

**ქეთევან გოგინაშვილი**  
**უორენა უარია**

**ზოგადი და ადამიანის**  
**გენეტიკის ამოცანათა**  
**კრებული**

გამომცემლობა

თბილისი

2009

UDC (უაკ) 575 (076)  
შ-26  
გ-601

**ქეთევან გოგინაშვილი**  
**უორენა შარია**

**ზოგადი და ადამიანის გენეტიკის**  
**ამოცანათა კრებული**

რეცენზენტები:

**ნ. გოგინაშვილი**

ვ. გულისაშვილის სატყეო ინსტიტუტი.  
ტყის დაცვის განყოფილების მეცნიერ-  
თანამშრომელი. მეურნეობის მეცნიერებათა  
აკადემიის აკადემიური დოქტორი

**ქ. ღაღუნაშვილი**

ბიოლოგიის დოქტორი

ISBN 978-9941-0-1963-0

**ქეთევან გოგინაშვილი  
შორენა შარია**

**ზოგადი და ადამიანის გენეტიკის  
ამოცანათა კრებული**

**წიგნი დაიბეჭდება ავტორთა ფინანსური  
უზრუნველყოფით.**

**ბელა უუპაკიძე  
კომპიუტერული უზრუნველყოფა**

**თბილისი  
2009**



## წინასიტყვაობა

მემკვიდრეულობის ინფორმაციის გადაცემა რაოდენობრივ კანონზომიერებებს ექვემდებარება, ამიტომ გენეტიკა ზუსტ მეცნიერებათა რიცხვს მიეკუთვნება.

მისი გამოყენება საშუალებას გვაძლევს მშობლების ფენოტიპების მონაცემებით დავადგინოთ შვილების გენოტიპი, გამოვიანგარიშოთ ნიშნების დათიშვა და ვიწინასწარმეტყველოთ ისეთი ბავშვის დაბადების ალბათობა, რომელსაც ექნება ესა თუ ის ნიშანი, დათიშვის საფუძველზე დავადგინოთ გენთა შორის მანძილი და სხვა.

გენეტიკის კანონზომიერებათა რაოდენობრივი ხასიათი განპირობებს მისი სწავლების სპეციფიკას და გენეტიკის საფუძვლების ასათვისებლად საჭიროა ამოცანების ამოხსნა.

ექიმისათვის გენეტიკური ამოცანების ამოხსნას პრაქტიკული მნიშვნელობაც აქვს, კერძოდ, აუცილებელია მემკვიდრული ავადმყოფობით დაავადებულ ადამიანთა ოჯახის წევრების გენეტიკური კონსტიტუციის დასადგენად, ე.ი. მაშინ, როდესაც გვინდა დავადგინოთ ავადმყოფობისადმი მემკვიდრული მიდრეკილებანი და ავადმყოფი ბავშვების დაბადების ალბათობა.

ამიტომ გადავწყვიტეთ, რომ ზოგადი და ადამიანის გენეტიკის ამოცანათა კრებული ცოტად თუ ბევრად შევსებული და განახლებული სახით გამოგვეცა.

# I თავი

## მონოჰიბრიდული შეჯვარება

ერთი წყვილი ალტერნატიული (ურთიერთგამომრიცხველი) ნიშნით განსხვავებულ ინდივიდთა შეჯვარებას, მონოჰიბრიდული შეჯვარება ეწოდება. მაგალითად, ბარდის ყვავილის წითელი და თეთრა შეფერილობა, ზღვის გოჭების ბეწვის თეთრი და შავი შეფერილობა, ადამიანის თვალების თაფლისფერი და ცისფერი შეფერილობა.

ალტერნატიული ნიშნები დეტერმინირებულია (განპირობებულია) წყვილი ალელური (ალელომორფული) გენებით, რომლებიც ერთი და იმავე გენის სახეცვლილებას წარმოადგენს.

მონოჰიბრიდული შეჯვარების კანონზომიერებანი დაადგინა 1865 წ. ექსპერიმენტული გენეტიკის ფუძემდებელმა გ. მენდელმა.

გ. მენდელის გამეტათა სიწმინდის კანონის მიხედვით მშობელთა ალელურ გენტა წყვილიდან ზიგოტაში გადადის თითო ალელი, ე.ი. ერთი მამისაგან, მეორე – დედისაგან და თუ დედისა და მამისაგან მიღებული გენები განსხვავებულია, მაშინ ზიგოტაც და მისგან განვითარებული ინდივიდის სომატური უჯრედებიც ჰიბრიდული ხასიათისა იქნება, ხოლო მომწიფებელი სასქესო უჯრედები (გამეტები) კი გენეტიკურად წმინდაა, რადგან ალელური გენების ყოველი წყვილიდან გამეტაში მხოლოდ ერთი გენი გადადის.

ორგანიზმს, რომელიც ორივე მშობლიდან ერთნაირ გენებს მიიღებს BB ან bb ეწოდება ჰომოზიგოტი, ხოლო ორგანიზმს, რომელიც მოცემული ალელური წყვილიდან სხვადასხვა გენს მიიღებს, მაგალითად B გენს დედისაგან და b გენს მამისაგან – Bb, ჰეტეროზიგოტი ეწოდება.

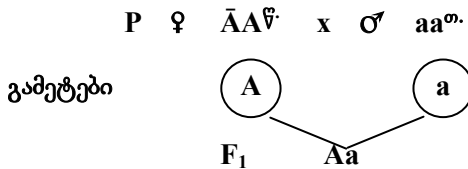
ჰეტეროზიგოტულ ინდივიდში ალელური გენები ურთიერთმოქმედებენ, ერთ-ერთი მათგანი, რომელიც დომინირებს

(თრგუნავს, ბატონობს) დომინანტი ეწოდება, მეორეს, რომელიც ითრგუნება – რეცესივია. დომინანტ გენს აღნიშნავენ ლათინური დიდი ასოთი B, რეცესივის კი – b-თი.

## ამოცანები მონოჰიბრიდულ შეჯვარებაზე

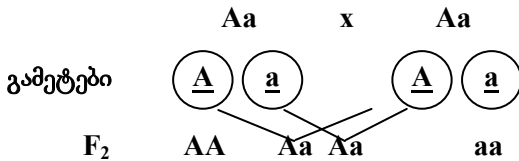
### ამოცანა

წითელყვავილიანი ჰომოზიგოტი ბარდა შეუჯვარეს თეთრყვავილიან ბარდას.



ყველა ინდივიდი ფენოტიპურად წითელია, გენოტიპურად – ჰეტეროზიგოტი.

პირველი თაობის ინდივიდთა შეჯვარება:



ფენოტიპური შეფარდება 75% წითელყვავილოვანი : 25% თეთრყვავილოვანთან ანუ 3:1

გენოტიპურად: 1AA : 2Aa : 1aa

პირველი თაობის ყველა ინდივიდი ფენოტიპურად ერთნაირია, ამის საფუძველზე მენდელმა მოგვცა I თაობის ერთგვაროვნების კანონი.

მეორე თაობაში მოხდა დათიშვა მშობელთა ნიშნების მიხედვით 3:1 შეფარდებით და მენდელმა ჩამოაყალიბა II კანონი – დათიშვის კანონი.

მაშასადამე, ფენოტიპური შეფარდებაა 3 ნაწ. წითელი: 1 ნაწ. თეთრთან. ე.ი. მონოჰიბრიდული შეჯვარების დროს პირველი თაობის ყველა ინდივიდის სხეულის ყველა სომატურ უჯრედში არის Aa გენი, გამეტების წარმოქმნის ანუ (მომწიფების დროს) წყვილი გენები ერთმანეთს სცილდება და გამეტაში გადადის ამ წყვილიდან თითო გენი (ან A ან a). მაშასადამე Aa გენოტიპის მქონე ინდივიდი წარმოქმნის ორი სახის გამეტას (A და a) თანაბარი რაოდენობით.

#### ამოცანა

რამდენი ტიპის გამეტას წარმოქმნის შემდეგი გენოტიპის მქონე ინდივიდები.

- ა) BB გენოტიპის მქონე ინდივიდი.
- ბ) Dd გენოტიპის მქონე ინდივიდი.

#### ამოცანა

მამრ ინდივიდს აქვს Cc გენოტიპი. როგორი ტიპის სპერმატოზოიდებს წარმოქმნის?

#### ამოცანა

მდედრ ორგანიზმს აქვს Nn გენოტიპი, მეიოზის დროს თუ N გენი კვერცხუჯრედში მოხვდა, სად მოხვდება n გენი?

#### ამოცანა

რამდენი ტიპის გამეტას წარმოქმნის ხუთთითიანი ქალი? თუ ხუთთითიანობა რეცესივი ნიშანია?



გ. მენდელის მიერ დადგენილი კანონზომიერებანი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ შთამომავლობის ფენოტიპიც და გენოტიპიც, იმ შემთხვევაში თუ მშობლების გენოტიპი ცნობილია.

ბარდაში თესლის ყვითელი ფერის განმსაზღვრელი გენი (B) – დომინანტობს მწვანე შეფერილობის განმსაზღვრელ გენზე (b). როგორ შედეგს მივიღებთ, თუ ჰეტეროზიგოტ ყვითელთესლიან მცენარეს შეუჯვარებთ ჰეტეროზიგოტ ყვითელთესლიანს?

#### ამოცანა

როგორ შედეგს მივიღებთ, თუ ჰეტეროზიგოტ ყვითელთესლიან მცენარეს შეუჯვარებთ ჰომოზიგოტ ყვითელთესლიანს? (ყვითელი ფერის განმსაზღვრელი გენი დომინანტია).

#### ამოცანა

შეიძლება თუ არა მწვანეთესლიანი მცენარის მწვანეთესლიანთან შეჯვარებით მივიღოთ ყვითელთესლიანი მცენარეები? (ყვითელთესლიანობის გენი დომინანტია).

#### ამოცანა

როგორი შედეგი მიიღება თუ ჰეტეროზიგოტ ყვითელთესლიან მცენარეს შეუჯვარებთ მწვანეთესლიანს? (დომინანტია ყვითელთესლიანობის გენი).

#### ამოცანა

რა შემთხვევაში მიიღება პირველ თაობაში ნახევარი ყვითელთესლიანი და ნახევარი მწვანეთესლიანი მცენარეები? (ყვითელთესლიანობის განმსაზღვრელი გენი დომინანტია).

### ამოცანა

თესლის გლუვი ფორმის განმსაზღვრელი გენი (B) დომინანტობს დანაოჭებულზე (b). ერთმანეთს შეუჯვარეს გლუვ-თესლიანი და დანაოჭებულთესლიანი მცენარეები. როგორი შთამომავლობა მიიღება პირველ და მეორე თაობაში.

### ამოცანა

გლუვთესლიანი მცენარე შეუჯვარეს დანაოჭებულთესლიანს. პირველ თაობაში მიიღეს დათიშვა, სადაც ინდივიდთა ნახევარს აღმოაჩნდა გლუვი, მეორე ნახევარს კი დანაოჭებული. როგორია მშობლების გენოტიპი? (დომინანტია გლუვთესლიანობა).

### ამოცანა

თაფლისფერთვალეებიან მშობლებს შეეძინათ ცისფერთვალეებიანი შვილი. როგორ ნიშანს წარმოადგენს ცისფერთვალეიანობა? როგორი გენოტიპი ჰქონიათ მშობლებს?

### ამოცანა

შეიძლება თუ არა წითურთმიან მშობლებს შეეძინოთ შავთმიანი შვილი? (შავთმიანობა დომინანტ ნიშანია).

### ამოცანა

რუხსხეულიანი დროზოფილები შეუჯვარეს ერთმანეთს. მიღებულ შთამომავლობაში მოხდა დათიშვა, სადაც 3 ნაწილს აღმოაჩნდა რუხი ფერის სხეული, ერთ ნაწილს კი შავი. როგორი გენოტიპები აქვთ მშობლებს?

### ამოცანა

დროზოფილაში სხეულის რუხი შეფერილობის გენი (B) დომინირებს სხეულის შავი ფერის განმსაზღვრელ გენზე (b). ორი რუხი ფერის დროზოფილა შეეჯვარეს ერთმანეთს. პირველი თაობის ყველა ინდივიდს აღმოაჩნდა სხეულის რუხი შეფე-

რილობა. შეიძლება თუ არა მიღებული შედეგით განვსაზღვროთ მშობლების გენოტიპი.

#### ამოცანა

შავთმიან მშობლებს შეეძინათ ქერათმიანი შვილი. როგორი გენოტიპი ჰქონიათ მშობლებს, თუ შავთმიანობა დომინანტია.

#### ამოცანა

რამდენი სახის გამეტას წარმოქმნიან მდედრი და მამრი დროზოფილები. (მდედრი ჰომოგამეტურია (XX), მამრი ჰეტეროგამეტურია (XY)).

#### ამოცანა

ცისფერთვალა მამაკაცმა, რომლის მშობლებს თაფლისფერი თვალები ჰქონდათ, ცოლად შეირთო თაფლისფერთვალება ქალი, რომლის მამას ჰქონდა ცისფერი თვალები. როგორი შთამომავლობა მიიღება თუ ვიცით, რომ თვალის ცისფერი შეფერილობა რეცესივია.

## მრავლობითი ადელიზმი

ცნობილია, რომ მონოჰიბრიდული შეჯვარების შემთხვევაში ერთი გენი ორი ალელის მდგომარეობაშია. (A და a) (B და b) და ა.შ. მაგრამ არის შემთხვევები, როდესაც ერთი და იმავე გენს აქვს სამი ან მეტი ალელური მდგომარეობა. გენის ყველა ალელური მდგომარეობა აღინიშნება სხვადასხვა ინდექსის მქონე ერთი ასოთი. მაგ.:  $I^A$ ,  $I^B$ ,  $I^O$ . მრავლობითი ალელების შემთხვევაში ერთდროულად ყოველ ორგანიზმს შეიძლება ჰქონდეს ერთი გენის მხოლოდ ორი ერთნაირი ან სხვადასხვა ალელი. მაგ.:  $I^O I^O$ ,  $I^A I^O$ ,  $I^B I^O$ . გამეტაში კი სვდება მხოლოდ ერთ-ერთი მათგანი  $I^O$  ან  $I^A$ .

## ამოცანები

ამოცანები მრავლობით ალელიზმზე (ადამიანის სისხლის ჯგუფების მიხედვით).

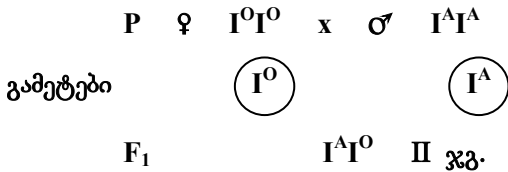
O ჯგუფის ადამიანებში (იანსკის მიხედვით) არცერთი ანტიგენი (A) და (B) არ არის. A ჯგუფის ადამიანებში (II ჯგ.) A ანტიგენია. III ჯგუფის ადამიანებში კი B ანტიგენია, ხოლო IV ჯგუფის ადამიანებში ორივე A და B ანტიგენია.

ABO სისხლის ანტიგენები დეტერმინირებულია მრავლობითი ალელის  $I^O$ ,  $I^A$  და  $I^B$  გენებით.  $I^O$  გენი სისხლის I ჯგუფს განაპირობებს და რეცესიულია. A გენი განაპირობებს II ჯგუფს, B გენი კი – სისხლის III ჯგუფს.  $I^A$  და  $I^B$  გენოტიპის შემთხვევაში ორივე ანტიგენია (A და B) და განსაზღვრავს სისხლის IV ჯგუფს.

### ამოცანა

I ჯგუფის სისხლის მქონე ქალი დაქორწინდა II ჯგუფის სისხლის მქონე ჰომოზიგოტ მამაკაცზე. შეეძინათ ერთი შვილი. რომელი ჯგუფის სისხლის და გენოტიპის მქონეა ბავშვი?

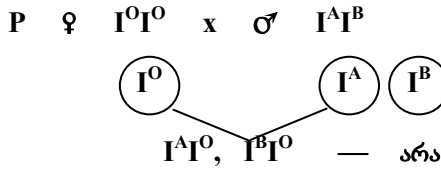
### ამოხსნა



**ამოცანა**

I ჯგუფის სისხლის მქონე ქალი გათხოვდა IV ჯგუფის სისხლის მქონე მამაკაცზე. გადაეცემა თუ არა მათ შვილებს რომელიმე მშობლის სისხლის ჯგუფი?

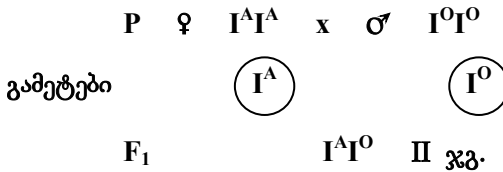
**ამოხსნა**



**ამოცანა**

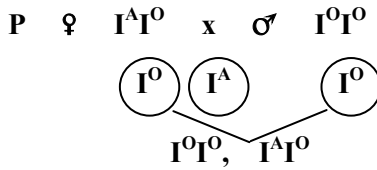
II ჯგუფის ჰომოზიგოტური გენოტიპის მქონე ქალი დაქორწინდა I ჯგუფის მქონე მამაკაცზე. რომელი ჯგუფის სისხლი ექნებათ შვილებს.

**ამოხსნა**



**ამოცანა**

II ჯგუფის სისხლის მქონე ქალი ჰეტეროზიგოტი გენოტიპით დაქორწინდა I ჯგუფის სისხლის მქონე მამაკაცზე. რომელი ჯგუფის სისხლი ექნებათ მათ შვილებს.



ე.ი. 50%-ს ექნებათ I ჯგუფის სისხლი, 50% – II ჯგ.

**ამოცანა**

III ჯგუფის სისხლის მქონე ჰომოზიგოტური ქალი ( $I^B I^B$ ) დაქორწინდა I ჯგუფის სისხლის მქონე მამაკაცზე. რა ჯგუფის სისხლი ექნებათ მათ შვილებს?

**ამოცანა**

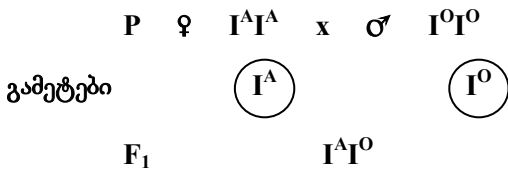
დედას აქვს I ჯგუფის სისხლი, მამას III. შეიძლება თუ არა შვილებმა იმემკვიდრონ დედის სისხლის ჯგუფი?

**ამოხსნა**

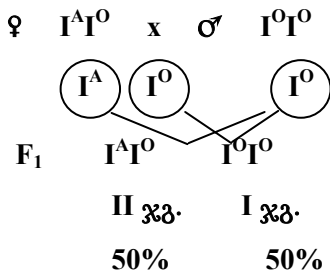
შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ მამას ექნება III ჯგ. სისხლი გენოტიპით  $I^B I^O$ .

**ამოცანა**

რომელი ჯგუფის სისხლი შეიძლება ჰქონდეთ შვილებს, თუ დედას აქვს II ჯგუფის სისხლი, მამას კი I ჯგუფის სისხლი.



ხოლო თუ დედა ჰეტეროზიგოტია



### ამოცანა

ბიჭს I ჯგუფის სისხლი აქვს, მის დას IV. რა შეიძლება ვთქვათ მშობლების სისხლის ჯგუფებზე?

### ამოცანა

მშობლებს აქვთ II და III ჯგუფის სისხლი. რომელი ჯგუფის სისხლი შესაძლებელია გააჩნდეს მათ შვილებს?

### ამოცანა

ძმებს გააჩნიათ IV ჯგუფის სისხლი. რომელი ჯგუფის სისხლი გააჩნიათ მათ მშობლებს?

### ამოცანა

მამას აქვს I ჯგუფის სისხლი, დედას III ჯგუფის სისხლი. მათ ქალიშვილს I ჯგუფის სისხლი. ეს გოგონა გათხოვდა, მისი მეუღლე ჰეტეროზიგოტულია II ჯგუფის სისხლით. მათ შეეძინათ ორი გოგონა. პირველს ჰქონდა IV ჯგუფის სისხლი, მეორეს კი – I ჯგუფის სისხლი. დაადგინეთ ოჯახის წევრთა გენოტიპები. არ შეიძლება მათ IV ჯგ. მქონე შვილი, რომ ეყოლოთ.

## რეზუს ფაქტორი

ადამიანის ერითროციტებში რეზუს ფაქტორის ( $Rh^+$ ) განპირობებულია დომინანტური D გენით, ხოლო ამ ანტიგენის არ არსებობას ( $Rh^-$ ) განაპირობებს მისი რეცესიული ალელი d. I ჯგუფის სისხლის გენი  $I^0$  რეცესიულია II ჯგუფ  $I^A$  და III ჯგუფ  $I^B$  გენების მიმართ.  $I^A$  და  $I^B$  გენები კოდომინანტურებია. მათი შეხამებით ( $I^A I^B$ ) განისაზღვრება სისხლის IV ჯგუფი.

## ამოცანები

### ამოცანა

ქმრის გენოტიპია  $ddI^A I^O$ , ცოლის  $DdI^B I^B$ , როგორია რეზუს დადებითი IV ჯგუფის სისხლის მქონე ბავშვების დაბადების ალბათობა?

P ♀  $DdI^B I^B$  x ♂  $ddI^A I^O$



IV ჯგ.რეზ. დად.  
 $DdI^A I^B$ ,

IV ჯგ.რეზ.უარყ.  
 $ddI^A I^B$ ,

III ჯგ.რეზ.დად.  
 $DdI^B I^O$ ,

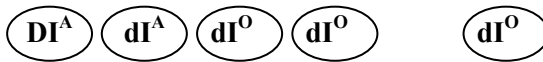
III ჯგ.რეზ. უარყ.  
 $ddI^B I^O$

### ამოცანა

II ჯგუფის რეზუს დადებითი ქალი, რომლის მამას ჰქონდა რეზუს უარყოფითი I ჯგუფის სისხლი დაქორწინდა I ჯგუფის რეზუს უარყოფით მამაკაცზე, როგორია იმის ალბათობა, რომ ბავშვი დაიბადოს მამის ორივე ნიშნით?

### ამოხსნა

♀  $DdI^A I^O$  x ♂  $ddI^O I^O$

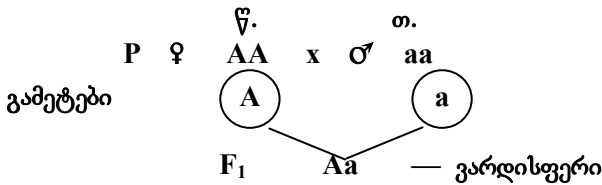


$DdI^A I^O$ ,  $ddI^A I^O$ ,  $DdI^O I^O$ ,  $ddI^O I^O$  I ჯგ.რეზ. უარყ.

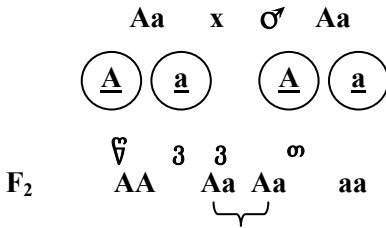


## არასრული დომინირება

სრული დომინირების დროს ერთი გენი სრულად თრგუნავს მეორე გენის გამოვლინებას. ა.მ. ყვითელთესლიანი ბარდის მწვანეთესლიან ბარდასთან შეჯვარების დროს, პირველ თაობაში ყველა ბარდას აქვს ყვითელი ფერის თესლი, მაგრამ არასრული ანუ შუალედური დამემკვიდრეობის დროს სრულად ვერ თრგუნავს დომინანტი გენი რეცესიული გენის მოქმედებას და პირველი თაობის შთამომავლობაში შეიმჩნევა მშობელთა ნიშნებს შორის შუალედური ნიშნის გამოვლენა და დათიშვა  $F_2$  თაობაში არის 1:2:1. ამ შემთხვევაში ფენოტიპური და გენოტიპური შეფარდება ერთმანეთს თანხვდება (1:2:1). მაგალითად, წითელყვავილიანი გულისაბა შეუჯვარეს თეთრყვავილიანს.



პირველი თაობის ინდივიდები შეუჯვარეს ერთმანეთს



1 წით. : 2 ვარდ. : 1 თეთრი ფენოტიპური დათიშვა  
 1AA : 2Aa : 1aa გენოტიპური დათიშვა

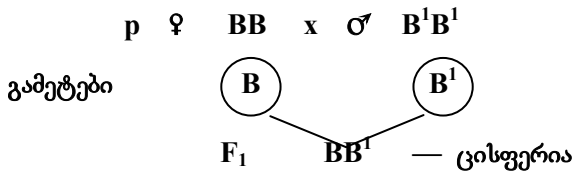
## ამოცანები

### ამოცანა

შეიძლება თუ არა წმინდა სახით მიღებულ იქნას ვარდისფერი გულისაბა?

### ამოცანა

ანდალუზიის ჯიშის ქათმების პიგმენტაცია დეტერმინირებულია B გენით, რომელიც ბუმბულის შავ ფერს განაპირობებს და B<sup>1</sup> გენით, რომელიც ბუმბულის თეთრ ფერს განაპირობებს მათი შეჯვარებით. I თაობის ინდივიდებს აღმოაჩნდათ ცისფერი ბუმბული.

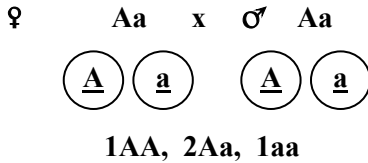


- ა) მოხდება თუ არა დათიშვა პირველ თაობაში, თუ შევაჯვარებთ ორ შავბუმბულიან ინდივიდს?
- ბ) მოხდება თუ არა დათიშვა პირველ თაობაში, თუ შევაჯვარებთ ორ თეთრ ინდივიდს?
- გ) მოხდება თუ არა დათიშვა F<sub>1</sub>-ში, თუ შევაჯვარებთ ორ ცისფერ ინდივიდს?

### ამოცანა

იშვიათი (a) გენი ადამიანში იწვევს შთამომავლობით ანოფტალმიას (თვალის კაკლის უქონლობას). ალელური A გენი განაპირობებს თვალის ნორმალურ განვითარებას, ხოლო ჰეტეროზიგოტებში თვალის კაკალი ზომაში პატარავდება.

- ა) მშობლები ჰეტეროზიგოტები არიან A გენის მიმართ. დაადგინეთ F<sub>1</sub> თაობაში გენოტიპური და ფენოტიპური დათიშვა.



1 ნორმალური თვალიანი            :            2 პატარა ზომის თვალიანი            :            1 თვალის კაკლის არმქონე

- ბ) A გენის მიმართ ჰეტეროზიგოტი მამაკაცი დაქორწინდა ნორმალური თვალის კაკლის მქონე ქალზე. როგორი ფენოტიპური დათიშვაა მოსალოდნელი პირველ თაობაში.

## კოდომინირება

კოდომინირების შემთხვევაში ერთი ალელური წყვილი განსხვავებული მნიშვნელობისაა. არცერთი მათგანი არ თრგუნავს მეორე გენის მოქმედებას იმ შემთხვევაში, თუ ისინი ერთად არიან გენოტიპში, ორივე გენი ავლენს თავიანთ მოქმედებას. კოდომინირების ტიპური მაგალითია AB სისტემის მიხედვით ადამიანის სისხლის ჯგუფების მემკვიდრულობა. გენოტიპში I<sup>A</sup> და I<sup>B</sup> გენების ერთდროული არსებობა განაპირობებს ერთოციტში A და B ანტიგენების არსებობას (IV ჯგუფი).

## მონოჰიბრიდული ამოცანები აღამიანის გენეტიკაში

### ამოცანა

ფენილკეტონურია (ფენილალანინის ცვლის დარღვევა, რომელიც იწვევს აზროვნების უნარის დაქვეითებას) მემკვიდრეობით გადაეცემა როგორც აუტოსომურ-რეცესიული ნიშანთვისება. როგორი შვილები შეეძინებათ ამ ნიშანთვისებებით ჰეტეროზიგოტულ მშობლებს და როგორია დაავადებული ბავშვების დაბადების ალბათობა.

### ამოცანა

ალბინიზმი-აუტოსომურ-რეცესიული მემკვიდრეობითი პათოლოგიაა. ქალი ალბინოსი დაქორწინდა ჯანმრთელ მამაკაცზე. მათ შეეძინათ ალბინოსი შვილი. რა ალბათობითაა შესაძლებელი, რომ მეორე შვილიც ალბინოსი იქნება.

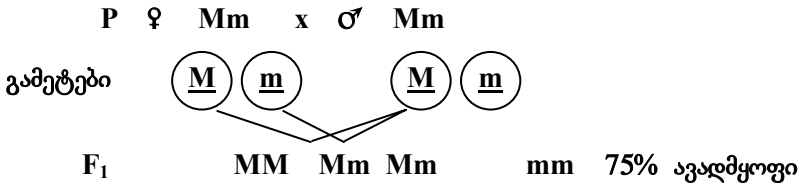
### ამოცანა

ოჯახური მიოპლეგია (პერიოდულად განმეორებითი კიდურების დამბლა) განპირობებულია დომინანტური M გენით. ოჯახური მიოპლეგიის გენის მიმართ ჰეტეროზიგოტური მამაკაცი დაქორწინდა ჯანმრთელ ქალზე. როგორი ალბათობაა, რომ მათ შვილს მიოპლეგია ექნებათ.

### ამოცანა

ცოლ-ქმარი ნათესავები არიან და ორივე ჰეტეროზიგოტურია ოჯახური მიოპლეგიის გენის მიმართ. დაადგინეთ ავადმყოფ ბავშვთა დაბადების ალბათობა.

## ამონსნა



### ამოცანა

კონოვალოვა-ვილსონის (სპილენძის ცვლის დარღვევა) ავადმყოფობა მემკვიდრეობით გადაეცემა როგორც აუტოსომურ-რეცესიული ნიშანი. როგორია ჯანმრთელი ბავშვების დაბადების ალბათობა, როდესაც მშობლები ჰეტეროზიგოტურებია?

### ამოცანა

თაფლისფერთვალება ქალი დაქორწინდა ცისფერთვალა კაცზე. როგორი შთამომავლობა ეყოლებათ, თუ ცნობილია, რომ ქალის მამა იყო ცისფერთვალება?

### ამოცანა

შეიძლება თუ არა შავთვალა მშობლებს შეეძინოთ ცისფერთვალა შვილი?

### ამოცანა

ადამიანში რეცესიული (s) გენი განაპირობებს თანდაყოლილ ყრუ-მუნჯობას. მემკვიდრულად ყრუ-მუნჯი ქალი გათხოვდა ნორმალური სმენის მქონე მამაკაცზე. მათ ეყოლათ ყრუ-მუნჯი შვილი. შეიძლება თუ არა მშობლების გენოტიპის დადგენა.

### ამოცანა

სინდაქტილია ანუ თითების შეზრდა განპირობებულია დომინანტი გენით. აღნიშნული დეფექტის მქონე ქალი გათხოვდა ორჯერ. ორივე მამაკაცს თითები ჰქონდა ნორმალური. პირველი ქორწინებიდან შეეძინათ ორი შვილი. ერთს ჰქონდა შეზრდილი თითები. მეორე ქორწინებიდან შეეძინათ სამი შვილი, რომელთაგან ორს ჰქონდა შეზრდილი თითები. როგორი გენოტიპი აქვს ქალსა და მის მეუღლეებს?

### ამოცანა

მცირე ძირითადი კბილების არარსებობა მემკვიდრეობს, როგორც აუტოსომური დომინანტური ნიშანი. როგორია ნორმალური ბავშვების დაბადების ალბათობა. სადაც ორივე მშობელი ჰეტეროზიგოტია ამ ნიშნის მიხედვით.

### ამოცანა

“ქათმის” სიბრმავე რიგ შემთხვევაში მემკვიდრეობითაა განპირობებული დომინანტური აუტოსომური გენით N. ქალი, რომელიც დაავადებულია ქათმის სიბრმავით დაქორწინდა ჯანმრთელ მამაკაცზე. შეეძინათ ექვსი შვილი ყველა დაავადებული ქალის დაც ასევე დაავადებული იყო “ქათმის” სიბრმავით. მისი და დაქორწინდა ჯანმრთელ მამაკაცზე. შეეძინა სამი ჯანმრთელი და ერთი ავადმყოფი ბავშვი. როგორია გენოტიპი დების და მათი მშობლების, თუ ისინი ორივე “ქათმის” სიბრმავით იყვნენ დაავადებულები.

### ამოცანა

ადამიამში მემარჯვნიობა დომინანტური ნიშანია, ცაცობა რეცესიული. მემარჯვნიე კაცი, რომლის დედა იყო ცაცია და ქორწინდა მემარჯვნიე ქალზე, რომელსაც ჰყავდა სამი ძმა, რომელთაგან ორი იყო ცაცია. გამოარკვეით მათი შესაძლო გენოტიპი და ალბათობა იმისა, რომ მათ ეყოლებათ ცაცია შვილები.

## ამოცანა

ანირიდია (ფერადი გარსის უქონლობა, რქოვანისა და ბროლის შემრღვევა და მხედველობის სიმკვეთრის დაქვეითება) მემკვიდრეობს როგორც აუტოსომურ-დომინანტური ნიშანი. გამარკვევით ოჯახში ჯანმრთელ ბავშვთა დაბადების ალბათობა, სადაც ერთ მშობელს აქვს ანირიდია, მეორე კი ჯანმთელია ამ გენის მიმართ.

## II ტაზი

### დიჰიბრიდული შეჯვარება

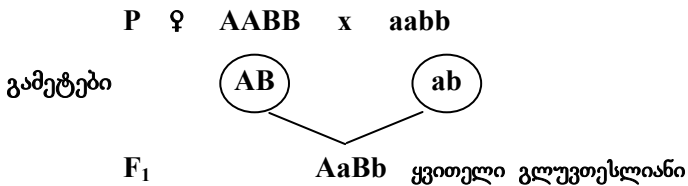
დიჰიბრიდული შეჯვარება ეწოდება ისეთ შეჯვარებას, როდესაც შესაჯვარებელი ინდივიდები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ორი წყვილი ალტერნატიული ნიშნით. მაგ.: ყვითელი გლუვთესლიანი ბარდა და მწვანე დანაოჭებულ თესლიანი ბარდა.

### ამოცანები

#### ამოცანა

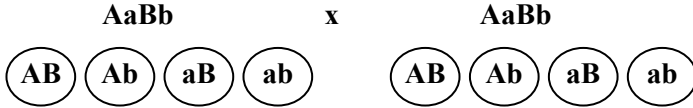
ყვითელთესლიანი გლუვი შეუჯვარეს მწვანე დანაოჭებულთესლიანს, როგორი შთამომავლობაა მოსალოდნელი პირველ და მეორე თაობაში და როგორი იქნება მათი ფენოტიპური და გენოტიპური შეფარდება?

#### ამოხსნა



F<sub>1</sub> თაობაში მიღებულია ყველა ყვითელი გლუვთესლიანი, ე.ი. დომინანტი ნიშანი ყოფილა თესლის ყვითელი ფერი და გლუვი ფორმა. მეორე თაობის ანალიზისათვის გამოვიყენოთ პენეტის მიერ შემოთავაზებული ცხრილი.





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

მეორე თაობაში მოხდა დათიშვა მშობელთა ნიშნების მიხედვით, სადაც 9/16-ს აღმოაჩნდა ორივე დომინანტი ნიშანი ყვითელი გლუვი, 3/16 ნაწილს 1 დომინანტი 1 რეცესივი, 3/16-ს 1 რეცესივი და 1 დომინანტი, 1/16-ს კი ორივე რეცესივი ნიშანი.

9 ყვითელი გლუვი: 3 ყვ.დან: 3 მწვ.გლ: 1 მწვ.დან, ე.ი. ფენოტიპური დათიშვაა შეფარდებით: 9:3:3:1,

ხოლო გენოტიპური დათიშვა იქნება შემდეგნაირი: 9 ნაწილს აქვს ოთხნაირი გენოტიპი: 1AABB : 2AABb : 2AaBB : 4AaBb; 3 ნაწილს აქვს ორნაირი გენოტიპი: 1AAbb : 2Aabb : მეორე 3 ნაწილსაც ორნაირი გენოტიპი, 1-ს კი 1 aaBB : 2aaBb და ერთს + 1aabb.

მაშასადამე ფენოტიპური დათიშვაა 9:3:3:1, ხოლო გენოტიპური: 1:2:2:4:1:2:1.

ე.ი. 9 ნაწილს აქვს ორივე დომინანტური ნიშანი (ყვითელი გლუვი) 3 – პირველი დომინანტური და მეორე რეცესიული ნიშანი (ყვითელი დანაოჭებული) 3 პირველი რეცესიული ნიშანი, მეორე დომინანტური ნიშანი (მწვანე გლუვი) ორივე გენით რეცესიული ნიშანი (მწვანე დანაოჭებული) შეფარდება 9:3:3:1. როგორც ვხედავთ დიჰიბრიდული შეჯვარების დროს

მთლიანად რჩება ძალაში მენდელის ორივე კანონი I – ჰირველი თაობის ერთგვაროვნების შესახებ და მეორე კანონი დათიშვის შესახებ. მართლაც ყვითელ თესლიანი მცენარეები თავის-სავე რეცესიული ნიშნის მქონე მწვანე მცენარესთან შეფარდებაა  $(9+3):(3+1)$  124 ან 3:1; იგივე აღინიშნება გლუვი და დანაოჭებული თესლის მქონე მცენარეებთან შეფარდებაში. მენდელმა დიჰიბრიდული შეჯვარების მეორე თაობის შედეგების ანალიზის საფუძველზე ჩამოაყალიბა III კანონი ნიშანთა დამოუკიდებელი დამემკვიდრობის შესახებ.

მომწიფებულ სასქესო უჯრედში (გამეტაში) გენტა სრული ჰაპლოიდური ნაკრებია. ე.ი. ალელურ გენტა ყოველი წყვილიდან გამეტაში გადადის ერთ-ერთი მათგანი ან A, ან a. მაშასადამე გამეტების წარმოქმნისას ხდება გენტა თავისუფალი კომბინაცია.

მაგ. aaBB გენოტიპიდან წარმოქმნილ გამეტაში იქნება aB. AaBb კი – წარმოქმნის AB, Ab, aB, ab – გამეტებს.

რამდენი ტიპის გამეტებს წარმოქმნიან შემდეგი ორგანიზმები:

- 1) Aa – მონოჰიბრიდი?  $\textcircled{A}$  და  $\textcircled{a}$
- 2) AaBB – დიჰიბრიდი? AB, aB.
- 3) AaBBCc ტრიჰიბრიდი ABC, ABc, aBC, aBc.

**ამოცანა**

ადამიანში ახლომხედველობა (M) დომინირებს ნორმალურ მხედველობაზე. თაფლისფერი თვალები (B) ცისფერზე.

ახლომხედველ თაფლისფერთვალება მშობლების ერთადერთ შვილს აქვს ცისფერი თვალები და ნორმალური მხედველობა. დაადგინეთ ოჯახის სამივე წევრის გენოტიპი.

### ამოცანა

ჰამიდორში ნაყოფის წითელი ფერის განმსაზღვრელი გენი (A) დომინირებს ნაყოფის ყვითელი შეფერილობის გენზე (a) ნაყოფის მრგვალი ფორმის განმსაზღვრელი გენი B – დომინირებს მსხლისებრი ფორმის განმსაზღვრელ გენზე (b).

როგორი შთამომავლობა მიიღება თუ წითელ მრგვალ-ნაყოფიან დიჰეტეროზიგოტულ (AaBb) ინდივიდს შევუჯვარებთ ყვითელ მსხლისებრ ნაყოფიან ინდივიდს?

### ამოცანა

ცისფერთვალა (a) მემარჯვნია (B) ქალი დაქორწინდა თაფლისფერთვალა (A) მემარჯვნია (B) მამაკაცზე, შეეძინათ 2 შვილი ერთი თაფლისფერთვალა ცაცია, მეორე ცისფერთვალა მემარჯვნია. გარკვეით ამ ოჯახში კიდევ ცისფერთვალა ცაცია ბავშვის დაბადების ალბათობა?

### ამოცანა

მამას აქვს ხუჭუჭა თმები (დომინანტური ნიშანი) და არა აქვს ჭორფლი. დედას აქვს სწორი თმები და სახეზე ჭორფლი. ჭორფლი დომინანტი ნიშანია. ჰყავთ სამი შვილი ხუჭუჭა თმებითა და ჭორფლით. გამოარკვეით მშობლებისა და ყველა შვილის გენოტიპები.

### ამოცანა

ადამიანში თვალის თაფლისფერი შეფერილობა დომინირებს ცისფერზე. თმების შავი ფერი თმის ღია ფერის შეფერილობაზე (სხვადასხვა ნიშნის გენი სხვადასხვა ჰომოლოგიურ ქრომოსომაშია). ცისფერთვალა შავთმიანი მამაკაცი დაქორწინდა თაფლისფერთვალება ღია თმების შეფერილობის მქონე ქალზე. შეეძინათ ოთხი შვილი, განსხვავებული ფენოტიპებით. გამოარკვეით მშობლების გენოტიპი.

## ამოხსნა

რადგან ოთხივე შვილი ერთმანეთისაგან განსხვავდება ფენოტიპურად, მამას უნდა ჰქონდეს  $aABb$  გენოტიპი, დედას –  $Aabb$  გენოტიპი.

### ამოცანა

შორტჰორნის ჯიშის საქონლის ბეწვის დაბემკვიდრება შუალედური ტიპით ხდება:  $R$  გენი განაპირობებს წითელ ფერს,  $R^1$  – თეთრს.  $RR^1$  ჰეტეროზიგოტებს აქვთ ლურჯი ბეწვი. ამასთან ურქობა  $P$  დომინირებს რქიანობაზე ( $p$ ).

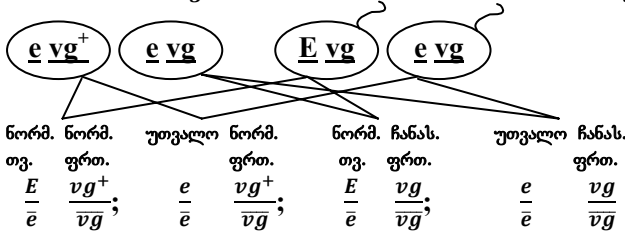
- ა) როგორი დათიშვაა მოსალოდნელი  $F_1$  თაობაში, თუ ერთმანეთთან შევაჯვარებთ  $RR^1Pp$  გენოტიპების მქონე ინდივიდებს.
- ბ) ურქობის გენის მიმართ ჰეტეროზიგოტური ლურჯი ძროხა შევჯვარებულა. რქიან წითელ ხართან. როგორი ფენოტიპები ექნებათ მათ შთამომავლობას?
- გ) რქიანი თეთრი ძროხა შევჯვარებულა ურქო წითელ ხართან, როგორი ფენოტიპი და გენოტიპი ექნებათ მათ შთამომავლობას?

### ამოცანა

ბუზ დროზოფილაში უთვალობა (*eyeless*) გადაეცემა მემკვიდრეობით როგორც რეცესიული ნიშანი. ფრთების ნორმალური აგებულება დომინანტურია ჩანასახოვანი (*vestigial*) ფრთების მიმართ. უთვალო ნორმალური ფრთების მიმართ ჰეტეროზიგოტური დროზოფილა შეუჯვარეს ჰეტეროზიგოტურ ნორმალურ-თვალთან და ჩანასახოვან ფრთიან დროზოფილას. განსაზღვრეთ მათი შთამომავლების ფენოტიპი და გენოტიპი.

**ამოხსნა**

♀  $\frac{e}{e}$  უთვალ  $\frac{vg^+}{vg}$  ნორმ. ფრთ. x ♂  $\frac{E}{e}$  ნორმ. თვალ.  $\frac{vg}{vg}$  ჩანასასზოვან ფრთ.



**ამოცანა**

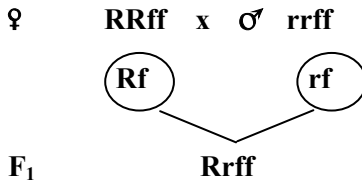
შეუჯვარეს ორივე გენით ჰეტეროზიგოტური ბუზები. განსაზღვრეთ შთამომავლების ფენოტიპური დათიშვა.

♀  $\frac{E Vg^+}{e Vg}$  x ♂  $\frac{E Vg^+}{e Vg}$

**ამოცანა**

შეუბუბლავეფეხიანი ვარდისფერ ბიბილოიანი ჰომოზიგოტი ქათამი შეუჯვარეს ორივე ნიშნის მიხედვით რეცესიულ მამალს. ვარდისფერ ბიბილოს განსაზღვრავს დომინანტ გენი R, შეუბუბლავს f, შებუბულს F, ფოთლისებურს r. რა ნაწილი იმეცკვიდრებს დედის ორივე ნიშანს?

### ამოხსნა



პირველი თაობის ყველა ინდივიდი იმეპკვიდრებს დედის ნიშნებს.

### ამოცანა

ხორბალში უფხოობა  $A$  დომინირებს ფხიანობაზე ( $a$ ), ხოლო თავთავის წითელი შეფერვა  $B$  – თეთრზე  $b$ .

უფხო წითელთავთავიანი ჯიშის მცენარის ფხიან თეთრთავთავიანთან შეჯვარებისას მიიღეს  $1/4$  უფხო წითელთავთავიანი,  $1/4$  უფხო თეთრთავთავიანი,  $1/4$  ფხიანი წითელთავთავიანი,  $1/4$  ფხიანი თეთრთავთავიანი. განსაზღვრეთ მშობლების გენოტიპი.

### ამოცანა

როგორი შვილები შეეძინებათ მშობლებს, თუ ორივე არიან თაფლისფერთვალეა მემარჯვნიები და ჰეტეროზიგოტები ორივე ნიშნის მიმართ?

### ამოცანა

ციფერთვალა მემარჯვნია ქალი დაქორწინდა თაფლისფერთვალეა ცაციაზე. როგორ შთამომავლობას უნდა მოველოდეთ ამ ქორწინებიდან?

### ამოცანა

ჭვავში ნორმალური სიმაღლე დომინირებს გიგანტიზ-მზე, ადრე მწიფადობა გვიან მწიფადობაზე. ნიშნები ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად მემკვიდრეობს. ადრემწიფადი ნორმალური სიმაღლის ჭვავი შეუჯვარეს გვიან მწიფად გიგანტურს. ორივე მშობელი ჰომოზიგოტია. რომელ თაობაში და როგორი ალბათობით გამოვლინდება ადრემწიფადი და გიგანტიც ჰომოზიგოტური გენოტიპით.

### ამოცანა

ძაღვებში შავი შეფერილობა დომინირებს ყავისფერზე, მოკლე ბეწვი კი გრძელზე. ორივე წყვილი ნიშნის გენი სხვადასხვა ჰომოლოგიურ ქრომოსომაშია ლოკალიზებული. მონადირემ იყიდა შავი მოკლებეწვიანი ძაღლი. როგორი პარტნიორი უნდა შეირჩეს შესაჯვარებლად, რათა გამოირკვას ამ ძაღლის გენოტიპში არის თუ არა ის გენები, რომლებიც განაპირობებს ბეწვის სიგრძეს და ყავისფერ შეფერილობას.

### ამოცანა

პამიდორი, რომელსაც აქვს წითელი ორბუდიანი ნაყოფი შეუჯვარეს წითელ მრავალბუდიანი ნაყოფის მქონე მცენარეს. მიიღეს 9 წითელი მრავალბუდიანი, 2 ყვითელი ორბუდიანი. როგორი გენოტიპი აქვთ საწყის მცენარეებს. როგორ მცენარეებს უნდა მოველოდეთ ასეთი შეჯვარებიდან შემდეგ თაობაში.

### ამოხსნა

**Aabb**                      x                      **AaBb**

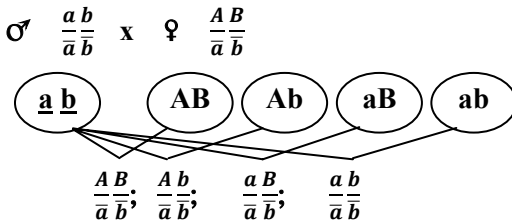


**AABb; AAbb; AaBb; Aabb; AaBb; Aabb; aaBb; aabb**

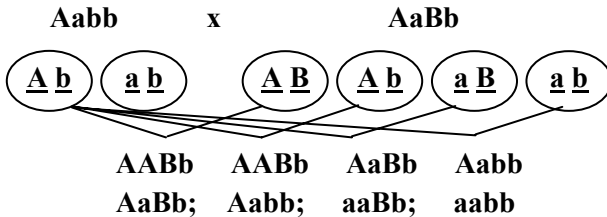
**ამოცანა**

ქმარი ცისფერთვალებაა და ცაცია. მისი შშობლები და მეუღლე – თაფლისფერთვალება და მემარჯვანია. მეუღლის დედა ცისფერთვალება და ცაცია. გენები, რომლებიც განაპირობებენ ამ ნიშან-თვისებების განვითარებას ლოკალიზებულია სხვადასხვა ჰომოლოგიურ ქრომოსომაში. როგორია ბავშვის დაბადების ალბათობა მამის ნიშან-თვისებებით?

**ამოხსნა**



25%-ს ექნება მამის მსგავსი გენოტიპი.



**ამოცანა**

ძოწისფერყვავილებიანი ლემა, რომელსაც აქვს გლუვკედლებიანი ნაყოფი შეუჯვარეს თეთრყვავილა ეკლიან ნაყოფიან მცენარეს. მიიღეს 320 მცენარე ძოწისფერი ყვავილებითა და ეკლიანი ნაყოფით, 312 ძოწისფერყვავილიანი და გლუვნაყოფიანი. გამოარკვიეთ საწყისი შშობლების გენოტიპი.



## ამოცანა

თეთრი დისკოსებური ნაყოფის მქონე გოგრა შეუჯვარეს ყვითელ სფეროსებრ ნაყოფიან გოგრას. მიიღეს 22 თეთრი სფეროსებრ ნაყოფიანი, 28 ყვითელი დისკოსებრი, 25 თეთრი დისკოსებრი, 24 ყვითელი სფეროსებრი; დისკოსებური დომინანტობს სფეროსებურ ფორმაზე და თეთრი შეფერილობა ნაყოფის ყვითელ შეფერილობაზე. როგორი შეჯვარება უნდა ჩატაროთ, რომ მივიღოთ თანაბარი რაოდენობით თეთრი დისკოსებური და ყვითელი სფეროსებრი?

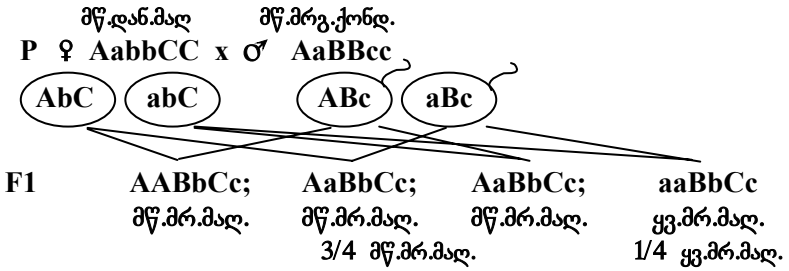
## ამოცანა

ადამიანში კანის ფერი ძირითადად განპირობებულია ორი წყვილი არაალელური გენებით B და C. ადამიანებს, რომლებსაც აქვთ BBCC გენოტიპი აქვთ კანის შავი ფერი, ხოლო გენოტიპით bbcc – კანის თეთრი ფერი. ამ დომინანტ გენების სხვადასხვა შეთანაწყობის შემთხვევაში წარმოიქმნება კანის სხვადასხვანაირი პიგმენტაცია. ნებისმიერი სამი დომინანტი ალელი დეტერმინირებს მუქ კანს, ნებისმიერი ორი – შავგრემანს და ერთი – ღიას. შავგრემანი მამაკაცი დაქორწინდა თეთრკანიან ქალზე. შეეძინათ 1/4 შავგრემანი, 1/4 თეთრი, 1/2 ღიაკანიანი. გამოარკვიეთ მშობლებისა და შვილების გენოტიპი.

## ამოცანა

სურნელოვანი ბარდა, რომელსაც აქვს მწვანე დანაოჭებული თესლი და დიდი სიმაღლე შეუჯვარეს ქონდარა მწვანე მრგვალთესლიან ინდივიდს. შთამომავლობაში მიიღეს დათიშვა: 3/4 მაღალი, მწვანე მრგვალთესლიანი და 1/4 მაღალი ყვითელი მრგვალი თესლით. განსაზღვრეთ მშობლების და პირველი თაობის გენოტიპი.

**ამოხსნა**



**ამოცანა**

AAbbDD' ჰიბრიდი შეუჯვარეს aaBbDD'. AD გენები დომინირებენ თავიანთ ალელებზე. D და D' გენების დამემკვიდრება შუალედური ტიპით ხდება. რამდენ და რა ტიპის გამეტებს წარმოქმნიან ეს ჰიბრიდები.

**ამოხსნა**



**ამოცანა**

ბარდის თესლის ყვითელი ფერი (A) დომინირებს მწვანეზე (a). თესლის გლუვი ფორმა (B) – დანაოჭებულზე (b). მარტივი ფორმის ჭოტაკი (C) ჭიმებიან ჭოტაკზე (c).

AaBbcc მცენარე შეაჯვარეს aabbCC მცენარეს. განსაზღვრეთ ფენოტიპური დათიშვა პირველ თაობაში.

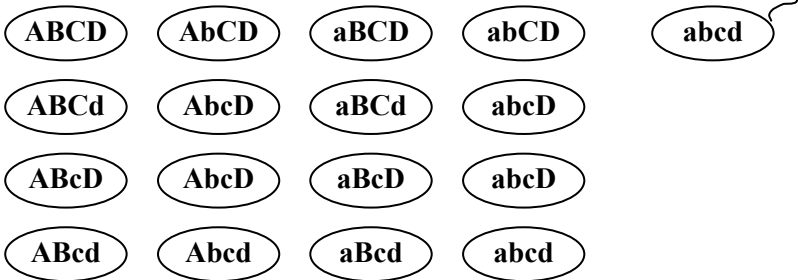
**ამოცანა**

ჰეტეროზიგოტი  $AaBbCcDd$  შეაჯვარეს ჰომოზიგოტურ რეცესივთან  $aabbccdd$ . როგორი შთამომავლობა მიიღება პირველ თაობაში და რამდენი სახის გამეტას მოგვცემს ჰეტეროზიგოტი ინდივიდი?

**ამოხსნა**

**P ♀  $AaBbCcDd$  x ♂  $aabbccdd$**

**გამეტები**



### III თავი

## სქესთან უმჯობესი ნიშნების მედიკინური მკურნალობა

ცხოველთა და მცენარეთა ყოველი სახეობისათვის დამახასიათებელია ზუსტად გარკვეული ქრომოსომათა რაოდენობა (ქრომოსომების მუდმივობის კანონი). მაგ.: ბარდის სომატური უჯრედების ბირთვში 14 ქრომოსომაა, დროზოფილას უჯრედში – 8 ქრომოსომაა, ადამიანის სომატურ უჯრედში – 46 ქრომოსომაა. უჯრედის ბირთვში არსებული ქრომოსომები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან ზომით, აგებულებითა და გენთა ნაკრებით (ქრომოსომათა ინდივიდუალობის კანონი). სასქესო მომწიფებულ უჯრედში (გამეტაში) ქრომოსომათა სრული კომპლექტიდან თითო ქრომოსომაა. ასეთ კომპლექტს ჰაპლოიდური ეწოდება.

განაყოფიერების დროს კვერცხუჯრედისა და სპერმატოზოიდის ჰაპლოიდური კომპლექტი ზიგოტაში ერთიანდება და წარმოიქმნება ქრომოსომათა და გენთა დიპლოიდურ კომპლექტი. დროზოფილას ჰაპლოიდური კომპლექტი შეიცავს 4 ინდივიდუალურად განსხვავებულ ქრომოსომას, დიპლოიდური კი 4 წყვილს, ადამიანის ჰაპლოიდური ნაკრები – 23 ქრომოსომას, დიპლოიდური – 23 წყვილს (46 ქრომოსომას).

ქრომოსომებს აქვთ თვითწარმოქმნის უნარი. ყოველი უჯრედული გაყოფის (მიტოზის) წინ ისინი ორმაგდებიან. ამ დროს ისინი შედგება 2 ერთმანეთის გვერდით მდებარე და ცენტრომერებით შეერთებული ქრომატიდებისაგან. მიტოზის დროს ყოველი ქრომოსომის ერთი ქრომატიდა ერთ შვილეულ უჯრედში მიემართება, მეორე კი – მეორეში, რის შედეგადაც ორივე შვილეული უჯრედი ლეზულობს ქრომოსომების სრულ

დიპლოიდურ ნაკრებში მოთავსებულ გენებს. ზიგოტა, როგორც ვიცით, ქრომოსომების დიპლოიდურ კომპლექტს შეიცავს. ამ ზიგოტიდან მიტოზური გაყოფის გზით წარმოქმნილი ყველა უჯრედი შეიცავს ქრომოსომებისა და გენების დიპლოიდურ ნაკრებს. გამეტების ჩამოყალიბებისას მიმდინარეობს უჯრედული გაყოფა – მეიოზი, ჰომოლოგიური ქრომოსომები სხვადასხვა უჯრედებში მიემართებიან, რის გამოც მომწიფებული გამეტები (კვერცხუჯრედები და სპერმატოზოიდები) შეიცავენ ქრომოსომების ჰაპლოიდურ ნაკრებს.

რაც შეეხება სასქესო ქრომოსომებს მდედრში და მამრში ერთნაირი არ არის დანარჩენებს კი, რომლებიც მდედრშიც და მამრშიც ერთნაირია ეწოდება აუტოსომები. სასქესო ქრომოსომებთან არის დაკავშირებული სქესის დეტერმინაცია, რომელიც სხვადასხვა ორგანიზმში სხვადასხვაირად მიმდინარეობს.

ბუბუმწოვრებს და ადამიანის მდედრ ინდივიდებს აქვთ ერთი წყვილი სრულიად ჰომოლოგიური სასქესო ქრომოსომები, რომლებსაც X ქრომოსომები ეწოდებათ. მამრი ინდივიდები შეიცავენ ერთ X ქრომოსომას და არაჰომოლოგიურ Y ქრომოსომას. ასეთი ტიპის ორგანიზმებში გამეტების წარმოქმნის დროს მდედრები წარმოქმნიან ერთი ტიპის X ქრომოსომიან კვერცხუჯრედებს, მამრები კი ორი ტიპის სპერმატოზოიდებს X-იანი და Y-იანი ქრომოსომებით, მასასადამე დროზოფილას, ბუბუმწოვრებისა და ადამიანების მდედრობითი სქესი ჰომოგამეტურია, მამრობითი სქესი კი ჰეტეროგამეტურია.

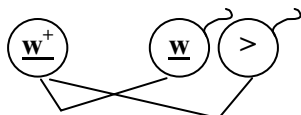
## ამოცანები

### ამოცანა

დროზოფილაში თვალის წითელი ფერი განპირობებულია  $W^+$  გენით, ხოლო თეთრი ფერი – რეცესიული  $w$ . თვალის ფერის განმსაზღვრელი გენი X-ქრომოსომაშია ლოკალიზებული. წითელთვალა ჰომოზიგოტი მდედრი შეჯვარებულია თეთრთვალა მამრთან. რა ფერის თვალები ექნებათ პირველი და მეორე თაობის მდედრებსა და მამრებს?

### ამოხსნა

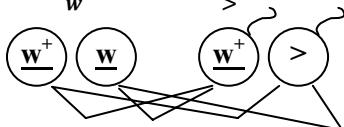
$$P \quad \text{♀} \frac{w^+}{w^+} \times \text{♂} \frac{w}{>}$$



$$F_1 \quad \text{♀} \frac{w^+}{w} \quad \text{♂} \frac{w^+}{>}$$

1 ♀ წით.: 1 ♂ წით.:

$$\text{♀} \frac{w^+}{w} \times \text{♂} \frac{w^+}{>}$$



$$F_2 \quad \text{♀} \frac{w^+}{w^+}; \text{♀} \frac{w^+}{w}; \text{♂} \frac{w^+}{>}; \text{♂} \frac{w^+}{>}$$

2 ♀ წით.: 1 ♂ წით.: 1 ♂ თ.

ამ შემთხვევაში დაირღვა მენდელის II კანონი. მონოჰიბრიდული შეჯვარების  $F_2$  – დათიშვის კანონი (II კანონი) სადაც დათიშვა ხდება 3:1 – შეფარდებით. რადგან ამ შემთხვევაში შესასწავლი ნიშნის გენი X ქრომოსომაშია ლოკალიზებული.

### ამოცანა

მდედრ დროზოფილას აქვს ნორმალური სხეული და ჰეტეროზიგოტულია – მოკლე სხეულის მიმართ, შეჯვარებულია ჰემიზიგოტურ მოკლე სხეულის მქონე მამრთან. დავადგინოთ  $F_1$  თაობაში მიღებული მდედრებისა და მამრების ფენოტიპი. გენი ლოკალიზებულია X-ქრომოსომაში (ნორმალური სხეულის განსაზღვრელი გენია S დიდი).

**ამონსნა**

ნორმ. სხ.      მოკლ. სხ.  
 P ♀  $\frac{S}{s}$  x ♂  $\frac{s}{>}$

გამეტები       $\left(\frac{S}{s}\right)$   $\left(\frac{s}{>}\right)$        $\left(\frac{s}{>}\right)$   $(>)$

F<sub>1</sub>      ♀  $\frac{S}{s}$  ნორმ.სხ., ♂  $\frac{S}{>}$  ნორმ. სხ., ♀  $\frac{s}{s}$  მოკ., ♂  $\frac{s}{>}$  მოკ.

**ამოცანა**

პლიმეტროკის ჯიშის ქათმებში ბუმბულის რუხი შეფერილობის P გენი ლოკალიზებულია Z ქრომოსომაში, მისი რეცესიული ალელი p იწვევს შავ შეფერილობას.

ჰომოზიგოტი რუხი მამალი შეჯვარებულია შავ დედალთან. დავადგინოთ F<sub>1</sub> თაობის ფენოტიპი მამრებისა და მდედრებისათვის ცალ-ცალკე.

**ამონსნა**

ქათმებში მდედრის სასქესო ქრომოსომებია ZW, მამრებში ZZ (მამრი ჰომოგამეტია).

P ♀ ZpW x ♂ ZPZP

გამეტები       $\left(\frac{Zp}{w}\right)$        $\left(\frac{ZP}{ZP}\right)$

F      რუხი      რუხი  
          ZpZP♂      ZPw♀

მდედრიცა და მამრიც არის რუხები.

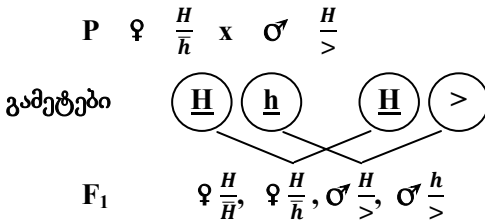
**ამოცანა**

რუხი დედალი შეჯვარებულია შავ მამალთან. დავადგინოთ F<sub>1</sub> თაობის ფენოტიპი მდედრებისა და მამრებისათვის ცალ-ცალკე.

## ამოცანა

ჰემოფილიის რეცესივი გენი (h) (სისხლის შეუდედებლობა) ლოკალიზებულია X ქრომოსომაში. გოგონა, რომლის მამა ჰემოფილიითაა დაავადებული და დედა ჯანმრთელია დაქორწინდა ჯანმრთელ ვაჟზე. როგორი შთამომავლობაა მოსალოდნელი ამ გოგონას შვილებსა და შვილიშვილებში, თუ ყველა მათგანი ჯანმრთელ ინდივიდებზე დაქორწინდებიან?

## ამოხსნა



ჯანმრთელ გოგონას და ჯანმრთელ ვაჟს ერთი ქალიშვილი ეყოლება ჯანმრთელი, 1 ჰემოფილიის გენის მატარებელი, ერთი ვაჟი ჯანმრთელი და ერთი ვაჟი ჰემოფილიით დაავადებული, მას ყველა ქალიშვილი ეყოლება ჰემოფილიის გენის მატარებელი, ვაჟიშვილები კი ჯანმრთელები. ჰემოფილიის გენის მატარებელ ქალიშვილს ყველა გოგონა ჯანმრთელები ეყოლება, ვაჟიშვილები კი დაავადებული.

## ამოცანა

მამა და ვაჟიშვილი დალტონიკები არიან. დედა ნორმალურად არჩევს ფერს. სწორი იქნება ვთქვათ, რომ ვაჟიშვილმა ეს ანომალია მამისაგან იმემკვიდრა?



## **ამოხსნა**

არ იქნება სწორი, რადგან დალტონიზმის გენი X ქრომოსომაშია ლოკალიზებული და ვაჟი მამისაგან იღებს მხოლოდ y ქრომოსომას, ცხადია ვაჟიშვილს დედისაგან მიუღია ეს ანომალია.

## **ამოცანა**

როგორი ტიპის გამეტებს წარმოქმნის ქალი, რომლის მამა დალტონიკი იყო?

## **ამოცანა**

დალტონიკი მამაკაცის ქალიშვილი დაქორწინდა დალტონიკ მამაკაცის ვაჟზე. საცოლევ და საქმროც ნორმალურად არჩევდნენ ფერებს, ე.ი. ფენოტიპურად ჯანმრთელები იყვნენ. როგორი მხედველობა ექნებათ მათ შვილებს?

## **ამოცანა**

ოჯახში სადაც მამა ჰემოფილიკია, ხოლო დედა ფენოტიპურად ჯანმრთელია, შეიძლება თუ არა ვაჟიშვილი დაავადებული იყოს ჰემოფილიით?

## **ამოხსნა**

შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ დედა ამ ჰემოფილიის გენის მატარებელია.

## **ამოცანა**

საოფლე ჯირკვლების არ არსებობის რეცესიული გენი ლოკალიზებულია X ქრომოსომაში. ჯანმრთელი ვაჟი დაქორწინდა ქალზე, რომლის მამას არა აქვს საოფლე ჯირკვლები. როგორია ალბათობა იმისა, რომ მათ შეეძინოთ ამ დაავადების მატარებელი ქალი და ვაჟი?

### ამოცანა

როგორი ტიპის გამეტებს წარმოქმნის ნორმალური მხედველობის ქალი, რომლის მამა დაავადებული იყო დალტონიზმით?

### ამოცანა

ნორმალური მხედველობის მქონე მშობლებს ეყოლათ დალტონიკი შვილი. დაადგინეთ მშობლების გენოტიპები.

### ამოხსნა

დედის გენოტიპია  $\varnothing \frac{D}{d}$ , ხოლო მამის  $\sigma \frac{D}{>$

### ამოცანა

როგორი შვილები შეიძლება შეეძინოთ ჰემოფილით დაავადებულ მამაკაცს და დალტონიზმით დაავადებულ ქალს?

### ამოხსნა

$P \varnothing \frac{Hd}{Hd} \times \sigma \frac{hD}{>}$

გამეტები 

$F_1 \varnothing \frac{Hd}{hD}, \sigma \frac{Hd}{>}$

ქალიშვილი ფენოტიპურად ჯანმრთელია, მაგრამ მატარებელია როგორც ჰემოფილიის ისე დალტონიზმის გენისა. ვაჟიშვილი დალტონიკია.

### ამოცანა

ნორმალური მხედველობის მქონე მშობლებს შეეძინათ დალტონიზმით დაავადებული შვილი. დაადგინეთ მშობლების გენოტიპი.

$$P \text{ } \varphi \frac{D}{d} \times \sigma \frac{D}{>}$$

$$\textcircled{\underline{D}} \textcircled{\underline{d}} \quad \textcircled{\underline{D}} \textcircled{>}$$

$\varphi \frac{D}{D}, \sigma \frac{D}{>}, \varphi \frac{D}{d}, \sigma \frac{d}{>}$   $\varphi$  1  $\varphi$ ჯან.; 1  $\varphi$ მატ.; 1  $\sigma$ ჯან.; 1  $\sigma$ ღალტ.

### ამოცანა

სისხლის შეუდევლობის – ჰემოფილიის მიმართ ჯანმრთელ მშობლებს შეეძინათ ჰემოფილიით დაავადებული ვაჟიშვილი, რომელმა მშობელმა გადასცა შვილს ჰემოფილიის გენი?

### ამოცანა

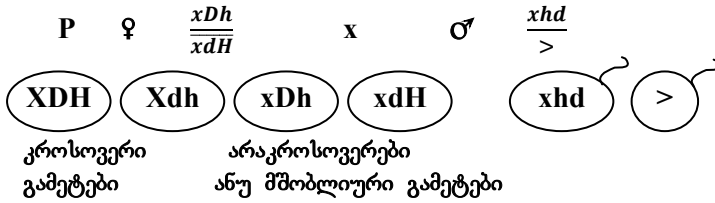
ჰიპერტრიქოზი ანუ ყურის ნიჟარის კიდეზე თმოვანი საფარველი მემკვიდრეობით გადაეცემა, როგორც ჰოლანდრიული ნიშანი (გადაეცემა Y ქრომოსომით), ხოლო მრავალთითიანობა (ექვსთითიანობა) არის დომინანტური აუტოსომური ნიშანი.

ოჯახში, სადაც მამას აქვს ჰიპერტრიქოზი, ხოლო დედას პოლიდაქტილია, დაიბადა ორივე ნიშნის მიხედვით ნორმალური გოგონა. როგორია ალბათობა იმისა, რომ ოჯახში შემდეგი ბავშვიც იქნება ასევე ორი ნიშნის მიხედვით ნორმალური?

### ამოცანა

ადამიანში ჰემოფილიის რეცესიული გენი (h) და ფერები-სადმი სიბრმავის გენი (d) ლოკალიზებულია X ქრომოსომაში. ზოგიერთი საგვარტომო ნუსხის მიხედვით მათ შორის მანძილი 9,8 მორგანიდია. უნდა დავადგინოთ რა ტიპის და რა რაოდენობის გამეტებს წარმოქმნიან პირები, რომელთაც აქვთ შემდეგი გენოტიპები:

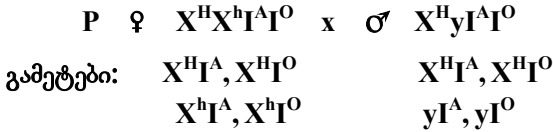
**ამონხნა**



**ამოცანა**

მშობლებს, რომლებსაც II ჯგუფის სისხლი აქვთ, შეეძინათ ვაჟი სისხლის I ჯგუფით და ჰემოფილიის დაავადებით. მშობლებს სისხლის ნორმალური შედედება ახასიათებთ. გამომარკვეთ მეორე ჯანმრთელი შვილის დაბადების ალბათობა.

**ამონხნა**



## IV ტაზი

### გენთა შეჭიდულება

გენთა შეჭიდულება ეხება დიჰიბრიდული შეჯვარების იმ შემთხვევებს, როდესაც სხვადასხვა ადელომორფული წყვილის გენები ლოკალიზებულია ერთსა და იმავე ქრომოსომაში. თუ A გენი Aa წყვილიდან და B გენი (Bb) წყვილიდან ერთ ქრომოსომაში არიან ლოკალიზებული, ისინი ერთად უნდა გადაეცნენ შთამომავლობას და ამ მოვლენას გენთა შეჭიდულება ეწოდება. გენთა შეჭიდულება დროზოფილაში პირველად შეისწავლა თომას მორგანმა. მან გენეტიკური მეთოდებით დაადგინა, რომ ქრომოსომებში გენები ხაზობრივად არიან განლაგებული (მორგანის კანონი გენთა ხაზობრივი განლაგების შესახებ), ხოლო მენდელმა, როგორც ვიცით დაადგინა დიჰიბრიდული შეჯვარების დროს ნიშანთა დამოუკიდებელი კომბინირება (მენდელის III კანონი გენთა დამოუკიდებელი განაწილ შესახებ). ნიშნები დამოუკიდებლად კომბინირებენ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც სხვადასხვა ნიშნის გენი სხვადასხვა ჰომოლოგიურ ქრომოსომაშია ლოკალიზებული. გენთა შეჭიდულება ფართოდ გავრცელებული მოვლენაა და დროზოფილას აქვს გენთა შეჭიდულების 4 ჯგუფი და ყველა ამ ჯგუფის ფარგლებში გენების დამემკვიდრება შეჭიდულად ხდება. გენთა შეჭიდულების I ჯგუფის გენები ლოკალიზებულია X ქრომოსომაში, II ჯგუფი მსხვილი აუტოსომების II წყვილში, III ჯგუფის გენები ასევე მსხვილი აუტოსომების III წყვილში, IV ჯგუფის გენები კი მცირე აუტოსომებში – მიკროქრომოსომებში.

ქრომოსომების წყვილთა რაოდენობასა და შეჭიდულების ჯგუფის რიცხვს შორის შესაბამისობა აღმოჩენილია სხვა გენეტიკური ობიექტების შესწავლის დროსაც. მაშასადამე, გენთა შეჭიდულების ჯგუფების რიცხვი უდრის ქრომოსომათა წყვი-

ლების რიცხვს, მაგ.: ადამიანს უნდა ჰქონდეს 23 შეჭიდული ჯგუფი, დროზოფილას 4 შეჭიდული ჯგუფი.

A და B გენებს შორის შეჭიდულება სრულია იმ შემთხვევაში, თუ ეს ორი გენი ყოველთვის ერთად გადაეცემა. შეჭიდულების ერთ ჯგუფში შემავალი გენების სრული შეჭიდულება იშვიათად გვხვდება, რაც დადგენილია დროზოფილას მამრში და აბრეშუმის ჭიის მდედრებში.

როგორც ცნობილია გამეტები (სპერმატოზოიდები და კვერცხუჯრედები) წარმოიქმნება უჯრედული გაყოფის მეიოზის დროს. მეიოზის I გაყოფის პროფაზაში ყველა ქრომოსომა უკვე 2-2 ქრომატიდისაგან შედგება და ამ პერიოდში უკვე ჰომოლოგიური ქრომოსომები უახლოვდებიან ერთმანეთს და მთელ სიგრძეზე თითქოს ერთმანეთს შეეკვრებიან (ქრომოსომების კონიუგაცია). ამგვარად, წარმოქმნილი ქრომოსომების წყვილებს ბივალენტები ეწოდებათ, მაგრამ ამ ბივალენტებში თითოეული ქრომოსომა 2-2 ქრომატიდისაგან შედგება და ამიტომ მათ ტეტრადაებს უწოდებენ. მასასადამე დროზოფილაში 4 ბივალენტი წარმოიქმნება. ამის შემდეგ მიმდინარეობს გენოტიპური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი პროცესი – შესაძლებელია წყვილმა ქრომოსომებმა დაცილებისას ჰომოლოგიური უბნები გაცვალონ, ამ მოვლენას ქრომოსომათა გადაჯვარედინება ანუ კროსინგოვერი ეწოდება. I გაყოფის პროფაზის ბოლოს ყოველი ბივალენტის ქრომოსომებს შორის წარმოიშობა განზიდვის ძალები. ქრომოსომები სცილდებიან ერთმანეთს, პოლუსებისაკენ მიემართებიან და ხვდებიან სხვადასხვა უჯრედში. თითოეული ქრომოსომა ამ დროს 2-2 ქრომატიდისაგან შედგება.

ამის შემდეგ იწყება II მეიოზური გაყოფა. ერთმანეთს სცილდებიან ქრომატიდები და გადადიან სხვადასხვა უჯრედებში. ამ უჯრედებში არის უკვე ქრომოსომების ჰაპლოიდური ნაკრები და ყოველი ქრომოსომა თითო ქრომატიდისაგან შედგება.

როდესაც A და B გენები ერთ ქრომოსომაშია ლოკალიზებული, ხოლო a და b გენები მის მეორე ჰომოლოგიურ ქრო-

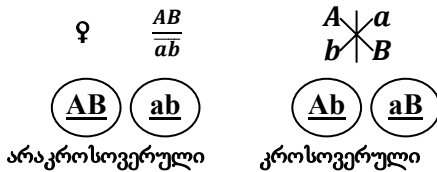
მოსიმაში და ამ ქრომოსომებს შორის თუ არ მოხდა კროსინგოვერი (გადაჯვარედინება), მაშინ ერთ გამეტაში მოხვდება ქრომოსომა AB გენებით, მეორეში კი ქრომოსომა ab გენებით. ესენი არაკროსოვერული გამეტებია. ხოლო იმ შემთხვევაში თუ A და B გენების შემცველი უბნების გაცვლა მოხდა – ერთ გამეტაში მოხვდება ქრომოსომა Ab გენებით, მეორეში ქრომოსომა aB გენებით. ასეთ გამეტებს კროსოვერული გამეტები ეწოდებათ.

## ამოცანები

### ამოცანა

რამდენ და როგორი ტიპის არაკროსოვერულ და კროსოვერულ გამეტებს წარმოქმნის დიჰეტეროზიგოტი ქალი, რომლის დომინანტური გენები A და B ერთ ქრომოსომაში იმყოფებიან, ხოლო მათი რეცესიული ალელები მეორე ჰომოლოგიურ ქრომოსომაში.

### ამოხსნა

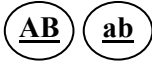


### ამოცანა

რამდენ და როგორი ტიპის არაკროსოვერული და კროსოვერულ გამეტებს წარმოქმნის დიჰეტეროზიგოტი მამაკაცი, რომლის დომინანტური გენები ლოკალიზებულია ერთ ქრომოსომაში, ხოლო რეცესიული ალელები – მეორე ჰომოლოგიურ ქრომოსომაში.

**ამონხნა**

$$\sigma \frac{AB}{ab}$$



მამაკაცებში არ ხდება კროსინგოვერი

**ამონხნა**

მამრი და მდედრი დროზოფილები ჰეტეროზიგოტები არიან A და P გენების მიმართ. ორივე დომინანტური გენი იმყოფება ერთ აუტოსომაში 12 მორგანიდის მანძილზე. კვერცხუჯრედისა და სპერმატოზოიდის რამდენ პროცენტს ექნება ორივე დომინანტი გენი ერთ ქრომოსომაში?

**ამონხნა**

$$P \text{ ♀ } \frac{AP}{ap}$$

AP      ap  
44%      44%

არაკროსოვერები

Ap aP  
12%

კროსოვერები

$$\sigma \frac{AP}{ap}$$

AP ap  
1:1 – 50%:50%

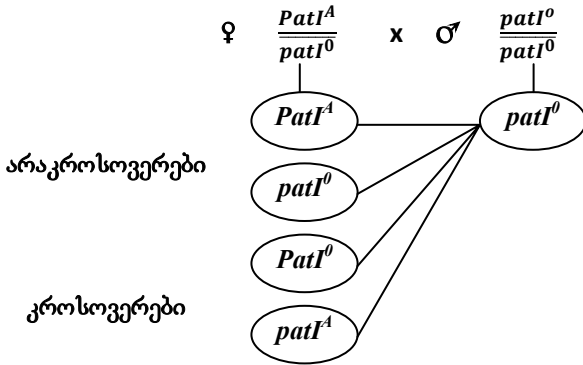
მამრ დროზოფილაში კროსინგოვერი არ ხდება

**ამონხნა**

ქალმა დედისაგან მიიღო აუტოსომური დომინანტი გენი Pat, რომელიც განაპირობებს მუხლის კვირისტავის დეფექტს სისხლის II ჯგუფის გენთან ერთად. მამისაგან მიიღო გენი pat, რომელიც მუხლის კვირისტავის ნორმალურ განვითარებას იწვევს და I ჯგუფის სისხლის გენი. ამ გენებს შორის მანძილი 10 მორგანიდია. ქალის ქმარს აქვს მუხლის ნორმალური კვირისტავი და I ჯგუფის სისხლი. დაადგინეთ დაბადების ალბათობა ისეთი ბავშვისა, რომელსაც ექნება მამის ნიშნები.



**აშოსსნა**



$F^1$   $\frac{PatI^A}{patI^0}$ ;  $\frac{patI^0}{patI^0}$  არაკროსოვერები 45% მამის ნიშნებით

$\frac{PatI^0}{patI^0}$ ;  $\frac{patI^A}{patI^0}$  კროსოვერები

**აშოსნა**

თუთის აბრეშუმხვევიაში A და D გენები მოთავსებულია ერთ ქრომოსომაში 8 მორგანიდის მანძილზე. გამოარკვეთ როგორი სახის გამეტებსა და რა პროცენტული შეფარდებით წარმოქმნის მდედრი კვერცხუჯრედებს, რომლის გენოტიპია  $\frac{AD}{ad}$ .

**აშოსნა**

C და B გენებს შორის კროსინგოვერი წარმოიქმნება 20% შემთხვევაში, D და F გენებს შორის კი 40%-ის შემთხვევაში. C და B გენები მოთავსებულია ერთ ქრომოსომაში. D და F გენები სხვა ქრომოსომაში როგორი ტიპის და როგორი პროცენტული დამოკიდებულებით წარმოიქმნებათ გამეტები ამ ინდივიდს გენოტიპით  $\frac{CB}{cb}$   $\frac{DF}{dF}$ :

## ამოცანა

ჩაატარეს სამი შეჯვარება: დროზოფილას დიჰეტეროზიგოტულ მდედრსა და მამრს შორის. მიღებულია შემდეგი შედეგები.

- $AaBb$  გენოტიპის მქონე მდედრებში აღმოჩენილია რეკომბინაციების 6%.
- მდედრების  $M_nN_n$  შთამომავლობაში აღმოჩენილია რეკომბინაციის 0,5%.
- $P_pR_n$  მდედრების შთამომავლობაში აღმოჩენილია 25% რეკომბინაციები.

გამოარკვიეთ A და B, M და N და P და R გენებს შორის მანძილი.

### ამოხსნა

$$a) \text{ ♀ } \frac{AB}{ab} \times \text{ ♂ } \frac{ab}{ab}$$



არაკროსოვერები

კროსოვერები

$$F_1 \quad \frac{AB}{ab} \quad \frac{ab}{ab} \quad \frac{AB}{ab} \quad \frac{aB}{ab}$$

$$b) \text{ ♀ } \frac{MN}{mn} \times \text{ ♂ } \frac{mn}{mn}$$



არაკროსოვერები

კროსოვერები

### პასუხები:

- A და B გენებს შორის მანძილი 6 მორგანიდია,
- M და N-ს მანძილი 0,5 მორგანიდია
- $p_p$  და  $R_2$ -ს შორის მანძილი 25 მორგანიდია.

## ამოცანა

დროზოფილაში სხეულის რუხი ფერის განმსაზღვრელი გენია  $B$  და გრძელი ფრთების განმსაზღვრელი  $V$ , ხოლო რეცესივი გენები  $b$  და  $v$  განაპირობებენ სხეულის შავ ფერსა და მოკლე ფრთებს. ეს გენები ლოკალიზებულია ერთ წყვილ აუტოსომაში და ამ გენებს შორის მანძილი 17 მორგანიდია.

შეაჯვარეს ორი ბუხი, მდედრ დროზოფილას ერთ ქრომოსომაში ჰქონდათ ორივე დომინანტი გენი რუხი გრძელ  $BV$  და მეორე ქრომოსომაში ორივე რეცესივი: შავი, მოკლე  $bv$  გამარკვეთ შთამომავლობაში მშობლებისაგან ფენოტიპურად განსხვავებული შთამომავლების ალბათობა თუ მამრი დროზოფილა რეცესივი ნიშნების მატარებელია.

## ამოხსნა

დიჰეტეროზიგოტი მდედრი დროზოფილა  $\frac{BV}{bv}$  მეიოზის პროცესში წარმოქმნის 4-სახის გამეტას, რადგან მეიოზის პროცესში ხდება კროსინგოვერი. ცნობილია ამასთან, რომ ამ გენებს შორის მანძილი 17 – მორგანიდია. აქედან გასაგებია, რომ მდედრ-დროზოფილა წარმოქმნის არაკროსოვერულ ანუ დედისეულ გამეტებს  $BV$  და  $bv$  83%-ს, კროსოვერულ გამეტას  $Bv$  და  $bV$  17%-ს. მამრი წარმოქმნის მხოლოდ ერთი სახის გამეტას, რადგან მამრ დროზოფილაში კროსინგოვერი არ ხდება და რომც ხდებოდაც ჰომოზიგოტი და ამ შემთხვევაშიც მხოლოდ ერთი სახის გამეტას წარმოქმნიდა.

მდედრი დროზოფილა არის რუხი გრძელ ფრთანი, მამრი შავი ჩანასახოვანი (მოკლე) ფრთიანი.

$$\text{♀ } \frac{BV}{bv} \times \text{♂ } \frac{bv}{bv}$$

გამეტები  $\frac{BV}{}$   $\frac{bv}{}$   $\frac{Bv}{}$   $\frac{bV}{}$   $\frac{bv}{}$

არაკროსოვერები კროსოვერული გამეტები  
 ახალი კომბინაციები (მშობლიური გამეტა)

$$F_1 \quad \frac{BV}{bv} \quad \frac{bv}{bv} \quad \frac{Bv}{bv} \quad \frac{bV}{bv}$$

83%      17%  
 არაკროს.      კროს.

## V თავი

### არაალელურ გენთა ურთიერთქმედება

არაალელურ გენთა ურთიერთქმედებაში ის შემთხვევებია აღსანიშნავი, როდესაც ნიშნების განვითარება განპირობებულია ორი ან მეტი წყვილი გენის ურთიერთმოქმედებით. არჩევენ არაალელურ გენთა ურთიერთქმედების ოთხ ძირითად ტიპს: კომპლემენტარობა, ეპისტაზი, პოლიმერია, პლეიოტროპია.

ეპისტაზის დროს ერთი ალელური წყვილი დომინანტი გენი თრგუნავს მეორე არაალელური წყვილი დომინანტური გენის მოქმედებას. ამ დროს დამთრგუნველ გენს ეწოდება ეპისტატიკური, ხოლო რომელიც ითრგუნება ჰიპოსტატიკური. მაგ.: ქათმებში დომინანტური C გენი განაპირობებს შეფერილი ბუმბულის განვითარებას, ხოლო მისი c ალელი – თეთრი ბუმბულის განვითარებას. თეთრი ლენჰორნის ჯიშის ქათმებში არსებობს ეპისტატიკური გენი I, რომელიც ახშობს C ჰიგმენტის გენის მოქმედებას. ამიტომ თეთრბუმბულიან ქათმებს შეუძლიათ ჰქონდეთ სხვადასხვა გენოტიპი. მაგ.: ალბინოსებში (iicc) – ჰიგმენტი არ ვითარდება, რადგან მათ არა აქვთ ჰიგმენტის გენი C, ხოლო თეთრ ლეგჰორნის (IICC) მიუხედავად იმისა, რომ ჰიგმენტაციის გენი C აქვთ, მას ეპისტატიკურად ახშობს I გენი და ამიტომ ბუმბული თეთრი შეფერილობის აქვთ. ამიტომ ერთი და იგივე ფენოტიპის განმაპირობებელი შეიძლება იყოს სხვადასხვა გენოტიპი.

# ამოცანები

## ამოცანა

თეთრი დიჰეტერეზიგოტი ლეკორნი (C<sub>c</sub>I<sub>i</sub>) შეუჯვარეს თეთრ ვიანდოტს (iicc)

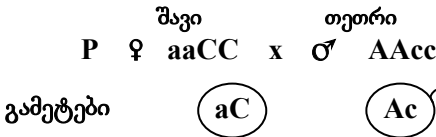
### ამოხსნა

P ♀ C<sub>c</sub>I<sub>i</sub> x ♂ cci

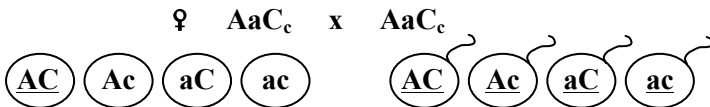


F<sub>1</sub> C<sub>c</sub>I<sub>i</sub>; C<sub>c</sub>ii; c<sub>c</sub>I<sub>i</sub>; ccii 3 თ. : 1 შ.

სუპრესიის მოვლენის დროს გენს, რომელიც თრგუნავს არაალელური გენის მოქმედებას სუპრესორი ეწოდება. იმ შემთხვევაში, როდესაც დამთრგუნველი გენი დომინანტურია ვლინდება ეპისტაზის მოვლენა, და გენს რომელიც თრგუნავს ეპისტატიკურს უწოდებენ, ხოლო რომელიც ითრგუნება – ჰიპოსტატიკურს. იმ შემთხვევაში, თუ დამთრგუნველი გენი რეცესივია, ამ მოვლენას კრიპტომერია ეწოდება. ეს მოვლენა შესწავლილია თავებში. შავი თავი შეუჯვარეს თეთრს.



F<sub>1</sub> AaC<sub>c</sub> F<sub>1</sub> თაობაში მიიღება ნაცარა ანუ აგუტი

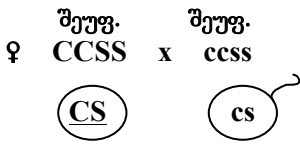


F<sub>2</sub> 1AACC : 2AAC<sub>c</sub> : 2AaCC : 4AaC<sub>c</sub> : 1AAcc : 2Aacc : 1aaCC : 2aaC<sub>c</sub> : 1aacc

F<sub>2</sub> თაობაში 9 აგუტი : 3 შავი : 4 თეთრი. ასე იმიტომ ხდება, რომ AAcc, Aacc და aacc ფენოტიპურად ერთმანეთისაგან ვერ გავარჩევთ და ამიტომ ფენოტიპურად ერთ ჯგუფში ერთიანდება. მენდელისეული დიჰიბრიდული შეჯვარების მეორე თაობაში დათიშვის შეფარდების დარღვევა გამოწვეულია c გენის ეპისტატიკურობის გამო. ე.ი. C ჰიგმენტის გენია, c – თრგუნავს, A – ჰიგმენტის ზონალურად გამანაწილებელია და ამიტომ სადაც A გენია, ყველა არის აგუტი.

**ამოცანა**

ორი შეუფერავობლქვიანი რასის ხახვის ინდივიდები შეუჯვარეს ერთმანეთს. F<sub>1</sub> თაობაში ყველა ინდივიდი შეუფერავობლქვიანი იყო. F<sub>2</sub> თაობაში 13 ნაწილს აღმოაჩნდა შეუფერავი ბოლქვები, 3 ნაწილს კი შეფერილი. შედეგების ანალიზის საფუძველზე გაირკვა, რომ ორი შესაჯვარებელი რასიდან ერთ-ერთს ჰქონდა შეფერილობის გენი, მაგრამ მის გენოტიპში იმყოფებოდა მისი დამთრგუნველი გენი, რის გამოც ფენოტიპურად უფერული იყო. რომ თვალსაჩინო გახდეს აღნიშნული, გამოვიყენოთ სამბოლური აღნიშვნები. C – შეფერილობის გენია, c – ფერს არ ავითარებს, S – სუპრესორი ანუ დამთრგუნველია, s – არ არის სუპრესორი. აქედან ცხადი ხდება, რომ ხახვის ერთ-ერთ რასას გენოტიპში აქვს სუპრესორი S გენი.



F<sub>1</sub> C<sub>s</sub>S<sub>s</sub>

პირველი თაობის ყველა ინდივიდი იმიტომ არის შეუფერავი, რომ F<sub>1</sub> თაობის ყველა ინდივიდის გენოტიპში შეფერილობის გენთან ერთად აქვს დამთრგუნველი გენი. მეორე თაობა-

ში, მხოლოდ 3 ნაწილს აღმოაჩნდა შეფერილი ბოლქვები, რომლებსაც ჰქონდათ შემდეგი ტიპის გენოტიპები 1CCSS; 2Ccss. რადგან მათ გენოტიპში მხოლოდ შეფერილობის გენი C-ა.

**ამოცანა**

თეთრბალნიანი ძალღი შეუჯვარეს ყავისფერბალნიანს. პირველ თაობაში ყველა ძალღს ჰქონდა თეთრი ბალანი. მეორე თაობაში 12 ნაწ. აღმოაჩნდა თეთრი შეფერილობის ბეწვი, 3-ს შავი და 1-ს – ყავისფერი. შედეგებიდან ცხადია, რომ თეთრბალნიანი ძალღი შეფერილობის გენთან ერთად (C) ატარებს დამთრგუნველ გენსაც S და მათი თეთრი შეფერილობა გენოტიპში დამთრგუნველი გენითაა განპირობებული.

თეთრი ყავისფ.  
**P ♀ CCSS x ♂ ccss**  
 გამეტები (CS) (cs)  
**F<sub>1</sub> C<sub>s</sub>S<sub>s</sub> თეთრი**

♀ CcSs x ♂ CcSs

**1CCSS:2CCSS:2CcSS:4CcSs:1CCss:2CcSs:1ccSS:2ccSs:1ccss**

**F<sub>2</sub> 12/16 თეთრი : 3/16 შავი : 1/16 ყავისფერი**

ეპისტაზის მოვლენა შესწავლილია ცხენებშიც, სადაც ისეთივე შეფარდებაა მიღებული, როგორც ძაღლებში.



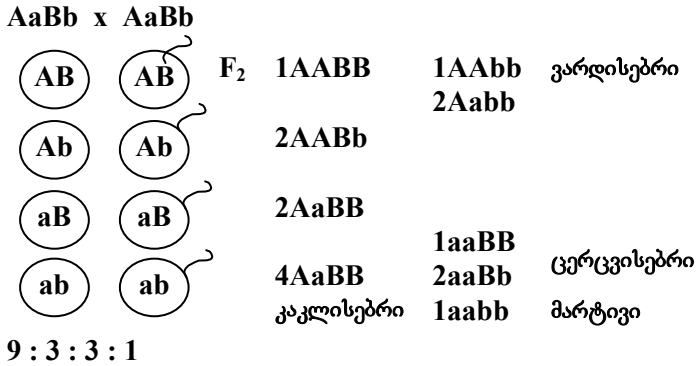
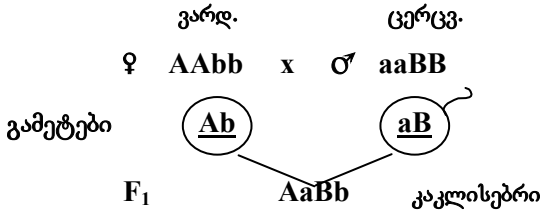
რუხი ცხენი შეუჯვარეს წითურს. პირველ თაობაში მიიღეს ყველა რუხი ფერის ცხენი. მეორე თაობაში – 12 რუხი : 3 შავი : 1 წითური. ე. ი. ცხენის რუხ ფერს განაპირობებს მის გენოტიპში არსებული შავი ფერის განმსაზღვრელი გენის დამორგუნველი S გენი.

## **არაალელურ გენტა კომპლემენტარული მოქმედება**

პირველად არაალელურ გენტა კომპლემენტარული მოქმედება აღმოაჩინეს ბეტსონმა და პენეტმა ქათმებზე. ქათმებში ცნობილია 4 სახის ბიბილო: კაკლისებრი, ვარდისებრი, ცერცვისებრი, ფოთლისებრი ანუ მარტივი.

როდესაც ვარდისებრბიბილოიანი შეუჯვარეს ცერცვისებრბიბილოიანს, პირველ თაობაში მიიღეს კაკლისებრი ბიბილოიანი, ხოლო მეორე თაობაში აღმოჩნდა 4 სახის ბიბილოიანი სხვადასხვა რიცხობრივი შეფარდებით. მაგ.: 9 ნაწილს აღმოაჩნდა კაკლისებრი, 3 ნაწილს ვარდისებრი, 3 ნაწილს – ცერცვისებრი, 1 ნაწილს – ფოთლისებრი, ე.ი. დათიშვის შეფარდება იყო 9:3:3:1. შედეგების გაანალიზების შემდეგ ნათელი გახდა, რომ ორი არაალელური დომინანტ გენის მოქმედება ურთიერთს ემატება და ახალ ნიშანს ივითარებენ (კაკლისებრს).

ვარდისებრბიბილოიანი მდელი შეუჯვარეს მამრ ცერცვისებრბიბილოიანს.



## ამოცანები

### ამოცანა

სურნელოვანი ბარდის ორი თეთრი რასის ურთიერთშეჯვარებისას 1 თაობაში ყველა ჰიბრიდს (პირველი თაობის ყველა ინდივიდს) აღმოაჩნდა ძოწისფერი ყვავილები. მეორე (F<sub>2</sub>) თაობაში მოხდა დათიშვა 9:7 შეფარდებით, სადაც 9 ნაწილს აღმოაჩნდა ძოწისფერი 7-ს კი თეთრი.

მიღებული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ცალცალკე არც ერთ დომინანტ გენს არ შეუძლია შეფერილობის განვითარება. დადგინდა, რომ სურნელოვან ბარდაში არის A გენი, რომელიც განაპირობებს პიგმენტის წინამორბედის განვითარებას. B-გენი კი განსაზღვრავს იმ ფერმენტის სინთეზს,

რომლის ზემოქმედებითაც პროპიგმენტიდან წარმოიქმნება პიგმენტი, სურნელოვანი ბარდის ამ რასებს, რომლებსაც გააჩნიათ  $aaBB$ ,  $AAbb$  გენოტიპები თეთრ ყვავილებს ივითარებენ. რასას, რომელსაც აქვს  $aaBB$  გენოტიპი აქვს ფერმენტი, მაგრამ არა აქვს პროპიგმენტი, ხოლო რასას, რომელსაც აქვს  $AAbb$  გენოტიპი, აქვს პროპიგმენტი, მაგრამ არა აქვს ფერმენტი, რომელიც პროპიგმენტს გადააქცევს პიგმენტად. ახლა გასაგებია თუ პირველ თაობას, რომელსაც ორივე დომინანტ გენი აქვს ( $AB$ ), რატომ არის ძოწისფერი.

გენტა კომპლემენტური მოქმედება შესწავლილია ადამიანშიც. როდესაც I ჯგუფის სისხლის მქონე ქალი ( $I^O I^O$ ) დაქორწინდა II ჯგუფის სისხლის მქონე მამაკაცზე  $I^A I^A$ . მათ შვილს აღმოაჩნდათ II ჯგუფის სისხლი და ფრჩხილებისა და მუხლის კვირისტავის დეფექტის სინდრომი. ანალიზის საფუძველზე დაასკვნეს, რომ ამ სინდრომის მატარებელი უნდა ყოფილიყო ბავშვის დედა და მისი გენოტიპი იქნებოდა  $I^O I^O Bb$ , ხოლო მამის გენოტიპი უნდა ყოფილიყო  $I^A I^A bb$  შვილს შესაბამისად უნდა ჰქონოდა  $I^A I^O Bb$  გენოტიპური სტრუქტურა და მაშინ მუხლის კვირისტავის დეფექტის სინდრომი დამოკიდებული იქნებოდა A და B გენების მოქმედებაზე. მაშასადამე გენტა კომპლემენტარულ ანუ დამატებით მოქმედებას მიეკუთვნება ისეთი არაალელურ გენტა მოქმედება, რომლებიც ერთობლივი მოქმედების დროს ახალი ნიშანის განვითარებას იწვევენ, ხოლო ცალ-ცალკე კი მათთვის დამახასიათებელ ნიშანს წარმოქმნიან.

## არაალელურ გენთა პოლიმერული მოქმედება

პოლიმერია ისეთი მოვლენაა, როდესაც რამდენიმე არაალელური დომინანტი გენი ერთდროულად მოქმედებს ერთ ნიშანზე ერთი მიმართულებით. ასეთ გენებს პოლიმერული გენები ეწოდებათ, ხოლო მოვლენას პოლიმერია. პოლიმერია ორი სახისაა:

რაოდენობრივ ნიშნებზე მოქმედი გენები, რომლებსაც კუმულაციურად მოქმედი გენები ეწოდებათ, რადგან გენოტიპში რაც უფრო მეტია დომინანტი გენი, მით უფრო მკვეთრად ვლინდება ნიშანი, ე.ი. ხდება მათი მოქმედების დაჯამება ანუ კუმულაცია.

თვისობრივ ნიშნებზე მოქმედი პოლიმერული გენები. ასეთ შემთხვევაში თითოეული გენი ძლიერი მოქმედებისაა და საკმარისია გენოტიპში ერთი დომინანტი გენიც კი იყოს, რომ ნიშანი სრულყოფილად გამოვლინდეს. ამიტომ ამ გენებს აკუმულაციური გენები ეწოდებათ.

ეს მოვლენა პირველად აღმოაჩინა და შეისწავლა ნილსონ-ელემ 1908 წელს, ხორბლებში.

## ამოცანები

### ამოცანა

არაალელურ გენების ურთიერთლოკალიზაციის რომელი ფორმის დროს ხორციელდება მენდელის III კანონი – გენთა დამოუკიდებელი განაწილების კანონი?

### ამოცანა

არაალელური გენების ურთიერთლოკალიზაციის რომელი ფორმის დროს ხორციელდება მორგანის შეჭიდულების კანონი?

ნილსონ-ელემ შეავჯვარა მუქი წითელთესლიანი ხორბალი თეთრთესლიან ხორბალთან და მიიღო ასეთი სურათი: ( $F_1$ ) პირველი თაობის ჰიბრიდებს ჰქონდათ საშუალო შეფერილობა, ( $F_2$ ) მეორე თაობაში წარმოიქმნა 5 ფენოტიპური კლასი შეფარდებით: 1:4:6:4:1 აქედან 15 ნაწილს გარდამავალი წითელი ელფერი ჰქონდა, ხოლო ერთ ნაწილს კი თეთრი, ამ ტიპის გენებს ეწოდათ პოლიმერული გენები, რადგან ისინი ერთმნიშვნელოვნად განსაზღვრავენ ერთსა და იმავე ნიშანს ერთი მიმართულებით.

ფენოტიპის მიხედვით 15 ნაწილიდან ერთ ნაწილს ჰქონდა მუქი წითელი შეფერილობა, 4 ნაწილს შედარებით ბაცი წითელი ფერის მარცვლები, 6 ნაწილს უფრო ბაცი წითელი ფერის მარცვლები, 4 ნაწილს კი ვარდისფერი შეფერილობის მარცვლები.

ნილსონ-ელემ მიღებული შედეგების ანალიზის საფუძველზე დაადგინა, რომ რაოდენობრივ ნიშნებზე მოქმედი დომინანტი პოლიმერული გენები ცალ-ცალკე სუსტი მოქმედებით გამოირჩევიან, ე.ი. რაც უფრო მეტია ინდივიდის გენოტიპში დომინანტი გენი, ნიშანი მით უფრო მკვეთრად ვლინდება ფენოტიპურად (მუქი წითელი ( $A_1A_1A_2A_2$ )), ხოლო რაც უფრო მცირე რაოდენობითაა გენოტიპში დომინანტი გენი, ნიშანი მით უფრო სუსტად ვლინდება ( $A_1a_2a_1a_1$ ) ვარდისფერი.

პოლიმერია შესწავლილია ადამიანშიც – პოლიმერულ ნიშანს წარმოადგენს სიმაღლე, ნიჭიერება, კანის ფერი, თითებზე ნახატობა.

დაუშვათ რომ სიმაღლეს განაპირობებს 3 წყვილი დომინანტი გენი. ინდივიდს, რომელსაც აქვს  $a_1 a_1 a_2 a_2 a_3 a_3$  გენოტიპი, მისი სიმაღლე 150 სმ-ია. ერთი დომინანტი გენის არსებობისას ადამიანი 155 სმ-ის სიმაღლის ხდება, ხოლო ინდივიდს, რომელსაც სამივე წყვილი დომინანტი გენი აქვს გენოტიპში 180 სმ სიმაღლის იქნება. თუ ერთ მშობელს აქვს სამივე რეცესივი გენი  $a_1 a_1 a_2 a_2 a_3 a_3$ , ხოლო მეორეს კი სამივე დომინ-

ნანტი  $A_1 A_1 A_2 A_2 A_3 A_3$ , მათ შვილებს ექნებათ  $A_1 a_1 A_2 a_2 A_3 a_3$ , გენოტიპი და 165 სმ სიმაღლე.

ასეთი სახის განაწილება დამახასიათებელია ადამიანში ნიჭის მიმართაც. ნორმალურ ადამიანთა შორის ძირითადად გვხვდებიან საშუალო ნიჭის ადამიანები, სულელები და გენიოსები კი იშვიათია.

პოლიმერული გენებით განისაზღვრება ადამიანის კანის ფერის მემკვიდრულობაც, თითებზე არსებული ნახაზებიც, რომელიც მკვეთრად დეტერმინირებულ ინდივიდუალურ ნიშანს წარმოადგენს. ამ ნიშნის შემსწავლელ მეცნიერების განხრავს ეწოდება დერმატოგლიფიკა. ოჯახში თითების ნახაზთა კორელაციური ანალიზის ჩატარების დროს აღმოჩნდა, რომ მოცემული ნიშნის თაობებში გადაცემა პოლიმერული მემკვიდრულობის კანონზომიერებებს ექვემდებარება, თითების ნახაზების პოლიმერული მემკვიდრეობითობა იმდენად რთულია, რომ ყველა ადამიანის თითების ნახატობა გენეტიკურად უნიკალურია და სხვა ადამიანში არ მეორდება. მაშასადამე, რაოდენობრივ ნიშნებზე მოქმედი პოლიმერული გენები წარმოქმნიან განსაკუთრებულ გენურ კომპლექსს, რომელსაც პოლიგენური სისტემა ეწოდება.

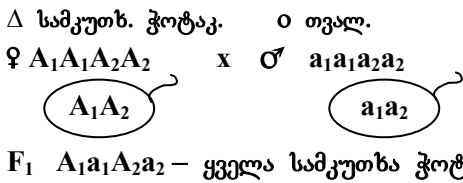
ასეთ სისტემაში ცალკეული გენის წვლილი ძალზე სუსტია, იმისათვის, რომ მან რაიმე მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინოს ფენოტიპზე, მაგრამ მათი ერთობლივი მოქმედება განუწყვეტელი ცვალებადობის საფუძველს ქმნის.

ამრიგად, რაოდენობრივ ნიშნებზე პოლიმერული გენების მოქმედების შედეგად ადგილი აქვს ნიშნის განუწყვეტელ ცვალებადობას და იმასაც, რომ გენოტიპში დომინანტი გენის რაოდენობა განსაზღვრავს ნიშნის სუსტ ან ძლიერ ფენოტიპურ გამოვლინებას.

ამის საფუძველზე ცვალებადობა შეიძლება განვიხილოთ, როგორც ვარიაციული გენოტიპის კუმულაციული ეფექტი. რაც შეეხება ისეთ წმინდა ადამიანურ თვისებებს, როგორიცაა

ინდივიდუალობა, ტემპერამენტი და ინტელექტი, თუ არსებული მონაცემების მიხედვით ვიმსჯელებთ, გამოდის რომ აღნიშნული თვისებები დამოკიდებულია როგორც მემკვიდრულ, ისე გარემო ფაქტორებზე, რომელშიც იზრდება და ყალიბდება ადამიანი, მაგრამ გარემო ვერასოდეს ვერ შეძლებს ფენოტიპი გამოიყვანოს გენოტიპით დეტერმინირებული ფარგლებიდან.

თვისობრივ ნიშნებზე მოქმედი პოლიმერული გენების მოქმედება შეისწავლეს მცენარე მწყემსის ჩანთაზე (*Capsela burza*), როდესაც სამკუთხა ჭოტაკის მქონე ინდივიდი შეუჯვარეს ოვალური ჭოტაკის მქონე მცენარეს, პირველ თაობაში ყველა ინდივიდი სამკუთხა ჭოტაკის მატარებელი იყო. მეორე თაობაში კი 15:1. ე.ი. 15 ნაწილს ჰქონდა  $\Delta$  ჭოტაკი, ხოლო 1 ნაწილს ( $\bigcirc$  (ოვალური)).



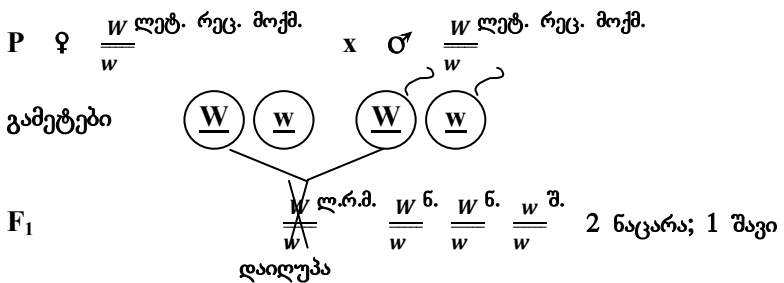
ე.ი. ამ შემთხვევაში თითოეულ გენს აქვს ძლიერი ანუ არაკუმულაციური მოქმედება.

## გენის პლეოტროპული მოქმედება

გენის პლეოტროპულ მოქმედებას ვერ გავაერთიანებთ არაალელურ გენტა ურთიერთქმედების ჯგუფში, რადგან არაალელურ გენტა ურთიერთქმედებისას მოქმედებს 2 ან მეტი გენი და ერთ შემთხვევაში ერთი არაალელური დომინანტი თრგუნავს მეორე არაალელური გენის მოქმედებას (ეპისტაზი), ხოლო გე-

ნის კომპლემენტალური მოქმედების შემთხვევაში ერთი არა-ალელური გენის მოქმედებას ემატება მეორე არაალელურის მოქმედება და სრულიად ახალი ნიშნის განვითარებას იწვევს.

გენის პლეიოტროპული მოქმედების შემთხვევაში კი სხვა მოვლენასთან გვაქვს საქმე. ერთი და იგივე გენი ერთ ნიშანზე მოქმედებს როგორც დომინანტი და იმავე ორგანიზმის სხვა ნიშანზე როგორც რეცესივი. ამიტომ გენის პლეიოტროპული მოქმედება ცალკე დგას. მაგ.: ყარაყულის ჯიშის ცხვრებში ეს მოვლენა პირველად იქნა აღმოჩენილი. არსებობს ყარაყულის 2 ჯიში: ნაცარა და შავბეწვიანი ცხვრები. დიდი მოთხოვნილება იყო ნაცარებზე. ამიტომ გენეტიკოსებმა გადაწყვიტეს გამოეყვანათ წმინდა ნაცრისფერმატყლიანი ჯიშის ცხვრები. რისთვისაც ერთმანეთს შეუჯვარეს ნაცარები, მაგრამ ყოველთვის პირველსავე თაობაში დებულობდნენ დათიშვას 2:1 შეფარდებით, სადაც 2 ნაწილი იყო ნაცარა, 1 ნაწილი კი შავი. შედეგი ამტკიცებდა, რომ ნაცარები იყვნენ ჰეტეროზიგოტები, ხოლო უჩვეულო დათიშვის მიზეზად მათი დასკვნით, ნაცრისფერი მატყლის განმსაზღვრელ დომინანტ გენს უნდა ჰქონოდა ლეტალური რეცესიული მოქმედება, რომელიც ამ დომინანტი გენის ჰომოზიგოტში გადასვლის დროს ვლინდებოდა.




ასეთივე შედეგები მიღებულია ვერცხლისფერ მელიებზეც. როდესაც ორი ვერცხლისფერი მელია შეუჯვარეს ერთმანეთს, პირველსავე თაობაში მოხდა დათიშვა: 2 ვერცხ. : 1 შავი.



იმისათვის რომ ზარალი თავიდან იქნეს აცილებული გენეტიკოსებმა გადაწყვიტეს, ნაცარა ცხვრები შეეჯვარებინათ შავბეწვიანი ცხვრებისათვის, რომლის დროსაც მიიღეს დათიშვა: 1:1 ანუ 50% ნაცარა : 50% შავი. ასევე მოიქცნენ მეღიების შემთხვევაში. ვერცხლისფერი მეღიები შეეჯვარეს შავ მეღიებს და მიიღეს დათიშვა 1:1 შეფარდებით ანუ 50% : 50%.

ამ შემთხვევაშიც როგორც ცხვრებში ვერცხლისფერის გამსაზღვრელ დომინანტ გენს აგრეთვე ლეთალური რეცესიული მოქმედება აქვს და როცა ეს დომინანტი გენი ჰომოზიგოტშია, მაშინ მისი რეცესიული მოქმედებაც ჰომოზიგოტში გადადის და ფენოტიპურად ვლინდება ცხოველმყოფელობაზე და ასეთი გენოტიპის მქონე ინდივიდი იღუპება. ყველა ნაცარა ცხვარი და ვერცხლისფერი მეღიაც (რომლებიც ცოცხლებია) გენოტიპურად ჰეტეროზიგოტები არიან.

$$\text{♀ } \frac{A}{a} \text{ ვერცხ. } \times \frac{a}{a} \text{ შავი}$$


**ვერცხ. Aa : aa შავი**  
**50% : 50%**

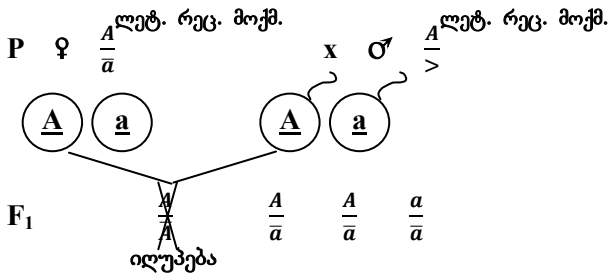
გენის პლეოტროპული მოქმედება აღმოჩენილია ადამიანშიც. ა.მ. ადამიანში ნამგლისებრუჯრედული ანემიის შემთხვევაში იცვლება ჰემოგლობინის სტრუქტურა. ამის გამო ერთობიციტები იღებს ნამგლისებრ ფორმას, ირღვევა O<sub>2</sub> ტრანსპორტირება, გულისა და ტვინის ფუნქციები. ასეთ დარღვევას განაპირობებს მუტანტური რეცესიული ალელი, რომელიც ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში იწვევს ახალშობილის სიკვდილს. ჰეტეროზიგოტულ მდგომარეობაში ამ გენოტიპის მატარებელ ადამიანს სძენს მდგრადობას ტროპიკული მაღარიის მიმართ.

# ამოცანები

## ამოცანა

ჰონდროდისტროფია (ჩონჩხის განვითარების დარღვევა) დამოკიდებულია დომინანტურ გენზე, რომელიც სრულიად პენეტრანტულია. ამ გენის მიმართ ჰომოზიგოტები იღუპებიან დაბადებამდე. მშობლები დაავადებული არიან ჰონდროდისტროფიით. განსაზღვრეთ ჯანმრთელი ბავშვის დაბადების ალბათობა.

## ამოხსნა



## ამოცანა

ბრაქიდაქტილიის (მოკლე და მსხვილი თითები) მადეტერმინირებელი B გენი ჰომოზიგოტურ მდგომარეობაში იწვევს ინდივიდის სიკვდილს. ჰეტეროზიგოტები სიცოცხლისუნარიანია. განსაზღვრეთ სიცოცხლისუნარიანი შვილების რაოდენობა (პროცენტებში), რომელთა მშობლები ჰეტეროზიგოტულეხა ამ ნიშან-თვისებებით.

## VI ტაზი

### მემკვიდრეულობის ქიმიური საფუძვლები.

#### გენის ცნების ევოლუცია

ცალკეული ცნობები ნიშნების მემკვიდრეობის შესახებ ჯერ კიდევ დიდი ხნის წინათ იყო ცნობილი, მაგრამ მათი გადაცემის შესახებ პირველად მოსაზრება გამოთქმული იყო გ. მენდელის მიერ. გ. მენდელმა 1865 წ. ჩაატარა ცდები ჰიბრიდებზე, რომლებსაც მისი თანამედროვეები დუმილით შეხვდნენ. მაგრამ ცნება “გენის” შესახებ ჯერ კიდევ არ არსებობდა და მენდელი მას მემკვიდრულ ნასახს უწოდებდა, რომელიც იმყოფებოდა სასქესო ქრომოსომაში, ხოლო მისი ბუნება ჯერ კიდევ ცნობილი არ იყო.

1900 წელს სამმა მეცნიერმა ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად დე ფრიზმა (ჰოლანდიაში), ჩერმაკმა (ავსტრიაში) და კორენსმა (გერმანიაში) ხელახლა აღმოაჩინეს მენდელის კანონები. ამიტომ ეს წელი ითვლება გენეტიკის მეცნიერების დაბადების თარიღად.

1902 წელს სეტონმა და ბოვერმა გამოთქვეს ვარაუდი, რომ მენდელის მემკვიდრული ნასახები ლოკალიზებული უნდა იყოს ქრომოსომაში. 1906 წელს ბეტსონმა მეცნიერებაში შემოიტანა ტერმინი გენეტიკა. 1909 წელს იოჰანსენმა შემოიტანა გენის ცნება. 1911 წელს მორგანმა და მისმა მოწაფეებმა ჩამოაყალიბეს მემკვიდრეულობის ქრომოსომული თეორია და ქრომოსომაში გენების ხაზობრივი განლაგების კანონი.

XX საუკუნის დასაწყისში გენეტიკაში ბატონობდა გენების სტაბილურობისა და უცვლელობის შესახებ წარმოდგენები (ა. ვეისმანი და ბეტსონი), ხოლო თუ ცვლილებები ხდებოდა, (დე ფრიზი) ითვლებოდა, რომ გარემო პირობებისაგან დამოუ-

კიდებლად ხდებოდა. ეს მცდარი აზრი პირველად უარყოფილ იქნა, მაშინ როდესაც ნადსონმა და ფილიპოვმა მიიღეს ინდუცირებული მუტაციები (1925 წ.) სოკოებზე, ხოლო 1927 წელს მელერმა – დროზოფილაზე, სტადლერმა 1928 წელს – სიმინდზე.

ამ პერიოდში აგრეთვე ამტკიცებდნენ გენის განუყოფლობას, მაგრამ 50-იანი წლების შემდეგ ბენზენმა გვიჩვენა, რომ გენი არის დისკრეტული ერთეული. ცილის სინთეზში გენი გამოდის, როგორც მთლიანი ერთეული და ბენზენი აღნიშნავდა, რომ გენი გაყოფადია და, რომ გენის ცვალებადობის ელემენტარული ერთეული არის მუტაციის ერთეული, რომელსაც ბენზენმა უწოდა მუტონი, ხოლო რეკომბინაციის ერთეულს (რომელიც გვხვდება I მეიოზური გაყოფის პროფაზაში ჰომოლოგიურ ქრომოსომებს შორის უბნების გაცვლის დროს) უწოდა რეკონი. მუტონისა და რეკონის მინიმალური ზომა ერთი წყვილი ნუკლეოტიდის ზომის ტოლია.

დღესდღეობით გენის ელემენტალურ სტრუქტურულ ერთეულად თვლიან ერთ წყვილ ნუკლეოტიდს, ხოლო ფუნქციურ ერთეულად კოდონს.

XX საუკუნის 20-იან წლებში დადგენილი იყო, რომ ქრომოსომა შედგებოდა ცილისა და ნუკლეინის მუავისაგან. კოლცოვი ვარაუდობდა, რომ გენის ფუნქციას ასრულებენ ცილების მოლეკულები და მათ აქვთ თვითწარმოქმნის უნარი, ხოლო შემდეგ დამტკიცებულ იქნა, რომ მემკვიდრული ინფორმაციის მატარებელია არა ცილა, არამედ დნმ.

მემკვიდრეულობის ინფორმაციის გადაცემაში მოპოვებულია დამამტკიცებელი საბუთები: ტრანსფორმაციით დამტკიცდა, რომ ვირულენტობის თვისება პნევმოკოკების ერთი შტამიდან მეორეზე გადაიტანება დნმ-ის მოლეკულების ფრაგმენტებით. მემკვიდრულ ინფორმაციის გადაცემაში დნმ-ის II დამამტკიცებელი საბუთი მოიპოვეს ცინდერმა და ლედერბერგმა 1952 წელს, როდესაც მათ აღწერეს ტრანსდუქციის მოვლენა. ეს არის ბაქ-

ტერიოფაგის უნარი დნმ-ის ფრაგმენტები გადაიტანოს ბაქტერიის ერთი შტამიდან მეორეზე და გადასცეს შესაბამისი თვისება.

XX საუკუნის 40-იან წლებში ბილმა და ტატუმმა დაადგინეს, რომ გენი პასუხისმგებელია ფერმენტის წარმოქმნაში, რომელიც უჯრედის მეტაბოლიზმის გზით გავლენას ახდენს მორფოლოგიური და ფიზიოლოგიური ნიშნების განვითარებაზე.

XX საუკუნის 50-იანი წლების დასაწყისში ჩარგაფმა აღმოაჩინა აზოტოვანი ფუძეების კომპლემენტალური განლაგება დნმ-ის მოლეკულაში და გვიჩვენა, რომ აღენინის რაოდენობა ყოველთვის თიმიინის რაოდენობის ტოლია, ხოლო გუანინის რაოდენობა – ციტოზინისა. ე.ი. დამტკიცდა, რომ მემკვიდრეულობის და ცვალებადობის ერთეულია გენი, რომელსაც აქვს გარკვეული სტრუქტურა, ფუნქცია და ორგანიზაცია.

არსებობს დნმ და რნმ. რნმ სამი ტიპისაა:

ინფორმაციული რნმ, რომელიც წარმოადგენს დნმ-ის გარკვეული უბნის ასლს და ასრულებს გენეტიკური ინფორმაციის გადამტანის როლს დნმ-დან ცილის სინთეზის ადგილას (რიბოსომებში) და უშუალოდ იღებს მონაწილეობას ცილის მოლეკულის სინთეზში.

ტრანსპორტული რნმ-ს გადააქვს ამინომჟავები ციტოპლაზმიდან რიბოსომებში.

რიბოსომული რნმ შედის რიბოსომების შემადგენლობაში. მეცნიერები თვლიან, რომ რიბოსომული რნმ უზრუნველყოფს გარკვეულ სივრცით ურთიერთგანლაგებას ინფორმაციულ რნმსა და ტრანსპორტულ რნმ-ს შორის.

დნმ-ის რეპლიკაცია – დნმ-ის მოლეკულის რეპლიკაცია ხდება ინტერფაზის სინთეზის პერიოდში. დედისეული მოლეკულის თითოეული ჯაჭვი წარმოადგენს მატრიცას შვილეული დნმ-ის ჯაჭვისათვის. რეპლიკაციის შედეგად სინთეზირებული დნმ-ს მოლეკულა შეიცავს ერთ “დედისეულ” ჯაჭვს და მეორე

“შეიღეულ” ჯაჭვს. მაშასადამე დნმ-ის სინთეზი მიმდინარეობს ნახევრადკონსერვატორული ხერხით (პრინციპით).

## ამოცანები

### ამოცანა

გენები, რომლებიც უნდა ჩაერთონ მუშაობაში,  $G_2$  პერიოდში დარჩნენ არააქტიურნი. მოახდენს თუ არა ეს გავლენას მიტოზის მსვლელობაზე?

### ამოხსნა

$G_2$  პერიოდში სინთეზირდება ის ცილები, რომლებიც საჭიროა გაყოფის თითისტარას წარმოსაქმნელად. მათი არ არსებობის შემთხვევაში მიტოზის ანაფაზაში ან დაირღვევა ქრომატიდების დაცილება ან საერთოდ არ მოხდება.

### ამოცანა

თუ ამინომჟავის საშუალო მოლეკულური მასა დაახლოებით 110-ია, ნუკლეოტიდის კი დაახლოებით 300. განსაზღვრეთ რომელია შედარებით მცირე?

### ამოხსნა

დავუშვათ, რომ ცილა შედგება  $n$  რაოდენობის ამინომჟავებისაგან, მაშინ ამ ცილის მოლეკულური მასა  $110n$  ცილა იქნება. როგორც ვიცით, თითოეული ამინომჟავა კოდირებულია სამი ნუკლეოტიდით, ხოლო თუ თითოეული ნუკლეოტიდის მასაა 300, მაშასადამე, დნმ-ის ჯაჭვი  $3n$  მონომერს უნდა შეიცავდეს და მისი მოლეკულური მასა იქნება  $300 \times 3 = 900n$ ; ე.ი. გენის მოლეკულური მასაა  $900n$ , დაახლოებით 8,2-ჯერ მეტია ნუკლეოტიდის მოლეკულურ მასაზე ( $900:110=8,2$ ).

**ამოცანა**

დნმ-ის მოლეკულის ერთ ჯაჭვს გააჩნია შემდეგი ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობა: ააგცცტცტაგგთაცცაგთ,

1. განსაზღვრეთ ი-რნმ-ის ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობა კომპლემენტალურ ჯაჭვში;
2. განსაზღვრეთ კომპლემენტალურ ჯაჭვში სინთეზირებული კოდონების თანმიმდევრობა ი-რნმ-ში.

**ამოხსნა**

1. კომპლემენტარობის პრინციპით ვაგებთ დნმ-ის მეორე მოლეკულის ჯაჭვს.

ა	ა	გ	გ	ც	ც	თ	ც	თ	ა	გ	გ	თ	ა	ც	ც	ა	გ	თ
თ	თ	ც	ც	გ	გ	ა	გ	ა	თ	ც	ც	ა	თ	გ	გ	თ	ც	ა
ა	ა	გ	გ	ც	ც	უ	ც	უ	ა	გ	გ	უ	ა	ც	ც	ა	გ	უ

2. დნმ-ს II ჯაჭვიდან ვაგებთ ი-რნმ-ს მოლეკულას.

**ამოცანა**

შესაძლებელია თუ არა ადამიანის უჯრედში კოდირებული ცილის მიხედვით სტრუქტურული გენის შედგენილობის განსაზღვრა, თუ ცნობილია ცილის სტრუქტურა.

**ამოხსნა**

ცილის სტრუქტურის მიხედვით შეიძლება დავადგინოთ მხოლოდ ევზონების ნუკლეოტიდების შედგენილობა და თანმიმდევრობა, ხოლო ადამიანის გენებში, ისევე როგორც ეუკარიოტებში, მოცემულია ინტრონებიც.

## ამოცანა

ნამგლისებურ უჯრედული ანემიით დაავადებულ ადამიანს ხ ჰემოგლობინის მე-ნ მდგომარეობაში გლუტამინის მჟავა შეცვლილია ამინმჟავა ვალინით. რით განსხვავდება ამ ავადმყოფობით დაავადებული ადამიანის ღნმ ჯანმრთელისაგან?

## ამოხსნა

განსხვავებული იქნება ვალინის კოდით, ჯანმთელს კი ექნებოდა გლუტამინის მჟავას კოდი.

## ამოცანა

დაუშვათ, რომ ეუკარიოტებსა და პროკარიოტებს უჯრედში აქვთ ერთნაირი სიგრძის სტრუქტურული გენები. ერთნაირი სიგრძის იქნება თუ არა ამ გენებში კოდირებული პოლიპეპტიდი.

## ამოხსნა

ამ გენებში კოდირებული პოლიპეპტიდის სიგრძე ეუკარიოტულ და პროკარიოტულ უჯრედში ერთნაირი იქნება, რადგან კოდი უნივერსალურია.

## ამოცანა

უჯრედს ახასიათებს სრული მიტოზური ციკლი. ასეთ შემთხვევაში ყველა გენმა უნდა შეასრულოს თუ არა აუტო და ჰეტეროსინთეტიკური ფუნქცია?

## ამოხსნა

აუტოსინთეტიკურ ფუნქციას (ღნმ-ს რეპლიკაცია) ასრულებს ყველა გენები, რადგანაც წინააღმდეგ შემთხვევაში შვილელი უჯრედები გენეტიკურად განსხვავებულები და არასრულფასოვანი იქნებიან. ჰეტეროსინთეტიკურ ფუნქციას ასრულებს მხოლოდ ის გენები, რომლებშიც კოდირებულია ის ცი-



ლები, რომლებიც აუცილებელია უჯრედის ცხოველყოფელთბისათვის.

### ამოცანა

კვერცხუჯრედისა და სპერმატოზოიდის ბირთვებს ქრომოსომების თანაბარი რაოდენობა აქვთ, მაგრამ კვერცხუჯრედში ციტოპლაზმისა და ციტოპლაზმური ორგანოიდების შემცველობა უფრო მაღალია, ვიდრე სპერმატოზოიდში. შეიცავს თუ არა ეს უჯრედები დნმ-ის თანაბარ რაოდენობას.

### ამოსნა

კვერცხუჯრედში დნმ-ს რაოდენობა მეტია, ვინაიდან ის შეიცავს მიტოქონდრიულ დნმ-ს.

### ამოცანა

ცილა შედგება 158 ამინმჟავისაგან, როგორი სიგრძის იქნება მისი განმსაზღვრელი გენი, თუ დნმ-ის მოლეკულაში ორ მეზობელ ნუკლეოტიდებს შორის მანძილი შეადგენს  $3,4\text{\AA}$ ?

### ამოსნა

ამოცანის პირობის თანახმად, ცილა შედგება 158 მონომერისაგან. ცილის თითოეული მონომერი (ამინომჟავა) კოდირდება 3 ნუკლეოტიდით. შესაბამისად, გენი, რომელშიც კოდირებულია მოცემული ცილა შეიცავს  $158 \times 3 = 474$  ნუკლეოტიდს. თითოეულის სიგრძე  $3,4\text{\AA}$ , მაშინ გენის საერთო სიგრძე უდრის:  $3,4 \times 474 = 1612$   $1,6.10^{-4}\text{მმ}$ .

### ამოცანა

ფაგის ნუკლეინის მჟავას მოლეკულური წონაა  $10^7$ . დაახლოებით რამდენი ცილაა მასში კოდირებული, თუ ჩავთვლით, რომ ტიპური ცილა საშუალოდ შედგება 400 მო-

ნომერისაგან, ხოლო ნუკლეოტიდების მოლეკულური წონა დაახლოებით 300-ის ტოლია?

### **ამოხსნა**

ცილა, რომელიც შეიცავს 400 მონომერს კოდირდება 1200 ნუკლეოტიდური თანმიმდევრობით (თითოეულ ამინომჟავაზე სამ-სამი ნუკლეოტიდი). ასეთი მაკოდირებელი ჯაჭვის (გენის) მოლეკულური წონაა  $300 \times 1200 = 360000$ . ნუკლეინის მჟავას მოლეკულა, რომლის მოლეკულური წონაა  $10^7$ . შეიცავს  $\frac{10^7}{360000} \approx 28$  ასეთ გენებს, ე.ი. სწორედ ასეთი რაოდენობის სხვადასხვა ცილაა მასში კოდირებული.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. ა. შათირიშვილი, ი. ჭუჭულაშვილი – გენეტიკური ამოცანების კრებული, 1981 წ.
2. Б.Х. Соколовская – Сто задач по генетике и молекулярной биологии, 1970 г.
3. ჰოფმან-კალოშნიკოვი – ზოგადი და სამედიცინო გენეტიკის ამოცანათა კრებული, 1981 წ.
4. გ. გულიაევი – გენეტიკა. 1989 წ.
5. Е.И. Морозов, Е.И. Тарасова, В.С. Анохина – Генетика в вопросах и ответах. 1989 г.
6. Н. Н. Орлов – Сборник задач по общей генетике, 1982 г.
7. Р.Г. Заяц, В.Э. Бутвиловский, И.В. Рачковская, В.В. Давыдов – Общая и медицинская генетика, 2002 г.
8. Д. Тейлор, Н. Грин, У. Стаут – Биология, 2002.

# სარჩევნო

წინასიტყვაობა	5
I თავი	6
მონოპოზიციური შეჯვარება	6
ამოცანები მონოპოზიციურ შეჯვარებაზე	7
მრავლობითი ადელიზმი	11
ამოცანები	12
რეზუს-ფაქტორი	15
ამოცანები	16
არასრული დომინირება	17
ამოცანები	18
კოდომინირება	19
მონოპოზიციური ამოცანები ადამიანის გენეტიკაში	20
II თავი	24
დიპოზიციური შეჯვარება	24
ამოცანები	24
III თავი	36
სქესთან შეჭიდული ნიშნების გამკვიდრულობა	36
ამოცანები	38
IV თავი	45
გენთა შეჭიდულობა	45
ამოცანები	47
V თავი	53
არაადალურ გენთა ურთიერთქმედება	53
ამოცანები	54
არაადალურ გენთა კომპლემენტარული მოქმედება	57
ამოცანები	58
არაადალურ გენთა კოლიმერული მოქმედება	60
ამოცანები	60
გენის პლიოტროპული მოქმედება	63
ამოცანები	66
VI თავი	67
გამკვიდრულობის ქიმიური საფუძვლები.	
გენის ცნების ევოლუცია	67
ამოცანები	70
გამოყენებული ლიტერატურა	75