდ სალი მდებლობითი სქესის ინდივიდები გადას-



ნახ. 12. ქრომოსომა შეფარდების სქემა სქესგ.ნსახლურული მეჯვრი-
დროების დროს.

1-ლი მწკრივი მშობლები, მე-2 მწკრივი—მათი სასქესო უჯრე-
დები, მე-3 მწკრივი—მათი გარეგნულად ჯანსაღი შვილები, მე-4
მწკრივი—ამ უკანასკნელთა სასქესო უჯრედები, მე-5 მწკრივი— შვილი-
შვილები. ხაზები მე-2 და მე-3 resp. მე-4 და მე-5 მწკრივებს შორის
აღნიშნავენ განაყოფიერებათა შესაძლებლობებს.

ცემენ მემკვიდრეობით. ამ შემთხვევის ყველაზედ უფრო მარტივი ახსნა იქნება თუ მივიღებთ, რომ სნეულების გამომწვევი მემკვიდრეობითი ფაქტორი X ქრომოზომშია მოთავსებული. სქემაზედ სნეულების მატარებელი X ქრომოზომი შემორკალულია. თუ სნეულება მენდელისეულ რეცესივს წარმოადგენს, მაშინ იგი უჩინარი ხდება ისეთ ინდივიდში, რომელიც ამ ნიშნის მიმართ ჰეტეროდიგოტია, ე. ი. რომელიც ამ ნიშანთან ერთად სისალის დომინანტ ნიშან-თვისებასაც ატარებს. მდედრობითი სქესის ყოველი ინდივიდი, როგორც ვიცით, 2 X ქრომოზომს ატარებს. ერთ ამათგანს იგი განაყოფიერების დროს, დედისაგან იღებს, ხოლო მეორეს მამისაგან. თუ მამა ავადმყოფია, ხოლო დედა სალი, მაშინ შვილს (ქალს) ერთი დასნეულებული X ქრომოზომი აქვს, მეორე სალი, თუ სისალე დომინანტობს სნეულებაზედ, მაშინ ინდივიდი სალია, მიუხედავად იმისა, რომ მისი ერთი ქრომოზომი სნეულებას ატარებს. სწორედ ასეთი შემთხვევა გვაქვს ქალებში. მამაკაცებს კი, პირიქით, უჯრედებში მხოლოდ ერთი X ქრომოზომი აქვთ. თუ ეს X ქრომოზომი სნეულების მატარებელია, მაშინ ეს უკანასკნელი უნდა გამომჟღავნდეს. კიდეც. რადგანაც მეორე X ქრომოზომი, რომელსაც შესაძლოა დომინანტი ნიშან-თვისება ჰქონდა, აქ არ არსებობს (მამაკაცის X ქრომოზომს პარტნერი არა ჰყავს). ამ რიგად დასნეულებულ X ქრომოზომიან მამრობითი სქესის ინდივიდში ავადმყოფობა მუდამ გამომჟღავნდება. ასეთმა დასნეულებულმა, დაავადებული X ქრომოზომის მატარებელმა მამაკაცმა რომ სალი ქალი შეირთოს ცოლად, მაშინ მათი შვილები (ქალები) მამისაგან მიიღებენ დაავადებულ X ქრომოზომს, ხოლო დედისაგან ასეთსავე ჯანსაღ ქრომოზომს; ზას შემდეგ, რაც ჩვენ ზევით უკვე მოვისმინეთ, ჩვენთვის გასაგებია, რომ ეს ქალები სალნი იქნებიან, თუმ-

ცა ამავე დროს დაავადებულ X ქრომოზომსაც ატარებენ. ამავე შშობლების ვაჟები კი მამისაგან არავეითარ X ქრომოზომს არ იღებენ; ის ერთი X ქრომოზომი, რომელსაც ისინი ატარებენ, დედისაგან აქვთ მიღებული. ეს ქრომოზომი კი სალია; ამიტომ თვით ვაჟებიც სალნი არიან და მათ სნეულების მემკვიდრეობით გადაცემა არ შეუძლიანთ. მაგრამ თუ სალი ქალი, რომელიც ერთ სალსა და ერთ დაავადებულ X ქრომოზომს ატარებს, სალ მამაკაცზე გათხოვდა, მაშინ განაყოფიერების დროს შემდეგი შესაძლებლობანია მოსალოდნელი: ქალი ორგვარ კვერცხუჯრედებს წარმოშობს ერთს—სალი, მეორეს დაავადებული X ქრომოზომით. მამაკაცი კი ორი ჯურის თესლუჯრედებს წარმოშობს—ერთს მდებრობითი სქესის განმსაზღვრელს სალი X ქრომოზომით და მეორეს მამრობითი სქესის განმსაზღვრელს, რომელსაც X ქრომოზომი სრულიადაც არ ექნება. განაყოფიერების დროს, ამ რიგად, ოთხი შესაძლებლობაა მოცემული. შეუძლიანთ წარმოიშვან: 1. ქალები, რომელთაც დედისაგანაც და მამისაგანაც სალი X ქრომოზომები აქვთ მიღებული; 2. ქალები რომელთაც დედისაგან დაავადებული X ქრომოზომი ექნებათ მიღებული, ხოლო მამისაგან ასეთივე სალი ქრომოზომი; 3. ვაჟები, რომელთაც დედისაგან სალი X ქრომოზომი აქვთ მიღებული და 4. ვაჟები, რომელთაც დედისაგან დაავადებული X ქრომოზომი აქვთ მიღებული. ეს კი იმასა ნიშნავს, რომ ვაჟების ერთი ნახევარი სალია, მეორე ნახევარი დასნეულებული; ქალები კი ყველანი სალნი არიან, მაგრამ ნახევარ მათგანს შეუძლიან სხვას გადასცენ მემკვიდრეობით სნეულება, რომელსაც ფარულად ატარებენ. ამრიგად, უჯრედის კვლევის შედეგი აქაც ადვილად განმარტავს ყველა ფაქტებს და იგივე ითქმის სქეს-

თან დაკავშირებული მემკვიდრეობის ყველა დანარჩენი, დღემდე ცნობილი შემთხვევების შესახებაც.

რაც ამ ერთი ფაქტორის შესახებ იყო ნათქვამი, ძალაში რჩება ყველა სხვების მიმართაც; ე. ი. ყოველი ფაქტორი, რომელიც სასქესო ქრომოზომშია მოთავსებული, სქესთან დაკავშირებულ მემკვიდრეობას უნდა ამჟღავნებდეს, ანუ, სხვანაირად რომ ვსთქვათ, სქესის განმსაზღვრელ ფაქტორთან Koppelung-ის მდგომარეობაში უნდა იმყოფებოდეს. და მართლაც, ხილის ბუზი *Drosophila*-ს წილ ფაქტორთა მთელი რიგია აღმოჩენილი, რომელნიც სწორედ ისე ჰგებენ, როგორც ეს მოსალოდნელი იყო.

ჩვენ აქამდის მიღებული გვეჩვენა, რომ ნორმალურად მდებარეობითი სქესი ჰომოდიგოტია ($2x=♀$), ხოლო მამრობითი ჰეტეროდიგოტი ($x=♂$). მაგრამ ბუნების ერთ-ერთ გასაოცარ მოვლენათაგანს ის შემთხვევაც ეკუთვნის, რომლისთვის დღევანდლამდე დამაკმაყოფილებელი განმარტება გამონახული არ არის—სახელდობრ, რომ არიან ისეთი ორგანიზმები, სადაც მდებარეობითი სქესი, ყოველ ექვს გარეშე, ჰეტეროდიგოტია სქესის განმსაზღვრელი ფაქტორის მიმართ, მამრობითი სქესი კი ჰომოდიგოტია. პირველ ჯგუფებს (მამრობითი სქესი ჰომოდიგოტია) ეკუთვნიან მწერებისა და ქიების დიდი ნაწილი და მაწოვარი ცხოველები, ადამიანთან ერთად. მეორე ჯგუფს (მდებარეობითი სქესის ჰეტეროდიგოტია) ეკუთვნიან პეპელები და ფრინველნი. ამას აქ ისიც უნდა დაემატოს, რომ მენდელისეული მემკვიდრეობის ქრომოზომთა თეორიის უდიდეს ტრიუმფად შეიძლება ის ფაქტი ჩაითვალოს, რომ პეპელების მდებარეობითი სქესის ჰეტეროდიგოტიის აღმოჩენას მალე იმის დადგენაც მოჰყვა თან, რომ ზოგიერთი პეპელების კვერცხებში მართლაც ერთი X ქრომოზომი იმყოფება, თესლუჯრულებში კი ორი, აქ

ჩვენ გვინდა პეპლებში სქესთან დაკავშირებული მემკვიდრეობის კლასიკური შემთხვევა განვიხილოთ, რათა ერთის მხრივ ცხადჰქყოთ მდგომარეობა მდედრობითი სქესის ჰეტეროდიგოტიის დროს, ხოლო მეორეს მხრივ, რათა უფრო გასაგები ვქყოთ დამოკიდებულება ფაქტორთა განაწილებისა ქრომოზომთა მექანიზმის საშუილებით და მენდელისტურ—სიმბოლიური ფორმულიროვეკის შორის.

საკითხი შეეხება კუნკრუხელას *Abraxas grossulariata*-ს გადაჯვარევის მისსავე რეცესივ სახენაირობასთან (მუტაციასთან) *lacticolor*-თან, რომელიც ძირითად სახისაგან ფრთის საერთო სურათის ღიაფერით გაირჩევა. ბუნებაში ეს სახენაირობა მხოლოდ, მდედრობითი სქესისათვის იყო ცნობილი. ორთავე დასახელებული რასის გადაჯვარევაში F_1 თაობაში მხოლოდ *grossulariata*-ს ტიპის ინდივიდები მოგვეცა; ე. ი. *grossulariata* ხასიათი *lacticolor*-ზე დომინანტობს. აქედან მიღებულ F_2 თაობაში კი ტიპურ დათიშეასა ჰქონდა ადგილი: 3 *gross.* 1 *lact.*, მაგრამ ყველა *lacticolor*-ები მდედრობითი სქესისანი იყვნენ. ეს გარემოება უკვე საკმარისად გვიჩვენებს, რომ *lacticolor*-ხასიათი სქესთან დაკავშირებული მემკვიდრეობით გადადის შთამომავლობაზე. მდედრობითი სქესის *lacticolor*-ის მამრობითი სქესის F_1 ინდივიდთან (რომელიც წარმოშობილია *lacticolor* ♀ × *grossulariata* ♂ შეწყვილებიდან) გადაჯვარევით მივიღეთ: მოსალოდნელი დათიშეას 1 *gross.*: 1 *lactic.* მაგრამ ამ ორივე ჯურის ინდივიდებში ორივე სქესი შეგვხვდება. ამ შემთხვევის მენდელისტური განმარტება ასე წარმოგვიდგება: დომინანტ *grossulariata* ფაქტორს უწოდოთ G; მაშინ სათანადო რეცესივი *lacticolor* ფაქტორი იქნება g. დედალი ჰეტეროდიგოტია სქესის განმსაზღვრელი ფაქტორის მიმართ, მაშასადამე Xx, მამალი ჰომოდიგოტია, და მაშასადამე, XX. ამ შემთხვევის მენდელისტე-

ბურსა და ქრომოზომების საშუალებით გამოსახვას ურთიერთთან შესადაარებლად ჩვენ ქვემოთ ერთად ვათავსებთ:

1. დედალი *grossulariata* არის $Xx Gg$, ე. ი. იგი G ფაქტორის მიმართაც მუდამ ჰეტეროდიგოტია. ის გარემოება, რომ ასეთი ცხოველი, მიუხედავად თავისი ჰეტეროდიგოტული ბუნებისა ნორმალურად მხოლოდ *grossulariata*-ს ტიპის შთამომავლობას წარმოშობს, იმით აიხსნება, რომ X და G ფაქტორები „Koppelung“-ში იმყოფებიან; ე. ი. გამეტათა წარმოშობის დროს ეს ფაქტორები მუდამ ერთად მოჰყვებიან. ამისათვის $Xx Gg$ ფორმა (ე. ი. დიჰეტეროდიგოტი) მოსალოდნელ 4 ჯურის გამეტებს: XG , Xg , xG და xg კი არ წარმოშობს, არამედ მხოლოდ ორი ჯურისას, სახელობრ XG და xg . ამ მოსაზრებით ამ ცხოველის ფორმულის დაწერა ასეც შეიძლებოდა (XG) (xg).

2. მამალი (ჰომოდიგოტი) *grossulariata* XX და GG ფაქტორებს შეიცავს, ამრიგად იგი, როგორც *Koppelung*-ის ზემოთხევაში, ისე უიმიოდ, მხოლოდ XG გამეტებს წარმოშობს.

3. დედალი *lacticolor* სქესის განმსაზღვრელი ფაქტორის მიმართ ჰეტეროდიგოტია Xx , ხოლო G ფაქტორს სულაც არ შეიცავს. ამრიგად, მი i ფორმულა $Xx gg$ იქნება. გამეტათა ერთი ნახევარი

1. დედალ *grossulariata*-ს მხოლოდ ერთი X ქრომოზომი აქვს, რომელშიაც X ფაქტორის გარდა G ფაქტორიცაა მოთავსებული. ამრიგად, ეს ცხოველი ორი ჯურის გამეტებს წარმოშობს: X ქრომოზომით და უიმისოდ; ე. ი. ისეთებს, რომლებშიაც XG ფაქტორები XG ქრომოზომში არიან მოთავსებული, და ისეთებს, რომელთაც ასეთი ფაქტორების ქონება არ შეუძლიან და ამიტომ უნდა აღინიშნენ როგორც xg (ამ უკანასკნელთ აგრეთვე ნული-ნულიც შეგვიძლიან უწოდოთ).

2. მამალ *grossulariata*-ს ორი X ქრომოზომი აქვს, რომელთაგან თვითეული X -ის გარდა G ფაქტორსაც შეიცავს. ამრიგად, ყველა გამეტებს ექნებათ თითო X ქრომოზომი XG ფაქტორებით.

3. დედალ *lacticolor*-ს მხოლოდ ერთი X ქრომოზომი აქვს, რომელშიაც G ფაქტორი არ იმყოფება. ამიტომ გამეტათა ერთ ნახევარს ექნება X ქრომოზომი, მეორე ნახევარი კი უიმისოდ მო-

არის Xg, ხოლო მეორე ნახევარი xg.

4. F_1 lact. ♀ × gross.— ♂
XXgg XXGG

გამეტები:

Xg და xg XG

F_1 $\frac{1}{2}$ XXGg $\frac{1}{2}$ Xx Gg

G დომინანტია გ-ს მიმართ და ამიტომ ყველა ინდივიდები grossulariata-ს ტიპისანი არიან. პირველ ნახევარში მამლებია, ხოლო მეორეში დედლები.

F_1 მამალი ჰეტეროდიგოტია G-ს მიხედვით.

5. F_2 - თაობა, F_1 - დან (§ 4) მიღებული:

♀ Xx Gg × ♂ XX Gg

დედლის გამეტები, X და G-ს Koppelung-ის გამო:

$\frac{1}{2}$ XG, $\frac{1}{2}$ xg.

♂-ის გამეტები:

$\frac{1}{2}$ XG, $\frac{1}{2}$ Xg.

აქ განაყოფიერების 4 კომბინაცია არის შესაძლებელი:

1. XG კვერცხს გაანაყოფიერებს XG თესლი.

2. XG კვერცხს გაანაყოფიერებს Xg თესლი.

3. xg კვერცხს გაანაყოფიერებს XG თესლი.

4. xg კვერცხს გაანაყოფიერებს Xg თესლი.

გველინება. მაგრამ X ქრომოსომი G ფაქტორს არ შეიცავს, ანუ რაც იგივეა, იგი გ-ს წარმოადგენს.

4. F_1 lact. ♀ × gross. ♂.

1 X ქრომოს. 2 X ქრომოს.,
გ-თი ორივე გ-თი.

გამეტები:

ა) X ქრომოსომი გ-თი X ქრომოსომი G-თი.

ბ) ალარავითარი.

F_1 $\frac{1}{2}$ ორი X ქრომოს., ერთი G-თი, მეორე უიმისოდ=♂ gross.

$\frac{1}{2}$ ერთი X ქრომოს. G-თი=♀ gross.

F_1 მამალს მხოლოდ ერთ X ქრომოსომში აქვს G ფაქტორი.

5. F_2 თაობა, F_1 -დან (§ 4) მიღებული:

♀ ერთი X ქრომოს. G ფაქტ.

♂ ორი X ქრომოსომი, აქედან მხოლოდ ერთი G ფაქტორით.

♀-ის გამეტები; ნახევარი X ქრომოსომიანი G ფაქტორით, მეორე ნახევარი უამქრომოსომოთ.

♂-ის გამეტები: ნახევარი X ქრომოსომიანი G ფაქტორ., მეორე ნახევარი X ქრომოსომიანი გ ფაქტორით ე. ი. რომელთაც G ფაქტორი არა აქვთ.

აქაც განაყოფიერების 4 შესაძლებლობა არსებობს, რომელნიც ჩვენ x ქრომოსომ. სახითა გვაქვს წარმოდგენილი, შიგ მოთავსებული ფაქტორებით:

Nr. 1. NXGG— ♂ gross. (G მი-
მართ ჰომოდიგოტი).

$$1. \begin{array}{|c|} \hline X \\ \hline G \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline X \\ \hline G \\ \hline \end{array} = \text{♂ gross.} \\ \text{(ჰომოდიგოტი).}$$

Nr. 2. NXGg — ♂ gross. (G-ს
მიმართ ჰეტეროდიგოტი).

$$2. \begin{array}{|c|} \hline X \\ \hline G \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline X \\ \hline g \\ \hline \end{array} = \text{♂ gross.} \\ \text{(ჰეტეროდიგოტი).}$$

Nr. 3. NxGg— ♀ gross.

$$3. \begin{array}{|c|} \hline X \\ \hline G \\ \hline \end{array} = \text{♀ gross.}$$

Nr. 4. Nxgg— ♀ lactic.

$$4. \begin{array}{|c|} \hline X \\ \hline g \\ \hline \end{array} = \text{♀ lact.}$$

ეს ზემოდხსენებული სქესთან
დაკავშირებული მემკვიდრეობის
შედეგია.

მკითხველისათვის მიგვინდვია, ასეთივე გზით გაარ-
კვიოს ზემოთხსენებული ♀ lact. X ♂ F₁-ის აღმავალი გა-
დაჯვარვის შედეგი. ამ ანალიზის ორივე სახით გამოსახ-
ვის შედარება ბევრ რასში გვასწავლის. ჩვენ ვხედავთ,
რომ მეხდელისებური სიმბოლოებით შესაძლებელია გამო-
სახვა როგორც ამის, ისე სხვა შემთხვევებისაც, თუ კი ვი-
გულებთ, რომ X და G ფაქტორები ძტკიცე Koppelung-
ის მდგომარეობაში იმყოფებიან. ქრომოსომთა თეორია
კი გვიჩვენებს, თუ რაა ნიშნავს სინამდვილეში ეს Kop-
pelung-ი. მაგრამ ამ ფაქტის დიდი მნიშვნელობა ჩვენ-
თვის უფრო ცხადი გახდება, თუ შემდეგ შენიშვნებს
გავითვალისწინებთ:

ჩვენ მივიღეთ, რომ ჰეტეროდიგოტ მდედრობით სქესს
Xx ფორმულა ჰქონდა, ჰომოდიგოტ მამრობით სქესს XX.
ეხლა წარმოვიდგინოთ, რომ ქრომოსომების შესახებ ჩვენ
არაფერი ვიცით. მაშინ ექსპერიმენტით დადგენილი ფაქ-
ტი ის იქნება, რომ მდედრობითი სქესი სქესის განმსაზ-
ღვრელი ფაქტორის მიმართ ჰეტეროდიგოტია, ხოლო მამ-
რობითი სქესი ჰომოდიგოტი. ჩვენ შეგვიძლია ვთქვათ,

რაც დადგენილ ფაქტს არ ეწინააღმდეგება, რომ მდელ-რობით სქესს ამ სქესის გამომწვევი W ფაქტორი ახასიათებს, როდელიც მამრობით სქესს არა აქვს; ამ შემთხვევაში მივიღებთ:

Ww=დედალი ww=მამალი.

Abrahas-ს შემთხვევა რომ ამ თვალსახრისით განვიხილოთ, მაშინ ჩვენს დაწყებით ცდაში გიეყოლებიან.

დედალი lacticolor Wwგვ მამალი grossulariata wwGC

F₁-♀ WwGg F₁-♂ wwGg

ეხლა თუ ვიგულებთ, როგორც ეს ზევითაც გვქონდა მიღებული, რომ W და G ფაქტორები Kopelung-ის მდგომარეობაში იმყოფებიან, მაშინ მივიღებთ:

F₁ დედლის გაშეტები WG და wg

მამლის wG wg

F₂ კომბინაციები: 1. Ww GG=gross.—♀

2. Ww Gg=gross.—♀

3. ww Gg= gross.—♂

4. ww gg=lact.—♂

მაგრამ ეს შედეგი სინამდვილეს არ შეეფერება, რადგან სინამდვილეში მხოლოდ დედალი lacticolor გვევლინებიან. თუ ამ გარემოებას სათანადო განვსჯით, დავინახავთ, რომ ჩვენი შეცდომა იმ გულებშია, ვითომც W და G ფაქტორები Kopelung-ის მდგომარეობაში იმყოფებიან. სქესის განმსაზღვრელ ფაქტორთა უკანასკნელად გამოყენებული ფორმულიროვკის დროს, პირიქით, უნდა ვიგულოთ, რომ გამეტებში W და G ფაქტორებს შორის ერთგვარი „უკუქცევა“ წარსებობს, ისე რომ, ისინი ერთ გამეტაში ერთად ვერასდროს ვერ მოჰყვებიან. ასეთი გულების შემდეგ გადაჯვარვის შედეგი იქნება:

F₁ დედალი Ww Gg F₁ მამალი ww Gg

გამეტები: Wg და wG wG და wg

F₂ კომბინაციები: 1. Ww Gg=gross.—♀

2. Ww gg=lact.—♀

3. ww GG=gross.—♂

4. ww Gg=gross.—♂

ასეთი შედეგი უკვე სინამდვილეს შეეფერება.

ვფიქრობთ, ბევრი ლაპარაკი არ იქნება საჭირო მთელი ამ მსჯელობიდან იმ დასკვნის გამოსატანად, რომ ფაქტორთა გასანაწილებლად არსებული ქრომოზომთა მექანიზმის ცოდნა მეტად დიდ წინსვლას წარმოადგენს, წმინდა სიმბოლიურ ფორმულიროვნებასთან შედარებით; ეს დებულება შემდეგი თავებიდან უფრო ცხადი გახდება. ხოლო თუ როგორ მტკიცე საფუძველზეა ქრომოზომთა თეორია დამყარებული, განსაკუთრებით სასქესო ქრომოზომთა ნაწილში, ამის საჩვენებლად კიდევ ერთი დამამტკიცებელი მაგალითი უნდა მოვიხსენიოთ:

სასქესო ქრომოზომთა მოძღვრებიდან გამომდინარეობს, რომ მამრობითი სქესის ჰეტეროდიგოტიის დროს (♂ 1 X ♀ 2 X). ყოველი მამალი ორგანიზმი თავის X ქრომოზომს დედისაგან იღებს. მაგრამ თუ დედა თავის სასქესო ქრომოზომში რეცესივ ფაქტორს ატარებს, მაშინ მის ვაჟიშვილში ეს ფაქტორი აუცილებლად უნდა გამოჩეკდეს, რადგანაც მას მეორე X ქრომოზომი ალარა აქვს, რომელშიაც შესაძლებელი იყო რეცესივის დამთრგუნველი დომინანტი ფაქტორი ყოფილიყო. ყოველი დედალი კი, პირიქით, თავისი 2X ქრომოზომიდან ერთ-ერთს მუდამ მამისაგან იღებს. თუ მამა თავის სასქესო ქრომოზომში რომელიმე დომინანტ ფაქტორს ატარებს, მაშინ მისი ქალიშვილებიც მიიღებენ ამ ფაქტორს, რომელიც, როგორც დომინანტი, აუცილებლად გამოჩეკდება კიდევ. სათანადო ცდა წარმოებული იყო ხილის ბუზ *Drosophila*-ზე; სახელდობრ სწარმოებდა თეთრთვალე-

ბიანი დედლისა და წითელთვალეებიანი მამლის გადაჯვარ-
ვა. ამ შემთხვევაში წითელი დომინანტობს თეთრზე. ყო-
ველივე ზემოთ თქმულის თანახმად ამ გადაჯვარვის შე-
დეგად თეთრთვალა მამლები და წითელთვალა დედლები
უნდა მიგველო. ექსპერიმენტის შედეგიც სწორედ ასეთი
იყო; მხოლოდ ათასში ერთხელ გამოერეოდა ხოლმე თეო-
რიულად მოულოდნელი კომბინაცია: წითელთვალა მამ-
ლები და თეთრთვალა დედლები. ამ მოულოდნელ ინდი-
ვიდთა მემკვიდრეობის ვითარების ზედმიწევნით გამოკე-
ლევამ მეტად მნიშვნელოვანი შედეგები გამოიღო. მაგრამ
ვიდრე თვით ამ შედეგებს შევეხებოდეთ, საჭიროა რამო-
დენიმე სიტყვით აღვნიშნოთ სასქესო ქრომოზომთა შესა-
ხებ კიდევ ერთი ფაქტი, რომელსაც ჩვენ აქამდის არ შევ-
ხებივართ.

აქამდის ჩვენ ვლაპარაკობდით მხოლოდ მამრობით
სქესში ერთი X ქრომოზომისა, ხოლო მდედრობით სქეს-
ში ორი X ქრომოზომის არსებობის შესახებ და ამრიგად
ვგულისხმობდით, რომ მამრობით სქესში X ქრომოზომს სა-
ერთოდ პარტნიორი არა ჰყავს. მაგრამ ძალიან ბევრ ცხო-
ველებში გვხვდება ამ ვითარების მოდიფიკაცია, რომე-
ლიც იმაში მდგომარეობს, რომ X ქრომოზომს პარტნიო-
რი ჰყავს—Y ქრომოზომი; თუმცა ამ უკანასკნელს სქესის
განსასაზღვრავად საჭირო სუბსტანცი არ მოეპოვება. ამ
რიგად XY ჯგუფი, რამდენადაც საქმე სქესის განსაზღვ-
რას შეეხება, ისევე ჰმოქმედებს, როგორც ერთი X. Dro-
sophila-ც სწორედ ასეთ ცხოველებს ეკუთვნის და აქ მამ-
ლის სასქესო ქრომოზომები არის XY, ხოლო დედლისა XX.
Y ქრომოზომი აქ წერაქვის მსგავსი ფორმისაა, როგორც
ეს მომდევნო ნახაზებშია ნაჩვენები (იხილე აგრეთვე მე-10
ნახაზი).

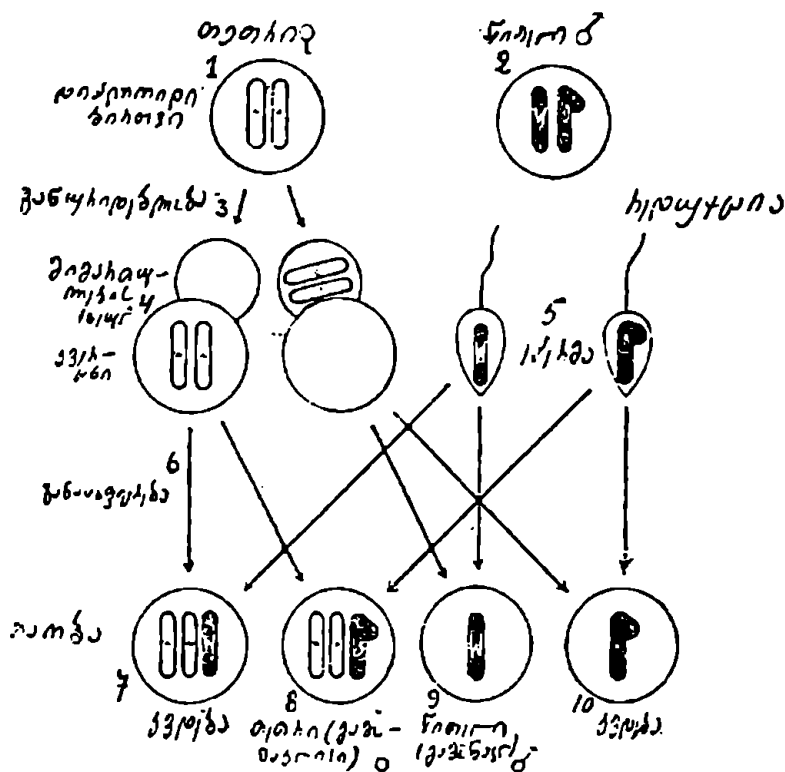
აღმოჩნდა, რომ ზემოხსენებული გამონაკლისი ინდივიდების წარმოშობა თავის განმარტებას იმ გარემოებაში ჰპოვებს, რომ ზოგიერთ კვერცხებში მომწიფების დაყოფა არა ნორმალად მიმდინარეობს. მომწიფების ყოველი დაყოფის შედეგად კანონით ყველა კვერცხები ერთ X ქრომოზომს უნდა შეიცავდნენ. ანორმალობა იმაში გამოიხატება, რომ დაყოფის დროს ერთავ პოლიუსისაკენ თითო X ქრომოზომის წასვლის მაგიერ, ორივე X ქრომოზომი ერთი პოლიუსისაკენ წავა. ამ გზით წარმოიქმნებიან მწიფე კვერცხები, რომელთაც ან ორი X ქრომოზომი აქვთ, ან არც ერთი. ორივე ამ X ქრომოზომთაგანი კი თეთრი ფერის ფიქტორს შეიცავს. ასეთი მემკვიდრეობითი შემადგენლობის დედალი რომ წითელთვალა მამალს გადაეჯვაროთ, განაყოფიერების 4 შესაძლებლობა გვექნება, რომელიც ქვემოთ მოყვანილ მე-13 ნახაზზეა ნაჩვენები.

1. 2-X-იან კვერცხს X-იანი თესლი გაანაყოფიერებს. მამრობითი X სიწითლის დომინანტ ფაქტორს შეიცავს და ამიტომ მივიღებთ 3 X-თან წითელთვალა დედალს.

2. ასეთივე კვერცხს Y ქრომოზომიანი თესლი გაანაყოფიერებს. მივიღებთ 2 X და 1 Y ქრომოზომიან დედალს, რომელიც მხოლოდ სითეთრის ფაქტორებს ატარებს. ეს სწორედ გამონაკლისი თეთრთვალა დედალი ინდივიდებია.

3. უ-X ქრომოზომო კვერცხს X ქრომოზომიანი თესლი გაანაყოფიერებს. მამრობითი X ქრომოზომი შეიცავს სიწითლის ფაქტორს და მაშასადამე მივიღებთ წითელთვალა მამალს (1 X მამალს გვაძლევს); ესეც სწორედ გამონაკლისი წითელთვალა მამალი ინდივიდია.

4. უ-X ქრომოზომო კვერცხი განაყოფიერდება Y ქრომოზომიანი თესლით. მივიღებთ უ-X ქრომოზომო კომბინაციას, რომელიც სიცოცხლის უნარს მოკლებულია (იხ. ნახ. 13).



ნახ. 13. *Drosophila*-ს X ქრომოზომების პარენდელი განრიდების სქემა. ახსნა ტექსტში. Bridges-ის მიხედვით.*

თუ ეს განმარტება სწორეა, მაშინ უნდა შესაძლებელი ყოფილიყო იმის დამტკიცებაც, რომ ასეთი მოშენების დროს სათანადო ინდივიდებს სწორედ მათთვის თეორიულად გამოანგარიშებული ქრომოზომთა შემადგენ-

ლობა ახასიათებთ. ამის დამტკიცება შესაძლებელიც გახდა. ასეთი ინდივიდების ქრომოზომთა შემადგენლობის მიხედვით უნდა შეგვეძლოს დავასკვნათ, თუ როგორ შთამომავლობას მივიღებთ მათი შემდეგი მოშენებით ან კიდევ ახალი ჰიბრიდიზაციის წარმოებით. ყველა ამ მიზნით წარმოებულ ცდებში წინასწარ ნაგულვები მოლოდინი სრულიად გამართლდა. ამრიგად, მემკვიდრეობის ასეთი ანორმალური შემთხვევების ანალიზით სქესთან დაკავშირებულ მემკვიდრეობის ქრომოზომთა თეორიამ საუკეთესო დამტკიცება ჰპოვა.

b) არა სრული Koppelung-ი ანუ ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლა

წინა ნაწილში მოყვანილი ფაქტები გვიჩვენებენ, რომ ის ფაქტორები, რომელნიც ერთსა და იმავე ქრომოზომში არიან მოთავსებული, ყველანი ერთად (Koppelung-ის მდგომარეობაში; კორელატიურად) უნდა გადადიოდნენ მემკვიდრეობით, თუ კი ის ძირითადი საფუძვლები, რომელთაც ჩვენ ვემყარებით, ჰემმარიტნი არიან. უმნიშვნელოვანესი ამ ფაქტებიდან ის იყო, რომ სასქესო უჯრედთა მომწიფების გაყოფის დროს ქრომოზომები სრულიად შეუცვლელნი და ხელუხლებნი ჰშორდებიან ერთმანეთს. აქედან გამომდინარეობით კი, იმ შემთხვევებში, როდესაც ეს წესი მთლად არა მართლდება, შესაძლებელია ვიგულოთ, რომ ერთსა და იმავე ქრომოზომში მოთავსებული ფაქტორებიც ჰშორდებიან ერთმანეთს მომწიფების გაყოფის დროს და ამრიგად დათიშვას გამოაკრთობენ. კონკრეტუი მაგალითი უფრო უკეთესად დაგვანახებს, თუ რას ჰნიშნავს ეს.

არსებობს ქათმის ერთი ჯიში—ანდალუზიის ლურჯი ქათმები, რომლის ხალასად მოშენებაც, როგორც ცნობილია, ვერა ხერხდება. მათი შთამომავლობა მუდამ დაახლოებით $\frac{1}{4}$ შავისა, $\frac{2}{4}$ ლურჯისა და $\frac{1}{4}$ არა სუფთა თეთრი ინდივიდებისაგან არის ხოლმე შემდგარი. აქედან უნდა დავასკვნათ, რომ ეს ლურჯი რასა ჰეტეროდიგოტია ერთი ფაქტორის მიმართ, რომელიც მუდამ უნდა დაითიშოს. მაგრამ ანდალუზიის ქათმების ლურჯი ფერი შავისა და თეთრის ინტერმედიურ ფორმას როდი წარმოადგენს. სხვა გადაჯვარვათა შედეგებთან შედარებამ იმ დასკვნამდე მიგვიყვანა, რომ ამ შემთხვევაში ერთზე უფრო მეტი ფაქტორი უნდა იღებდეს მონაწილეობას. აქ შესაშლებელია შემდეგ ორ ფაქტორთან გვეკონდეს საკმე: ა) ძლიერი პიგმენტაციის ფაქტორი P , რომელიც შავი ქათმების ძლიერს სიმუქეს იწვევს; ამ ფაქტორის არ არსებობა (p) ოდნავ პიგმენტიანი თეთრი ქათმების ფერს განსაზღვრავს, ბ) პიგმენტის თავისებურად წმინდად განმანაწილებელი ფაქტორი V , რომელიც ჩვენ ლურჯად (უფრო სწორედ, მუქ-ნაცრისფრად) გვევლინება და რომელიც ამ თავის განმანაწილებელ მოქმედებას ახდენს ძლიერი პიგმენტაციის ფაქტორზე. შავ ფორმას უწოდოთ (Pv), ხოლო თეთრს (pV) და წარმოვიდგინოთ, რომ მათი ორივე ფაქტორი ქრომოზომთა ერთსა და იმავე წყვილშია მოთავსებული. მაშინ მათი ჰიბრიდი $PpVv$ ლურჯი იქნება. მაგრამ F_2 თაობის დათიშვა ისე მოხდება, თითქოს აქ მხოლოდ ერთი ფაქტორი ყოფილიყოს, რადგანაც (Pv) და (pV) Koppelung-ის მდგომარეობაში იმყოფებიან და მუდამ ერთად უნდა რჩებოდნენ (ეს შემთხვევა შედარეთ გუდისებური ბიბილოს მეშვიდრობას, მე-5 ნ გვერდზე, სადაც ამ უკანასკნელი ფორმის განმსაზღვრელი ორივე ფაქტორი სხვადასხვა ქრომოზომებში არის მოთავსებული

და დამოუკიდებლად ითიშება). ამ გზით, ცხადია, შეუძლებელია ისეთი ლურჯი ფორმის PPVV მიღება, რომელიც შემდეგში ხალასად მოშენდება.

განესაჯოთ მაინც, თუ როგორ შეიძლებოდა ასეთი ხალასი რასის მიღება: აქ მხოლოდ ერთი შესაძლებლობა იქნებოდა წარმოსადგენი, სახელდობრ ის, რომ, როდესაც წყვილეული ქრომოზომები მომწიფების გაყოფისათვის ერთი მეორის ახლოს დალაგდებიან, ამ ქრომოზომთა შორის რაიმე მიზეზით ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლა მოხდება, რის შემდეგ ქრომოზომები (Pv) და (pV) ფაქტორების მაგივრად, PV და pV ფაქტორებით დახასიათდებიან, როგორც ეს ქვემოთ მოყვანილ თეორიულ სქემაზედ არის წარმოდგენილი:

$$\begin{array}{|c|} \hline P \\ \hline v \\ \hline \end{array} \begin{array}{c} \leftarrow \\ \rightarrow \end{array} \begin{array}{|c|} \hline p \\ \hline V \\ \hline \end{array}$$

გაცვლა გამოცვლის
წინ.

$$\begin{array}{|c|} \hline p \\ \hline v \\ \hline \end{array} \begin{array}{|c|} \hline P \\ \hline V \\ \hline \end{array}$$

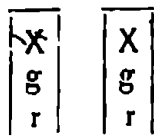
გაცვლა-გამოცვლის
შემდეგ.

ეხლა PV ფაქტორები ერთ ქრომოზომში იმყოფებიან და ხალასად მოსაშენებელი ლურჯი რასის მიღებაც შესაძლებელი იქნებოდა. აქ სავსებით თეორიულად მიღებული მსვლელობა ჰიბრიდის წყვილეულ ქრომოზომთა შორის „ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლას“ წარმოადგენს. რადგან აქ, ამ მსვლელობით, ფაქტორთა შორის არსებული ნორმალური კორელაცია დარღვეულია, ამისათვის მას „კორელაციის დარღვევა“ შეგვიძლიან უწოდოთ; ან და რადგანაც ამისთანა შემთხვევებში ნორმალური Koppelung-ი დარღვეულია, ამისათვის იგი „ნაწილობრივი Koppelung“-ითაც შეგვიძლიან აღვნიშნოთ.

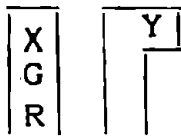
ექსპერიმენტულმა კვლევამ გამოარკვია, რომ ფაქტორთა ეს ვაცვლა-გამოცვლა საკმაოდ ხშირი მოვლენაა და მისმა ანალიზმა მეტად მნიშვნელოვანი შედეგები გამოიღო. რით შეიძლება ასეთი ვაცვლა-გამოცვლის შემჩნევა. ზევით მოყვანილ მაგალითში ამის მაჩვენებელი ის ფაქტი იყო, რომ განსაზღვრული რიცხვის შემთხვევებში ისეთ კომბინაციებს მივიღებდით, რომლებიც კანონით არ უნდა წარმოქმნილიყვნენ. ესევე მოვლენა, რასაკვირველია, სრულიად საწინააღმდეგო მხრითაც შეგვიძლიან განვსაჯოთ: როდესაც მენდელისეული დათიშვის დროს (ვთქვათ, ფაქტორთა 2 წყვილის შემთხვევაში), მოსალოდნელ რიცხვობრივ შეფარდებას კი არ ვიღებთ, არამედ 4 ტიპიდან ორი ისეთი რიცხვით გვევლინება, რომელიც გვაიძულებს ვიფიქროთ, რომ გამეტათა 4 ჯურიდან ორი მეტად მცირერიცხოვნად წარმოიქმნება, მაშინ შეგვიძლიან ვიგულისხმოთ, რომ ეს უკანასკნელი გამეტები ფაქტორთა ვაცვლა-გამოცვლის ანუ Koppelung-ის დარღვევის გზით არიან წარმოქმნილნი. შემდეგი მაგალითი ამ მოვლენას იოლად გასარკვევსა ჰხდის:

ხილის ბუხს, სხვათაშორის, ფაქტორთა შემდეგი ორი წყვილიც ახასიათებს: სხეულის ნაცრისფერისა და ყვითელისა და თვალების სიწითლისა და სითეთრისა. ნაცრისფერობა და სიწითლე დომინანტობს სიყვითლესა და სითეთრეზე. სიმბოლოებით გამოსახული ფაქტორთა ეს წყვილები, მაშასადამე ასეთი იქნება: G = ნაცრისფერი, g = ყვითელი, R = წითელი და r = თეთრი. ყველა ეს ფაქტორები X ქრომოსომში არიან მოთავსებულნი. ყვითელ-თეთრი დედალი გადავჯვაროთ ნაცრისფერ-წითელ მამალს. ქრომოსომებით გამოსახული (მხოლოდ X ქრომოსომები) ეს შემთხვევა ასეთ სახეს მიიღებს:

ყვითელ-თეთრი ♀



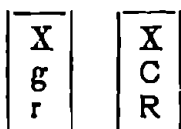
ნაცრისფერ-წითელი ♂



აქედან მიღებულ ჰიბრიდთა ქრომოზომები უნდა იყოს:

F₁ ნაცრისფერ-წითელი ♀

F₁ ყვითელ-თეთრი ♂



თუ X ქრომოზომთა შორის ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლა არ მოხდა, მაშინ F₁ დედალი ორი ჯურის

კვერცხებს წარმოჰქმნის, სახელდობრ ერთს

X
G
R

 და

მეორეს

X
g
r

 ქრომოზომიანს. ეს კვერცხები ორი ჯუ-

რის, სახელდობრ ერთი

X
g
r

 და მეორე Y ქრომო-

ზომიანი, თესლებით განაყოფიერებისას მოგვეცემენ ორი ჯურის დედლებს:

$$\begin{bmatrix} X \\ G \\ R \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ g \\ r \end{bmatrix} = \text{ნაცრისფერ-წითელი} \quad \text{და} \quad \begin{bmatrix} X \\ g \\ r \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ g \\ r \end{bmatrix} =$$

= ყვითელ-თეთრი და ორი ჯურის მამლებს:

$$\begin{bmatrix} X \\ G \\ R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ - \end{bmatrix} = \text{ნაცრისფერ-წითელი} \quad \text{და} \quad \begin{bmatrix} X \\ g \\ r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ - \end{bmatrix} =$$

= ყვითელ-თეთრი.

მაგრამ სინამდვილეში ამათ გარდა მოულოდნელი ნაცრისფერ-თეთრი და ყვითელ-წითელი კომბინაციებიც გვევლინებიან ხოლმე, დაახლოვებით 1% რაოდენობით, სახელდობრ, იდეალურ შემთხვევაში: 49,45% ნაცრისფერ-წითელი 49,45% ყვითელ-თერრი: 0,55% ნაცრისფერ-თეთრი: 0,55% ყვითელ-წითელი.

ეს კი იმასა ჰნიშნავს, რომ შემთხვევათა დაახლოვებით 1%-ში დედლის ორივე X ქრომოსომთა შორის ფაქტორების გაცვლა-გამოცვლა ხდება, რის გამო, გარდა ზემოხსენებული ორი ჯურის კვერცხებისა, F₁ დედლის X ქრომოსომთა შორის ფაქტორთა გაცვლა-გაოცვლის გზით კიდევ ორი სხვა ჯურის კვერცხები წარმოიქმნებიან (ყოველი 0,55% რაოდენობით): ერთი

$$\begin{bmatrix} X \\ G \\ r \end{bmatrix}, \text{ მეორე } \begin{bmatrix} X \\ g \\ R \end{bmatrix} \text{ ქრომოსომიანი, როგორც ეს.}$$

ქრომოსომთა შემდეგი სქემით შეგვიძლიან წარმოვიდ-

$$\text{გინოთ: } \begin{bmatrix} X \\ g \\ r \end{bmatrix} \begin{matrix} \longrightarrow \\ \longleftarrow \end{matrix} \begin{bmatrix} X \\ G \\ R \end{bmatrix}.$$

მაგრამ ჩვენ რომ ამ შემთხვევის შედეგი ქრომოსომთა თეორიისაგან სრულიად დამოუკიდებლად განვსაჯოთ, ე. ი. რომ წარმოვიდგინოთ, თითქოს G და R ფაქტორთა

ერთ ქრომოზომში ყოფნის შესახებ სულაც არაფერი ვიცით, მაშინ ჩვენ ამ შედეგის შესახებ მხოლოდ შემდეგის თქმა შეგვეძლება: ჰიბრიდის მიერ გამეტათა წარმოშობის დროს, როგორც სჩანს, ფაქტორთა არა ჰქონიათ თავისუფალი და შემთხვევითი კომბინაციების წარმოქმნის უნარი, რაც შესაძლებელს გაჰხდოდა ყოველი საგულებელი კომბინაცია თანაბარი რიცხვით წარმოქმნილიყო. პირიქით, როგორც სჩანს, ზოგი კომბინაციის წარმოქმნა ბევრად უფრო გაადვილებულია, სხვებისა კი გაძნელებული. და მრავალი ამგვარი შემთხვევის გამოკვლევა გვასწავლის, რომ სწორედ ჰიბრიდის პირველადი მშობლების ფაქტორთა კომბინაციებია ისინი, რომელნიც უფრო ხშირად წარმოიშობიან, ხოლო ახალი რეკომბინაციები იშვიათად გვევლინებიან, თუ, მაგალითად, AA BB და aa bb ფორმები გადავჯვარეთ ჰიბრიდი Aa Bb შევძევ გამეტებს წარმოქმნის: 10 AB : 1 Ab : 1 aB : 10 ab ანდა სხვა რომელიმე ამის მსგავსი რიცხვობრივი შეფარდებით (ტიპურ შემთხვევაში : 1 : 1 : 1 : 1 შეფარდების ძაგიერ). ცხადია, მენდელისეული ანალიზისათვის ამ პუნქტის განმარტება შეუძლებელია, თუ რად ხდება გამეტათა ერთი ჯურის უფრო გამრავლება მეორის ხარჯზე. ეს მხოლოდ მაშინა ხდება გასაგები, თუ ფაქტორებს ქრომოზომებში მოთავსებულად ვიგულებთ.

ხოლო თუ ამას ასე ვიგულებთ, მაშინ ყველაზე უფრო მარტივი ახსნა ის იქნება, რომ ის ფაქტორები, რომელნიც ასეთ მოვლენას გამოაკრთობენ, ერთსა და იმავე ქრომოზომში არიან მოთავსებულნი და ამიტომ ისინი ერთიმეორეზე გადაჯაჭვულებივით ერთად უნდა გადადიოდნენ მემკვიდრეობით; მაგრამ, ამავე დროს, შემთხვევათა განსაზღვრული პროცენტით წყვილულ ქრომოზომთა შორის ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლა ხდება. როდის და

როგორ ხდება ეს გაცვლა? ფაქტების ექსპერიმენტალი კვლევა-ძიებით უკვე მიღებულია პასუხი, რომელსაც თავისთავად მთელი რიგი შემდეგი მნიშვნელოვანი აღმოჩენანი ჰოჭყვა.

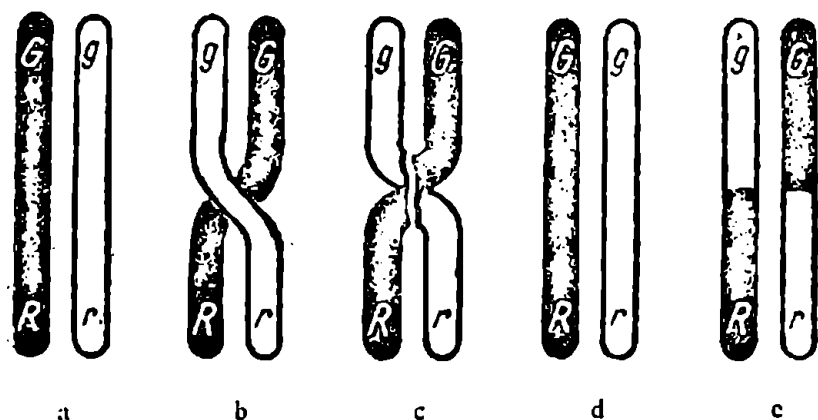
ჩვენ უკვე რამდენჯერმე მოვიხსენიეთ ხილის ბუზი *Drosophila*, რომელსაც Morgan-ის ლაბორატორიულში უშუალოდ ექსპერიმენტატორის თვალწინ უკვე 200-ზე მეტი მუტაცია აქვს მოცემული; და ყველა ამ მუტაციათა მემკვიდრეობა არის შესწავლილი. ჩვენ უკვე ვიცით, რომ ყველა ეს მუტაციები ოთხ ჯგუფად ნაწილდებიან და რომ ყოველი ჯგუფის წევრები ისე ჰგებენ, როგორც ურთიერთ შორის *Koppelung*-ის მდგომარეობაში ძყოფნი, რაც, სწორედ 4 წყვილი ქრომოსომის არსებობის გამო, მოსალოდნელიც იყო. სათანადო ფაქტორთა მემკვიდრეობის შესწავლით, რაიც შეიძლება დამყარებული ყოფილიყო ინდივიდთა ვახსაკუთრებით დიდ რიცხვზედ, გამოირკვა, რომ აქ *Koppelung*-ი სრული კი არ არის, არამედ ნაწილობრივი; ამასთანავე განსაზღვრულ შემთხვევებში F_2 კომბინაციებიც კი გვევლინებიან, თუძცა ეს სრული *Koppelung*-ის დროს შეუძლებელი უნდა ყოფილიყო. ამრიგად, წყვილეულ ქრომოსომთა პარტნიორებს შორის ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლა ხდება. ერთ ქრომოსომში მოთავსებული ორი ფაქტორის ყოველგვარი კომბინაციისათვის დადგენილ იქმნა ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლის საზომი (სიხშირე) და გამოირკვა, რომ აქ განსაკუთრებულ წესობრიობას აქვს ადგილი. სრული *Koppelung*-ის გულზების დროს მოულოდნელ, ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლით წარმოქმნილ გამეტებს შემდეგში გაცვლითს გამეტებს უწოდებთ, ხოლო ამ გამეტებიდან წარმოშობილ მოულოდნელ კომბინაციებს — გაცვლითს კომბინაციებს resp. გაცვლითს ინდივიდებს. წარ-

მოვიდგინოთ, ვითომც რომელიმე ერთს ქრომოზომში A, B, C, D ფაქტორებია დადგენილი, და ვითომც $AA\ BB$ და $aa\ bb$ გადაჯვარვის შედეგად განსაზღვრული პროცენტით Ab და aB მოულოდნელი კომბინაციებით მივიღეთ. ასეთივე ტიპური იქმნება, მაგრამ სხვა რაოდენობით, პროცენტული რაოდენობა AC ან AD და სხვებისათვისაც. ვიგულისხმობთ აგრეთვე, რომ სათანადო პროცენტული რაოდენობა ერთი და იგივე იყო, როდესაც, $AA\ BB$ და $aa\ bb$ მაგივრად, $AA\ bb$ და $aa\ BB$ იქმნენ გადაჯვარულნი, სადაც მოულოდნელი კომბინაციები AB და ab არიან; ანუ სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ორი რომელიმე ფაქტორისათვის გაცვლითი ინდივიდების პროცენტული რაოდენობა კონსტანტია სულერთია, რა კომბინაციითაც არ უნდა ყოფილიყვნენ ეს ფაქტორები გადაჯვარვისას მშობლების მიერ შეტანილნი. ამის შემდეგ თუ სხვადასხვა ფაქტორთა კომბინაციების პროცენტულ რაოდენობას ერთი-მეორეს შევადარებთ, დავინახავთ, რომ თუ, მაგ., AB და AC -სათვის ეს რაოდენობა ცნობილია, მაშინ აქედან AC -სათვისაც შეიძლება ასეთი რაოდენობის გამოანგარიშება. ამ ფაქტის მნიშვნელობა მაშინ უფრო ნათელი გახდება, როდესაც ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლის ფენომენისათვის აქედან გამომდინარე განმარტებას გავეცნობით.

ყოველი სასქესო უჯრედის ცხოვრებაში მომწიფების დაყოფის მოვლენას წინ უსწრებს სხვა პერიოდი, რომლის დროსაც ქრომოზომებში რთული პროცესების შემჩნევა არის შესაძლებელი. სხვათა შორის, ხდება, რომ ერთი და იმავე წყვილის კუთვნილი ქრომოზომები ერთი-მეორეს ნამგლისებურად გადაეკვანძებიან ხოლმე, როგორც ამას 14 ხ ნახაზიც გვიჩვენებს. როდესაც ეს კვანძი ისევ გაიშლება, საფიქრებელია, რომ გადაჯვარედინების ადგილას შეწებების გამო ქრომოზომთა შორის ნა-

წილაკების გაცვლა-გამოცვლა მოხდა, როგორც ეს მე-14. c—e ნახაზზედ არის ნაჩვენები. ქრომოზომის გაცვლილ-ნაწილში მოთავსებული ფაქტორებიც ყველანი ამ „გაცვლა-გამოცვლას“ განიცდიან, როგორც ეს მე-14 ნახაზზედ GR ფაქტორებისათვის არის ნაჩვენები; და ის გამეტებიც, რომელნიც ასეთ ქრომოზომებს შეიცვავენ, გაცვლითი გამეტები არიან. თუ ვიგულებთ, რომ შეწყებების პუნქტი ქრომოზომში ყოველ ადგილას შეიძლება იყოს და რომ ფაქტორები ქრომოზომში ისე არიან განწყობილნი, როგორც მძივები კრიალოსანში, აშკარა გახდება, რომ იმ ფაქტორებს, რომელნიც ერთი მეორესთან ახლოს არიან მოთავსებულნი, მეტი შანსები აქვთ ერთადვე დარჩენ; მაგრამ რაც უფრო შორი-შორს იქნება ერთი მეორისაგან ორი ფაქტორი, მით უფრო მეტად მოსალოდნელია, რომ შეწყებების პუნქტი სწორედ მათ შორის მოჰყვება და ამით ქრომოზომთა ნაწილების გაცვლა მათ სხვადასხვა მხარეს წაიღებს. სხვანაირად რომ ვსთქვათ: თუ ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლა მართლა ისე ხდება, როგორც ამას ჩვენა ვგულისხმობთ, მაშინ გაცვლითი გამეტების მცირე რიცხვი იმასა ჰმოწმობს, რომ ფაქტორები ქრომოზომში ერთიმეორის ახლოს არიან მოთავსებულნი; გაცვლით გამეტათა დიდი რიცხვი კი გვიჩვენებს, რომ სათანადო ფაქტორები ერთი-მეორეს დაშორებულნი არიან, ტიპური გაცვლითი გამეტების პროცენტული რაოდენობა, ამრიგად, რელატივი საზომია ქრომოზომში ფაქტორთა დაშორებისათვის. ეხლა ჩვენ აშკარად ვხედავთ, რომ ზემოთ მოხსენებული მთავარი ფაქტები ასეთ განმარტებას სრულიად ეთანხმებიან: რომ ფაქტორთა რომელიმე წყვილისათვის გაცვლათა რიცხვი კონსტანტია და რომ AB და AC-ს რაოდენობა BC-ს რაოდენობასაც განსაზღვრავენ (იხ. ნახ. 14, 108 გვერ.).

გავარჩიოთ ესლა კონკრეტი მაგალითი. უკვე ხშირად ნახსენებ ხილის ბუზ *Drosophila*-ს მემკვიდრულ რასებს შორის არიან ისეთებიც, რომელთაც ნორმალური წითელი თვალის მაგიერ თეთრი თვალი ახასიათებთ; შემდეგ არიან ისეთებიც, რომელთაც ნორმალური გრძელი ფრთების მაგიერ მინიატურული ფრთები აქვთ; და ბოლოს, ისეთებიც მოიპოვებიან, რომელთაც მრგვალი თვალის მაგივრად წაგრძელებული თვალები აქვთ. ამ რასების გარეულ ფორმასთან გადაჯვარვით გამოირკვა, რომ ხსენებული ნიშ-



ნახ. 14. ქრომოზომთა ნაწილებისა და ფაქტორების გაცელა-გამოცელა.

ნებიდან ყოველი ცალკე თითო მენდელისეული ფაქტორით არიან გამოწვეული და რომ ყოველი მათგანი სქესთან დაკავშირებულად გადადის მემკვიდრეობით, რის გამო მაშასადამე, ყველა ეს ფაქტორები X ქრომოზომში არიან მოთავსებულნი. თეთრ და მოგრძო თვალებიანი ბუზი რომ ნორმალს გადაეჯვაროთ, F_2 თაობაში ისევ მხოლოდ თეთრ-მოგრძო და ნორმალური (წითელ-მრგვალი) კომბინაციები უნდა მივიღოთ, თუ კი დედლის ორივე X ქრომოზომთა შორის ფაქტორთა გაცელა-გამოცელა არ

მოხდა, მაგრამ სინამდვილეში თეთრ-მრგვალი და წითელ-მოგრძო (იხ. ნახ. 15, 110 გვ.) კომბინაციებიცა გვხვდებიან, დაახლოებით 56%-ით. ყოველივე ზემოთ თქმულის შემდეგ ეს იმის მაჩვენებელია, რომ აქ ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლა სწარმოებს განსაზღვრულის სიხშირით. და თუ კი სწორეა, რომ ეს სიხშირე ქრომოზომში ფაქტორთა ურთიერთ შორის დაშორების საზომს წარმოადგენს, მაშინ ამ საზომ ერთეულად ჩვენ ის დაშორება შეგვიძლიან მივიღოთ, რომლის დროსაც გაცვლითი გამეტების 1% წარმოიქმნება. ეხლა ჩვენ შეგვიძლიან ვთქვათ: ხსენებული ექსპერიმენტი გვიჩვენებს, რომ წითელ-თეთრი *res.* მრგვალ-მოგრძო ფაქტორთა წყვილები 56 ერთეულით არიან ერთმანეთს დაშორებული. სათანადო ექსპერიმენტში, რომ თეთრთვალა, მინიატურ-ფრთებიანი ბუზი ნორმალს გადაეჯვაროთ, $1\frac{1}{2}$ თაობაში მოსალოდნელი პირვანდელი ფორმების გვერდით თეთრ-ნორმალსა და წითელ-მინიატურულ გაცვლითს კომბინაციებსაც მივიღებთ 35%-ის რაოდენობით. ზემოთ განმარტებულის მსგავსი მსჯელობა გვაფიქრებინებს, რომ მინიატური ფრთების გამომწვევი ფაქტორი 35 ერთეულით უნდა იყოს დაშორებული თეთრი თვალების ფაქტორისაგან. მაგრამ ქრომოზომის ფაქტორთა კრიალოსანში მინიატური ფრთების ფაქტორი თეთრი თვალის ფაქტორისაგან ან ერთ მხარეს შეიძლება იყოს მოქცეული, ან მეორე მხარეს: თუ სახელდობრ რა ადგილას მდებარეობს ეს ფაქტორი, ამის გაგება ჩვენ მინიატურ-ფრთებიანი და მოგრძო თვალებიანი ბუზის ნორმალ ბუზთან გადაჯვარვით შეგვიძლიან გავიგოთ. მინიატური ფრთების ფაქტორი რომ „თეთრის“ იქით—ვანგარიშობთ „მოგრძო“-დან—მდებარეობდეს, მაშინ აქ ცდაში 56+35% გაცვლითი კომბინაციები უნდა მივიღოთ. ხოლო თუ იგი თეთრსა და მოგრძოს შო-

IV Weitere Entwicklung der Mendelischen Vererbungseigenschaft.

00 Yellow Spot	00 Striped	00 Sepia	Bent Eyeless
07 Lethal I.			
10 White, Eosin, Cherry			
30 Abnormal			
60 Bifid.			
14 7 Club			
18 8 Shifted	18 8 Dachs		
26 3 Lethal III		25.0 Pink, Peach	
27 3 Tan			
33.0 Vermilion			
36 2 Miniature	34 7 Black		
41 7 Lethal V	40 6 Purple	40. Kidney.	
43.0 Sable			
49 3 Lethal III			
53.1 Rudimentary	52 0 Vestigial.	55 Ebony, Sooty.	
56 5 Forked			
57 0 Bar			
59 3 Tused.	60 4 Curved.		
65 5 Lethal S			
		73 Beaded.	
	84 7 Arc.	85 Rough.	
	90 0 Speck		
	91 3 Morula		

ნახ. 15. მგზიან-სეული Drosophila-ს ქრომოსომთა რუკა.

ირს იქნება მოთავსებული, მაშინ გაცვლითი კომბინაცი-
ები $56-35^{\circ}/_{10}$ -ით არიან მოსალოდნელი. ეს უკანასკნელი
სინამდვილეს ეთანხმება და ამრიგად შემდეგ თანამიმდევ-
რობას ამჟღავნებს: თეთრი—შუამანძილი 35 ერთეული—
მინიატური—შუამანძილი 21 ერთეული—მოგრძო, (აქვე
უნდა აღვნიშნოთ, რომ ამ დეტალების დადგენის დროს
რასაკვირველია, კიდევ ზოგიერთ სირთულეს ვხვდებით,
მაგრამ მათი აქ გადმოცემა წიგნის ელემენტარ შინაარსს
დაამძიმებდა).

ასეთივე გზით, ფაქტორთა ყველა შესაძლებელი კომ-
ბინაციებისათვის გაცვლათა რაოდენობის დადგენის სა-
შუალებით გამორკვეულ იქმნა ყველა ფაქტორებისათვის
რელატივი ადგილმდებარეობა ქრომოზომში და შედგენი-
ლი იქმნა მე-15 ნახაზზე წარმოდგენილი ქრომოზომთა
რუკა (რომელზედაც Morgan-ისა და მისი თანამშრომლე-
ბის მიერ შესწავლილი და ამ წიგნში მაგალითებად მოხ-
სენებული *Drosophila*-ს ფაქტორთა მხოლოდ მცირე რი-
ცხვი არის აღნიშნული, ინგლისური ორიგინალი სახელ-
წოდებებით). ამ რუკაში ყველა შემდეგი აღმოჩენანი ჯერ-
ჯერობით კარგად თავსდება. ამრიგად, ნაწილობრივი *Kop-
pelung*-ის შესწავლა ის საშუალება გამოდგა, რომლითაც
შესაძლებელი გახდა ქრომოზომთა უხილავი შემადგენლო-
ბის ანალიზი; ფაქტი, რომელიც ძალაში დარჩება მაშინ-
აც, თუნდაც ვითარების ზოგიერთი დეტალები სხვანაი-
რად იქმნენ გაგებული, როგორც ამას ზოგიერთი მკვლე-
ვარი სჩადის.

3. მულტიპლი ალელომორფიზმი

! ჩვენ ზევით ლაპარაკი გვქონდა პოლიმერიაზე ანუ
მულტიპლ ფაქტორებზე, ე. ი. ისეთ ფაქტორებზე, რო-
მელნიც მრავალრიცხოვნად დამოუკიდებლად დაითიშვიან

(და მაშასადამე, სხვადასხვა ქრომოზომებში არაინ მოთავსებულნი), მაგრამ ამავე დროს მხოლოდ ერთ გარეგნულ ნიშანთვისებას გამოიწვევენ. მულტიპლი ალელომორფები კი სულ სხვა არის. ნიშანთვისებათა წყვილი Aa ალელომორფთა ერთი წყვილია, ისევე როგორც Bb, Cc. აქ A ალელომორფია a-სი, B ალელომორფია b-სი, C — c-სი, ე. ი. გადაჯვარვისას ისინი დაითიშებიან ერთი მეორისაგან როგორც ფაქტორთა ერთი წყვილი (მონოჰიბრიდი); ხოლო თუ გადაჯვარვისას A და B, ანდა A, B, C ერთად მოჰყვებიან, მაშინ ორი resy. სამი ფაქტორის დათიშვასა და ახალ კომბინაციებს მივიღებთ (დი- და ტრიჰიბრიდული გადაჯვარვა), მაგრამ ისეც ჰხდება, რომ ფაქტორთა მთელი რიგი მუდამ ერთ ალელომორფს წარმოადგენს; ამრიგად Aa ან Bb ან AB ან ab მუდამ ისე ჰგებიან, როგორც ფაქტორთა ერთი წყვილი; ასეთ ფაქტორებს მულტიპლ ალელომორფებს უწოდებენ. დღევანდლამდე ცნობილ ყველა მაგალითებს ერთი რამ აქვთ საერთო: მულტიპლ ალელომორფთა მთელი სერია ერთსა და იმავე ნიშანთვისებას იწვევს. შემდეგი მაგალითი ნათელს გაჰხდის ამ შემთხვევას:

არსებობს მთელი რიგი აბრეშუმის ქიის რასებისა, რომელნიც ერთიმეორისაგან სხეულის ნახატობით განსხვავდებიან. რა მხრივი გადაჯვარვაც არ უნდა ვაწარმოოთ ამ რასებისა, F_2 თაობაში მუდამ ჩვეულებრივ მონოჰიბრიდულ დათიშვას მივიღებთ; ფაქტორთა რეკომბინაციის მიღება არასდროს არ ხერხდება. სწორედ ასეთივე მოვლენას აქვს ადგილი ობობას რასული ნიშნებისა, ზოგიერთი ლოკოკინების ნიჟარის ნახატობისა, მღრღნელებისა, ბუზებისა და სხვათა განსაზღვრული ფერების მემკვიდრეობაში. ფაქტორთა ყოველი ასეთი ჯგუფი ამ შემ-

თხვევებში მხოლოდ თვალის ან მხოლოდ კანის პიგმენტაციას, ან სხვა რაიმე ამისთანავე მარტივ ნიშანს იწვევს.

მარტივი მსჯელობა გვიჩვენებს, რომ ქრომოზომთა თეორია ამ მოვლენას სრულიად მარტივად განმარტავს: ყველა მულტიპლი ალელომორფები რომ ქრომოზომის ერთსა და იმავე ადგილას იყვნენ მოთავსებულნი, მაშინ, ცხადია, ისინი წყვილ-წყვილად ერთიმეორის ალელომორფები უნდა იყვნენ და ერთ ინდივიდში ერთ წყვილზედ მეტის მოხვედრა შეუძლებელი იქმნებოდა. მაგრამ ეს გულებს იმ ფაქტთან ერთად, რომ მულტიპლი ალელომორფები ერთსადაიმავე გარეგნულ ნიშანს იწვევენ, იმასაც გვიჩვენებს, რომ აქ ჩვენ ერთი და იმავე ფაქტორის სხვადასხვა მდგომარეობასთან შეიძლება გვქონდეს საქმე: ძლიერი დამამტკიცებელი საბუთები აქ ისევ *Drosophila*-ზედ არის მიღებული. რადგანაც, თუ მოცემული განმარტება სწორეა, მაშინ ყველა მულტიპლ ალელომორფებს, წინააღმდეგ სხვა ფაქტორებისა, ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლის ერთი და იგივე სიხშირე (ფაქტორთა ერთი და იგივე დაშორება ქრომოზომში) უნდა ახასიათებდეთ, რასაც სინამდვილეში ადგილი აქვს.

V. განსაკუთრებული შემთხვევები

ამ ნაწილში ჩვენ იმ შემთხვევებს განვიხილავთ, რომელნიც თუმცა პრინციპში ახალს არაფერს წარმოადგენენ, მაგრამ მაინც განსაკუთრებულ განმარტებას მოითხოვენ. უპირველეს ყოვლისა რამოდენიმე სიტყვა ეგრედ წოდებული დეტალ-ფაქტორების შესახებ.

1. ლეტალი ფაქტორები

სხვადასხვა მემკვიდრეობითი ფენომენების კვლევის დროს აღმოჩნდა, რომ ზოგჯერ ფაქტორთა მოსალოდნელი კომბინაციების მთელი ჯგუფები სრულიად არ გვევლინებიან. საკითხის დაწვრილებითი შესწავლით გამოირკვა, რომ არსებობს ისეთი ფაქტორები, რომელთა ჰომოდიგოტურ მდგომარეობაში არსებობაც შეუძლებელსა ჰხდის სათანადო ინდივიდების სიცოცხლეს. უძრავლეს შემთხვევებში ჩვენთვის გამოურკვეველია, თუ რაზედ არის მათი ასეთი მოქმედება დამყარებული; შესაძლებლობანი, რასაკვირველია, მრავალგვარია, მაგრამ ასეთი ლეტალი ფაქტორების მოქმედება ჩვენთვის მაშინ აშკარავდება, როდესაც ისინი Koppelung-ის მდგომარეობაში იმყოფებიან რომელიმე სხვა ხილულ ნიშანთვისებასთან, რომლის მემკვიდრეობასაც ჩვენ ვიკვლევთ. ერთი ცნობილ მაგალითთაგანი საამისოდ ყვითელი თაგვებია, რომელნიც მხოლოდ ჰეტეროდიგოტ მდგომარეობაში არსებობენ, მათი ურთი-ე თ შორის შეჯვარდინების შედეგად მუდამ არა ყვითელი და ყვითელი თაგვები წარმოიშობიან ასეთი შეფარდებით: 1 : 2; ამასთანავე ყვითლებს შორის არც ერთი ჰომოდიგოტი ინდივიდი არ იმყოფება, ამრიგად ნაზდვილად მოსალოდნელ დათიშვას: 1 არა ყვითელი : 2 ჰეტერედიგოტი ყვითელი : 1 ჰომოდიგოტი ყვითელი, მუდამ ეს უკანასკნელი ჯგუფი აკლია. აქედან უნდა დავასკვნათ, რომ 1) სიყვითლის ფაქტორთან Koppelung-ის მდგომარეობაშია რომელიმე სხვა ფაქტორი, რომელიც ჰომოდიგოტ მდგომარეობაში ყოფნისას სათანადო ინდივიდის არსებობას შეუძლებელსა ჰხდის; ან კიდევ 2) რომ ვგრედ წოდებული სიყვითლის ფაქტორი, თმოვანი საბურავის ფერის გარდა, კიდევ რაღაც ისეთ რეაქციასაც

იწვევს, რომელიც ინდივიდისათვის მომაკვდინებელია, როდესაც ფაქტორი ჰომოძიგოტ მდგომარეობაში იმყოფება. ამ გულვებათაგან რომელი არის სწორე, ამის გადაწყვეტა ძბოლოდ შემდეგის გზით შეიძლება: თუ სწორეა პირველი გულვება (Koppelung-ი), მაშინ დროთა ვითარებაში შესაძლებელია როდისმე მოგვევლინონ ისეთი ინდივიდები, რომლებშიაც ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლით ეს Koppelung-ი დარღვეული იქნება. ხოლო ასეთი ინდივიდებისაგან შემდეგში შესაძლებელი გახდება ჰომოძიგოტი ყვითელი ინდივიდების მიღება. *Drosophila* ბუზში, რომლისთვისაც მრავალი ასეთი ლეტალი ფაქტორი არის ცნობილი, ფაქტორთა ასეთ გაცვლას მართლაც ჰქონდა უკვე ადგილი, რაც იქიდანაცა სჩანს, რომ მე-15 ნახაზზედ ლეტალ ფაქტორებს, გაცვლათა სიხშირის მიხედვით, ქრომოზომში განსაზღვრული ადგილი აქვთ მიკუთვნებული. დაბოლოს უნდა დაუმატოთ ისიც, რომ როგორც დადგენილ იქმნა, ჰომოძიგოტი ყვითელი თაგვების ერთი მეოთხედი, სწორედ ისინი, რომელნიც არ დაიბადნენ, დედის მუცელშივე ილუპებიან განვითარების ადრეულ სტადიაში.

და მუდამ, როდესაც კი მენდელისებრი დათიშვის შედეგები რაიმე გაურკვეველი მიზეზით მოლოდინს არ ეთანხმებიან, საგულეებელია ან ლეტალი ფაქტორებისა და ან კიდევ ფაქტორთა ისეთი კომბინაციის არსებობა, რომელიც ერთი-მეორეს ვერ უდგებიან და ინდივიდის განვითარებას აფერხებენ. ზოგიერთმა ასეთმა განსაკუთრებულმა შემთხვევებმა ამრიგად უკვე ჰპოვეს თავისი განმარტება; მათ შორის *Oenothera*-ს შემთხვევათა მნიშვნელოვანმა ნაწილმაც, რომელიც აქამდის მემკვიდრეობის მოვლენათა არც ერთ სქემაში არ თავსდებოდა.

2. სქესგანსაზღვრული მემკვიდრეობა

რომ მემკვიდრეობის მსვლელობამ შესაძლებელია სულ სხვა ვითარება მიიღოს, სქესობრივ სფეროსთან დაკავშირებით ეს ჩვენთვის უკვე ცნობილია სქესთან დაკავშირებულ მემკვიდრეობის შემთხვევებიდან. აქ ჩვენ მენდელისებრი დათიშვისა და სქესის ურთი-ერთ დამოკიდებულების სხვა შემთხვევებზე გვექნება ლაპარაკი. ცნობილია, რომ არსებობს ძთელი ოიგი მემკვიდრეობითი ნიშნებისა, რომლებიც მხოლოდ ერთი სქესის წარმომადგენელში გვევლინებიან—ე. წ. მეორადი სასქესო ნიშნები, როგორიცაა, ვსთქვამთ, მამლის კუდის ნამგლისებური ბუმბულები, ანდა მაძალი ხობბის კუდის მორთულობა და სხვა. რომ გადაეჯვაროთ, ხობბების ორი სხვადასხვანაირი ფორმა, რომელთა კუდის ბუმბულები მემკვიდრულად განსხვავდებიან, განსხვავებული ხიშნის მენდელისებურ დათიშვას, ცხადია, მხოლოდ მამრობითი სქესის ინდივიდებს შორის შეიძლება ჰქონდეს ადგილი, რადგანაც დედალ ხობბებს კუდის ბუმბულები სრულიადაც არ ექნებათ. სადაც კი ამგვარი შემთხვევების შესწავლა შესაძლებელია, ყველგან ასეთსავე შედეგს ვიღებთ. მაგრამ ჰნიშნავს თუ არა ეს გარემოება სათანადო ნიშნების მენდელისებრი მემკვიდრეობის თავისებურებას? მხოლოდ გარეგნულად. ყველა ასეთ შემთხვევებში საქმის უფრო ღრმად გაცნობა გვიჩვენებს, რომ დედლები (ანდა მამლები, როდესაც დედლის მეორად სასქესო ნიშნებთან გვაქვს საქმე) ისევე მიიღებენ თვითონ და გადასცემენ მემკვიდრეობით შემდეგ თაობას მამლის სათანადო რასული ნიშნის მემკვიდრულ ფაქტორებს, როგორც მამლები. დავასახელოთ მაგალითი. დედალ ობობას მუცლის ბოლოზედ ბუსუსები, ცრუმატყლი ახასიათებს, რომელიც შემდეგ

კვერცხებს გადაეფარება ხოლმე. ეს თვისება დედლის მეორად სასქესო ნიშანს წარმოადგენს. არსებობს რასები მუქი წაბლისფერი და ყვითელი ცრუმატყლით. მათი გადაჯვარვით მიღებული F_1 დედლები მარტივ მენდელისებრ დათიშვას გამოიკრთობენ და ცრუმატყლის სამ ტიპს ეიღებთ. ასეთი შედეგი სრულიად დამოუკიდებელია იმისაგან, თუ ამ ორი ოასიდან რომელს ეკუთვნოდა მამალი და რომელს დედალი. დათიშვის ვითარება კი გვაჩვენებს, რომ 1. მამალი, ესთქვათ, ყვითელი რასისა, ყვითელი მატყლის ფაქტორს ატარებს, თუმცა თვითონ, ცრუმატყლის სრულიად უქონლობის გამო, მას ვერ ამჟღავნებს და 2. რომ F_1 მამლები ისეთივე ჰეტეროდიგოტები არიან ამ ნიშნის მიმართ, როგორც F_1 დედლები. აქედან გამომდინარეობს, რომ ამგვარ შემთხვევებში ჩვეულებრივ მენდელისებრ მემკვიდრეობასთანა გვაქვს საქმე, მაგრამ სათანადო ფაქტორები ერთ-ერთი სქესისა, ჩვენს მაგალითში მამრობით სქესის, გარეგნობაზე ე. ი. მის ფენოტიპზე, გავლენას ვერ ახდენენ. სახელდობრ ამ ფაქტორების მოქმედება არსებული სქესით არის განსაზღვრული; ეს უკანასკნელი მათ მოქმედებას ან ხელს უწყობს, ან, პირიქით, აფერხებს.

ასეთი სქესგანსაზღვრული მემკვიდრეობის განსაკუთრებით საინტერესო შემთხვევას წარმოადგენს სექსუალი პოლიმორფიზმი, რომელმაც თავის დროზე დიდი თავისმტკრევა გამოიწვია და რომელსაც უმთავრესად ზოგიერთს პეპელებში ვხვდებით. არსებობს მთელი რიგი მერცხლებისა, რომელთა შორისაც კუდის მხრივ დედლის ერთ ფორმაზე ორი, სამი და უფრო მეტი სხვადასხვა ფორმის მამალი მოდის; ეს უკანასკნელი როგორც დედლისაგან, ისე ერთიმეორეში ხშირად იმდენად განსხვავდებიან, რომ მათ სხვადასხვა სახის კუთვნილებად სთვლიდნენ, ვიდრე არ

გამოირკვა მათი ერთი და იგივეობა და არ აღმოჩნდა, რომ ისინი ერთიდაიგივე ბუდის კვერცხებიდან შეიძლება იყვნენ გამოჩეკილნი. ექსპერიმენტალი მოშენებით გამოირკვა, რომ მამლების კუდის სხვადასხვა ჯურა მენდელისეული ფაქტორების მარტივი კომბინაციებით არის გამოწვეული; ძაგალითად, შესაძლებელია ჩვენს წინაშე ორი ფაქტორი, A და B იყოს. თუ A და B ერთად არიან, ერთი ტიპი მოგვევლინება, თუ მხოლოდ A ან B არის, მეორე ტიპი, ხოლო თუ არც ერთია, არც მეორე—მაშინ მესამე ტიპი. ამრიგად, მამლის სამი ტიპის მემკვიდრეობა მარტივ მენდელისებრ შემთხვევას წარმოადგენს ორი ფაქტორით. დედლებზე კი იგივე ითქმის, რაც ზევით მეორადი სასქესო ნიშნების შესახებ უკვე მოხსენებული გვქონდა. ისინი ისეთივე ფაქტორებს ატარებენ, როგორსაც მამლები, იმავე ჯურის გამეტებს წარმოშობენ, მაგრამ მდებარეობითი სქესის არსებობა აფერხებს ამ ფაქტორების მოქმედებას და თვალსაჩინოდ ქცევას,—სქესი განსაზღვრავს ფენოტიპს. სხვა სიტყვებით, ეს შემთხვევა ჩვენ ასეც შეგვიძლიან წარმოვიდგინოთ: გვყავდა ერთი ფორმა, რომლიდანაც ერთი, ორი თუ მეტი ფაქტორის მუტაციით რამოდენიმე მემკვიდრულად განსხვავებული რასა წარმოიშვა; ახლად წარმოშობილი რასები გამუდმებით თავისუფლად გადაიჯვარებოდნენ წარმომშობ ფორმასთან, რითაც ყოველგვარი შესაძლებელი კომბინაციები და რეკომბინაციები წარმოიქმნენ. მაგრამ ეს ფაქტორები სქესით განსაზღვრულნი არიან და ამისათვის მთელი პროცესი მხოლოდ ერთი სქესის შიშართ არის გარეგნულად თვალსაჩინო. ეს რომ ასე არ ყოფილიყო, მაშინ გამუდმებით ერთიმეორესთან გადაჯვარული „პოლიმორფული“ რასები გვეყოლებოდნენ, რის მაგალითებიც ბუნებაში მრავლად მოიპოვება.

ისეთს ახალგაზრდა და განვითარების ხანაში მყოფ მეცნიერებას, როგორიც მენდელიზმია, სადღეისო და საკამათო საკითხები, რასაკვირველია, მოავლად მოეპოვება და კვლევის ამ დარგის თეორიული საკითხების დისკუსიაც ყოველ დღე ფართოვდება. მაგრამ ამ წიგნის ფარგლებში, რუმელიც მთელი მენდელიზმის ელემენტარ გადმოცემას წარმოადგენს, საკამათო თეორიული პუნქტების გაშუქება ჩვენს ამოცანას არ წარმოადგენს; მით უმეტეს, რომ ამისათვის მთელი მასალის ზედმიწევნით შეთვისება იქნებოდა საკირო, ჩვენ აქ მხოლოდ ზოგიერთ იმ საკითხებს შევეხებით, რომელნიც გულმოდგინე მკითხველს, უეჭველია, დაებადებოდნენ და პასუხის გაცემას მოითხოვენ.

ჩვენ იმდენი ვილაპარაკეთ მენდელისეულ ფაქტორებზედ, რომ თავის თავად იზადება კითხვა: რა არის ეს მენდელისეული ფაქტორი? მათს შესახებ ჯერ-ჯერობით ჩვენ მხოლოდ ის ვიცით, თუ როგორ ჰგებენ ისინი მშობლებიდან შთამომავლობაზედ გადასვლის დროს და როგორია ის მექანიზმი, რომელსაც ეს სისრულეში მოჰყავს. მაგრამ ეს არაფერს გვეუბნევა იმის შესახებ, თუ რას წარმოადგენენ თვითონ ფაქტორები და როგორ ანხორციელებენ ისინი თავის მოქმედებას. რასაკვირველია, საკითხი მემკვიდრული ფაქტორების რაობის შესახებ, შესაძლებელია, ზოგიერთმა სრულიად უმნიშვნელოდ მიიჩნიოს და უყურადღებოდ დასტოვოს. შეუძლიანთ მიგვითითონ იმაზედაც, რომ ვინ იცის იქნებ ის, რასაც ჩვენ მემკვიდრულ ფაქტორს ვუწოდებთ, ენერგიის რომელიმე ფორმა, დინამიური ერთეული ან სხვა ამგვარი რამ იყოს და ამიტომ მისი მატერიალურად წარმოდგენის ცდა, როგორც ტლან-

ქი და გულუბრყვილო უნდა უკუგდებული იქმნესო-
ჩვენ არ შეგვიძლიან მივემხროთ ასეთ დასაბუთებას და
ვეფიქრობთ, რომ ყველა იმ ფაქტების შედარება, რომლე-
ბიც ჩვენ ე. წ. მემკვიდრული ფაქტორებისა და მათ მიერ
გამოწვეული განვითარების მსვლელობის შორის ურთი-
ერთობის შესახებ ვიცით, მხოლოდ იმას გვეუბნებიან,
რომ ფაქტორები ნამდვილად განსაზღვრული სუბსტანციის
მატერიალი ნაწილები უნდა იყვნენ. ხოლო ის გარე-
შობა, რომ ამ სუბსტანციის მინიმალური ოდენობა განსა-
ცვიფრებლად დიდ ეფექტს იძლევა, დიდ ალბათობას ჰქმნის
იმ თეორიისათვის, რომელიც მემკვიდრულ ფაქტორებს
კატალიზატორისა ანუ ენქიმის ხასიათს აწერს.

მრავალგვარი თვალსაზრისი არის დასახელებული
იმის დასამტკიცებლად, რომ ასეთი შეხედულება სწორია.
ყველაზე უფრო დამამტკიცებელ პუნქტად ის უნდა ჩაითვა-
ლოს, რომ, როგორც აღმოჩნდა, ფაქტორის მიერ გამო-
წვეულ რეაქციასა და თვით ფაქტორის მდგომარეობის
შორის, რომელიც მხოლოდ კვანტიტატიურად შეიძლება
განსხვავდებოდეს, განსაზღვრული დამოკიდებულება არსე-
ბობს. და რადგან სხვათაშორის, ენქიმების მიერ გამო-
წვეული ქიმიური რეაქციებისათვისაც დამახასიათებელია,
რომ მათი სისწრაფე პროპორციულია ენქიმის რაოდენო-
ბისა, ამიტომ ზემომოყვანილ დასკვნას დიდი ალბათობა
ეძლევა. ასეთი გულვება საშუალებას გვაძლევს აგრედვე
ორგანიზმის წარმოშობის რთული პროცესი მემკვიდრუ-
ლი ფაქტორებით გამოწვეულ ტიპურ მსვლელობაში წარ-
მოვიდგინოთ, როგორც განსაზღვრული სისწრაფით მიმ-
დინარე რეაქციათა ერთი-მეორის მიერ შეცვლის რთუ-
ლი პროცესი, რომლის დროსაც ყოველი რეაქცია სწრაფ
განსაზღვრულ დროს, განსაზღვრულ ადგილას და განსაზ-
ღვრულის სისწრაფით იწყებს მოქმედებას. ეს მითითება

ჯერ-ჯერობით საკმარისია, რადგანაც ამ საკითხის კვლე-
ვა მხოლოდ ახლად არის დაწყებული.

მეორე ასეთივე საკითხი არის: მარტო მენდელისე-
ბრი მემკვიდრეობა არსებობს, თუ არის კიდევ რომელიმე
სხვა სახის მემკვიდრეობაც? სხვანაირად რომ ვსთქვათ: შე-
საძლებელია თუ არა მხოლოდ ქრომოზომებში ჩამარბული
მენდელისეული მემკვიდრული ფაქტორების არსებობით
განმარტება მთელი იმ პროცესისა, რომელიც ორგანიზ-
მის სპეციფიურ ჩამოყალიბებას იწვევს? თუ მხოლოდ და
მხოლოდ ფაქტებს დავეყრდნობით, შეგვიძლიან ვსთქვათ:
რაც უფრო ვითარდება და ფართოვდება მენდელისებრი
კვლევა, მით უფრო იზრდება იმ შემთხვევათა რიცხვი,
რომელთა შესახებაც საბოლოოდ დამტკიცდა, რომ ისინი
მენდელისეულ მემკვიდრეობას ექვემდებარებიან, თუმცა
მათ შესახებ წინად საწინააღმდეგოს ფიქრობდნენ. მოვი-
გონოთ თუნდაც პოლიმერულ ფაქტორთა შემთხვევა. სა-
თანადო მაგალითებში შედეგთა უბრალო განხილვას შეე-
ძლო იმ დასკვნამდე მივეყვანეთ, რომ ჰიბრიდი მშობელ-
თა საშუალო ფორმას წარმოადგენს და თავის ამ ინტერ-
მედიარ მდგომარეობას შთამომავლობასაც გადასცემს, ე. ი.
შეიძლებოდა დაგვესკვნა მემკვიდრეობა აქ არა მენდელი-
სტურიანო, მაგრამ საკითხის ზედმიწევნითმა ანალიზმა ასე-
თი დასკვნა არ გაამართლა. აგრედვე სხვა შემთხვევებში-
აც, სადაც ნიშან-თვისებათა მენდელისებრი გიება თითქო
დაჩრდილული იყო, გამოირკვა, რომ ამის მიზეზი სასქე-
სო უჯრედთა რაიმე თავისებურება არის, როგორც პარ-
ტენოგენეზი, ქრომოზომთა შეწყვილების შეუძლებლობა,
დეტალ-ფაქტორები და სხვა ამგვარი მოვლენანია. ამრი-
გად ეხლა უკვე შესაძლებელია ითქვას, რომ, მცირეოდენ
ჯერ კიდევ განუმარტავ ცალკე შემთხვევათა მიუხედავად
დღევანდლამდე, გარდა იმ მემკვიდრეობისა, რომელიც მენ-

დელისეული მემკვიდრული ფაქტორებით არის გამოწვეული, სხვა არავითარი სახე მემკვიდრეობისა დამტკიცებული არ არის.

VII. მენდელიზმი და წარმოშობის თეორია

უდიდესი თეორია, წარმოშობის თეორია, რომელიც მთელ ცოცხალ ბუნებას იხილავს, ორგანიზმთა თანდათანობით შეცვლას განმარტავს. ამ თანდათანობითს შეცვლას ევოლიუცია ეწოდება. ევოლიუცია ორგანიზმთა ნიშნების პროგრესიულ შეცვლას ჰნიშნავს, მაგრამ რადგანაც ეს ნიშნები იმაზედაა დამოკიდებული, თუ რა აქვს ორგანიზმს მემკვიდრეობით მიღებული, ამისათვის ევოლიუცია მემკვიდრული მასის პროგრესიულ ცვლილებასაც ჰნიშნავს. ამიტომ ყოველი წარმოდგენა ევოლიუციის რაგვარობის შესახებ მჭიდროდაა მემკვიდრეობის სწავლებასთან დაკავშირებული და გასაგები ხდება, რომ მენდელიზმის განვითარებამ წარმოშობის თეორიასაც უჩვენა ახალი გზები, რომელთაგანაც აქ მხოლოდ ზოგიერთს მოვიხსენიებთ.

1. თანდათანობითი და ნახტომისებრი ცვალებადობა

ყველაზედ უფრო მარტივი წარმოდგენა ახალ ფორმათა წარმოშობის გზების შესახებ ის გულისხმობს, რომ ყოველი ცოცხალი არსი მუდმივად თავისი ნიშნების განსაზღვრულ სხვაობას განიცდის და რომ ის სხვაობა, რომელიც ცოცხალი არსისათვის სასარგებლოა, შერჩევის გზით გადაჩენილი იქნება. მაგრამ თუ რას წარმოადგენენ ეს სხვაობანი, სავსებით გარკვეული არ არის და მხოლოდ მენდელისტურმა კვლევამ თავის მონათესავე

დისციპლინასთან, სხვაობათა მოძღვრებასთან ერთად შე-
იტანა აქ გარკვეულობა.

ზევით ჩვენ უკვე ვილაპარაკეთ შემთხვევათა მრუ-
დის შესახებ, რომელსაც ერთი რომელიმე ნიშან-თვისების
მრავალ ინდივიდებში გამოკრთობის განხილვისას ვიღებთ.
იქვე გავიგეთ, რომ გარემოს სხვადასხვა პირობები გაე-
ლენას ახდენენ სათანადო ნიშნის განვითარებაზე და ჩე-
ულებრივი მემკვიდრეობით დაყოლილი ტიპის—მრუდის
საშუალოს—მაგიერად, მთელ რიგ ინდივიდუალურ გადა-
ხრებს ვიღებთ, რომლებსაც სხვაობის მრუდში ჩალა-
გებთ. ამრიგად, ამ სხვაობას თითქმის არაფერი აქვს სა-
ერთო თვით მემკვიდრულ ფაქტორებთან, ან და იმდენად-
ვე მცირე, როგორც საფანტის განაწილებას სამიზნე წრე-
ში თოფის წამლის გაფართოების კოეფიციენტთან. ამი-
სათვის წარმოდგენელია, რომ ამგვარი სხვაობიდან რა-
იმე ახალის წარმოშობა იყოს შესაძლებელი: რადგანაც
ახალის წარმოქმნა მემკვიდრული მასის შეცვლას მოით-
ხოვს და არა ცალკე ინდივიდით განსაზღვრული აქტუა-
ლი ნიშნისას.

ასეთი გაგება მიღებულ იქმნა განსაკუთრებით ფა-
ეტორთა მენდელისტური ანალიზით, რომლის უშუალო
ლოლიკურ დასკვნასაც წარმოადგენს იგი. და შედეგი ამი-
სი იყო აშკარა საზღვრის გავლება არა მემკვიდრული გა-
რეშე გავლენებისა ანუ მოდიფიკანტური სხვაობებისა
(ფლუქტუაცია, მოდიფიკაცია) და მემკვიდრული ცვლი-
ლებების შორის, რომლებიც მემკვიდრული მასის, მემკვი-
დრული ფაქტორების თვისებათა შეცვლით, მუტაციებით
არიან გამოწვეული. და მხოლოდ ეს უკანასკნელნი, რომ-
ლებმაც თავდაპირველად მემკვიდრულ მასაში უნდა იჩი-
ნონ თავი, არიან მემკვიდრულნი და, მაშასადამე, ევო-
ლიუციის საგანიც.

ჩვენ უკვე დავინახეთ, რომ მუტაცია რომელიმე მემკვიდრული ფაქტორის მიმატებას ან გამოკლებაში შეიძლება მდგომარეობდეს, რომელიც მოულოდნელად ხდება უცნობი მიზეზებით. ორგანიზმზე მოხდენილი ეფექტი შესაძლებელია ძალიან პატარა იყოს, ან ძალიან დიდი: ყოველ შემთხვევაში, იგი თავიდანვე მემკვიდრული უნდა იყოს და არის კიდევ. ამრიგად, მუტაცია ნახტომია და არა ნელი შეცვლა, თუმცა ნახტომის სიდიდე სხვადასხვა შეიძლება იყოს. რასაკვირველია, ასეთი გაგება დიდად განსხვავდება იმ გულებიდან, რომელსაც ევოლუცია სრულიად მცირე ცვალებადობათა დაგროვებით წარმოუდგენია.

2. შერჩევა

ამით მედელიზმი იძულებულია სხვანაირად მიუდგეს ვარიანტთა (სხვაობათა) შერჩევისა ანუ სელექციის საკითხს. მოვიგონოთ ზევით განმარტებული მულტიპლი ფაქტორები, განსაკუთრებით მათი გამოყენება კვანტიტატივი ნიშნების მემკვიდრეობის დროს. იქ ჩვენ დავინახეთ, რომ მულტიპლი ფაქტორების შემთხვევაში F_2 თაობა ისეთი სურათს გამოაკრთობს, რომელიც გარეგნულად მოდიფიკანტური ვარიანტილიტეტის (სხვაობრიობის) სხვაობის მწკრივისაგან არ განსხვავდება. თუ წარმოვიდგენთ, რომ ბუნებაში მრავალი რასა არსებობს—რაც სწორედ ასეც არის,—რომლებიც მუტაციის გზით არიან წარმოშობილნი და რომელნიც ასეთი მულტიპლი ფაქტორების სხვადასხვა საფეხურს შეიცავენ, და რომ ეს რასები ერთმანეთში თავისუფლად გადაიჯვარებიან, მაშინ წარმოიქმნება ე. წ. პოპულაცია, რომელშიაც ყველა ტიპები დაახლოებით ისე იქმნებიან წარმოდგენილი, როგორც ნახსენებ F_2 თაობაში. წარმოვიდგინოთ ეხლა, რომ ასეთ პო-

პულაციაში ყველაზე უფრო დიდი ინდივიდების სელექცია სწარმოებს. როდემდის შეიძლება ამ სელექციის გაგრძელება? ცხადია, მხოლოდ იქამდე, ვიდრე გამორჩეული არ იქნებიან ის ინდივიდები, რომლებიც სიდიდის ყველა ფაქტორების A, B, C, D მიმართ ჰომოდიგოტნი არიან. იმათი შთამომავლობა კი კონსტანტი უნდა დარჩეს. ეს იმას პნიშნავს, რომ ასეთ შერეულ პოპულაციაში წარმოებული სელექცია არაფერ ახალს არ გვაძლევს, მას მხოლოდ ფაქტორთა უკვე არსებული ჰომოდიგოტი კომბინაციების გამორჩევა შეუძლიან. შერჩევას არ შეუძლიან რისამე ახლის შექმნა, არამედ მხოლოდ უკვე არსებულის შენარჩუნება. ახალს ჰქმნის ფაქტორთა მუტაცია, რომელსაც სელექცია ან მოსპობს, ან პირიქით, გადაარჩენს.

ამ უეჭველად კონსეკვენტი დასკვნის საწინააღმდეგო აზრები, რასაკვირველია, მრავლად არის. ახალი მენდელისტური ლიტერატურის ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილი სცდილობს დაამტკიცოს, რომ სელექციას ნამდვილად შეუძლიან მემკვიდრული მდგომარეობის გადაჭრა; ხოლო მეორე ასეთივე მნიშვნელოვანი ნაწილი ამტკიცებს, რომ ასეთი შედეგი მხოლოდ მოჩვენებითია, ფაქტორთა ჰომოდიგოტი კომბინაციების გამორჩევით გამოწვეული. ერთი ასეთ შემთხვევათაგანი არის შემდეგი: არის ქრელი ვირთაგვების ერთი სახე, ე. წ. ქორიანი თაგვები, რომელთაც თეთრ ფონზე მუქი ზოლი გადასდევთ მთელ ზურგზე და თავსა და ტანის უკანა ნაწილზედაც ვრცელდება. ამ ქრელი ვირთაგვების ნორმალ თაგვებთან გადაჯვარვა გვიჩვენებს, რომ სიჭრელე ერთი მარტივი მენდელისეული ფაქტორისაგან არის გამოწვეული. მაგრამ მუქი ფერის ოდენობა განსაზღვრულ სხვაობას განიცდის და ამიტომ წარმოებული იყო როგორც ყველაზე უფრო მუქისა, ისე ყველაზე უფრო ღია ფერის ინდივიდების სელექ-

ცია. ამ ცდების დროს შესაძლებელი გახდა, ხანგრძლივი შერჩევის გზით, რასის როგორც პლიუს ისე მინუს ვარიანტებისაკენ გადახრა-- თითქმის მთლად პიგმენტიანი ან მთლად თეთრი რასის მიღებამდე. ხოლო ფერი (პიგმენტი) თავის თავად მუდამ მარტივ მენდელისეულ ნიშნად რჩებოდა გარეულობის ფერის მიმართ. სელექციონისტური ახსნა, რომელიც ამ ექსპერიმენტის განსამარტავად იყო მოცემული, ამბობს, რომ სიჭრელის ფაქტორი სხვაობას განიცდის და რომ ვარიანტის თვალდათვალ შერჩევა ამავე დროს მემკვიდრული ფაქტორის მდგომარეობის სათანადო ვარიანტის შერჩევას ნიშნავსო. მენდელისტური განმარტება კი ის იქნება, რომ, სიჭრელის ფაქტორის გარდა, არსებობს კიდევ მთელი სერია ფაქტორებისა, რომელნიც სიჭრელის ოდენობას განსაზღვრავენ და რომ სელექცია აქ, რაც შეიძლება, მეტი ასეთი ფაქტორების ჰომოდიგოტი კომბინაციების იზოლიაციაში მდგომარეობს. ჩვენ არ გამოუდგებიტ განხილვას ყველა იმ ცალკე ცდებისა, რომელთაც ამ ორივე გაგების კეშმარტების დასასაბუთებლათ აწარმოებდენ, არამედ მხოლოდ ერთ რასმეს მიუთითებტ: ის გულვება, რომ გარეგნული ნიშნის სხვაობას სათანადო მემკვიდრული ფაქტორის სხვაობა შეეფარდება, ექვს გარეშეა, რაღაც მისტიურს წარმოადგენს; მაგრამ ეს გულვება, უპირველეს ყოვლისა, მენდელისტურ ინტერპრეტაციას უწყობს ხელს, განსაკუთრებით კი, მაშინ, როდესაც ზემოთქმულს ის წარმოდგენაც ემატება, ვითომც გარეგნული ნიშნის სელექცია გავლენას ახდენს მემკვიდრული ფაქტორის ვარიაციის მიმართულებაზე. მაგრამ, შესაძლებელია, ჩვენ აქ სულ სხვა მოვლენასთანა გვქონდეს საქმე. აქამდის ჩვენ გენეტიური ცვლილების მხოლოდ ორი შესაძლებლობა მოვიხსენიეთ-- მემკვიდრული ფაქტორის დაკარგვა ან შეძენა. მაგრამ

თუ კი მემკვიდრული ფაქტორი მატერიალი სუბსტანცია, ვსთქვათ ენდომი, მაშინ შესაძლებელი არის აგრედვე მისი ტიპური კვანტიტეტის შეცვლა. ზოგიერთი ფაქტები, რომელთა აქ მოხსენებაც ძალიან შორს წაგვიყვანდა, საბუთს გვაძლევენ ვიგულისხმოთ, რომ მემკვიდრული ფაქტორის კვანტიტეტს პირდაპირი დამოკიდებულება აქვს განსაზღვრული ნიშნების კვანტიტატურ გამოკრთობასთან. ასეთ შეთხვევაში, რასაკვირველია, შესაძლებელი არის, გარეგნული ნიშნის კვანტიტატივი ვარიანტის სელექცია მემკვიდრული ფაქტორის კვანტიტატივი ვარიანტის სელექციას ჰნიშნავდეს. ეს კი იმას უდრის, რომ სელექცია მართლაც შეუძლებელი ყოფილა მენდელისტური აზროვნების ფარგლის გარეშე. ყველა აქ მხოლოდ სხარტად მოხსენებული პრობლემები ჯერ კიდევ დამუშავების სტადიაში იმყოფებიან.

3. შეზღუდვა

სელექციის პრობლემასთან მჭიდროთაა დაკავშირებული შეგუების პრობლემა; აკი სწორედ ამიტომ სთვლიან დარვინიზმის მთავარ დამსახურებათ იმას, რომ იგი შეგუებათა წარმოშობას ბუნებრივი შერჩევით განმარტავს. ეს არის მიზეზი, რომ სელექციის საკითხისადმი სხვაგვარი მიდგომა ამავე დროს შეგუების პრობლემის სხვაგვარ გაგებასაც ჰნიშნავს. თუ უკვე დარვინის სწავლებაში შემთხვევას მნიშვნელოვანი ადგილი ჰქონდა დათმობილი, მენდელისტური თეალსაზრისით იგი ერთად-ერთ კანონათ უნდა ჩაითვალოს, რომელიც შეგუებას უნდა დაედოს საფუძვლად. მუტაციები ყოველგვარი მიმართულებით წარმოიშობიან, შეურჩევლად; ისინი რაიმე გვარად ეხებიან რომელიმე ორგანოს, ამრიგად მუტაციების გზით

ყოველგვარი შესაძლებლობანი წარმოიშობიან, რომელიც, შესაძლებელია, ბუნების მიერ გამოყენებული იქმნენ, თუ ბუნებამ იგი გამოიყენა, მაშინ შემთხვევით მომხდარი ცვლილების პროდუქტი ჩვენ შეგუებათ მოგვევლინება. ასე მაგალითად, ობობას უამრავ მუტაციებში შესაძლებელია შეგვხვდეს ისეთი, რომელიც თვლების განვითარებას აფერხებს. ობობას სრულიად ბუნებრივად შეეძლო თვისი საცხოვრებელი რომელიმე გამოქვაბულის ახლოს ჰქონოდა, რომელშიაც იგი აქამდის, როგორც თვალხილული ცხოველი, თავის საცხოვრებლად შესაფერპირობებს ვერა ჰპოულობდა. უთვლო მუტანტს კი სრულიად თავისუფლად შეეძლო გამოქვაბულში გადასახლებულიყო, რასაკვირველია, იმ გულვებით, რომ დანარჩენი ორგანიზაცია მას ამის ნებას აძლევდა. ასეთ შემთხვევაში ეს მუტანტი გამოქვაბულში ცხოვრებისათვის „შეგუებული“ უთვლო რასის წარმომშობ წინაპრათ მოგვევლინება

არავის შეუძლიან უარპყოს, ვითომც ასეთ მსჯელობას დიდი ალბათობა არა ჰქონდეს. მენდელისტური სწავლების უკიდურესი მომხრენი ნამდვილათ ფიქრობენ კიდევ, რომ ყოველგვარი შეგუების წარმოშობვა ამგვარი გზით უნდა აიხსნას. მაგრამ საწინააღმდეგო აზრიც ბევრია. ამიტომ საკითხის გადაწყვეტა ექსპერიმენტს უნდა დავაყისროთ.

ყოველ შემთხვევაში შეგუების ერთ-ერთ ყველაზედ უფრო საინტერესო შემთხვევაში მენდელისტური ინტერპერტაცია გამარჯვებული გვევლინება; ეს შემთხვევა არის:

4. მფარველი მიბაძვა (მიმეტიზმი)

საყოველთაოდ ცნობილ მიმიკრიის მოვლენათა შორის ყველაზედ უფრო ღირსშესანიშნავი, ალბათ, მფარველი მიბაძვის მოვლენაა. საამისოდ კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენენ ამერიკის ანდა აფრიკის ის პეპელები, რომელნიც სულ სხვა ჯგუფის წარმომადგენელი პეპელების საკვებად უამურ ფორმებსა ჰბაძვენ ხოლმე. დამტკიცებულათ შეიძლება ჩაითვალოს, ყოველ შემთხვევაში განსაზღვრული შემთხვევებისათვის მაინც, რომ თავისი მონათესავის გარეგნული მიმსგავსებით მიმბაძველი თავს იცავს მტრისაგან. ასეთი მაგალითები მუდამ დიდი დისკუსიების საგნად იყვნენ გადაქცეულნი და შეგუების ყველა თეორიების შესამოწმებელ საშუალებას წარმოადგენდნენ. მენდელისტურმა ანალიზმა გამოამჟღავნა, რომ მრავალი ის ფერი და ნიშანი, რომელიც პეპელის სამკაულსა ჰქმნის მენდელისეული ფაქტორების მოქმედებით არიან გამოწვეული. ზოგიერთი მათგანი ჩვენთვის უკვე ცნობილია სქესგანსაზღვრული მემკვიდრეობის განხილვიდან. მიმბაძველი ფორმის გარეგნული ნახატობის პირველი განხილვით გვეჩვენება, თითქოს იგი სრულიად არ თავსდება იმ ჯგუფის ფარგლებში, რომელსაც ის ნამდვილად ეკუთვნის, და სავსებით ემსგავსება მიბაძულ ფორმას. მაგრამ უფრო დეტალი განხილვის შემდეგ ირკვევა, რომ იმიტაციის შთაბეჭდილება საერთო ნახატობის იმავე ელემენტებით კი არ არის გამოწვეული, რომელნიც მიბაძულ ფორმას ახასიათებენ, არამედ სულ სხვა ელემენტებით, ხოლო ეს უკანასკნელნი მარტო საერთო მსგავსებას ჰქმნიან. მიმბაძველი ფორმის ცალკე ინდივიდები რომ უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ, ვნახავთ, რომ მათში ზოგს საერთო ნახატობის ერთი ელემენტი

ახასიათებს, ზოგს მეორე ელემენტი; მაგრამ ყველა ამ ელემენტების კომბინაციით ვიღებთ მიბაძვას. ეს კი იმას გვიჩვენებს, რომ საბოლოო შედეგი სათანადო ჯგუფისათვის დამახასიათებელი მემკვიდრული ფაქტორების კომბინაციითა ხორციელდება. სულ სხვა საკითხია, თუ რა როლი ითამაშა ამ საქმეში შერჩევამ, მან წარმოშვა ეს სათანადო კომბინაცია თუ იგი სავსებით შემთხვევის შედეგია. ამ საკითხის გადაწყვეტა დღესდღეობით არ შეგვიძლიან.

5. ევოლუცია და ჰიბრიდიზაცია

მენდელისტური კვლევის განვითარებამ იმდენად დიდი ინტერესი აღძრა ჰიბრიდიზაციისადმი, რომ გასაკვირველი არ არის, თუ ეს მოვლენა მკიდროთ დაუკავშირეს ევოლუციის პროცესს. ზოგიერთ შემთხვევებში ამ გზით დიდი წინსვლის მიღწევა ყოველგვარ ექვს გარეშე არის შესაძლებელი. თუ, მაგალითად, ორს გეოგრაფიულად განსაზღვრულ მხარეში ორი ტიპური ფორმა გვხვდება, ხოლო ამ მხარეთა საზღვარზე გარდამავალი ფორმა გვევლინება, ადვილად საგულეებელია, რომ ეს უკანასკნელი ფორმა პირველთა ჰიბრიდულ კომბინაციას უნდა წარმოადგენდეს. გულეება, რასაკვირველია, ექსპერიმენტით უნდა იქმნეს შემოწმებული. მაგრამ ჰიბრიდიზაცია ბევრად უფრო უკიდურესი გულეებით დაუკავშირეს სახეთა წარმოშობას. ფაქტია, რომ ფაქტორთა ამოვარდნით (გაქრობით) გამოწვეული მინუს-მუტაციები უფრო ხშირია, ვიდრე ფაქტორთა მიმატებით წარმოშობილი პროგრესიული მუტაციები. ფაქტია ისიც, რომ ერთი-მეორისაგან ძლიერ დაშორებულ სახეთა ჰიბრიდიზაციის შედეგად, თუ კი ისინი საერთოდ ნაყოფიერ შთამომავლო-

ბას იძლევიან, რთულ დათიშვას აქვს ადგილი, რომელიც უამრავ ახალ კომბინაციებს გვაძლევს, რადგან აქ მრავალ მენდელისეულ ფაქტორთანა გვაქვს საქმე.

აქედან ის უკიდურესი დასკვნა გამოიყვანეს, რომ ყოველი ახალი სახის წარმოშობა ჰიბრიდიზაციის გზით მიღებულ ფაქტორთა კომბინაციის შედეგს წარმოადგენს. მაგრამ დღევანდლამდე ჩვენ არავითარი ისეთი საბუთი არ მოგვეპოვება, რომელიც ასეთი გაგების სასარგებლოდ დაპარაკობდეს.

VIII. მენდელიზმი და ცხოველთა და მცენარეთა მომშენებლობა

ყველასათვის, ვისთვისაც კი ცხოველთა და მცენარეთა მომშენებლობის ელემენტები ცნობილია, ადვილი გასაგებია, რომ მენდელიზმს ამ მეცნიერებათა ფარგლებში მთელი რეეოლიუცია უნდა მოეხდინა. შინაურ ცხოველთა უმრავლესობა, ისევე როგორც სასარგებლო და დეკორატიული მცენარეები, რომ გარეულ სახეთა რასებს წარმოადგენენ, რომელნიც ამ უკანასკნელთაგან ისევე როგორც ურთი-ერთ შორის სხვადასხვა ნიშნებით განსხვავდებიან, (ამ ნიშნებს ჩვენ მენდელისეული ნიშნები უწოდეთ). გულმოდგინე მკითხველისათვის, მაგალითად, ადვილი მისახვედრია, რომ მოდაში ახლად შემოსული ძაღლის რასები სხვა რასების კომბინაციურ ნიშნებს ატარებენ; ამ ნიშნების ერთად თავის მოყრა სათანადო ჰიბრიდაციისა და ჰომოდიგოტ კომბინაციათა სისტემატიური შერჩევით სწარმოებდა.

მომშენებლის მუშაობაში წინასწარვე სამი სხვადასხვა პროცესი უნდა გავარჩიოთ, კარგი სახორცე საქონლისა ან და კარგი წველადობის მიღება შეუძლებელია,

თუ ცხოველი მშვიერია, ავადმყოფი, ცუდათ შენახული და შეუსაბამად ნაკვები. იგივე ითქმის *mutatis mutandis* მცენარეებზედაც. ამრიგად გასაგები ხდება, რომ მოშენებისაგან კარგი შედეგის მიღებისათვის ფიზიოლოგიურად სწორი მოვლის მაქსიმუმი წინასწარ პირობას წარმოადგენს, მოშენების სწავლების ამ ნაწილს ჩვენ აქ ვერ გამოუდგებით.

მაგრამ საუკეთესო მოვლაც უნაყოფო იქნება, თუ მოსაშენებელ რასას არ ახასიათებენ ის მემკვიდრული ღირსებანი, რომელნიც შესაძლებელს გახდიან განსაზღვრული ნიშნის განვითარებას. ქათმის ნაგალა რასას კვებით ვერ გადაეაქცევთ დევისებრ (ტანად) რასათ და წინაუქმო, ამისათვის წარმატებითი მოშენებისთვის უპირველეს წინასწარ პირობას სასურველ მემკვიდრულ ფაქტორთა არსებობა წარმოადგენს, შემდეგი წინასწარივე პირობა არის ისიც, რომ ხსენებული მემკვიდრული ფაქტორები უკლებლივ გადავლენ მემკვიდრეობით, რადგან გამუდმებული ხალასი მოშენების გზით შენარჩუნებული იქნება მათი ჰომოძიგოტი მდგომარეობა.

ხოლო მესამე უპნიშენელოვანესი საკითხი იქნება, თუ როგორ მივიღოთ ახალი კომბინაციები? ბაზარზედ მუდმივად გვევლინებიან ხორბლისა თუ სხვ. ახალ-ახალი რასები, რომელნიც განსაკუთრებულად იტანენ ამა თუ იმ ცუდ პირობებს, განსაკუთრებულად ადრე ან, პირიქით გვიან შემოდიან, რომელნიც განსაკუთრებულად დიდ შემოსავალს იძლევიან და სხვა. თითქმის ყოველ დღე ჩნდებიან დეკორატიული ყვავილებისა თუ ხილის ახალ-ახალი ჯიშები. გამუდმებით პირველ ადგილს იჭერენ სასპორტო ცხოველების ახალ-ახალი რასები. როგორია ის საიდუმლო გზა, რომლითაც მომშენებელს ძალუძს მათი შექმნა? წინათ მთელ ამ პროცესს ერთი სი-

ტყვით — შერჩევით გამოჰხატადნენ. მომშენებლის გამ-
კრიხი თვალი იცნობდა თავის სანაშენო მასალაში ისეთ
ინდივიდებს, რომელნიც განსაზღვრული მიმართულებით
საუკეთესონი იყვნენ; ამოარჩევდა მათ, ასევე მოექცეოდა
მათ შთამომავლობასაც და ასე შემდეგ, ვიდრე არ მიი-
ღებდა სასურველ გაუმჯობესებას. ეს, უეჭველია, ბევრ შე-
მთხვევაში სწორია, მაგრამ თუ ალლო სწორე არაა აღე-
ბული, მსვლელობა შებრუნებულ სურათს იძლევა. ასეთს
შემთხვევაში მომშენებელს საქმე აქვს იმ მასალასთან,
რასაც ჩვენ ზევით პოპულაცია უწოდეთ; ე. ი. ინდივიდ-
თა ისეთ ჯგუფთან, რომელშიაც მენდელისეულ ფაქტორ-
თა გამუდმებული და დაუსრულებელი რეკომბინაციები
ხდება. ამასთანავე, ბევრ შემთხვევაში, მართლაც ისეთ
ფაქტორებთანა გვაქვს საქმე, რომელნიც მხოლოდ გავარ-
ჯიშებული თვალთ ნიშანთვისებებს განსაღვრავენ, მაშინ
მომშენებელი შეარჩევს ფაქტორთა შესაფერის კომბინა-
ციას და ნათესაობითი მოშენებით ჰომოდიგოტათ ჰქმნის
მას, რაც თვითგანაყოფიერებით მამრავლ ორგანიზმებში
ადვილი მისაღწევია, ხოლო ჯვარული განაყოფიერებით
მამრავლ ორგანიზმებში გვიან, ამ შემთხვევაში, მაშასა-
დამე, სიტყვა შერჩევა ჰნიშნავს პაპულაციიდან ფაქტორთა
არსებული კომბინაციების სწორ გამორჩევასა (განმხო-
ლოებას).

სხვა შემთხვევებში მომშენებლის მიერ წარმოებული
შერჩევა, ბიოლოგიურად, შესაძლებელია სხვასა ჰნიშნავ-
დეს. დიდს პოპულაციებში აქა-იქ მოგვევლინებიან ისეთი
მუტაციები, რომელნიც ზოგიერთ შემთხვევებში შეიძლე-
ბა მხოლოდ მცირე ცვლილებას წარმოადგენენ, ხოლო
სხვა შემთხვევებში დიდსა და შესამჩნევ ახალ ჯურას.
მომშენებელს, რომელიც მათ შეამჩნევს და გამოარჩევს,
შეუძლიან ერთბაშათ სრულიად ახალი ჯურა მიიღოს.

მომშენებელი ასეთ შემთხვევაშიაც იტყვის, რომ ეს ახალი ჯურა მან „გამოიმუშავა“, რაც, რასაკვირველია მთლად სწორე არ არის, რადგანაც მან მხოლო შემთხვევით წარმოშობილი აღმოაჩინა. ასეთი მუტაციების ანუ ნახტომების მნიშვნელობა მოშენებისათვის ხშირად გადაქარბებით შეუფასებიათ.

დაბოლოს, მესამე და უფრო ჩვეულებრივი წყარო ნაყოფიერი მოშენებისათვის ეგრედ წოდებული შერჩევის გზით, ეს არის ჰიბრიდაცია თან მოყოლებული ფაქტორთა სასურველი კომბინაციების გამორჩევით, რომელიც იმ დრომდე გრძელდება, ვიდრე ფაქტორები ჰომოძიგოტ მდგომარეობაში იქნებიან. ასეთი გზით იქმნენ მიღებულნი საქონე ღირის ჯიშები, რომლებშიაც ჰიბრიდაციის საშუალებით კომბინაცია ქმნილია ევროპული და აზიური ღორის ჯიშების თვისებები. ასეთივე გზით არიან მიღებული ის თავისებურებანი, რომელთაც ასე აფასებენ ძაღლების მოყვარულები—განმეორებით წარმოებული ჰიბრიდაციის გზით კომბინაცია ქმნილნი არიან დაქსისებური ფეხებისა; სანადირო ძაღლის ყურებისა, ტერრიერის ბალნისა, ბულდოგისებური სახისა და სხვათა მენდელისეული ფაქტორები. უკვე არსებული რასებიდან ან და გარეული ფორმებიდან ამგვარადვე აშენებენ მუდმივად ახალ-ახალი ჯურის დეკორატიულ ყვავილებს.

თავის თავად-ცხადია, რომ ჰიბრიდაციის კანონთა ცოდნა ლამპარს წარმოადგენს ამ წმინდა ემპირიულად წარმოებული სელექციისათვის და პრაქტიკოსს, რომელმაც ეს კანონები დასძლია და შეითვისა, ისინი ბევრად გაუადვილებენ და შეუმოკლებენ გზას. მათი ცოდნა მას ხშირად იმ შემთხვევებშიაც უშველის, სადაც ვერასდროს ან და მხოლოდ შემთხვევით შეეძლო მიზნისათვის მიღწეა. ავიღოთ შემდეგი აბსტრაქტული მაგალითი: ყვავი-

ლის რომელიმე რასაში კორელატურად დაკავშირებული იყვნენ ლურჯი ფერი და შებუსვა; ყველა ლურჯ ყვავილანი ინდივიდები ამავე დროს შებუსვილებიც არიან. მომშენებელს კი ჰსურს მიიღოს ლურჯი, შეუბუსავი ყვავილები, მაგრამ რამოდენიმე ცდის შემდეგ მისთვის ირკვევა, რომ ეს ვერ ჰხერხდება. სინამდვილეში რომ ამ ნიშანთა Koppelung-ი ისეთი ყოფილიყო, რომ 100.000 შემთხვევაში ერთხელ ხდება ფაქტორთა გაცვლა-გამოცვლა, მაშინ, აშკარაა, მისთვის საჭირო ხდება ერთხელ მაგრამ იმდენად მრავლად მოიყვანოს ეს მცენარეები, რომ საგულეები იყოს სასურველი კომბინაციის მიღება. მემკვიდრეობის კანონთა ცოდნა ხოლო სპეციალ შემთხვევებში მათი შესწავლა გასაუმჯობესებელ ფორმაზე ყველაზედ უფრო სანდო წინამძღოლი იქნება პრაქტიკოსისათვის.

IX. მენდელიზმი და ევგენიკა

სპეციალი შემთხვევების გარკვევის დროს ჩვენ უკვე განვიხილეთ რამოდენიმე მაგალითი, რომლებიც ადამიანს შეეხებოდნენ. რასაკვირველია, საჭირო არაა განსაკუთრებულად მტკიცება იმისა, რომ მენდელისეული ყველა წესზომიერებანი ადამიანის მემკვიდრულ ნიშან-თვისებებზედაც ვრცელდებიან, მაგრამ მეორეს მხრივ ცხადია ისიც, რომ ამ კანონიერებათა დადგენას ადამიანთა მიმართ დიდი სიძნელეები ელობებიან წინ, ვინაიდან შედეგებს გეგმაშეწონილად წარმოებული ექსპერიმენტებიდან კი არ ვიღებთ, არამედ შეუღლებათა შემთხვევითი კომბინაციებიდან. მცირეოდენი მსჯელობა გვიჩვენებს, რომ აქ შემთხვევათა უმრავლესობაში დასკვნები აღმავალი შეჯვარედინებიდან უნდა გამოვიყვანოთ. რომელიმე მამაკაცი განსაზღვრული

ნიშანთვისებით შეუღლები ქალთან, რომელსაც ეს ნიშანი არ ახასიათებს; ამ ნიშნის მიხედვით ჰეტეროდოგოტი მათი შვილები ძალიან იშვიათად შეუღლებიან ამგვარადვე ჰეტეროდოგოტ ტიპებთან, მიუხედავად ამისა, მათი გვარტომობის ნუსხის დეტალი ანალიზი შესაძლებელსა ჰხდის სათანადო ნიშნის მემკვიდრეობის დადგენასა. ამ გზით შესაძლებელი გახდა ზოგიერთი ისეთი სომატიური ნიშნების მემკვიდრეობის მსვლელობის გამორკვევა, როგორიც არის თვალების ფერი, თმის ფერი, და ფორმა და სხვა.

მაგრამ თეორიულ ინტერესზე უფრო მეტ მნიშვნელობას იძენს კვლევა, როდესაც იგი ისეთ მემკვიდრულ ნიშნებს შეეხება, რომელთაც კაცობრიობის გაჯანსაღებისა და რასული გაუმჯობესებისათვის აქვთ მნიშვნელობა. ასეთი მემკვიდრული ნიშან-თვისებებია, თუ არ შევეხებით პოზიტივ ნიშან-თვისებათ (გენიოსობა, მუსიკის ნიჭი), ფიზიური და ფსიქიური ანორმალობანი. ასეთები არის იდიოტობა, გონებრივი სისუსტე, ბნედა, ყრუ-მუნჯობა, და ბევრი სხვა ამგვარი. დალტონიზმისა და სისხლის ავადმყოფობის (გემოფილიის) შესახებ ჩვენ უკვე ვიცით, რომ ისინი სქესთან დაკავშირებით გადადიან მემკვიდრეობით. ბევრი სხვა კაცობრიობისათვის მავნე ნიშან-თვისებათა შესახებ ვიცით, რომ ისინი მენდელისეულ რეცესივს წარმოადგენენ. ეს ითქმის, მაგალითად, გონებრივ სისუსტეზე. ამას კი განსაკუთრებული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ჩვენ ვიცით, რომ რეცესივი ნიშანი გადადის მემკვიდრეობით, მაგრამ არ გამოძევენდება. ამის გამო შესაძლებელია ასეთი ნიშანი გადადიოდეს თაობიდან თაობაზედ და მისი არსებობა შემჩნეული ვერ იქმნეს. მაგრამ როგორც კი ორი ისეთი იდნივიდი შეუღლებიან, რომელნიც ერთი და იმავე ნიშნის მიხედვით ჰეტეროდოგოტნი

არიან, მაშინვე ვიღებთ მას, რაც F_2 თაობის მიღების დროს არის მოსალოდნელი: ხალასი რეცესივები გამოითიშებიან შემდეგი სქემის თანახმად:

$$\begin{array}{c} Aa \times Aa \\ \hline AA : 2Aa : aa. \end{array}$$

თუ, მაგალითად, ასეთი რეცესივი ნიშანი გონებრივი სისუსტე იყო, ასეთი შეუღლების შედეგად საშუალოდ ყველა შემთხვევათა ერთ მეოთხედში გონებრივად სუსტი შეილები გამოითიშებიან. ეს მოვლენა მოულოდნელ განმარტებას იძლევა ნათესავთა შეუღლების შედეგად მიღებული ანორმალური შეილების ხშირი შემთხვევებისათვის. ამის მიზეზი ნათესაობის, ანუ მოშენების მისტიური ვნება კი არ არის, არამედ ის გარემოება, რომ ახლო ნათესავებისათვის ერთ და იმავე ნიშნის მიხედვით ჰეტეროძიგოტობისათვის უფრო დიდი ალბათობა არსებობს.

ასეთი რეცესივი ანორმალობა ჩვენ კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი დასკვნის გაკეთების შესაძლებლობას გვაძლევს: ასეთი ანორმალური ინდივიდები (aa ფორმულისა) სათანადო ნიშნის მიმართ მუდამ ჰომოძიგოტები არიან, და მაშასადამე ორი ასეთი ინდივიდის შეუღლებით მხოლოდ ანორმალური ინდივიდები მიიღებიან. აქედან და ზემოთ ხსენებული ფაქტებიდან ამრიგად პრაქტიკულად მეტად მნიშვნელოვანი დასკვნა გამოდინარეობს: ისეთი ანორმალობის მოსასპობათ, როგორიც გონებრივი სისუსტეა, საჭიროა ხელი შეუშალოთ ასეთი სენით შეპყრობილი ინდივიდების გამრავლებას. მაგრამ ასეთ ევგენისტურ ლოლონისძიებათა ცხოვრებაში გატარება არც ისეთი მარტივი საქმეა, რადგანაც რაიმე კანონმდებლობითი ღონისძიების მისაღებად აუცილებლად საჭიროა შემთხვევის აბსოლუტი შესწავლა.

ზოგიერთი ნიშნების მიმართ, როგორც იდიოტობაა, სიძნელე არც ისე დიდია; მაგრამ სხვა შემთხვევებში საკითხის გადაწყვეტა მარტივი არაა, რადგანაც არა ხელსაყრელ სოციალ პირობებს ადვილად შეუძლიანთ ისეთი მოვლენის გამოწვევა, რომელიც მემკვიდრული ანორმალობისაგან არ განირჩევა. საერთოდ ყველა მემკვიდრულ-ევგენისტურ საკითხთა გადაწყვეტის დროს ყველაზე ძნელი პუნქტი არის იმის გარჩევა, თუ რომელ შემთხვევაში გვაქვს საქმე დაუნდობელ მემკვიდრეობასთან და რომელში სოციალურ ბოროტებასთან, რომელსაც კიდევ ეშველება. ყოველ პრაქტიკულ ღონისძიებას წინ უნდა უძღოდეს ამ პუნქტის დაწვრილებითი აწონ-დაწონვა და თავიდან უნდა იქნეს აცილებული ადვილად დასაშვები შეცდომა—სტატისტიკისა და გვარტომობის ნუსხის უკრიტიკო მიღება. ზოგიერთი დადებითი რამის გაკეთება უკვე ჩვენი დღევანდელი ცოდნის მიხედვითაც შესაძლებელია.

დასასრულ კიდევ ორიოდ სიტყვა რასის საკითხის შესახებ. მენდელის კანონები გზის მაჩვენებელ ლამპრათ მოგვევლინა ცხოველთა და მცენარეთა მომშენებლობის ყოველგვარ მემკვიდრეობით საკითხებში.¹ ასევე უნდა გაგვინათონ მათ გზა ყველა იმ პრობლემების გადაწყვეტის დროს, რომელნიც ადამიანთა რასების გადაჯვარვას შეეხებიან. როგორც ცნობილია, ეს საკითხი საყვარელ თემას წარმოადგენს ბევრი პოლიტიკოსისათვის და „სილამაზის მოტრფიალე“ მწერლისათვის, რომელთაც ყოველგვარი შესაძლებელი დასკვნები გამოჰყავთ. მაგრამ რაც ნაკლებად ეყრდნობა მათი შემოქმედება ბიოლოგიურ ცოდნას, მით უფრო მეტ თანაგრძნობას პოულობენ ისინი. მსუბუქი ლიტერატურის მოყვარულებში, ექვს გარეშეა, გაცილებით უფრო ადვილია რომანების წერა

მაღალ და დაბალ ღირსების რასებზე და თავისი უცოდინარობის დაფარვა კვლევისა და მკვლევარების მიმართ დამცინავი შენიშვნების გამოთქმით, ვიდრე საკითხის მენდელისტურ კვლევაზე გაუთავებელი შრომა. და ამიტომ გასაგებია, რომ მრავალ-რიცხოვან, ე. წ. სამეცნიერო ლიტერატურაში, რასათა შერევის პრობლემის შესახებ თითქმის არაფერი მოიპოვება ისეთი, რაც ზუსტ საფუძველს წარმოადგენდეს დასაბუთებული (სენტემენტალის საწინააღმდეგოთ) დასკვნებისათვის. ერთად-ერთი დიდი კვლევა, რომელიც ბურებისა და ჰოტენტოტების ნარევით ცნობილ ტომზე სწარმოებდა, გვეუბნება, რომ ყველა გამოკვლეული ნიშნები მენდელობენ. თუ ეს ასეა, მაშინ რასათა შერევის შედეგი „მაღალი“ ან „დაბალი ღირსება“ კი არ არის, არამედ კალეიდოსკოპური კონსეკვენცია ყველა იმ კანონიერებათა, რომელნიც. ამ წიგნაკში იყენენ მოთხრობილნი და რომელთა ანალიზი აუცილებელია ყოველი ცალკე შემთხვევისათვის.
