

A.Ýollybaýew, M.Allamyradowa,  
O.Nazarowa, M.Piriýew

# GENETIKADAN MESELELER ÝYGyndysy

II kitap

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi  
tarapyndan hödürlenildi*



Aşgabat  
Türkmen döwlet neşirýat gullugy  
2017

**Ýollybaýew A. we başg.**

**Ý 83      Genetikadan meseleler ýgyndysy.** II kitap. Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2017.

Bu okuw gollanmasynyň ikinji kitabynda organizmlerde sitoplazmatiki neslegeçijilik, jyns bilen bagly alamatlaryň neslegeçijiligi, tirkelen genler, hromosom kartalary, organizmlerde garyndaşlyk seljermeleriniň geçiriliş kanunalaýyklyklary, populýasiýanyň genetikasy barada degişli maglumatlar berildi. Şeýle-de, her bir tema meseleleriň üsti bilen berkidilip, meseleleriň çözülişi görkezilýär hem-de barlag meseleleri hödürlenilýär.

Okuw gollanmasy ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin niýetlenildi. Ondan orta, orta hünär okuw mekdepleriniň okuwçylary, aspirantlar, mugallymlar, biologlar, ekologlar, lukmanlar, oba hojalyk ekinleriniň we haýwanlaryň seçgiçiligi bilen meşgullanýan hünärmenler peýdalanyň bilerler.



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI  
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**





TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

## TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,  
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.  
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,  
Baýdagyň belentdir dünýäň öňünde.

*Gaytalam:*

Halkyň guran Baky beýik binasy,  
Berkarar döwletim, jigerim-janym.  
Başlaryň täji sen, diller senasy,  
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,  
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.  
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,  
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

*Gaytalam:*

Halkyň guran Baky beýik binasy,  
Berkarar döwletim, jigerim-janym.  
Başlaryň täji sen, diller senasy,  
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

## GIRIŞ

Genetika organizmleriň alamatlarynyň neslegeçijiligini we üýtgeýjiligini öwredýär. Neslegeçijiligiň we üýtgeýjiligiň kanunlaryny bilmek organizmlerde nesle geçýän agyr keselleriň ýüze çykmagynyň sebäplerini anyklamaga we önüni almaga hem-de bu keseller ýüze çykan ýagdaýynda olary bejermegiň netijeli usullaryny işläp düzmäge ýardam edýär. Şeýle hem, genetikanyň kanunlary we düzgünleri seleksiýa ylmynyň esasy hökmünde oba hojalyk ekinleriniň täze sortlaryny, mallaryň täze tohumlaryny döretmekde giňden ulanylýar.

Iki kitapdan ybarat bolan «Genetikadan meseleler ýygyndysy» atly okuw gollanmasynda organizmleriň neslegeçijiliginiň we üýtgeýjiligiň ylmy esaslary, genleriň özara täsirleri, alamatlaryň ýüze çykyşy, genetiki seljermelerde genealogik usulyň ulanylyşy barada gymmatly maglumatlar berilýär. Gollanmada bu maglumatlar degişli temalarda beýan edilip, her bir tema meseleleriň üsti bilen aýdyň düşündirilýär.

Okuw gollanmasynyň birinji kitabynda organizmleriň neslegeçijiligi we üýtgeýjiligi, monogibrid, digibrid, poligibrid çaknyşdyrmalar, allel hem-de allel däl genleriň özara täsirleri baradaky maglumatlar hem-de olara degişli meseleler berildi.

Gollanmanyň ikinji kitabynda sitoplazmatiki neslegeçijilik, jyns bilen bagly we jyns bilen çäklenen alamatlaryň neslegeçijiligi, tirkele genler, krossingower hadysasy, hromosom kartalarynyň düzülişi, organizmlerde garyndaşlyk seljermeleriniň geçiriliş kanunalaýyklyklary, organizmleriň üýtgeýjiliginiň görnüşleri, populýasiýanyň genetikasy, öz-özünden tohumlanýan hem-de panmiktik populýasiýanyň genetiki gurluşynyň kesgitleniş aýratynlyklary barada maglumatlar hem-de olara degişli meseleler berilýär. Gollanmada öýjügiň sitoplazmasynyň we käbir organoidleriniň hususy ýadrosynda sak-



lanýan alamatlaryň neslegeçijiliginiň esaslary, jyns bilen çäklenen alamatlaryň nesillerde ýüze çykmagynyň kanunalaýyklyklary, gomo-logik hromosomlarda ýerleşýän genleriň ylalaşykly nesle geçijiligi-ni üpjün edýän şertler, şeýle hem modifikasion üýtgeýjilikde daşky gurşawyň orny baradaky maglumatlar uly orun eýeleýär.

Okuw gollanmasynda genetika dersiniň ähli bölümlerine degişli ýazylyp beýan edilen nazary maglumatlary, amaly häsiýetli mysallary özleşdirmek, şeýle hem degişli meseleleri çözmek talyplara we mek-dep okuwçylaryna dersi çuňňur öwrenmäge ýardam eder.



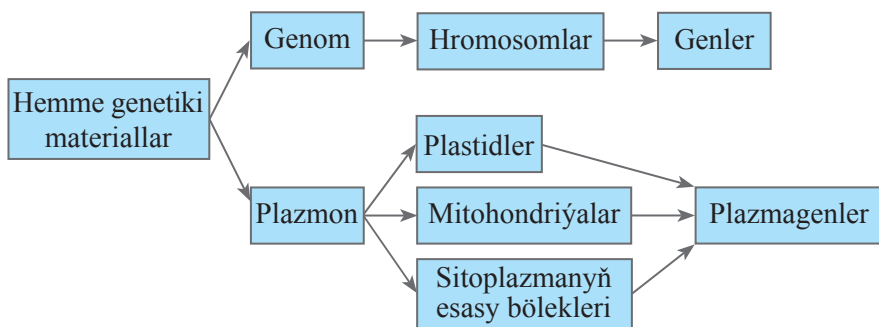


## VII BAP

### SITOPLAZMATIKI NESLEGEÇIJILIK

1909-njy ýylda inlis alymy K.Korens we amerikan alymy E.Baur şol bir wagtda, ýöne bir-birinden habarsyz ýagdaýda ösümlüklerde käbir alamatlaryň sitoplazmanyň üsti bilen neslegeçijiligini bellediler.

Ähli genetiki materiallar genom we plazmon geçirijiler arkaly nesilden nesle geçýärler (*1-nji surat*). Genom geçirijä hromosomlar, plazmon geçirijä plastidler, mitohondriýalar we sitoplazmatiki neslegeçijilik degişli bolup durýar.



*1-nji surat. Öýjügiň neslegeçijiligini üpjün edijiler*

Sitoplazmatiki neslegeçijilik diýlip, öýjükde ýadrodan daşary bolan ýerlerde (sitoplazma, organoidler) bar bolan genleriň jogap berýän alamatlarynyň neslegeçijiligine aýdylýar. Sitoplazmanyň organoidleri neslegeçijiligiň esasy bolup bilerler. Alamatlaryň şunuň ýaly nesle geçmegine **sitoplazmatik neslegeçijilik** diýilýär.

Sitoplazmanyň alamatlaryny nesle geçiriji materiallarynyň toplumyna **plazmonlar**, nesle geçirijileriň özlerine bolsa **plazmagenler** diýilýär. Plazmagenler 2 topara bölünýär:

1. Öýjügiň organellalarynda saklanýan DNK-nyň genleri (plastidler, mitohondriýalar);
2. Infeksiýa agentler ýa-da öýjügiň simbiýontlary (wiruslar, plazmidalar).



Mitochondriýalaryň genlerine **hondriogenler**, plastidleriň genlerine **plastogenler** diýilýär.

Ýadro genleri tarapyndan gözegçilikde saklanýan alamatlar ressi-prok çaknyşdyrmada alnan gibridlerde, düzgün bolşy ýaly, birmeňzeş ýüze çykmak häsiýetine eýe bolýar. Eger öwrenilýän alamat sitoplazma tarapyndan gözegçilikde saklanýan bolsa, onda alamat nesle ýumurtga öýjügiň sitoplazmasy arkaly geçýär, sebäbi spermatozoidde (ösümlüklerde spermiý) sitoplazma bolmaýar ýa-da örän az bolýar. Şonuň üçin ressi-prok çaknyşdyrmada alnan nesillerdäki tapawut sitoplazmatiki neslegeçijilik bilen bagly bolýar.

Şeýlelikde, sitoplazmatiki neslegeçijiligiň şu aýratynlyklary bardyr:

1. Sitoplazmadaky genler arkaly gözegçilikde saklanýan alamatlar we häsiýetler diňe enelik şekil arkaly nesle geçýär;
2. Sitoplazmanyň organoidleri ýaş öýjüklerde deň paýlanmaýar, şonuň üçin  $F_2$ -däki dargama Mendeliň kanunlaryna boýun egmeýär;
3. Alamatyň ýüze çykyş derejesini kesgitleýän sitoplazmanyň organoidleriniň sany hemişelik däl, bu bolsa gibridlerde alamatyň ýüze çykmak häsiýetine öz täsirini ýetirýär;
4. Plazmagenler şol bir alamaty gözegçilikde saklaýan homosomdaky genler bilen täsirleşip, alamatyň ýüze çykmagyny kesgitleýär.

Sitoplazmatiki nesle geçijilige sitoplazmadaky durnukly iRNK-nyň üýtgemegi hem degişlidir. Häzirki wagta çenli sitoplazmatiki neslegeçijiligiň üç görnüşi – plastid, mitochondriýa arkaly alamatlaryň neslegeçijiligi we sitoplazmatiki erkek sterilligi has doly öwrenildi.

### Plastid arkaly neslegeçijilik

Möhüm öýjük organoidi bolan plastidler ösümlük organizminde uglewodlaryň sintezine gatnaşýar. Plastidleriň düzüminde hususy DNK-sy bolýar we olar bölünmek ýoly bilen köpeliýär. Ösümlük öýjüginde nesil baradaky habary geçirýän plastidleriň toplumyna **plastom** diýilýär (2-nji surat).

K.Korens gije gözeli ösümliginde (*Mirabilis jalapa*) ala ýapraklygyň neslegeçijiligini öwrendi. Bu görnüşiň ala ýapraklylarynyň ösüş nokadynda öýjükleriň iki topary: kadaly plastidlileri we hlorofill emele getirmäge ukypsyz plastidlileri duş gelýär.

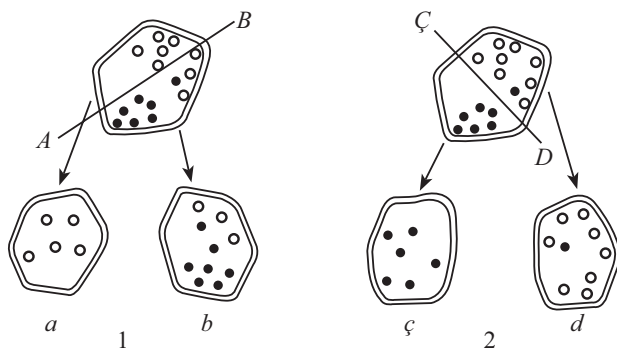




**2-nji surat. Ösümliklerde ala ýapraklaryň ýa-da dürli reňkli gül ýapraklarynyň bolmagy plastidleriň DNK-daky neslegeçijilik maglumatyna bagly**

Şunuň netijesinde gije gözeline kähatlarda arassa ýaşyl ýa-da sap ak reňkli şahalar we ýapraklar emele gelýär. Tejribelerde ak reňkli ýapragy bolan şahalardan alnan tohumlar ekilende gögermeyär, sebäbi olarda fotosintez geçmeyär. Ýaşyl plastidleri bolan öýjükler ýaşyl reňkli dokumalary emele getirýär, reňksiz plastidleri saklaýan öýjüklerden bolsa ak reňkli ösümlik synalary döreyär.

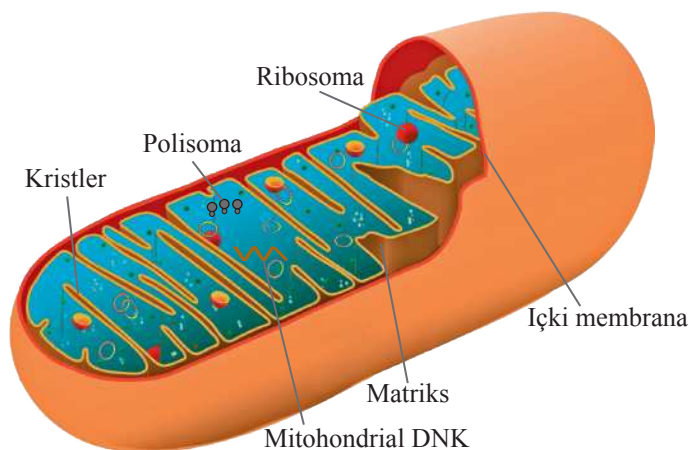
Eger-de plastidleriň iki hilisini saklaýan öýjük AB çyzyk boýunça bölünse, onda olar ak we ala reňkli dokumalary emele getirýärler. Eger öýjük ÇD çyzyk boýunça bölünse, ýaşyl we ala reňkli dokumalary alynýar (3-nji surat).



**3-nji surat. Mitochondriýa arkaly almatlaryň neslegeçijiligi**



Mitochondriýalar öýjükde dem alşa gatnaşýar we ATF öndürýär. Olar bölünmek arkaly köpeliýärler. Elektron mikroskopynda mitohondriýalarda hususy DNK-nyň bardygy anyklanyldy. Bölünmek netijesinde ýaş öýjükler ene öýjügiň mitohondriýalarynyň ýarysyny alýarlar (4-nji surat).



**4-nji surat. Mitochondriýanyň gurluşy**

Mitochondriýanyň gurluşy ribosomadan, tRNK-dan (4–30 sany), okislendiriji-dikeldiji täsirleşmeleri katalizleýän 9 sany subbirlik NADH gidrogenazadan, III kompleksden IV komplekse elektronlary geçiriji sitohromyň biogeneze gatnaşýan 5 sany belokdan, 3 sany subbirlik sitohromoksidazadan (IV kompleks), ADF we P-dan ATF-i emele getirmek üçin elektronlaryň akymyny amala aşyryýan 4 sany subbirlik ATF-aza fermentinden ybaratdyr.

### Sitoplazmatiki erkek sterilligi

Sitoplazmatiki neslegeçijiligiň bir görnüşi **sitoplazmatiki erkek sterilligi (SES)** bolup durýar. Ösümliklerde ýüze çykýan erkek sterilligini ilki K.Korens 1904-nji ýylyň tomsunda çaberi atly bakja ekininde öwrendi. 1921-nji ýylda B.Betson zygyrda, 1924-nji ýylda amerikaly genetik D.Jonson soganda, 1929-njy ýylda A.I.Kupsow günebakarda, 1932-nji ýylda M.I. Hadjinow we amerikaly alym M.Rods mekgejöwende öwrendiler.

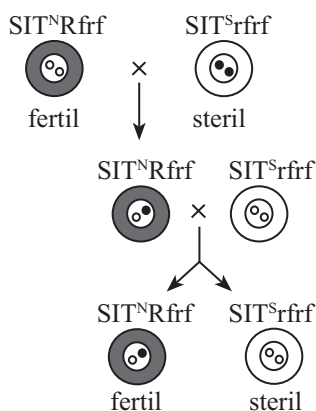


Erkek sterilliginiň iki görnüşi tapawutlandyrylýar:

- 1) ýadroly ýa-da genli erkek sterilligi;
- 2) sitoplazmatiki erkek sterilligi.

Käbir ösümlüklerde tozanlyklar we tozan haltajyklary doly ýe-  
tişmeýär ýa-da tozan haltajyklarynda steril (nesilsiz) tozanlyklar emele  
gelýär. Bu güller beýleki bir ösümlükleriň gülleriniň fertil (nesil berýän)  
tozanlyklary bilen tozanlandyrylanda, alnan gibridleriň tozanlyklary  
hem steril bolýar. Eger tozanlygyň sterilligi plazmagenler arkaly kes-  
gitlenýän bolsa, onda bu alamat enelik ugurdan geçýär. Sitoplazmatiki  
erkek sterilligi  $SIT^S$  plazmagenler, fertillik bolsa  $SIT^N$  plazmagenler  
arkaly kesgitlenýär. Emma ösümlükleriň fertilligine (**Rf**) we sterilligine  
(**rf**) jogap berýän ýadro genleri hem bardyr. Steril tozanlyklar sitop-  
lazmasynda  $SIT^S$  plazmagenleri we ýadrosynda **rfrf** genleri saklaýan  
halatynda ýüze çykýar. Beýle ösümligiň genotipi  $SIT^S rfrf$  görnüşde  
ýazylýar. Eger genotipde ýadronyň dominant **Rf** geni saklanýan bolsa,  
onda tozanlyk fertil bolýar. Ýadronyň dominant **Rf** geni  $SIT^S$  geniniň  
gurluşyny üýtgetmeýär, diňe ony basyp ýatyrýar. Şeýlelikde,  $SIT^N rfrf$ ,  
 $SIT^N Rf$ ,  $SIT^S Rf$  genotipi bolan ösümlükler fertil,  $SIT^S rfrf$  genotipli-  
leri bolsa steril bolýar.

**Rf** geni üçin köp allellik hem mahsus bolup biler. Şeýle hem  
tozanlygyň fertilligi özara koplementarlyk bilen täsirleşýän birnäçe  
dominant genler arkaly kesgitlenip bilýär. Şonuň üçin ösümlüklerdäki  
fertil gülleriň sany we fertillik derejesi üýtgäp durýan alamatdyr  
(5-nji surat).



5-nji surat. Sitoplazmatiki erkek sterilliginiň ýüze çykyşy



## **Sitoplazmatiki erkek sterilligi aşakdaky halatlarda ýüze çykyş biler:**

1. Atalyk generatiw synalary (tyçinkalar) ösüp ýetişmeýär (temmäki);
2. Tyçinkalarda tozan haltajyklary ösüp ýetişýär, emma olardaky tozan däneleri ýaşayşa ukypsyz bolýar (mekgejöwen);
3. Tyçinkanyň tozan haltajyklarynda kadaly tozan däneleri ösüp ýetişýär, emma olar miweligiň tumşujagyna düşüp bilmeýär. Beýle ýagdaý seýrek duş gelýär (pomidor).

## **Barlag soraglary we ýumuşlar**

1. Sitoplazmatiki neslegeçijilik diýip nämä aýdylýar?
2. Haýsy genleriň gözegçiliginde sitoplazmatiki neslegeçijilik amala aşýar?
3. Plazmon diýip nämä aýdylýar?
4. Plazmagen diýip nämä aýdylýar?
5. Hondriogenler diýip nämä aýdylýar?
6. Plastogenler diýip nämä aýdylýar?
7. Ýadro genleri sitoplazmatiki neslegeçijilikde nähili orny eýeleýär?
8. Nämе üçin sitoplazma tarapyndan gözegçilikde saklanýan alamatlaryň neslegeçijiligi diňe ýumurtga öýjügiň sitoplazmasy tarapyndan amala aşyrylýar?
9. Sitoplazmatiki neslegeçijiligiň aýratynlygy nämeden ybarat?
10. Nämе üçin sitoplazmatiki neslegeçijilikde nesillerdäki dargama Mendeliň kanunlaryna boýun egmeýär?
11. Plazmagenler tarapyndan gözegçilikde saklanýan alamatlaryň gibridlerde ýüze çykyş häsiýeti nämä bagly bolup durýar?
12. Sitoplazmatiki erkek sterilliginiň ýüze çykmagynyň manysy nämeden ybarat?
13. Nämе üçin öz-özünden tozanlanýan ýetişmedik tozanjyklary bolan güllerini miweligi beýleki güllerini fertil tozanjyklary bilen tozanlandyrylyp alnan gibridlerini tozanjyklary steril bolýar?
14. Nähili plazmagenler tozanjygyň fertilligini gözegçilikde saklaýar?
15. Nähili ýadro genleri tozanjygyň fertilligine jogap berýär?
16. Plazmagenlerini we ýadro genleriniň nähili gatnaşygy steril tozanjyklaryň emele gelmegini kesgitleýär?



17. Plazmagenleriň we ýadro genleriniň nähili gatnaşygy fertil tozanlyklaryň emele gelmegini kesgitleýär?

18. Ösümlikleriň berlen genotipi esasynda olaryň fertilligini ýa-da sterilligini kesgitleň.

1)  $SIT^S rfrf$

4)  $SIT^N rfrf$

2)  $SIT^S RfRf$

5)  $SIT^N Rffr$

3)  $SIT^S Rfrf$

6)  $SIT^N RfRf$

19. Aşakdaky ösümlikleriň genotipini kesgitleň.

1) steril;

2) gomozigot steril;

3) geterozigot fertil.

### Meseleleri çözmek endiklerini berkitmek

1. Meseläni üns bilen okaň we genetiki belgileri ulanyp, meseläniň şertini ýazyň. Plazmagenleriň we ýadro genleriniň allelleriniň fenotipini görkezip ýazyň. **Ýatda saklaň, fertil tozanlygy kesgitleýän plazmagenler  $SIT^N$ , sterilleriňki  $SIT^S$ , fertil tozanlygy kesgitleýän ýadro genleri dominant gen  $Rf$ , sterilleriňki resessiw gen  $rf$  bilen belgilenýär.**

2. Enelik we atalyk şekilleriň çaknyşdyrma çyzgydyny ýazyň. Eger meselede çaknyşdyrylýan osoblaryň fenotipleri berlen bolsa, meseläniň şertine baglylykda olaryň genotipini kesgitleň. Ýatda saklaň: 1) gomozigot osob plazmageni ( $SIT^N$ ,  $SIT^S$ ) we iki sany meňzeş ýadro allellerini ( $RfRf$ ,  $rfrf$ ) saklaýar. Geterozigot osob bolsa plazmageni ( $SIT^N$ ,  $SIT^S$ ) we dürli allelleri ( $Rf rf$ ) saklaýar; 2) çep tarapda enelik şekiliň genotipi, sag tarapda atalyk şekiliň genotipi ýazylýar. Enelik we atalyk şekilleriň genotipiniň aşagynda fenotipiň ýazylmagy hökmanydyr.

3. Eger çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipi berilmedik bolsa, nesillere seljerme berip, enelik we atalyk şekilleriň genotipini kesgitleň. Şonuň bilen baglylykda fertilligiň we sterilligiň plazmagenler we ýadro genleriniň özara baglanyşygy arkaly kesgitleýändigini unutmaň.

4. Enelik we atalyk şekilleriň emele getirip biljek gametalaryny kesgitleň. **Ýatda saklaň: 1) gomozigot osob bir dürli, geterozigot osob iki dürli gameta emele getirýär; 2) atalyk gametalar diňe ýadro genleriniň allellerini saklaýarlar; 3) enelik osobyň gameta-**





**lary plazmageni we ýadro genini saklaýar; 4) geterozigot enelik osobda gametalar biri-birinden diňe ýadro genleriniň allelleri bilen tapawutlanýarlar ( $SIT^SRf$ ,  $SIT^Srf$ ). Enelik we atalyk şekilleriň gametalaryny ýazyň.**

5. Çaknyşdyrma geçirilende atalyk şekiliň jyns öýjüklerinde sitoplazmanyň mukdarynyň az bolýandygyny hem nazarda tutmaly.

6.  $F_1$ -däki nesillerde nähili genotipleriň emele gelýändigini kesgitläň. Ýatda saklaň, tohumlanma hadysasy deň hukukly häsiýete eýedir. Ýagny, islendik spermatozoid islendik ýumurtga öýjügi tohumlandyryp bilýär.

7.  $F_1$ -iň nesillerine seljerme beriň. Olaryň genotipini we fenotipini kesgitläň.

8. Eger meseläniň şerti talap edýän bolsa,  $F_1$ -däki nesilleri öz-arasynda çaknyşdyryň. Nesilleriň fenotiplerini ýazyň. Ýatda saklaň,  $F_2$ -däki dargama Mendeliň kanunlaryna boýun egmeýär.

9. Meseläniň soraglaryna jogap beriň.

### Meseleler we olaryň çözülişi

1. Mekgejöweniň sitoplazmatiki erkek sterilligi  $SIT^S$  plazmageni we  $rfrf$  resessiw ýadro genleri tarapyndan kesgitlenýär.  $Rf$  dominant allele  $SIT^N$ , şeýle hem  $SIT^S$  plazmagenleriň bolmagy bilen tozanjyklaryň fertilligine jogap berýär. Eger ösümlükler  $SIT^N$  plazmageni saklaýan bolsalar, onda genotipde  $Rf$  geniň dominant, şeýle hem resessiw  $rfrf$  allelleri bolanda tozanjygyň fertilligine jogap berýär.  $SIT^SRfrf \times SIT^NRfrf$  osoblary çaknyşdyrmak bilen fertil we steril ösümlükleriň ýüze çykyş ähtimallygyny kesgitläň.

#### **Berlen:**

$SIT^N$  – fertil

$SIT^S$  – steril

$Rf$  – fertil

$rf$  – steril

$P \text{ ♀ } SIT^SRfrf \times \text{♂ } SIT^NRfrf$   
fertil                      fertil

Fertil we steril ösümlükleriň  
ýüze çykmak ähtimallygy – ?

#### **Çözülişi:**

1. *Çaknyşdyrmanyň çyzgydy-ny ýazýarys:*

$P \text{ ♀ } SIT^SRfrf \times \text{♂ } SIT^NRfrf$   
fertil                      fertil

2. *Çaknyşdyrylýan osoblaryň gametalaryny kesgitleýäris:*







2. Soganyň sitoplazmatiki erkek sterilligi **SIT<sup>s</sup>** plazmageni we **msms** resessiw ýadro genleri tarapyndan kesgitlenýär. **Ms** dominant ýadro geni gomozigot we heterozigot ýagdaýda ösümliklerde fertil tozanjyklaryň emele gelmegini üpjün edýär. **SIT<sup>N</sup>** plazmageni ýadro genleriniň islendigi genotipde bolanda hem fertil tozanjyklaryň bolmagyny üpjün edýär. Soganyň steril ösümlikleri bilen fertil ösümliklerini çaknyşdyranlarynda ähli nesiller fertil boldy. Çaknyşdyrylýan ösümlikleriň genotipini kesgitläň.

<b>Berlen:</b>	<b>Çözülişi:</b>
<b>SIT<sup>N</sup></b> – fertil	1. <i>Çaknyşdyrmanyň çyzgydy-ny ýazýarys:</i>
<b>SIT<sup>s</sup></b> – steril	
<b>Ms</b> – fertil	
<b>ms</b> – steril	
<b>P</b> ♀ <b>steril</b> x    ♂ <b>fertil</b>	<b>P</b> ♀ <b>steril</b> x    ♂ <b>fertil</b>
<b>F<sub>1</sub></b> – fertil	<b>F<sub>1</sub></b> <b>fertil</b>
P genotipleri – ?	

2. *Nesillere seljerme berip, çaknyşdyrylýan ösümlikleriň genotipini kesgitleýäris:*

<b>P</b>	♀ <b>steril</b>	x	♂ <b>fertil</b>
<b>F<sub>1</sub></b>			<b>fertil</b>

Enelik ösümlik steril, diýmek, ol resessiw ýadro genleri we **SIT<sup>s</sup>** plazmageni saklaýar. Onuň genotipi **SIT<sup>s</sup>msms**. Nesilleriň fertil bolmagy atalyk ösümlikleriň hasabyna üpjün edilýär (sebäbi enelik ösümlikler steril). Atalyk ösümlikleri plazmagenleri saklamaýar. Şol esasyda nesilleriň fertilligi diňe ýadro genleriniň hasabyna üpjün edilýär. Ähli nesilleriň birmeňzeşligini nazarda tutsak, onda atalyk ösümlikler iki dominant alleli saklaýarlar. Diýmek, ol plazmageniň nähili görnüşdedigine bagly bolmazdan fertil bolýar. Şonuň üçin atalyk ösümlikleriň genotipi **SIT<sup>s</sup>Msms**, **SIT<sup>N</sup>Msms**.

3. *Kesgitlenen genotipleri goýmak bilen çaknyşdyrmanyň çyzgydyny ýazýarys:* Atalyk ösümliğin plazmagenleri saklamaýandygyny göz önünde tutsak, genotipiň diňe bir wariantyny hem ulanyp bileris



( $SIT^N Ms Ms$ ). Sebäbi iki dürli genotipde-de ( $SIT^S Ms Ms$ ,  $SIT^N Ms Ms$ ) birmenşeş netijeler alnar.

<b>P</b>	♀ $SIT^S ms ms$ steril	<b>x</b>	♂ $SIT^N Ms Ms$ fertil
----------	---------------------------	----------	---------------------------

4. Çaknyşdyrylýan ösümlükleriň gametalaryny kesgitleýäris:

<b>P</b>	♀ $SIT^S ms ms$ steril	<b>x</b>	♂ $SIT^N Ms Ms$ fertil
<b>G</b>	$SIT^S ms$		$Ms$

5.  $F_1$  nesilleri alýarys:

<b>P</b>	♀ $SIT^S ms ms$ steril	<b>x</b>	♂ $SIT^N Ms Ms$ fertil
<b>G</b>	$SIT^S ms$		$Ms$
<b><math>F_1</math></b>			$SIT^S Ms ms$ fertil

### Meseläniň gysgaça çözülişi

♀ steril ösümlükler  $\Rightarrow$  onuň genotipi  $SIT^S ms ms$ .

$F_1$  we ♂ fertil ösümlükler  $\Rightarrow$  ♂ ösümligi iki sany dominant ýadro genlerini saklaýar, plazmageniň bolsa islendigini saklap biler –  $SIT^S$ ,  $SIT^N$ , ýagny genotipiň iki dürli görnüşi bolmagy mümkin – ♂  $SIT^S Ms Ms$  ýa-da  $SIT^N Ms Ms$ .

<b>P</b>	♀ $SIT^S ms ms$ steril	<b>x</b>	♂ $SIT^N Ms Ms$ fertil
<b>G</b>	$SIT^S ms$		$Ms$
<b><math>F_1</math></b>			$SIT^S Ms ms$ fertil



**Jogaby:** P-niň genotipi ♀ – **SIT<sup>S</sup>msms**, ♂ – **SIT<sup>N</sup>MsMs** ýa-da **SIT<sup>S</sup>Msms** bolar.

### Barlag meseleleri

1. Mekgejöweniň fertil tozanjygy kadaly sitoplazma (**SIT<sup>N</sup>**) bolanda, steril tozanjygy bolsa steril sitoplazmasy (**SIT<sup>S</sup>**) bolanda emele gelyär. Dominant **Rf** gen fertillige, **rf** resessiw gen bolsa sterillige jogap berýär. Aşakdaky çaknyşdyrmalardan alnan nesillerde fertil we steril ösümlikleriň gatnaşygyny kesgitleň:

- 1) **SIT<sup>S</sup>rfrf** x **SIT<sup>S</sup>RfRf**
- 2) **SIT<sup>S</sup>rfrf** x **SIT<sup>N</sup>Rfrf**
- 3) **SIT<sup>S</sup>rfrf** x **SIT<sup>N</sup>rfrf**
- 4) **SIT<sup>N</sup>rfrf** x **SIT<sup>N</sup>Rfrf**

2. Mekgejöweniň fertil tozanjygy kadaly sitoplazma (**SIT<sup>N</sup>**) bolanda, steril tozanjygy bolsa steril sitoplazmasy (**SIT<sup>S</sup>**) bolanda emele gelyär. Dominant **Rf** gen fertillige, **rf** resessiw gen bolsa sterillige jogap berýär. Steril ösümligi fertil ösümlikler bilen çaknyşdyrdylar. Alnan nesilleriň 1/2 bölegi fertil, 1/2 bölegi steril boldy. Çaknyşdyrylýan ösümlikleriň genotipini kesgitleň.

3. Mekgejöweniň fertil tozanlygy kadaly sitoplazma (**SIT<sup>N</sup>**) bolanda, steril tozanlygy bolsa steril sitoplazmasy (**SIT<sup>S</sup>**) bolanda emele gelyär. Dominant **Rf** gen fertillige, **rf** resessiw gen bolsa sterillige jogap berýär. Steril ösümlikler bilen fertil ösümlikler çaknyşdyrylanda nesilleriň ählisi fertil boldy. 1. Çaknyşdyrylýan ösümlikleriň genotipini; 2. F<sub>1</sub>-däki gibridleri özarasynda çaknyşdyryp, alnan nesilleriň genotipini kesgitleň.

4. Mekgejöweniň fertil tozanlygy kadaly sitoplazma (**SIT<sup>N</sup>**) bolanda, steril tozanlygy bolsa steril sitoplazmasy (**SIT<sup>S</sup>**) bolanda emele gelyär. Dominant **Rf** gen fertillige, **rf** resessiw gen bolsa sterillige jogap berýär.

- 1) **SIT<sup>S</sup>rfrf** genotipli steril ösümligiň fertilligini dikeltmek üçin;
- 2) **SIT<sup>S</sup>rfrf** genotipli steril ösümligiň sterilligini berkitmek üçin nähili genotipli ösümlikler bilen çaknyşdyrmaly?

5. Soganyň sitoplazmatiki erkek sterilligi plazmagen **SIT<sup>S</sup>** we ýadrodaky **msms** resessiw genler bilen kesgittenýär. Dominant ýad-



ro **Ms** geni gomozigot we geterozigot ýagdaýda ösümliklerde fertil tozanjygyň bolmagyna getirýär. **SIT<sup>N</sup>** plazmageni genotipde ýadro genleriniň islendigi bilen fertil tozanjyga jogap berýär. Aşakdaky çaknyşdyrmalarda fertil nesilleriň ýüze çykyş ähtimallygyny kesgitläň:

1) **SIT<sup>S</sup>msms x SIT<sup>N</sup>Msms**

2) **SIT<sup>N</sup>Msms x SIT<sup>N</sup>msms**

6. Mekgejöweniň fertil tozanlygy kadaly sitoplazma (**SIT<sup>N</sup>**) bolanda, steril tozanlygy bolsa steril sitoplazmasy (**SIT<sup>S</sup>**) bolanda emele gelýär. Dominant **Rf** gen fertillige, **rf** resessiw gen bolsa sterillige jogap berýär. Aşakdaky çaknyşdyrmalarda steril nesilleriň ýüze çykyş ähtimallygyny kesgitläň:

1) **SIT<sup>S</sup>rf<sup>1</sup>rf<sup>2</sup> x SIT<sup>N</sup>Rf<sup>1</sup>Rf<sup>2</sup>**

2) **SIT<sup>N</sup>Rf<sup>1</sup>rf<sup>2</sup> x SIT<sup>N</sup>Rf<sup>1</sup>Rf<sup>2</sup>**

7. Bugdaýda sitoplazmanyň sterillik alamaty iki jübüt genler arkaly kesgitlenýär. Ýadrodaky iki sany dominant **Rf<sub>1</sub>**, **Rf<sub>2</sub>** geniň täsirinde (komplementar täsir) fertillik, sitoplazmadaky **SIT<sup>S</sup>** geniň täsirinde sterillik ýüze çykýar. Bir dominant genli (**Rf<sub>1</sub>** ýa-da **Rf<sub>2</sub>**) gomozigot ýa-da geterozigot ösümlikler ýarym steril bolýar. Şu aşakdaky genotipli ösümlikler öz-özünden çaknyşdyrylanda, sterillik we fertillik boýunça alnan nesillerde nähili gatnaşyklar ýüze çykar?

1) **SIT<sup>S</sup>Rf<sub>1</sub>rf<sub>1</sub>rf<sub>2</sub>rf<sub>2</sub>**

2) **SIT<sup>S</sup>Rf<sub>1</sub>Rf<sub>1</sub>rf<sub>2</sub>rf<sub>2</sub>**

3) **SIT<sup>S</sup>Rf<sub>1</sub>rf<sub>1</sub>Rf<sub>2</sub>rf<sub>2</sub>**

4) **SIT<sup>S</sup>Rf<sub>1</sub>Rf<sub>1</sub>Rf<sub>2</sub>rf<sub>2</sub>**

5) **SIT<sup>S</sup>Rf<sub>1</sub>Rf<sub>1</sub>Rf<sub>2</sub>Rf<sub>2</sub>**

6) **SIT<sup>S</sup>rf<sub>1</sub>rf<sub>1</sub>rf<sub>2</sub>rf<sub>2</sub>**

8. Bugdaýyň sitoplazmatiki erkek sterilligi **SIT<sup>S</sup>** we resessiw **rf<sub>1</sub>**, **rf<sub>2</sub>** komplementar ýadro genleri arkaly kesgitlenýär. Dominant **SIT<sup>N</sup>** gen we ýadrodaky komplementar **Rf<sub>1</sub>**, **Rf<sub>2</sub>** genler gomozigot ýa-da geterozigot ýagdaýda fertilligi kesgitleýär. Genotipinde **SIT<sup>S</sup>** plazmageni we komplementar dominant genleriň birisini saklaýan ösümlikler ýarym steril bolýar. Bu ösümlikleriň tozan däneleriniň ýarysy fertil bolýar. Aşakdaky çaknyşdyrmalardan nähili nesillere garaşmak bolar:



1) $SIT^S rf_1 rf_1 rf_2 rf_2$	x	$SIT^S Rf_1 rf_1 rf_2 rf_2$
2) $SIT^S rf_1 rf_1 rf_2 rf_2$	x	$SIT^S Rf_1 Rf_1 rf_2 rf_2$
3) $SIT^S rf_1 rf_1 rf_2 rf_2$	x	$SIT^S Rf_1 Rf_1 Rf_2 rf_2$
4) $SIT^S rf_1 rf_1 rf_2 rf_2$	x	$SIT^S Rf_1 Rf_1 Rf_2 Rf_2$

9. Bugdaýyň sitoplazmatiki erkek sterilligi  $SIT^S$  we resessiw  $rf_1$ ,  $rf_2$  komplementar ýadro genleri arkaly kesgitlenýär. Dominant  $SIT^N$  gen we ýadrodaki komplementar  $Rf_1$ ,  $Rf_2$  genler gomozigot ýa-da geterozigot ýagdaýda fertilligi kesgitleýär. Genotipinde  $SIT^S$  plazmageni we komplementar dominant genleriň birisini saklaýan ösümlikler ýarym steril bolýar. Dolulygyna fertil ösümlikler haçan-da genotipde  $SIT^N$  we dominant komplementar  $Rf_1$ ,  $Rf_2$  genleriň ikisi hem bolanda ýüze çykýar. Aşakdaky çaknyşdyrmalarda steril nesilleriň ýüze çykmak ähtimallygyny kesgitläň:

1) $SIT^S Rf_1 rf_1 rf_2 rf_2$	x	$SIT^N Rf_1 rf_1 Rf_2 rf_2$
2) $SIT^N rf_1 rf_1 Rf_2 rf_2$	x	$SIT^S Rf_1 Rf_1 rf_2 rf_2$

10. Bugdaýyň sitoplazmatiki erkek sterilligi  $SIT^S$  we resessiw  $rf_1$ ,  $rf_2$  komplementar ýadro genleri arkaly kesgitlenýär. Dominant  $SIT^N$  gen we ýadrodaki komplementar  $Rf_1$ ,  $Rf_2$  genler gomozigot ýa-da geterozigot ýagdaýda fertilligi kesgitleýär. Genotipinde  $SIT^S$  plazmageni we komplementar dominant genleriň birisini saklaýan ösümlikler ýarym steril bolýar. Dolulygyna fertil ösümlikler haçan-da genotipde  $SIT^N$  we dominant komplementar  $Rf_1$ ,  $Rf_2$  genleriň ikisi hem bolanda ýüze çykýar. Aşakdaky çaknyşdyrmalarda fertil nesilleriň ýüze çykmak ähtimallygyny kesgitläň:

1) $SIT^S Rf_1 rf_1 rf_2 rf_2$	x	$SIT^N Rf_1 Rf_1 Rf_2 rf_2$
2) $SIT^S rf_1 rf_1 rf_2 rf_2$	x	$SIT^S rf_1 rf_1 rf_2 rf_2$





## VIII BAP

### JYNS BILEN BAGLANYŞYKLY ALAMATLARYŇ NESLE GEÇIJILIGI. JYNS GENETIKASY

Häzirki zaman biologiýanyň we seleksiýanyň esasy ylmy ugry jyns genetikasyny, populýasiýalarda jynsyň kesgitlenmegine daşky gurşawyň täsirlerini, jynsy aýratynlyklaryň ýüze çykmagynyň sebäplerini öwrenmekden ybarat bolup durýar.

Jynsy köpeliş janly nesil baradaky maglumatlaryň çalşygyny üpjün etmek bilen organizmleriň üýtgäp durýan daşky gurşawyň şertlerine uýgunlaşmagyny ýüze çykarýar.

Jyns diýen düşüňjä organizmiň bir alamaty hökmünde seredip bolar. Alamatlaryň neslegeçijiligi, belli bolşy ýaly, genler arkaly üpjün edilýär, jyns bolsa jynsy hromosomlaryň zigotadaky goşulyşmagy netijesinde ýüze çykýar. Jyns, esasanam, tohumlanma wagtynda kesgitlenilýär.

Organizmlerde köplenç tohumlanma hadysasynyň geçmegi iki sany aýry jynsly organizmleriň üsti bilen amala aşyrylýar. Ýagny aýry jynslylyk duş gelip, enelik we atalyk osoblar özbaşdak ýaşaýarlar. Ýöne kähallatlarda ösümlüklerde we haýwanlarda, iki jyns bilelikde bir osobda hem duş gelýär. Biologiýada bir osobda iki jynsyň bolmagyna **germafroditizm** diýilýär. Jyns bu organizmiň nesil öndürmekligini we nesillik maglumatlaryny (informasiýany) bermekligini üpjün edýän alamatlaryň we häsiýetleriň jemidir.

Jynsy köpeliş nesil baradaky maglumatyň çalşygyny amala aşyryr we janly bedenleriň daşky gurşawyň üýtgeşmelerine bolan uýgunlaşmasyny üpjün edýär.

#### 8.1. Jyns bilen baglanyşykly neslegeçijilik

Haçan-da, autosom genler haýsydyr bir alamatyň ýüze çykmagyna jogap berýän bolsalar, ene-atanyň haýsynyň görterijidigine garamazdan, olar nesle geçýärler. Emma jynsy hromosomlarda saklanýan



genleriň jogap berýän alamatlarynyň ýüze çykmagy başgaça bolýar, ýagny jynsy hromosomlar bilen baglanyşykly bolýar.

**X** we **Y** hromosomlar gomologikdirler, ýagny olar allel genleriň lokuslaryndan düzülen meňzeş üleşlere eýedirler. Ýöne bu hromosomlar öz morfologiki gurluşy boýunça tapawutlanýarlar. Meňzeş üleşlerden başga-da olarda birnäçe tapawutly genler hem bardyr. **X** hromosomda **Y** hromosomda ýok bolan genler ýatandyr. Käbir **Y** hromosomda bar bolan genler **X** hromosomda ýokdur. Erkekleriň jynsy hromosomlarynda gomologik hromosomdaky käbir genleriň ikinji alleli ýokdur. Şeýle ýagdaýda alamat iki jübüt alleliň hasabyna däl-de, diňe bir alleliň hasabyna ýüze çykýar. Geniň şeýle ýagdaýyna **gemizigotlyk** diýilýär.

**X** we **Y** hromosomlarda ýerleşen (lokallaşan) genleriň nesle geçmegine **jyns bilen baglanyşykly neslegeçijilik** diýilýär. Jyns bilen bagly alamatlar bolsa diňe bir jynsda ýüze çykýar ýa-da atalyk we enelik osoblarda dürli ýagdaýda ýüze çykýar. Köp organizmlerde genetiki taýdan **X** hromosom işjeňdir, emma şol bir **Y** hromosom inerdir. Sebäbi bu ýagdaýda **Y** hromosom organizmiň haýsydyr bir alamatlaryna jogap berýän genleri saklamaýar. Jyns bilen bagly doly tirkelme diňe **Y** hromosom genetiki taýdan inert bolan ýagdaýynda ýüze çykýar. **Y** hromosomda ýerleşen genler kakasyndan diňe ogluna geçýär. Eger **Y** hromosomda bolan genleriň allelleri **X** hromosomda hem saklanýan bolsalar, onda oňa **jyns bilen bagly bölekleyin tirkelme** diýilýär.

**X** hromosom bilen baglanyşykly genler hem dominant, hem resessiw bolup bilýärler. Resessiw alamatlara görüş nerwiň atrofiýasy, gemofiliýa, daltonizm (gyzyl we ýaşyl reňki saýgarmazlyk) degişlidir. Dominant alamatlara bolsa rahat, dişleriň garalmagy degişlidir.

Jyns bilen baglanyşykly nesle geçijilige resessiw alamat bolan gemofiliýa keseliň mysalynda seredeliň. Erkeklerde gemofiliýa geni **X** hromosomda ýerleşýär we onuň **Y** hromosomda beýleki jübüt alleli ýok, ýagny gemizigot ýagdaýda ýerleşýär.

Alamatyň resessiw ýagdaýda ýerleşýändigine garamazdan, erkeklerde ol ýüze çykýar:

**H** – ganyň kadaly lagtalanmagynyň geni;

**h** – gemofiliýa geni;





$X^hY$  – gemofiliýaly erkek;

$X^HY$  – sagdyn erkek.

Aýallarda bu alamat jynsy **XX** hromosomlarda ýerleşen iki jübüt allel tarapyndan kesgitlenilýär. Şol sebäpli gemofiliýa diňe gomozi-got ýagdaýda ýüze çykyp bilýär.

$X^HX^H$  – sagdyn aýal;

$X^HX^h$  – geterozigot, kesel geni göteriji sagdyn aýal;

$X^hX^h$  – gemofiliýaly aýal.

**X** jyns hromosomy bilen baglanyşykly resessiw alamatlaryň nes-legeçijiligi şu aşakdaky ýaly bolup bilýär:

– köplenç bu keseller erkeklerde ýüze çykýar;

– fenotipiki sagdyn aýallar geterozigot ýagdaýda geni göteriji bolup durýar.

P	♀	$X^HX^h$	x	♂ $X^HY$
		sagdyn		sagdyn
F1		$X^HX^H$ , $X^HY^h$	:	$X^HY$ , $X^hY$
		sagdyn we göteriji sagdyn gyz	:	sagdyn we kesel ogullar

Ýa-da daltonizm (reňk saýgarmazlyk) keseli **X** hromosom-da ýerleşýän resessiw gen arkaly nesle geçýär. Eger daltonizm geni boýunça geterozigot aýal sagdyn erkek adam bilen nikalaşsa, çagalary nähili bolar?

**A** – kadaly görmeklik, **a** – daltonizm

Onda hromosomlary görkezmek arkaly çaknyşdyrmany ýaz-ýarys:

P	$X^AX^a$	x	$X^AY$
Gametalar:	$X^A$ $X^a$		$X^A$ $Y$
F1	$X^AX^A$ $X^AX^a$		$X^AY$ $X^aY$

Bu ýerde gyzlar sagdyn ( $X^AX^A$ ,  $X^AX^a$ ), oganlaryň ýarysý sagdyn ( $X^AY$ ), ýarysý bolsa daltonik ( $X^aY$ ) bolýar. Daltonik oganlarda bir sany resessiw geniň (gemizigot) bardygyna seretmezden, ol öz täsiri-



ni ýüze çykaryar. Gyzlaryň resessiw geni saklaýanlaryna ( $X^A X^a$ ) görterijiler diýilýär. Jyns bilen baglanyşykly genleriň köpüsi atanaklaýyn nesle geçýär, ýagny alamatlar ejesinden ogullaryna, kakasyndan gyzlaryna geçýär.

Neslegeçijiligiň bu görnüşine «**kriss-kross**» ýa-da «**atanaklaýyn**» neslegeçijilik diýilýär. Ýagny ogullary käbir fenotipiki alamatlary eneden, gyzlar bolsa atadan alýar.

Alamatlaryň jyns bilen baglanyşykly neslegeçijiligi ilkinji gezek T.Morgan tarapyndan öwrenilýär.

Erkeklerde **Y** hromosom bilen baglanyşykly nesle geçiş hem bolýar. Şeýle nesle geçijilige **golandrik** diýilýär we bu genler diňe **Y** hromosomda bolup, diňe erkeklerde ýüze çykýar hem-de atadan ogullaryna geçýär. Golandrik alamatlara gulagyň tüýlüligi, ihtioz (derisi oýuk çyzykly bolýar), aýaklaryň barmaklarynyň arasy perdeli bolmak alamatlary degişlidir.

Allel genler bilen baglanyşykly alamatlar **X** we **Y** hromosomlarda ýerleşip, ol alamatlar G.Mendeliň kanunlary esasynda nesle geçýär.

## 8.2. Jynsy kesgitlemegiň usullary

Jynsyň kesgitlenişi, köplenç, genotipde urkaçy jynsy erkek jynsdan tapawutlandyran bir sany jübüt hromosomyň bolmagy bilen şertlenýär. Olara **jynsy hromosomlar** diýilýär.

Osobyň ösüş döwründe onuň jynsynyň kemala gelmegi bolup geçýär. Jynsy ýöriteleşmede bedende birlenji we ikilenji jyns alamatlary emele gelýär.

Aýry jynsly organizmlerde jynsyň kesgitlenişiniň esasy usullaryna seredeliň (1-nji tablisa).

1. Kolowratkalarda, şirejelerde, ilkinji halkalylarda jynsyň kesgitlenişi tohumlanmadan öň, ýumurtga öýjükleriniň ýetişiş döwründe bolýar. Bu organizmlerde ýumurtga öýjükleriniň iki görnüşi – uly we kiçi görnüşi emele gelýär. Uly ýumurtga öýjüklerinden urkaçy jynsly, kiçi ýumurtga öýjüklerinden erkek jynsly bedenler emele gelýär. Jynsyň kesgitlenişiniň şu görnüşine **progam** (gametalaryň goşulyşmagyndan, tohumlanmadan öň) kesgitleniş diýilýär.



2. Deňiz gurçugy *Bonellia viridis* we beýleki organizmlerde jynsnyň kesgitlenişi tohumlanmadan soň bolýar. Bularyň urkaçylary ep-esli uly bolýar. Olar ikilenen holtumly bolup, oturymly ýaşayşy alyp barýar. Erkek organizmleri bolsa örän ownuk bolýar. Ontogeneziň dowamynda bu gurçuklaryň ýumurtgalaryndan liçinkalar çykyp, daşky gurşawyň şertlerine görä olar ýa erkek, ýa-da urkaçy osoba öwrülýär. Eger liçinka holtumjyga düşse, ondan erkek osob, eger substrata ýapyşsa, enelik osob emele gelýär. Jynsnyň kesgitlenişiniň bu görnüşine **epigam** (tohumlanmadan soň, ýagny gametalaryň goşulýşmagyndan soň) jynsnyň kesgitlenişi diýilýär.

3. Jynsy köpeliş mahsus bolan janly organizmleriň köpüsinde jynsnyň kesgitlenilişi **singam** (tohumlanma wagty) jyns kesgitleniş usuly görnüşinde ýüze çykýar. Jynsnyň genetiki kesgitlenişiniň bu görnüşü hromosomlaryň deňagramlylygyna bagly bolup durýar. Şonuň üçin ony **hromosom jyns kesgitlenişi** diýip atlandyrýarlar.

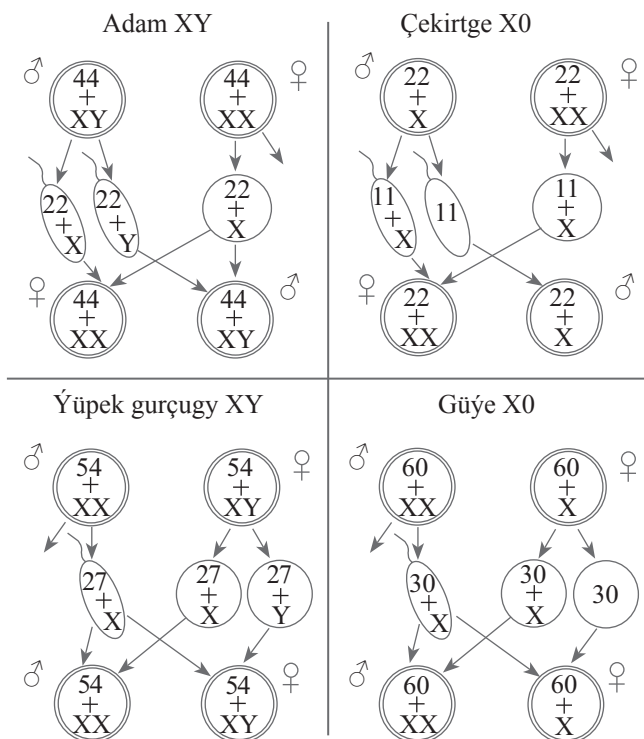
4. Köp öýjükli jandarlaryň aglaba böleginde jynsnyň kesgitleniş tohumlanma bilen baglanyşmazdan bolup geçýär. Ýumurtgalar ýa-da ýumurtga öýjükleri tohumlanmazdan önüp-ösüp başlaýar. Organizmleriň bu köpelişine **partenogenez** diýilýär. Oňa dafniýalary mysal getirse bolar. Amatly şertlerde dafniýalar partenogenez usuly bilen köpeliş, diňe urkaçy jynslary döredýärler. Amatsyz şertler dörände bolsa adaty partenogenezde emele gelen urkaçy jynslardan hem urkaçy, hem atalyk osoblar emele gelýär.

**Jynsnyň hromosom kesgitleniş.** Täze dogulýan osoblaryň öwrenilmegi erkek we urkaçy jynslaryň dogulmak ähtimallygyndaky gatnaşygyň deňdigini görkezdi. Ýagny jyns alamatlary boýunça dar-gama 1 : 1 deň. Onda erkek we enelik osoblaryň emele gelmegi nämä bagly bolup durýar?

Köp organizmlerde jynsnyň tohumlanma wagty kesgitlenýändigini nazara alsak, onda jynsnyň genetiki kesgitlenişinde zigotanyň hromosom toplumy möhüm orny eýeleýär.

Meselem, adamyň hromosom toplumy (kariotipi) erkeklerde we aýallarda birmeňzeş bolan 22 jübüt hromosom hem-de bir jübüt jynsy tapawutlandyrýan hromosom saklaýar (6-njy surat). Iki jynsda-da meňzeş bolan hromosomlara **autosomlar** diýilýär. Atalyk we enelik osoblary tapawutlandyrýan jübüt hromosomlara **gererohromosomlar** diýilýär.





**6-njy surat. Jynsnyň hromosom arkaly kesgitlenişiniň esasy görnüşleri**

Aýallarda jyns hromosomlary birmeňzeşdir, olara **X** hromosomlar diýilýär. Aýallaryň diploid (somatiki) öýjükleri iki sany **X** hromosom saklaýar we ol **X** hromosomlaryň her biri oogeneziň dowamynda ýumurtga öýjükleriniň her birine düşýär. Şeýlelikde, ýumurtga öýjükleri emele gelýär. Jyns kesgitleýän hromosomlar bu öýjüklerde meňzeş bolýar, ýagny olar **XX** bilen belgilenýär. Erkeklerde diploid öýjüklerde bir sany **X** we bir sany **Y** hromosom bolýar. Spermatogeneze gametalaryň iki dürlüsi emele gelýär. Olaryň birisi **X**, beýlekisi **Y** gametany alýar. Onda adamyň hromosom toplumu şu aşakdaky ýaly bolýar:

Aýallarda –  $2 \times 22 + \mathbf{XX}$

Erkeklerde –  $2 \times 22 + \mathbf{XY}$

Bu ýerde  $2 \times 22$  – 22 sany autosom, **XX** we **XY** – geterochromosom ýa-da jyns hromosomlar.



Eger organizmiň somatiki öýjükleri iki sany meňzeş jyns hromosomyny saklaýan bolsa, olara **gomogametalar** (gametalaryň bir görnüşini emele getirýär – **XX**) diýilýär. Eger dürli jyns hromosomyny saklaýan bolsa, onda **geterogametalar** (**iki dürli gametany emele getirýär** – **XY**) diýilýär.

Nesillerde jynslaryň 1:1 gatnaşygy bolýar, bu gatnaşyk seljeriji çaknyşdyrmakda hem ýüze çykýar. Jynsy hromosom arkaly kesgitlemegiň, esasan, 4 görnüşini bellidir:

1) Atalyk jyns geterogametdir: 50% **X** hromosomyny, 50% **Y** hromosomyny saklaýar;

2) Atalyk jyns geterogametdir: 50% **X** hromosomyny, 50% jyns hromosomyny saklamaýar;

3) Enelik jyns geterogametdir: 50% **X** hromosomyny, 50% **Y** hromosomyny saklaýar;

4) Enelik jyns geterogametdir: 50% **X** hromosomyny, 50% jyns hromosomyny saklamaýar.

Häzirki wagtda jynsy genetiki taýdan kesgitlemegiň 5 görnüşini bar.

*1-nji tablisa*

### Jynsy kesgitlemegiň genetiki görnüşleri

Organizmleriň toparlary	Jynsyň kesgitlenişi		
	Enelik	Atalyk	Tip
1	2	3	4
Mör-möjekleriň käbir görnüşleri (siňekler we beýlekiler)	XX	XO	XO (atalyk)
Mör-möjekleriň käbir otrýadlary, süýdemdirijiler (şol sanda adam), balyklar, ösümlikler	XX	XY	XY (atalyk)
Kebelekler, guşlar, süýrenijiler, ösümlikleriň käbir görnüşleri	ZW	ZZ	ZW (enelik)
Mör-möjekleriň käbir görnüşleri	ZO	ZZ	ZO (enelik)
Deňganatlylar (ary we beýlekiler)	2n	N	n – 2n (hem atalyk, hem enelik)



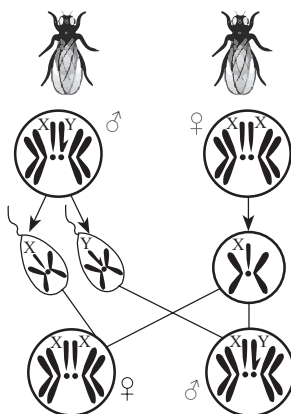
Getirilen mysallarda adamda-da, drozofila siňeklerinde-de we beýleki birnäçe jandarlaryň enelik jynsy gomogametalydyr, emma kebeleklerde, guşlarda bolsa atalyk jynsy gomogametadyr. Emma bu jandarlarda **X** hromosom **Z** harpy bilen, **Y** hromosom **W** harpy bilen belgilenýär. Deňganatlylarda (ary) atalyk osoblary tohumlanmadyk ýumurtga öýjüginde emele gelýärler (**partenogenez**), bularda hromosomlaryň gaploid –  $n$  toplumy bolýar. Emma enelik jynsynda diploid –  $2n$  hromosom toplumy bolup, olar tohumlanan ýumurtga öýjüginde emele gelýärler. Ýene bir bellemeli zat, ol hem somatiki öýjükler bölünende hromosomlaryň sany esseleýin köpeliýär, emma gonadalar (jyns mäsžleri) gaploid gametalary emele getirýärler.

Adamda (drozofilada) geterogameta erkeklerde, gomogameta aýallarda bolýar (7-nji surat).

Meýozda her bir emele gelen spermatozoide bir sany **X** ýa-da bir sany **Y** hromosom düşýär. Ýumurtga öýjüginde bolsa bir sany **X** hromosom düşýär, ýagny birmeňzeş gametalar emele gelýär.

Jynsy alamatlaryň 1:1 gatnaşykda ýüze çykmagynyň sebäbi erkeklerde **X** we **Y** jynsy hromosomlaryň bolmagydyr.

P	♀ <b>XX</b>	x	♂ <b>XY</b>
	aýal		erkek
Gametalar	X X		X Y
F1	<b>XX, XY</b>	:	<b>XX, XY</b>
	gyz, oğlan		gyz, oğlan
	gyzjagazlar 1/2	:	oğlanjyklar 1/2



7-nji surat. Drozofilada jynsyň hromosom arkaly kesgitlenişi

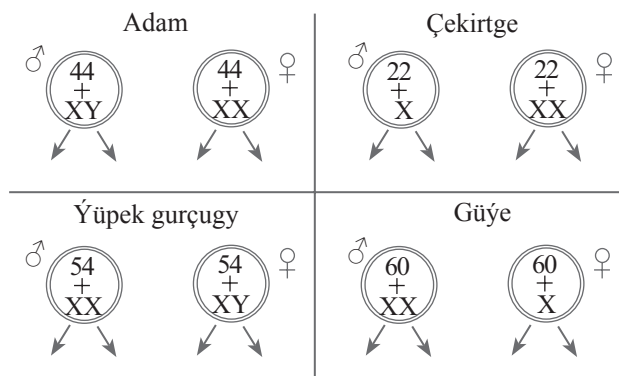


## Barlag soraglary:

1. Jynsy kesgitlemegiň nähili mehanizmi bolýar?
2. Jynsyň ilkinji kesgitlenişini haçan bolýar?
3. Nähili jynsa gomogamet diýilýär?
4. Nähili jynsa heterogamet diýilýär?
5. Nähili nesle geçijilige jyns bilen bagly neslegeçijilik diýilýär?
6. Haýsy ýagdaýda jyns bilen bagly doly tirkelme ýüze çykýar?
7. Tablisany dolduryň.

Organizmler	Gametalar		Zigota		Geterogamet jyns	
	Enelik	Atalyk	Enelik	Atalyk	Enelik	Atalyk
1	2	3	4	5	6	7
Adam	X we X	X we Y				
Drozofila	X we X	X we Y				
Güýe	X we 0	X we X				
Guş	X we Y	X we X				
Çekirtge	X we X	X we 0				

8. Çekirtgäniň jynsynyň hromosom kesgitlenişiniň çyzgydyny düzüň.
9. Aşakdaky jynsy kesgitlemegiň çyzgydyny tamamlañ. Geterogamet jynsyň (atalyk, enelik) aşagyny çyzyň.



10. Y hromosomda lokallaşan genleriň aýratynlyklary nämeden ybarat?
11. Nähili nesle geçijilige bölekleyin jyns bilen bagly neslegeçijilik diýilýär?
12. Ejesi albinos, kakasy gemofilik bolan sagdyn gyzyň genotipini ýazyň.



13. Haýsydyr bir kesele jogap berýän genler **X** hromosomda ýerleşse-de, näme üçin alamat aýallarda däl-de, esasan, erkeklerde ýüze çykýar?
14. Jynsyň 1:1 gatnaşykda ýüze çykmagy nähili ähmiýete eýe bolup biler?
15. Gomogamet jyns diýip nämä aýdylýar?
  - a) bir dürli gametany emele getirýän jynsa;
  - b) iki dürli gametany emele getirýän jynsa;
  - ç) gametalary emele getirmeýän jynsa;
  - d) gametalarda diňe autosomlary saklaýan jynsa.
16. Geterogamet jyns diýip nämä aýdylýar?
  - a) bir dürli gametany emele getirýän jynsa;
  - b) iki dürli gametany emele getirýän jynsa;
  - ç) gametalary emele getirmeýän jynsa;
  - d) gametalarda diňe autosomlary saklaýan jynsa.
17. Organizmleriň haýsy toparynda enelik jyns gomogamet bolýar?
  - a) güýe;
  - b) drozofila;
  - ç) kebelek;
  - d) towuklar.
18. Organizmleriň haýsy toparynda atalyk jyns gomogamet bolýar?
  - a) güýe;
  - b) drozofila;
  - ç) adam;
  - d) towuklar.
19. Organizmleriň haýsy toparynda enelik jyns heterogamet bolýar?
  - a) güýe;
  - b) drozofila;
  - ç) adam;
  - d) towuklar.
20. Organizmleriň haýsy toparynda atalyk jyns heterogamet bolýar?
  - a) güýe;
  - b) adam;
  - ç) tut ýüpek gurçugy;
  - d) towuklar.
21. Kadaly ýagdaýda erkek drozofilalar haýsy jynsy hromosom toplumyny saklaýar?
 

a) XX	b) XY	ç) YO	d) XO
-------	-------	-------	-------
22. Kadaly ýagdaýda urkaçy drozofilalar haýsy jynsy hromosom toplumyny saklaýar?
 

a) XX	b) XY	ç) YO	d) XO
-------	-------	-------	-------





23. Kadaly ýagdaýda erkek güýede haýsy jynsy hromosom toplumy saklanýar?  
a) XX                      b) XY                      ç) YO                      d) XO
24. Kadaly ýagdaýda urkaçy güýede haýsy jynsy hromosom toplumy saklanýar?  
a) XX                      b) XY                      ç) YO                      d) XO
25. Kadaly ýagdaýda erkek çekirtgede haýsy jynsy hromosom toplumy saklanýar?  
a) XX                      b) XY                      ç) YO                      d) XO
26. Kadaly ýagdaýda urkaçy çekirtgede haýsy jynsy hromosom toplumy saklanýar?  
a) XX                      b) XY                      ç) YO                      d) XO
27. Kadaly ýagdaýda erkek tut ýüpek gurçugynda haýsy jynsy hromosom toplumy saklanýar?  
a) XX                      b) XY                      ç) YO                      d) XO
28. Kadaly ýagdaýda urkaçy tut ýüpek gurçugynda haýsy jynsy hromosom toplumy saklanýar?  
a) XX                      b) XY                      ç) YO                      d) XO
29. Kadaly ýagdaýda erkekler haýsy jynsy hromosom toplumyny saklaýar?  
a) XX                      b) XY                      ç) YO                      d) XO
30. Kadaly ýagdaýda aýallar haýsy jynsy hromosom toplumyny saklaýar?  
a) XX                      b) XY                      ç) YO                      d) XO
31. Organizmiň ilkinji jynsy kesgitlenişi haýsy döwürde bolýar?  
a) gametogenez;  
b) jynsy ýetişiş;  
ç) tohumlanma;  
d) dogulýan ýa-da ýumurtgadan çykýan.
32. Organizmiň ilkinji jyns kesgitlenişinde näme uly ähmiýete eýe bolýar?  
a) jynsa jogap berýän kesgitli genleriň täsiri;  
b) daşky gurşawyň täsirleri;  
ç) zigotany emele getirmekde jynsy hromosomlaryň goşulyşmagy;  
d) zigotany emele getirmekde autosomlaryň goşulyşmagy.
33. Nesilde jynsyň ýüze çykmak ähtimallygynyň köp organizmlerde 1:1 gatnaşykda bolmagynyň sebäbi näme?  
a) iki jyns hem gomogamet;  
b) iki jyns hem geterogamet;



- ç) bir jyns geterogamet, beýlekisi gomogamet;  
d) tötänlik.
34. Daltonizme jogap berýän gen nirede ýerleşýär?  
a) **X** hromosomda;  
b) **Y** hromosomda;  
ç) autosomda;  
d) beýle gen ýok.
35. Gemofiliýa jogap berýän gen nirede ýerleşýär?  
a) **X** hromosomda;  
b) **Y** hromosomda;  
ç) autosomda;  
d) beýle gen ýok.
36. Gipertrihoza (gulagyň içiniň tüýli bolmagy) jogap berýän gen nirede ýerleşýär?  
a) **X** hromosomda;  
b) **Y** hromosomda;  
ç) autosomda;  
d) beýle gen ýok.
37. Y hromosomda lokallaşan genler kimden kime geçýär?  
a) kakasyndan ogullaryna;  
b) kakasyndan gyzlaryna;  
ç) ejesinden ogullaryna;  
d) ejesinden gyzlaryna.
38. Kakasy gemofiliýadan ejir çekýän, ejesi sagdyn (gomozigot) bolsa, onda bu maşgalada sagdyn çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň (gemofiliýa jogap berýän resessiw gen **X** hromosomda ýerleşýär).  
a) 100% çagalar sagdyn;  
b) 50% çagalar sagdyn;  
ç) 50% ogullary sagdyn;  
d) 25% ogullary sagdyn.
39. Kakasy sagdyn, ejesi gemofiliýany göreriji (geterozigot) bolsa, onda bu maşgalada sagdyn çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň (gemofiliýa jogap berýän resessiw gen **X** hromosomda ýerleşýär).  
a) 100% ogullary sagdyn;  
b) 50% gyzlary sagdyn;  
ç) 50% ogullary sagdyn;  
d) 50% gyzlary kesel.
40. Kakasy sagdyn, ejesi gemofiliýany göreriji (geterozigot) bolsa, onda bu maşgalada kesel çagalaryň dogulmak ähtimallygyny



- kesgitläň (gemofiliýa jogap berýän resessiw gen **X** hromosomda ýerleşýär).
- 100% ogullary kesel;
  - 100% gyzlary kesel;
  - 50% ogullary kesel;
  - 50% ogullary, 50% gyzlary kesel.
41. Kakasy sagdyn, ejesi gemofiliýany göteriji (geterozigot) bolsa, onda bu maşgalada kesel ogullaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň (gemofiliýa jogap berýän resessiw gen **X** hromosomda ýerleşýär).
- 25%
  - 50%
  - 75%
  - 100%
42. Kakasy sagdyn, ejesi daltonizm genini göteriji (geterozigot) bolsa, onda bu maşgalanyň sagdyn ogullarynyň dogulmak ähtimallygy nähili bolar (daltonizme jogap berýän resessiw gen **X** hromosomda ýerleşýär)?
- ähli ogullary;
  - ähli gyzlary;
  - gyzlarynyň ýarysy;
  - ogullarynyň ýarysy.
43. Kakasy sagdyn, ejesi daltonizm genini göteriji (geterozigot) bolsa, onda bu maşgalada sagdyn çagalaryň dogulmak ähtimallygy nähili bolar (daltonizme jogap berýän resessiw gen **X** hromosomda ýerleşýär)?
- ähli çagalary;
  - ähli gyzlary we ogullarynyň ýarysy;
  - ähli ogullary we gyzlarynyň ýarysy;
  - ogullarynyň ýarysy.
44. Eger kakasynda gipertrihoz bolsa, bu alamat çagalaryň haýsy birinde ýüze çykar (gipertrihoza jogap berýän resessiw gen **Y** hromosomda ýerleşýär)?
- ähli çagalary;
  - diňe ogullary;
  - diňe gyzlary;
  - gyzlarynyň we ogullarynyň ýarysy.
45. Gemofiliýa jogap berýän gen **X** hromosomda ýerleşýär. Kakasy gemofilik, ejesi gomozigot sagdyn bolsa, kesel ogullaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.
- ogullarynyň 75%-i;
  - ogullarynyň 50%-i;



- ç) ogullarynyň 25%-i;
- d) ogullarynyň 0%-i.

### Meseleleri çözmek endiklerini berkitmek

Jyns bilen bagly alamatlaryň neslegeçijiligine degişli meseleler çözülende digibrid çaknyşdyrmak bilen meňzeş ýerine ýetirilýär. Emma munda genotipler tapawutly ýazylyr, ýagny geniň haýsy jynsy hromosomdadygy görkezilýär. Genotipler şeýle tertipde ýazylyp bilner: meselem,  $X^AY$ .

Jyns bilen bagly nesle geçijilige degişli meseleler çözülende, şulary ýatda saklaň:

- bir jyns gomogamet, beýleki jyns geterogamet bolýar;
- köplenç jyns bilen bagly alamatlara jogap berýän genler **X** hromosomda ýerleşýär;
- jynsy kesgitlemegiň 4 görnüşi bar, şonuň üçin gomogamet we geterogamet jynslary takyk bilmek zerurdyr;
- gomagamet jyns gametalaryň bir dürlüsini, geterogamet jyns iki dürlüsini emele getirýär;
- Eger gomogamet urkaçy jyns bolýan bolsa, onda ogullary **X** hromosomyny ejeden, **Y** hromosomyny kakadan alýar. Gyzlary bolsa bir **X** hromosomyny ejeden, beýleki **X** hromosomyny kakadan alýar;
- **Y** hromosomda lokallaşan genler diňe kakadan ogullaryna geçýär;
- Eger genler **X** we **Y** hromosomlaryň gomologik böleklerinde ýerleşýän bolsalar, Mendeliň kanunlaryna boýun egýärler;
- Kombinirlenen görnüşdäki meseleler çözülende (ýagny autosomlarda we jynsy hromosomlarda lokallaşan genleriň jogap berýän alamatlarynyň neslegeçijiligi seljerme edilende) çaknyşdyrylýan organizmleriň genotipleri ýazylanda ilki autosom genler, soňra jynsy hromosomlarda lokallaşan genler ýazylyr ( $AaX^AX^a$ ).

### Meseleler we olaryň çözülişi

1. Drozofila siňeginiň resessiw **s** geni bedeniniň gysga bolmagyna jogap berýär we ol **X** hromosomda ýerleşýär. Dominant **S** gen bolsa bedeniň kadaly ululygyny üpjün edýär. Kadaly bedeni bolan ge-



terozigot urkaçy siňek edil özi ýaly erkek siňek bilen çaknyşdyryldy we 38 sany siňek alyndy.

- 1) Urkaçy siňek näçe dürli gameta emele getirýär?
- 2) Erkek siňek näçe dürli gameta emele getirýär?
- 3) Bu çaknyşdyrmadan alnan urkaçy siňekleriň näçe sanysy kadaly bedenli bolar?
- 4) Nesildäki urkaçy siňekleriň näçesi gomozigot bolar?
- 5) Nesildäki erkek siňekleriň näçesi gysga bedenli bolar?

### Berlen:

$X^S$  – kadaly bedenli

$X^s$  – gysga bedenli

P ♀  $X^S X^S$  x ♂  $X^S Y$

F1 38 siňek

1) Urkaçy siňek näçe dürli gameta emele getirýär?

2) Erkek siňek näçe dürli gameta emele getirýär?

3) Bu çaknyşdyrmadan alnan urkaçy siňekleriň näçe sanysy kadaly bedenli bolar?

4) Nesildäki urkaçy siňekleriň näçesi gomozigot bolar?

5) Nesildäki erkek siňekleriň näçesi gysga bedenli bolar?

### Çözülişi:

1. Çaknyşdyrmanyň çyzgyny ýazýarys:

P ♀  $X^S X^S$  x ♂  $X^S Y$   
kadaly kadaly

2. Çaknyşdyrylýan osobalaryň gametalaryny kesgitleýäris.

P ♀  $X^S X^S$  x ♂  $X^S Y$   
kadaly kadaly

G  $\begin{pmatrix} X^S \end{pmatrix}$   $\begin{pmatrix} X^S \end{pmatrix}$   
 $\begin{pmatrix} X^s \end{pmatrix}$   $\begin{pmatrix} Y \end{pmatrix}$

3. F1 nesilleriň genotipini we fenotipini kesgitleýäris.

P	♀ $X^S X^S$	x	♂ $X^S Y$
	kadaly		kadaly
G	$\begin{pmatrix} X^S \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} X^S \end{pmatrix}$		$\begin{pmatrix} X^S \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} Y \end{pmatrix}$
F <sub>1</sub>	$X^S X^S$	$X^S X^s$	$X^S Y$ $X^s Y$
	kadaly	kadaly	kadaly gysga



4. *Çaknyşdyrma seljerme berýäris.*  $F_1$ -de dargama ýüze çykdy: genotipi boýunça  $1 X^S X^S : 1 X^S X^s : 1 X^S Y : 1 X^s Y$ ; fenotipi boýunça 2 sany urkaçy siňek kadaly bedenli : 1 sany erkek siňek kadaly bedenli : 1 sany erkek siňek gysga bedenli boldy.

5. *Meseläniň soraglaryna jogap berýäris.*

1) Urkaçy siňek geterozigot, şonuň üçin ol 2 dürli gameta emele getirýär;

2) Erkek siňek geterogamet, ol hem 2 dürli gameta emele getirýär;

3) Jemi  $F_1$ -de 38 siňek boldy. Kadaly bedenli urkaçy siňekler ähli nesilleriň  $1/2$  bölegini düzýär. Şonuň üçin olaryň sany  $38 \times 1/2 = 19$ ;

4)  $F_1$ -de 38 sany siňek alyndy. Gomozigot urkaçy siňekler ähli nesliň  $1/4$  bölegini düzýär. Olaryň sany  $38 \times 1/4 = 9,5 \approx 10$  siňek bolar;

5)  $F_1$ -de 38 sany siňek alyndy. Gysga bedenli erkek siňekler ähli nesilleriň  $1/4$  bölegini düzýär. Olaryň sany  $38 \times 1/4 = 9,5 \approx 9$  siňek bolar.

### Meseläniň gysgaça çözülişi

P	♀ $X^S X^s$	x	♂ $X^S Y$
	kadaly		kadaly
G	$\bigcirc X^S \bigcirc X^s$		$\bigcirc X^S \bigcirc Y$
$F_1$	$X^S X^S$	$X^S X^s$	$X^S Y$
	kadaly	kadaly	kadaly
			$X^s Y$
			gysga

Dargama:

Genotipi boýunça –  $1 (X^S X^S) : 1 (X^S X^s) : 1 (X^S Y) : 1 (X^s Y)$ ;

Fenotipi boýunça – 2 sany urkaçy siňek kadaly bedenli : 1 sany erkek siňek kadaly bedenli : 1 sany erkek siňek gysga bedenli boldy.

1) Urkaçy siňek geterozigot, şonuň üçin ol 2 dürli gameta emele getirýär;

2) Erkek siňek geterogamet, ol hem 2 dürli gameta emele getirýär;



- 3)  $38 \times 1/2 = 19$  kadaly bedenli urkaçy siňek bolar;  
 4)  $38 \times 1/4 = 9,5 \approx 10$  gomozigot urkaçy siňek bolar;  
 5)  $38 \times 1/4 = 9,5 \approx 9$  gysga bedenli erkek siňek bolar.  
**Jogaby:** 1) 2; 2) 2; 3)  $\approx 10$ ; 4)  $\approx 9$ .

2. Adamda der mázleriniň bolmazlygy jyns bilen bagly resessiw alamat, albinizm autosom resessiw alamat hökmünde nesle geçýär. Ejesinde we kakasynda berlen alamatlar kadaly ýagdaýda, emma oglunda albinizm hem-de der mázleriniň bolmazlygy ýaly alamatlar ýüze çykdy.

- 1) Ejäniň we kakanyň genotipini;  
 2) Maşgalanyň iki anomaliýa hem eýe bolan ikinji oglunyň dogulmak ähtimallygyny;

3) Maşgalada sagdyn oglunyň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

1. *Genleriň şertli belgilerini girizýäris.*

$X^A$  – der mázleriniň bolmagy;  $X^a$  – der mázleriniň bolmazlygy;

$B$  – kadaly pigmentasiýa;  $b$  – albinizm.

2. *Oglunyň, kakasynyň we ejesiniň genotiplerini kesgitleýäris.*

Ogly resessiw alamatlary saklaýar. Onuň genotipi  $bbX^aY$  bolar. Ejesinden ol  $X$  hromosomy, kakasyndan  $Y$  hromosomy alýar. Ejesi we kakasy kadaly alamatlara eýe. Onda olaryň  $X$  hromosomy geniň dominant allelini saklaýar. Şeýlelik bilen, jynsy hromosomlarda ejäniň we kakanyň genotipini şeýle ýazmak bolar: ♀  $X^AX^A$ , ♂  $X^AY$ . Ejesiniň we kakasynyň kadaly pigmentasiýasy bar. Onda genotipde deriniň pigmentliligine jogap berýän dominant geniň iň bolmanda biri saklanýar. Berlen gen boýunça olaryň genotipini şeýle ýazmak bolar:  $B_$ . Iki jübüt gen boýunça hem ejäniň we kakanyň genotipi ♀  $B_X^AX^A$ , ♂  $B_X^AY$  bolar.

3. *Meseläniň gysgaça şertini ýazyp, ony çözüäris.*

**Berlen:**

$X^A$  – der mázleriniň bolmagy

$X^a$  – der mázleriniň bolmazlygy

$B$  – kadaly pigmentli

$b$  – albinos

**Çözülişi:**

4. *Çaknyşdyrmanyň çyzgydy-ny ýazýarys:*



P ♀ **B\_X<sup>A</sup>X<sup>-</sup>** x ♂ **B\_X<sup>A</sup>Y**  
 kadaly kadaly  
 kadaly kadaly

F<sub>1</sub> **bbX<sup>a</sup>Y**  
 der mázleri bolmadyk albinos

1) Ejäniň we kakanyň genotipi nähili bolar?

2) Maşgalanyň iki anoma-liýa hem eýe bolan ikinji oglunyň dogulmak ähtimallygy?

3) Maşgalada sagdyn oglu-nyň dogulmak ähtimallygy?

P ♀ **B\_X<sup>A</sup>X<sup>-</sup>** x ♂ **B\_X<sup>A</sup>Y**  
 kadaly kadaly  
 kadaly kadaly

F<sub>1</sub> **bbX<sup>a</sup>Y**  
 der mázleri bolmadyk albinos

5. Nesilleri boýunça ejäniň we kakanyň genotipini kesgitleýäris. Ogly her jübüt allelden bir resessiw geni ejesinden, beýlekisini kakasyndan alýar. Ejesinden albinizm we der mázleri bolmazlyk genini, kakasyndan bolsa albinizm genini alýar. Diýmek, ejesiniň genotipi **BbX<sup>A</sup>X<sup>a</sup>**, kakasynyň genotipi **BbX<sup>A</sup>Y** bolar.

6. Çaknyşdyrmanyň çyzgydyny ýazýarys.

P ♀ **BbX<sup>A</sup>X<sup>a</sup>** x ♂ **BbX<sup>A</sup>Y**  
 kadaly kadaly  
 kadaly kadaly

7. Ejäniň we kakanyň gametalaryny kesgitleýäris.

P ♀ **BbX<sup>A</sup>X<sup>a</sup>** x ♂ **BbX<sup>A</sup>Y**  
 kadaly kadaly  
 kadaly kadaly

G **(BX<sup>A</sup>) (BX<sup>a</sup>)** **(BX<sup>A</sup>) (BY)**  
**(bX<sup>A</sup>) (bX<sup>a</sup>)** **(bX<sup>A</sup>) (bY)**

8. F<sub>1</sub> nesilleri alýarys.

P ♀ **BbX<sup>A</sup>X<sup>a</sup>** x ♂ **BbX<sup>A</sup>Y**  
 kadaly kadaly  
 kadaly kadaly

G **(BX<sup>A</sup>) (BX<sup>a</sup>)** **(BX<sup>A</sup>) (BY)**  
**(bX<sup>A</sup>) (bX<sup>a</sup>)** **(bX<sup>A</sup>) (bY)**







Ogly her jübüt allelden bir resessiw geni ejesinden, beýlekisini kakasyndan alýar. Ejesinden albinizm we der mázleri bolmazlyk genini, kakasyndan bolsa albinizm genini alýar. Diýmek, ejesiniň genotipi **BbX<sup>A</sup>X<sup>a</sup>**, kakasynyň genotipi **BbX<sup>A</sup>Y** bolar.

P		♀ <b>BbX<sup>A</sup>X<sup>a</sup></b> kadaly kadaly	x	♂ <b>BbX<sup>A</sup>Y</b> kadaly kadaly	
F <sub>1</sub>	♀ \ ♂	BX <sup>A</sup>	bX <sup>A</sup>	BY	bY
	BX <sup>A</sup>	BBX <sup>A</sup> X <sup>A</sup> kadaly kadaly	BbX <sup>A</sup> X <sup>A</sup> kadaly kadaly	BBX <sup>A</sup> Y kadaly kadaly	BbX <sup>A</sup> Y kadaly kadaly
	bX <sup>A</sup>	BbX <sup>A</sup> X <sup>A</sup> kadaly kadaly	bbX <sup>A</sup> X <sup>A</sup> kadaly albinizm	BbX <sup>A</sup> Y kadaly kadaly	bbX <sup>A</sup> Y kadaly albinizm
	BX <sup>a</sup>	BBX <sup>A</sup> X <sup>a</sup> kadaly kadaly	BbX <sup>A</sup> X <sup>a</sup> kadaly kadaly	BBX <sup>a</sup> Y der mázleriniň bolmazlygy kadaly	BbX <sup>a</sup> Y der mázleriniň bolmazlygy kadaly
	bX <sup>a</sup>	BbX <sup>A</sup> X <sup>a</sup> kadaly kadaly	bbX <sup>A</sup> X <sup>a</sup> kadaly albinizm	BbX <sup>a</sup> Y der mázleriniň bolmazlygy kadaly	bbX <sup>a</sup> Y der mázleriniň bolmazlygy kadaly

Kadaly oglanjyklaryň we gyzjagazlaryň, albinos oglanjyklaryň hem gyzjagazlaryň, der mázleri bolmadyk oglanjyklaryň, albinos hem-de der mázleri bolmadyk oglanjyklaryň 6:3:2:1:3:1 gatnaşykda dogulmak ähtimallygy bar. Iki anomaliýa hem eýe bolan ikinji oglunyň dogulmak ähtimallygy 1/16-e, sagdyn oglunyň dogulmak ähtimallygy 3/16-e deň.

### Jogaby:

- 1) P genotipleri: ♀ **BbX<sup>A</sup>X<sup>a</sup>**, ♂ **BbX<sup>A</sup>Y**;
- 2) Iki anomaliýa hem eýe bolan ikinji oglunyň dogulmak ähtimallygy 1/16-e deň;
- 3) Sagdyn oglunyň dogulmak ähtimallygy 3/16-e deň.



3. Gara we sary reňkleriň sazlaşyp gelmegi ene pişiklerde düşgelyär. Erkek pişiklerde bu reňk ýüze çykmaýar (gara reňk dominant alamat). Bu ýagdaýy düşündiriň.

**Çözülişi:** Ene pişikleriň gara reňki **B** dominant gen, açyk sary reňki **b** resessiw gen bilen kesgitlenýär. Belki bu genler **X** hromosomda saklanyp, **Y** hromosomda bolsa ýokdur.

**B** alleli **X** hromosomda (**X<sup>B</sup>**), **b** alleli bolsa **X<sup>b</sup>** hromosomda belgiläliň. Onda şu kombinasiýalary alyp bolýar:

**X<sup>B</sup>X<sup>B</sup>** – gara ene pişik, **X<sup>b</sup>X<sup>b</sup>** – açyk sary ene pişik, **X<sup>B</sup>X<sup>b</sup>** – sary ala reňkli ene pişik, **X<sup>B</sup>Y** – gara erkek pişik, **X<sup>b</sup>Y** – açyk sary reňkli erkek pişik.

Erkek osobda diňe bir sany **X** hromosom bar, onda erkek pişik ýa gara, ýa-da açyk sary reňkli bolup bilýär, ýöne ol sary ala reňke eýe bolup bilmeyär. Sebäbi sary ala reňkiň ýüze çykmany üçin genotipde **B** we **b** genleriň bolmagy zerur. Bu iki gen bolsa bilelikde diňe **X** hromosomda saklanyp bilýär.

4. Ak reňkli towuklaryň ala horazlar bilen çaknyşdyrylmagy netijesinde ala horazlary we towuklary aldylar. Alnan nesli çaknyşdyryp, 594 sany ala horazlary we 607 sany ala we ak towuklary aldylar. Netijeleri düşündiriň.

**Çözülişi:** Towuklaryň ala reňki ak reňkini dominirleýär. Alamat jyns bilen bagly nesle geçýär, sebäbi horazlaryň we towuklaryň arasynda tapawut bar. Towuklarda dargamanyň ýüze çykmany olaryň geterogametdigini aňladýar. Onda horazlar gomogamet bolup, nazary nukdaýnazardan ala reňkli alamat dominantdyr. Towuklaryň 1/2 bölegi ala we 1/2 bölegi ak reňkli boldy.

P	<b>Z<sup>a</sup>W</b> ak	x	<b>Z<sup>A</sup>Z<sup>A</sup></b> ala
F <sub>1</sub>		<b>Z<sup>A</sup>W</b>	<b>Z<sup>A</sup>Z<sup>a</sup></b>
F <sub>2</sub>	<b>Z<sup>A</sup>Z<sup>A</sup></b>	<b>Z<sup>A</sup>Z<sup>a</sup></b>	<b>Z<sup>A</sup>Z</b>
	3/4 ala		1/4 ak
Jyns boýunça dargama	<b>Z<sup>A</sup>Z<sup>A</sup></b>	<b>Z<sup>A</sup>Z<sup>a</sup></b>	<b>Z<sup>A</sup>W</b>
	1/2 ala horazlar		1/2 ala we ak towuklar



5. Bir jübüt towukdan we horazdan belli bir wagt aralygynda 140 sany jüýje alnypdyr, olaryň 23 sanysy ak (L – dominant alamat), 22-si ala horazlar (geterozigotlar), 25 sanysy ak towuklar bolupdyr. Näme üçin bu çaknyşdyrmada nesilleriň alamatlar boýunça deň bolmadyk mukdary alnypdyr.

**Çözülişi:** Horazlaryň sany towuklardan iki esse köp. Beýle ýagdaý, elbetde, gomogamet jyns **Z** hromosomyň haýsy-da bolsa birinde resessiw letal (ýok bolýan) geniň bardygyny görkezýär. Bu gen osoblaryň 1/4 böleginde ýüze çykýar:

P	<b>Z<sup>L</sup>W</b> ak towuklar	x	<b>Z<sup>L</sup>Z<sup>L</sup></b> göteriji ak horazlar
F <sub>1</sub>	<b>Z<sup>L</sup>W</b> 1/4 ak towuklar	<b>Z<sup>L</sup>W</b> ölyär	<b>Z<sup>L</sup>Z<sup>L</sup></b> 1/4 ak horazlar

Şonuň ýaly-da towuklaryň ýarysy düwünçek döwründe ölyärler.

6. Aziýa ene bekresiniň goňur reňki **B** gen, açyk gök reňki **b** gen bilen kesgitlenýär. **B** gen **X** hromosomda bolup, bu geniň alleli hiç wagt **Y** hromosomda duşmaýar. Eger açyk gök reňkli enelik osob goňur reňkli erkek osob bilen çaknyşdyrylsa, F<sub>1</sub>-de we F<sub>2</sub>-de nähili nesil alnar? Bu balygyň urkaçy osoby gomogamet jynsdyr.

**Çözülişi:** Bu ýerde enelik osob açyk gök reňkli bolup, bu resessiw alamat. Diýmek, urkaçy osobyň genotipi **X<sup>b</sup>X<sup>b</sup>** bolar. Erkek osob goňur reňkli, onuň genotipi **X<sup>B</sup>Y** bolar. Sebäbi **Y** hromosomda geniň alleli ýokdur. Onda çaknyşdyrmany ýazýarys:

P	<b>X<sup>b</sup>X<sup>b</sup></b> açyk gök <b>X<sup>b</sup> X<sup>b</sup></b> goňur	x	<b>X<sup>B</sup>Y</b> goňur <b>X<sup>B</sup> Y</b> goňur
F <sub>1</sub>	<b>X<sup>B</sup>X<sup>b</sup></b> goňur		<b>X<sup>b</sup>Y</b> açyk gök

Nesilde dargama bolup, olaryň 1/2 bölegi goňur we 1/2 bölegi açyk gök reňkli bolar.



7. Sary reňkli, gysga ganatly drozofilanyň erkek osobyny çal reňkli uzyn ganatly enelik osob bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -de çal reňkli uzyn ganatly siňekler alyndy.  $F_2$ -de bolsa 58 sany çal uzyn ganatly, 21 sany çal gysga ganatly urkaçy osob, 29 sany çal uzyn ganatly, 11 sany çal gysga ganatly, 9 sany sary gysga ganatly we 32 sany sary uzyn ganatly erkek osob alyndy. Bu ýerde drozofilanyň bedeniniň reňki jyns bilen bagly nesle geçýär. Alnan netijeleri düşündiriň.

**Çözülişi:** Çal reňk (A) sary reňkiň (a) üstünden, uzyn ganatlar (B) bolsa gysga ganatlaryň (b) üstünden dominirleýär. Nesillerdäki dargama alamatlaryň jyns bilen baglanyşykly nesle geçýändigini görkezýär. Munda gomogamet jyns (urkaçy drozofila) dominant alamata, geterogamet jyns resessiw alamata eýedir. Ganatlaryň uzynlygy autosom gen bilen kesgitlenýär.

P	♀ $X^A X^A B B$ çal reňk uzyn ganat	x	♂ $X^a Y b b$ sary reňk gysga ganat
$F_1$	♀ $X^A X^a B b$ çal reňkli uzyn ganatly		♂ $X^A Y B b$ çal reňkli uzyn ganatly
$P_2 (F_1)$	♀ $X^A X^a B b$ çal reňkli uzyn ganatly	x	♂ $X^A Y B b$ çal reňkli gysga ganatly
$F_2$	$X^A X^A B \_$ 6/16 çal uzyn ganatly	:	$X^A X^a b b$ $X^A X^a b b$ 2/16 çal gysga ganatly
	$X^A Y B \_$ 3/16 çal uzyn ganatly		$X^A Y b b$ $X^a Y B \_$ 1/16        3/16 çal gysga ganatly    sary uzyn ganatly
			$X^a Y b b$ $X^a Y B \_$ 1/16        3/16 sary gysga ganatly    sary uzyn ganatly

8. Daltonizm keseliniň resessiw geni X hromosomda ýerleşýär. Gyzyň kakasy daltonizm keselinden ejir çekýär, emma ejesi doly sagdyn. Gyz sagdyn oglana durmuşa çykýar. Bu ýaş çatynjalaryň geljekde nähili ogul-gyzlary bolar?



**Çözülüşi:** Meselede gyz sagdyn, ýöne geterozigot ýagdaýda daltonizm keseliniň genini göteriji bolup durýar. Sagdyn oglan bilen durmuş guranda, olaryň gyz çagalary sagdyn, oglanjyklarynyň bolsa 50% daltonik, 50% sagdyn bolup dogulmak ähtimallygy bar.

P	♀ $X^D X^d$ göteriji gyz	x	♂ $X^D Y$ sagdyn oglan
$F_1$	$X^D X^D$ sagdyn gyz	$X^D X^d$ göteriji gyz	$X^D Y$ sagdyn oglan
			$X^d Y$ daltonik oglan

### Barlag meseleleri

11. Iki öýli ýasen agajynyň jyns bilen bagly bolan alamatlary edil drozofila siňegindäki ýaly nesle geçýär. Ýapraklaryň şekiline jogap berýän genler **X** hromosomda ýerleşýärler we inli ýapraklylyk inçe ýapraklylyga görä dominant alamat bolup durýar. Gomozigot inli ýaprakly ösümlikler inçe ýaprakly ösümligiň tozanlygy bilen tozandandyryldy.  $F_1$ -nji nesilde 145 sany ösümlik aldylar.

- 1) Olaryň näçesi enelik ösümlik bolar?
- 2) Atalyk ösümlikleriň näçesi inli ýaprakly bolar?
- 3) Enelik ösümlikleriň näçesi inli ýaprakly bolar?
- 4)  $F_1$ -däki atalyk we enelik ösümlikleri özarasynnda çaknyşdyryp,  $F_2$ -de 1283 ösümlik aldylar. Olaryň näçesi inli ýaprakly bolar?
- 5) Atalyk ösümlikleriň näçesi inçe ýaprakly bolar?

12. Iki öýli ýasen agajynyň jyns bilen bagly bolan alamatlary **X** hromosomda ýerleşip, olaryň neslegeçijiligi edil drozofila siňegindäki ýaly nesle geçýär. Geterozigot inli ýaprakly ösümlikler inçe ýaprakly ösümlikler bilen çaknyşdyryldy we 363 gibrid alyndy.

- 1) Ösümlikleriň näçesi inli ýaprakly bolar?
  - 2) Enelik ösümlikleriň näçesi inli ýaprakly bolar?
  - 3) Atalyk ösümlikleriň näçesi inçe ýaprakly bolar?
  - 4) Geterozigot ösümligi inli ýaprakly ösümligiň tozanlyklary bilen tozandandyrdylar we 25 gibrid aldylar. Olaryň näçesi inçe ýaprakly ösümlikler bolar?
  - 5) Atalyk ösümlikleriň näçesi inli ýaprakly bolar?
13. Pişikleriň reňkini kesgitleýän **B** dominant we **b** resessiw gen-



ler jyns bilen bagly **X** hromosom arkaly nesle geçýär. **B** gen aýyk sary reňke, **b** gen gara reňke jogap berip, **Bb** genotipli geterozigotlar pyşdyl reňkli bolýarlar. Gara atalyk pişigi pyşdyl reňkli enelik pişik bilen çaknyşdyrdylar,  $F_1$ -de 5 sany pişik çagajyklary dünýä indi. Olaryň ikisi urkaçy jynsly boldy.

- 1) Pişikleriň näçesi aýyk sary reňkli bolar?
- 2) Näçe sany urkaçy jynsly pişikler aýyk sary reňkli bolar?
- 3) Näçe sany urkaçy jynsly pişikler pyşdyl reňkli bolar?
- 4) Pişikleriň näçesi gara reňkli bolar?
- 5) Näçe sany erkek jynsly pişikler gara reňkli bolar?

14. Pişikleriň reňkine jogap berýän bir jübüt gen jyns bilen baglylykda **X** hromosom arkaly nesle geçýär. **B** gen aýyk sary reňke, **b** gen gara reňke jogap berýär. **Bb** genotipli osoblar bolsa pyşdyl reňkli bolýar. Gara erkek pişik bilen aýyk sary urkaçy pişik çaknyşdyryldy we birnäçe gezekden soň nesilde jemi 6 pişik alyndy.

- 1) Pişikleriň näçesi aýyk sary reňkli bolar?
- 2) Näçe sany urkaçy pişik pyşdyl reňkli bolar?
- 3) Näçe sany erkek pişik aýyk sary reňkli bolar?
- 4) Aýyk sary reňkli erkek pişikler gara urkaçy pişikler bilen çaknyşdyryldy we 8 sany pişik alyndy. Pişikleriň näçesi pyşdyl reňkli bolar?

- 5) Bu pişikleriň näçesi gara reňkli bolar?

15. Ak amur balygynyň jyns bilen bagly alamatlary drozofila siňeginiňki ýaly nesle geçýär. **R** we **r** jübüt alleller bedeniň reňkine jogap berýär. Bu genler **X** hromosomda saklanýar. Bedeniň gyzyly reňki dominant, ak reňki resessiw alamat bolup durýar. Ak reňkli urkaçy jynsly balyklary gyzyly erkek balyklar bilen çaknyşdyrdylar we  $F_1$ -nji nesilde 18 sany gibril aldylar.  $F_2$ -de bolsa 42 nesil alyndy, olaryň 23-i urkaçy jynsly boldy.

- 1)  $F_1$ -däki nesilleriň näçesi gyzyly reňkli bolar?
- 2)  $F_2$ -de näçe dürli genotip ýüze çykar?
- 3)  $F_1$ -däki nesilleriň näçesi ak reňkli bolar?
- 4)  $F_2$ -däki erkek jynsly balyjaklaryň näçesi gyzyly reňkli bolar?
- 5)  $F_2$ -däki balyklaryň näçesi ak reňkli bolar?

16. Adamyň reňk saýgarmazlyk keseli resessiw (**c**) gen, kadaly görmeklik bolsa dominant (**C**) gen bilen kesgitlenýär. Bu genler **X**



hromosomlarda lokallaşandyrlar. Kadaly görüjiligi bolan (geterozigot) aýal maşgala reňk saýgarmazlyk keseline eýe bolan erkek adam bilen durmuş gurýar. Bu maşgalanyň 9 çagasy bolýar.

1) Aýal maşgalada näçe dürli gameta emele gelip biler?

2) Bu nikadan doglan çagalaryň näçesi kadaly görüjilige eýe bolar?

3) Gyzjagazlaryň näçesi kadaly görüjilige eýe bolar?

4) Oglanjyklaryň näçesi reňk saýgarmazlyk keselinden ejir çeker?

5) Eger bu aýal maşgala kadaly görüjiligi bolan erkek adam bilen durmuş gurup, olaryň hem 4 çagasy bolan bolsa, dünýä injek çagalaryň näçesi reňk saýgarmazlyk keseline eýe bolardy?

17. Adamda der mázleriniň bolmazlygy resessiw alamat bolup, **X** hromosom bilen bagly nesle geçýär. Der mázleriniň bolmagy dominant alamat. Geterozigot sagdyn aýal sagdyn erkek adama durmuş çykýar.

1) Gyzjagazlaryň näçesinde der mázleri bolar?

2) Oglan çagajyklaryň näçesinde der mázleri bolmaz?

3) Bu nikadan doglan gyzjagazlaryň näçesi geterozigot bolar?

4) Geterozigot gyz der mázleri ýok bolan oglan bilen durmuş gurýar. Olaryň 4 çagasy bolýar. Ikisi oglanjyk. Oglanjyklaryň näçesi kadaly der mázlerine eýe bolar?

5) Gyzjagazlaryň näçesinde kadaly der mázleri bolar?

18. Towuklaryň ýelekliriniň reňkine jogap berýän **B** gen **X** hromosomda ýerleşýär. Dominant **B** gen ak ýeleklilige, resessiw **b** gen gara ýeleklilige jogap berýär. Geterozigotlar bolsa ala ýelekli bolýar. Ala ýelekli geterozigot horazy gara ýelekli towuk bilen çaknyşdyrdylar we  $F_1$ -de 18 sany jüýje aldylar.  $F_1$ -däki gibridleri (ala horaz x ak towuk) özarasynnda çaknyşdyrdylar we  $F_n$ -de 135 jüýje aldylar.

1)  $F_1$ -de gibridleriň näçesi ala ýelekli bolar?

2)  $F_1$ -däki horazlaryň näçesi ala ýelekli bolar?

3)  $F_2$ -de näçe sany gara ýelekli towuklar bolar?

4)  $F_2$ -de näçe sany ala ýelekli horazlar bolar?

5) Beýleki bir kombinasiýada ak ýelekli towuklar bilen gomozigot gara ýelekli horazlary çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -nji nesilde 50 sany gibrid alyndy.  $F_1$ -däki horazlaryň näçesi ala ýelekli bolar?

19. Adamyň resessiw **h** geni gemofiliýanyň bir görnüşine jogap berýär we **X** hromosomda ýerleşýär. Bu gen erkekler üçin





ýarym letal hasaplanýar. Kakasy gemofilik bolan sagdyn gyz sagdyn oglana durmuşa çykýar. Olaryň 4 çagasy bolýar, 2-si gyz-jagaz, 2-si oglanjyk.

1) Maşgaladaky çagalaryň näçesi sagdyn bolar?

2) Näçe sany sagdyn gyzjagaz bolar?

3) Bu gyzjagazlar geljekde gemofilik erkek adam bilen durmuş gursalar, olaryň näçe sany sagdyn çagasy bolar?

4) Oglanjyklaryň näçesi gemofilik bolar?

5) Eger gyzlar geljekde sagdyn erkek adam bilen durmuş gursalar, olaryň gemofiliýa bilen keselli çagalary doglup bilermi?

20. Towuklaryň **K** geniniň resessiw alleli jyns bilen bagly nesle geçýär we ol **X** hromosomda ýerleşýär. Eger zigotada **K** geniň dominant alleli bolmasa, onda jüýjeler ýumurtgadan çykman ölýärler, ýagny **kk** genotipli osoblar letal häsiýete eýe bolýar. Berlen gen boýunça geterozigot horaz kadaly towuklar bilen çaknyşdyryldy. Ýumurtgalardan 73 jüýje çykdy. Ölen jüýjeleriň sany näbelli.

1) Bu çaknyşdyrmadan alnan nesillerde näçe dürli genotip ýüze çykýar?

2) Näçe sany jüýje ýumurtgadan çykmaždan öň öler?

3) Ölen jüýjeleriň içinde näçesi urkaçy jynsly bolar?

4) Bu çaknyşdyrmadan alnan nesilleriň näçesi erkek jynsly bolar?

5) Bu çaknyşdyrmadan alnan nesilleriň näçesi urkaçy jynsly bolar?

21. Adamyň reňk saýgarmazlyk keseli **c** gen bilen kesgitlenip, **X** hromosomda ýerleşýär. Kadaly görmeklige bolsa dominant **C** gen jogap berýär. Aşakdaky nikalardan nähili çagalara garaşmak bolar?

1)  $X^cX^c \times X^cY$ ;      2)  $X^cX^c \times X^cY$ ;      3)  $X^cX^c \times X^cY$

22. Towuklaryň ýelekliriniň reňkine jogap berýän gen **X** hromosomda ýerleşýär. **B** geniň dominant alleli ak ýeleklilige, **b** geniň resessiw alleli bolsa gara ýeleklilige jogap berýär. **Bb** geterozigotlar bolsa ala ýelekli bolýar. Aşakdaky çaknyşdyrmalardan nähili nesillere garaşmak bolar?

1)  $X^BX^b \times X^BY$ ;      2)  $X^BX^b \times X^bY$ ;      3)  $X^bX^b \times X^BY$



23. Adamda der mázleriniñ bolmazlygyna resessiw gen jogap berip, ol **Y** hromosomda ýerleşýär. Der mázleriniñ bolmagyna dominant gen jogap berýär. Aşakdaky nikalardan nähili nesillere garaşmak bolar?

1) Der mázleri bolan gomozigot aýal maşgala der mázleri bolmadyk erkek adam bilen durmuş gursa;

2) Der mázleri bolan gomozigot aýal der mázleri bolan erkek adam bilen durmuş gursa;

24. Towuklaryň ýelekleriniñ reňkine jogap berýän gen **X** hromosomda ýerleşýär. **B** geniň dominant alleli ak ýeleklilige, **b** geniň resessiw alleli bolsa gara ýeleklilige jogap berýär. **Bb** geterozigotlar bolsa ala ýelekli bolýar.

1) Ak ýelekli towuk bilen gara ýelekli horaz çaknyşdyrylanda;

2) Gara ýelekli towuk bilen geterozigot ala ýelekli horaz çaknyşdyrylanda;

3) Gara ýelekli towuk bilen gomozigot ak ýelekli horaz çaknyşdyrylanda nähili nesillere garaşmak bolar?

25. Drozofilanyň gözüniň gyzy (dominant alamat) we ak (resessiw alamat) reňkli bolmagy **X** hromosomda ýerleşýär.

1) Geterozigot gyzy gözli urkaçy drozofilalar bilen gyzy gözli erkek drozofila siňekleri çaknyşdyrylanda;

2) Gomozigot gyzy gözli urkaçy drozofilalar bilen ak gözli erkek drozofilalar çaknyşdyrylanda;

3) Ak gözli urkaçy drozofilalar gyzy gözli erkek drozofilalar bilen çaknyşdyrylanda nähili nesillere garaşmak bolar?

26. Ak amur balygynyň urkaçysy gomogamet, erkek jynslıysy bolsa geterogamet bolýar. **R** we **r** jübüt alleller bedeniň reňkine jogap berip, **X** hromosomyň gomologik böleklerinde ýerleşendirler. Bedeniň gyzy reňki dominant, ak reňki resessiw alamatlardyr.

1) Geterozigot gyzy urkaçy balyk bilen gyzy erkek balyk çaknyşdyryldy;

2) Gomozigot gyzy urkaçy balyk bilen ak reňkli erkek balyk çaknyşdyryldy;

3) Ak urkaçy balyk bilen gyzy erkek balyk çaknyşdyryldy. Bu çaknyşdyrmalardan nähili nesillere garaşmak bolar?

27. Gemorragiki diatez – allergiýa keselli adamda resessiw **a** gen bilen kesgitlenýär. Bu gen **Y** hromosomda ýerleşýär. Eger:



1) aýal sagdyn, adamsy kesel bolsa;

2) aýaly we adamsy sagdyn bolsa, nähili çagalara garaşmak bolar?

28. Lakga balygynyň urkaçy jynsy gomogament **XX**, erkek jynsy heterogament **XY** bolýar. **Y** hromosom edil **X** hromosom ýaly geniň allelini saklaýar. **B** gen bedeniň mele, **b** gen bolsa açyk gök reňkini kesgitleýär. Açyk gök reňkli urkaçy balyklary gomozigot mele reňkli erkek balyklar bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -de we  $F_2$ -de nähili nesillere garaşmak bolar?

29. Pişikleriň reňkine jogap berýän gen jyns bilen bagly nesle geçýär we ol **X** hromosomda ýerleşýär. Geniň dominant alleli açyk sary reňke, resessiw alleli gara reňke, **Bb** geterozigotlar bolsa pyşdyl reňke jogap berýär.

1) Açyk sary reňkli urkaçy pişik bilen gara erkek pişik;

2) Gara urkaçy pişik bilen açyk sary reňkli erkek pişik;

3) Pyşdyl reňkli urkaçy pişik bilen açyk sary reňkli erkek pişik;

4) Pyşdyl reňkli urkaçy pişik bilen gara reňkli erkek pişik çaknyşdyrylanda nähili nesillere garaşmak bolar?

30. Adamyň reňk saýgarmazlygy resessiw (**c**) gen, kadaly görmeكلي dominant **C** gen bilen kesgitlenýär. Ol **X** hromosomda ýerleşýär.

1) Daltonik erkek adam reňk saýgarmazlyk genini göteriji gyza öýlenýär. Bu maşgalada kadaly görýän ogullaryň we reňk saýgarmayan gyzlaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

2) Reňk saýgarmayan keselli kakasy bolan kadaly görýän aýal kadaly görýän erkek adama durmuşa çykýar. Bu maşgalada reňk saýgarmazlyk keseline eýe bolan çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

3) Kakasy daltonik bolan kadaly aýal daltonik erkek adama durmuşa çykýar. Bu maşgalada daltonik çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

4) Ejesi we kakasy kadaly görýär, olaryň ogly daltonik. Ejäniň we kakanyň genotipini kesgitläň.

5) Kadaly görýän kakasy we daltonik ejesi bolan kadaly görýän gyz daltonik oglana durmuşa çykýar. Daltonik çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

6) Daltonik erkek adam kadaly görýän aýala öýlenýär. Olaryň 2 çagasy bolýar. Ogly daltonik, gyzy kadaly görýär.



- a) çagalaryň ejesiniň genotipini;
- b) daltonik gyzyň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

31. Towuklaryň wiandot tohumynda alabederligiň 2 görnüşi, ýagny altynsow we kümüşsow görnüşleri duş gelyär. Bu alamatlara jogap berýän genler jyns arkaly nesle geçýär we **X** hromosomda ýerleşýär. Kümüşsow alabederler altynsow alabederleriň üstünden dominirleýär. Kümüşsow alabeder towuklary altynsow alabeder horazlar bilen çaknyşdyryp alnan nesillerde kümüşsow alabeder alamatly osoblaryň ýüze çykmak ähtimallygyny kesgitläň.

32. Çal reňkli hindi towuklarynda kähallatlarda bedeniniň titremegi ýüze çykýar. Oňa **wibrirleme** diýilýär. Bu anomaliýa jyns bilen bagly bolup, ol resessiw **v** gen bilen kesgitlenýär hem-de **Y** hromosomda ýerleşýär. Berlen gen boýunça sagdyn horazlary anomaliýa eýe bolan towuklar bilen çaknyşdyrdylar. Çaknyşdyrmadan kadaly horazlaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

33. Adamyň resessiw **h** geni gemofiliýanyň bir görnüşini kesgitleýär we **X** hromosomda ýerleşip, jyns bilen bagly nesle geçýär. Bu gen erkek adamlar üçin ýarym letal, aýal maşgalalar üçin doly letal häsiýetlidir.

1) Sagdyn geterozigot ejeden we sagdyn kakadan gemofillik ogluň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň;

2) Sagdyn ene-atanyň 3 çagasy bar, olaryň bir gyzy 14 ýaşynda gemofiliýa keseli zerarly aradan çykýar. Beýleki oglunyň we gyzynyň sagdyn bolmagynyň ähtimallygyny kesgitläň.

34. Towuklaryň ala ýelekliligi **B** dominant gen bilen kesgitlenip, jyns arkaly nesle geçýär. Resessiw **b** gen gara ýeleklilige jogap berýär. Ala ýelekli towuklar (**X<sup>B</sup>Y**) gara ýelekli horazlar (**X<sup>b</sup>X<sup>b</sup>**) bilen çaknyşdyrylyp, F<sub>1</sub>-de 93 jüýje alyndy. F<sub>1</sub>-däki towuklaryň näçesi ala ýelekli bolar?

35. Drozofila siňeginiň gözüniň ak reňki resessiw, gyzyň reňki dominant alamat bolup durýar. Gözüň reňkine jogap berýän gen **X** hromosomda ýerleşýär.

1) Ak gözli urkaçy siňekleri gyzyň gözli erkek siňekler bilen çaknyşdyrmakdan nähili nesillere garaşmak bolar?

2) F<sub>1</sub>-nji nesliň gibrideri özarasynda çaknyşdyrylanda, ak gözli nesilleriň ýüze çykmak ähtimallygyny kesgitläň.



36. Towuklarda hiç bir alamata jogap bermeýän jyns bilen bagly bolan resessiw gen letal häsiýetlidir we ol **X** hromosomda ýerleşýär. Bu gen boýunça geterozigot horazy we kadaly towuklary çaknyşdyrdylar. Çaknyşdyrmadan alnan nesillerde bu geniň letal häsiýetiniň ýüze çykmak ähtimallygyny kesgitläň.

37. Adamda albinizm keseli ressesiw **a** gen, gemofiliýa bolsa **X** hromosomda bar bolan resessiw **b** gen bilen kesgitlenýär.

1) Erkek adam albinos we gemofilik. Bu adamyň ejesi we kakasy nähili genotipli bolmagy mümkin?

2) Gemofiliýa boýunça sagdyn albinos oğlan kakasy gemofilik, ejesi albinos sagdyn gyza öýlenýär. Bu nikadan doguljak çagalar nähili genotipli we näçe gatnaşykda bolup biler?

3) Albinos we gemofilik erkek adam bilen göteriji aýaldan bolan çagalarda sagdyn kadaly pigmentasiýaly ogullaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

38. Ördeklerde jyns bilen bagly **B** dominant gen ýaşyl ýelekliligi, **b** resessiw gen bolsa mele reňkliligi kesgitleýär we ol **X** hromosomda ýerleşýär. Kekejiň bolmagyna **C** gen, bolmazlygyna bolsa **c** gen jogap berýär.

1) Ýaşyl ýelekli kekeçli iki alamaty boýunça-da gomozigot erkek ördegi mele ýelekli kekeçsiz urkaçy ördek bilen çaknyşdyrdylar. a)  $F_1$ -de; b)  $F_1$ -iň nesillerini gaýtadan enelik we atalyk şekiller bilen çaknyşdyrylanda, nähili nesillere garaşmak bolar?

2) Ýaşyl ýelekli kekeçsiz erkek ördegi mele ýelekli kekeçli urkaçy ördekler bilen çaknyşdyrdylar we nesillerde şu gatnaşygy aldylar: 1 sany ýaşyl ýelekli kekeçli erkek ördek : 1 sany mele ýelekli kekeçli erkek ördek : 1 sany ýaşyl ýelekli kekeçli urkaçy ördek : 1 sany mele ýelekli kekeçli urkaçy ördek. Ördekleriň enelik we atalyk şekilleriniň genotipini anyklaň;

3) Ýaşyl ýelekli kekeçli ördekleri özarasynnda çaknyşdyryp, ýaşyl ýelekli kekeçli erkek ördekler we mele ýelekli kekeçsiz erkek ördekler alyndy. Enelik we atalyk şekilleriň genotipini anyklaň.

39. Towuklaryň ala ýelekliligi jyns bilen bagly alamat bolup, dominant **B** gen, gara ýeleklilik resessiw **b** gen, bedeniň goňur reňkli bolmagy **S** gen, ak reňkli bolmagy **s** gen, bägül şekilli kekeçliligi **R** gen, ýaprak şekilli kekeçliligi **r** gen bilen kesgitlenýär. **B** gen **X** hro-



mosom arkaly nesle geçýär. Autosom C gen geterozigot Cc ýagdaýda gysga aýakly, gomozigot ýagdaýda (CC) letal häsiýetli, resessiw gomozigot (cc) ýagdaýda bolsa aýaklary kadaly uzynlykda bolýar.

1) Gara ýelekli, goňur bedenli, ýaprak şekilli kekeçli, kadaly aýagy bolan horaz (ikinci alamaty boýunça geterozigot) ala ýelekli, ak bedenli, ýaprak şekilli kekeçli, gysga aýakly towuk (birinji alamatlary boýunça geterozigot) bilen çaknyşdyrylanda, nesilde nähili jüýjelere garaşmak bolar?

2) Gara ýelekli, goňur bedenli, bägül kekeçli, gysga aýakly horaz ala ýelekli, goňur bedenli, ýaprak şekilli kekeçli, kadaly aýakly towuk bilen çaknyşdyryldy. Jüýjeleri ulalandan soň, 2-si ala ýelekli, goňur bedenli, bägül kekeçli, gysga aýakly, 2-si ala ýelekli, goňur bedenli, ýaprak kekeçli, gysga aýakly, 2-si ala ýelekli, goňur bedenli, bägül kekeçli, kadaly aýakly, 2-si ala ýelekli, goňur bedenli, ýaprak kekeçli, kadaly aýakly, 2-si gara ýelekli, goňur bedenli, bägül kekeçli, gysga aýakly, 2-si gara ýelekli, goňur bedenli, ýaprak kekeçli, gysga aýakly, 2-si gara ýelekli, goňur bedenli, bägül kekeçli, kadaly aýakly, 2-si gara ýelekli, goňur bedenli, ýaprak kekeçli, kadaly aýakly boldy. Enelik we atalyk şekilleriň genotipini anyklaň;

3) Ala ýelekli, ak bedenli, ýaprak şekilli kekeçli, kadaly aýakly horazlar gara ýelekli, goňur bedenli, bägül kekeçli, gysga aýakly towuklar bilen çaknyşdyryldy. Olardan 18 jüýje alyndy. Ählisi ala ýelekli, goňur bedenli, bägül şekilli kekeçli, gysga aýakly boldy. Enelik we atalyk şekilleriň genotipini anyklaň.

4) Gysga aýakly, ala ýelekli, iki alamaty boýunça hem geterozigot horazlary gysga aýakly, gara towuklar bilen çaknyşdyrdylar. Nesiller nähili bolar?

5) Gysga aýakly, ala ýelekli (geterozigot) horazy gysga aýakly (geterozigot), gara ýelekli towuk bilen çaknyşdyrdylar. Bu çaknyşdyrmadan nähili nesillere garaşmak bolar?

6) Näbelli towuklar bilen horazlar çaknyşdyryldy we şu nesiller alyndy: 1/4 kadaly aýakly, gara ýelekli towuklar, 1/4 kadaly aýakly, ala ýelekli horazlar, 1/2 gysga aýakly, ala ýelekli horazlar alyndy. Enelik we atalyk şekilleriň genotipini we fenotipini kesgitläň.

40. Adamda gipertrihoz (gulagynyň içiniň tüýli bolmagy) jyns bilen bagly resessiw alamat bolup, Y hromosom arkaly nesle geçýär. Daltonizme bolsa X hromosomda lokallaşan d resessiw gen jogap berýär.



1) Gipertriozly kadaly görüjili bolan erkek adam bilen daltonizm geni boýunça geterozigot aýalyň nikasyndan;

2) Gipertriozly daltonik erkek adam bilen daltonizm geni boýunça geterozigot aýalyň nikasyndan;

3) Gipertriozly daltonik erkek adam bilen daltonik aýalyň nikasyndan nähili çagalara garaşmak bolar?

41. Adamyň **Y** hromosomynda aýaklaryň 2-nji we 3-nji barmaklarynyň arasynda perdäniň bolmagyna jogap berýän gen ýerleşýär. Aýagyň 2-nji we 3-nji barmagyň arasynda perdesi bolan erkek adam şu alamaty bolmadyk aýala öýlenýär. Onda bu maşgalanyň nähili çagalary bolup biler?

42. Adamda gipertrioz (gulagyň içiniň tüýli bolmagy) resessiw alamat bolup, ol **Y** hromosom bilen bagly nesle geçýär. Gipertriozly erkek adam bilen bu alamat boýunça kadaly aýaldan nähili çagalara garaşsa bolar?

43. Adamda gipertrioz we aýagyň barmaklarynyň arasynda perdäniň bolmagy resessiw alamat bolup, olar **Y** hromosom arkaly nesle geçýär. Daltonizm hem resessiw alamat bolup, **X** hromosom arkaly nesle geçýär. Adamyň mele gözlüligi dominant, gök gözlüligi resessiw alamat bolup, autosomlar arkaly nesle geçýär.

1) Gipertriozly, barmaklarynyň arasy perdeli we kadaly görüjiligi bolan, mele gözli (geterozigot) erkek adam bilen daltonizm keselli mele gözli (geterozigot) aýalyň;

2) Barmaklarynyň arasy perdeli, daltonik gök gözli erkek adam bilen daltonizm we gözüniň reňki boýunça geterozigot aýalyň;

3) Gipertriozly, barmaklarynyň arasy perdeli gök gözli erkek adam bilen gök gözli daltonik aýalyň nikasyndan nähili çagalara garaşmak bolar?

44. Adamda gemofiliýa we daltonizme jogap berýän gen **X** hromosom bilen bagly, umumy reňki saýgarmazlyk geni bolsa jyns bilen bagly nesle geçýär.

1) Gemofiliýa boýunça gomozigot sagdyn umumy reňk saýgarmazlygy göteriji aýal bilen gany kadaly lagtalanýan umumy reňk saýgarmazlyk boýunça geterozigot sagdyn erkek adam durmuş gurýar. Bu nikadan nähili çagalara garaşmak bolar?

2) Daltonizmi we umumy reňk saýgarmazlyk genini göteriji aýal bilen daltonik umumy reňk saýgarmazlyk alamaty boýunça geterozi-



got erkek adam durmuş gurýar. Bu nikadan nähili çagalaryň dogulmak ähtimallygy bar?

### 8.3. Jyns bilen çäklenen we jyns bilen bagly alamatlaryň neslegeçijiligi

Haýsydyr bir alamata jogap berýän birnäçe genleriň autosomlarda ýa-da jynsy hromosomlarda ýerleşýändigini bellidir. Emma jynsy hromosomlarda ýerleşýän genler iki jynsyň diňe birinde ýüze çykýar. Bu alamatlara **jyns bilen çäklenen alamatlar** diýilýär. Meselem, horazlarda ýumurtga guzlaýjylyk geni saklanýar. Emma bu alamat horazlaryň özünde ýüze çykman (basylan ýagdaýda), diňe towuklarda ýüze çykýar.

Käbir alamatlaryň dominirleme häsiýeti jynsa bagly bolýar. Bu alamatlara **jyns bilen bagly alamatlar** diýilýär. Meselem, gara mallaryň erkek jynslylarynyň şahy bolýar. Ýagny şahly bolmaga jogap berýän genler dominant, şahsyzlyga bolsa resessiw genler jogap berip, bu alamat erkek jynslarda dominant, urkaçy jynslarda bolsa resessiw ýagdaýda ýüze çykýar. Şonuň üçin geterozigot erkek mallar şahly, geterozigot urkaçy mallar şahsyz bolýar. Bu gen diňe gomozigot dominant ýagdaýda geçende, iki jynsyň osoblarynyň hem şahly bolmagyny üpjün edýär.

### Meseleler we olaryň çözülişi

1. Adamyň tüýli we tüýsüzlik alamatlary jyns bilen bagly nesle geçýär. Erkeklerde saçynyň düşmegi **S** gen arkaly kesgitlenip, ol erkeklerde dominirleýär, aýallarda bolsa dominirlemeýär. Erkek adamyň saçynyň düşmegi üçin geniň bir alleliniň bolmagy, aýal maşgala üçin iki dominant alleliniň bolmagy zerurdyr. Geterozigot erkek adam bilen geterozigot aýal maşgala durmuş gurdular. Bu nikadan nähili çagalara garaşmak bolar?

#### Berlen:

**S** – saçynyň düşmegi

**S'** – kadaly

**P** ♀ **SS'XX** x ♂ **SS'XY**  
kadaly                      saçı düşýär

**F<sub>1</sub>** – ?

#### Çözülişi:

1. *Çaknyşdyrmanyň çyzgydy-ny ýazýarys:*



**P** ♀ **SS'XX** x ♂ **SS'XY**  
kadaly                      saçı düşýär





P	♀ <b>SS'XX</b> kadaly	x	♂ <b>SS'XY</b> saçy düşýär
G	<b>SX</b> <b>S'X</b>		<b>SX</b> <b>SY</b> <b>S'X</b> <b>S'Y</b>

P	♀ <b>SS'XX</b>	x	♂ <b>SS'XY</b>
	kadaly		saçy düşýär
G	<b>SX</b> <b>S'X</b>		<b>SX</b> <b>SY</b> <b>S'X</b> <b>S'Y</b>

F <sub>1</sub>	 	SX	S'X	SY	S'Y
	SX	SSXX saçy düşyär	SS'XX kadaly	SSXY saçy düşyär	SS'XY saçy düşyär
	S'X	SS'XX kadaly	S'S'XX kadaly	SS'XY saçy düşyär	S'S'XY kadaly

### Meseläniň gysgaça çözülişi

P	♀ <b>SS'XX</b>	x	♂ <b>SS'XY</b>
	kadaly		saçy düşýär
G	<b>SX</b> <b>S'X</b>		<b>SX</b> <b>SY</b> <b>S'X</b> <b>S'Y</b>



F <sub>1</sub>	♀ \ ♂	SX	S'X	SY	S'Y
	SX	SSXX saçy düşýär	SS'XX kadaly	SSXY saçy düşýär	SS'XY saçy düşýär
	S'X	SS'XX kadaly	S'S'XX kadaly	SS'XY saçy düşýär	S'S'XY kadaly

3 (kadaly gyzzagazlar) : 3 (ir saçy düşýän oglanjyklar) : 1 (saçy düşýän gyzzagazlar) : 1 (kadaly oglanjyk).

**Jogaby:** Kadaly oglanjyklaryň we gyzzagazlaryň, saçy düşýän gyzzagazlaryň hem oglanjyklaryň 3:3:1:1 gatnaşykda dogulmak ähtimallygy bar.

### Barlag meseleleri

45. Gara mallaryň şahly bolmak alamaty jyns bilen bagly bolup, **H** gen şahly bolmaga, **H'** gen bolsa şahsyzlyga jogap berýär. **HH** we **HH'** genotipli erkek mallar şahly, **HH** genotipli urkaçy mallar şahly, **HH'** geterozigotlar bolsa şahsyz bolýarlar.

1) Şu aşakdaky mallar nähili genotipe eýe bolar:

- a) şahly erkek osob;
- b) şahsyz erkek osob;
- ç) şahly urkaçy osob;
- d) şahsyz urkaçy osob.

2) Aşakdaky çaknyşdyrmalardan nähili nesillere garaşmak bolar?

a) **HH'XX** x **H'H'XY**

b) **HHXX** x **HHXY**

46. Adamyň saçly bolmagy jyns bilen bagly alamat bolup, erkeklerde bu alamat dominant, aýallarda bolsa dominant däl. Erkek adamlaryň saçsyz bolmagy üçin resessiw alleliň biri bolmagy ýeterlikdir. Aýallarda bolsa saçsyz bolmak genotipde iki dominant alleliň bolmagy bilen ýüze çykýar. Aşakdaky nikalardan nähili nesillere garaşmak bolar:



1) saçsyz erkek adam (**AaXY**) bilen bu alamat boýunça geterozigot kadaly saçly aýal (**AaXX**);

2) saçsyz erkek adam (**aaXY**) bilen ejesi saçsyz bolan kadaly saçly aýal (**AaXX**);

3) saçsyz geterozigot erkek adam (**AaXY**) bilen saçsyz aýal (**AAXX**).

47. Adamyň saçly bolmagy jyns bilen bagly alamat bolup, erkeklerde bu alamat dominant, aýallarda bolsa dominant däldir. Erkek adamlaryň saçsyz bolmagy üçin resessiw alleliň biri bolmagy ýeterlikdir. Aýallarda bolsa saçsyz bolmak genotipde iki dominant alleliň bolmagy bilen ýüze çykýar. Saçsyz erkek dogany (**AaXY**) we kakasy (**aaXY**) bolan kadaly saçly aýal (**AaXX**) saçsyz erkek adama (**aaXY**) durmuşa çykýar. Olaryň saçsyz ogly we saçı ir düşen gyzy bolýar. Gyzy ulalyp, kadaly oglana durmuşa çykýar. Bu nikadan saçsyz oglanjygyň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

48. Pişikleriň çal reňki dominant **B** gen, gara reňki bolsa resessiw **b** gen bilen kesgitlenýär. **Bb** geterozigotlar bolsa pyşdyl reňkli bolýar. Bu ýerde **B** gen jyns bilen baglanyşyklydyr. Gara ene pişik bilen pyşdyl reňkli erkek pişigi çaknyşdyrdylar we  $F_1$ -de gara erkek we urkaçy, pyşdyl reňkli erkek hem-de urkaçy pişikleri aldylar. Çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipini anyklaň. Çal reňkli ene pişik bilen gara reňkli erkek pişigi çaknyşdyryp, nähili nesil alnar?

49. Turşujanyň uzyn ýaprakly (dominant) enelik ösümligini kadaly ýapragy (resessiw) bolan atalyk ösümligi bilen çaknyşdyrsalar, nesilde kadaly we uzyn ýaprakly enelik hem-de atalyk ösümlikler alyndy. Çaknyşdyrylýan ösümlikleriň genotipini anyklaň. Eger  $F_1$ -däki kadaly ýaprakly enelik ösümlikler kadaly ýaprakly atalyk ösümlikler bilen çaknyşdyrylsa, nähili nesil alnar?

50. Daltonik erkek adam (alamata jogap berýän gen jyns bilen bagly bolup, ol **X** hromosomda ýerleşýär) kadaly görýän, emma daltonik kakasy bolan gyz bilen durmuş gurýar. Bu maşgalada daltonik gyz doglup bilermi? Ilkinji daltonik ogullary dogulmak mümkinçiligi nähili bolar?

51. Ogly we kakasy daltonik, emma ejesi sagdyn. Oglunyň şeýle reňkleri doly saýgarmazlygy oňa kakasyndan geçipdir diýsek, dogry bolarmy?



52. Gany kadaly lagtalanýan erkek adam öz aýalynyň uýasynyň gemofilik oglunyň doglandygy baradaky habary eşidip aladalanýar (indiki doguljak çagalarynyň saglygy barada alada edýär). Onuň aýalynyň garyndaşlarynyň arasynda gemofiliýa keseli hiç wagt ýüze çykmandyr. Bu ýagdaýy nähili düşündirse bolar?

53. Gemofilik erkek adam bilen daltonik aýaldan nähili çagalaryň dogulmak ähtimallygy bar (beýleki alamatlar babatynda gomozigot dominant genotipli)?

54. Daltonik adamyň geterozigot sagdyn gyzy daltonik adamyň ogluna durmuşa çykýar. Ýaş çatynjalar reňkleri saýgarýar. Bularyň nähili çagalary bolar?

55. Albinizm resessiw autosom gen arkaly, gemofiliýa bolsa jyns bilen bagly resessiw gen bilen kesgitlenýär. Kakasy gemofilik bolan albinos aýal (**aaX<sup>G</sup>X<sup>g</sup>**) albinos kakasy bolan sagdyn erkege (**AaX<sup>G</sup>Y**) durmuşa çykýar. Maşgalada sagdyn ogullaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

56. Maşgalada ogly bilen kakasy mele gözli gemofilik, ejesi bolsa gany kadaly lagtalanýan gök gözli bolýar. Ogly bu alamatlary kakasyndan ýa-da ejesinden alypdyrmy?

57. Adamda aýagynyň ikinji we üçünji barmaklarynyň arasynda perde bolmaklygy kesgitleýän gen **Y** hromosomda ýerleşýär. Erkek adamyň agtyklarynda we çowluklarynda aýagynyň barmaklarynyň arasynyň perdeli bolmaklygy haýsy derejede ýüze çykyp biler? Onuň ýüze çykyş mümkinçiligi nähili bolar?

58. Adamda nesle geçýän allergik kesel – gemorragiki diatez resessiw gen arkaly kesgitlenýär. Bu gen **X** hromosomda ýerleşýär. Eger a) ejesi we onuň ene-atalary, garyndaşlary sagdyn bolup, kakasy kesel bolsa; b) kakasy we onuň ene-atasy, garyndaşlary sagdyn, ejesi kesel bolsa, nähili çagalara garaşmak bolar?

59. Gyzyň gözli drozofila siňeklerini çaknyşdyryp, nesilde 81 sany gyzyň gözli enelik osoblar, 79 sany gyzyň we ak gözli atalyk osoblar alyndy.

1) Çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipini kesgitläň;

2) Alnan geterozigot enelik osoblary ak gözli atalyk osoblar bilen çaknyşdyryp, nähili nesil alyp bolar?

60. Pyşdyl reňkli urkaçy pişigi çal erkek pişik bilen çaknyşdyrdylar we nesilde 18 sany pyşdyl reňkli, 14 sany çal reňkli urkaçy pişik, 16



sany çal, 17 sany pyşdyl reňkli erkek pişik alyndy. Çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipini kesgitläň;

Pyşdyl reňkli urkaçy pişigi gara erkek pişik bilen çaknyşdyrylanda, 10 sany pyşdyl reňkli, 13 sany gara reňkli urkaçy pişik, 11 sany pyşdyl, 8 sany gara reňkli erkek pişik alyndy. Nesilleriň genotipini kesgitläň.

61. Dişiň emalnyň gipoplazmiýasy jyns bilen baglanyşykly dominant gen hökmünde nesle geçýär. Gipoplazmiýaly ene-atalardan kadaly dişi bolan çaga dogulýar. Indiki çagalaryň sagdyn dişli bolup dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

62. Gipertrihoz keseli **Y** hromosomda ýerleşýän gen arkaly kesgitlenýär. Gemofiliýa bolsa **X** hromosomda ýerleşýän resessiw **g** gen jogap berýär. Eger kakasy gemofilik gulagy tüýli, ejesi gomozigot sagdyn bolsa, maşgalada gulagy tüýli çaganyň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

63. Goňur gözli kadaly görüjiligi bolan gyz edil özi ýaly fenotipli oglana durmuşa çykýar. Bu çatynjalaryň gök gözli reňk saýgarmaýan ogly we goňur gözli kadaly görýän gyzy bolýar. Eger daltonizm keseline jogap berýän gen jyns bilen baglanyşykly bolsa, maşgalada gök gözli kadaly görýän ogul çaganyň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

64. Dişiniň reňki ak bolan zenan garamtyl dişli erkege durmuşa çykýar. Bularyň 4 sany garamtyl dişli gyzy we 3 sany ak dişli ogly bolýar. Dişleriň reňkine jogap berýän alamatyň **X** hromosomda ýerleşýändigini nazarda tutup, ene-atanyň genotiplerini kesgitläň.

65. Agammaglobulinemiýa resessiw gen hökmünde nesle geçýär. Bu keseliň bir görnüşi autosom gen bilen, beýlekisi bolsa **X** hromosomda ýerleşip, jyns bilen bagly nesle geçýär. Eger maşgalada ejesi iki gen boýunça hem geterozigot (**AaX<sup>B</sup>X<sup>b</sup>**), kakasy sagdyn (**AA X<sup>B</sup>Y**) bolsa, onda kesel çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

66. Adamda daltonizm keseline resessiw gen jogap berip, jyns bilen baglanyşykly nesle geçýär. Anemiýanyň bir görnüşi (talasemiýa) bolsa autosom dominant gen bilen kesgitlenýär. Talasemiýa boýunça gomozigot keselli adamlar köplenç ölýärler, gerozigotlar bolsa keselden ejir çekýärler. Kadaly görýän (geterozigot) uly bolmadyk talasemiýa (geterozigot) keselli aýal daltonizm boýunça sagdyn talasemiýa boýunça göteriji erkek adam bilen durmuş gurýar we olaryň ýeňil talasemiýasy bolan daltonik ogullary bolýar. Indiki oglunyň sagdyn bolup dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.



67. Gipertrihoz keseli **Y** hromosom arkaly, polidaktiliýa (köp-barmaklyk) bolsa autosomlar arkaly nesle geçýär (ol dominant alamat). Kakasy gipertrihoz, ejesi polidaktiliýa keselli bolan maşgalada kadaly gyz çaga dogulýar. Indiki çagalaryň sagdyn dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

68. Gemofiliýa we albinizm boýunça sagdyn ýaş çatynjalaryň gemofiliýa (jyns bilen bagly) keselli albinos ogly dogulýar. Geljekde olaryň üç gyzy – biri albinos, ikisi sagdyn dogulýar. Ene-atanyň genotiplerini kesgitläň.

69. Gipertrihoz **Y** hromosomda ýerleşýän gen, ihtiozyň bir görnüşü bolsa jyns bilen baglanyşykly resessiw gen bilen kesgitlenýär. Aýaly sagdyn, adamsy gipertrihoz bolan maşgalada ihtioz we gipertrihoz keselli ogly bolýar. Bu maşgalada sagdyn çagalaryň dogulmak mümkinçiligi nähili bolar?

70. Mör-möjeginiň bir görnüşiniň erkek osoby partenogenez köpeliş ýoly bilen emele gelýär. Gara gözli enelik osob bilen gyzyly gözli erkek osoby çaknyşdyryp,  $F_1$ -nji nesilde gara gözli osoblar alynýar.  $F_2$ -nji nesilde nähili osoblar alnar?

71. Daltonik aýal tüýlek erkege durmuşa çykýar. Eger daltonizme jogap berýän gen **X** hromosomda, tüýlülige jogap berýän gen bolsa **Y** hromosomda ýerleşýän bolsa, maşgalada nähili çagalar doglup biler?

72. Bägül kekeçli gara bedenli horaz ýaprak şekilli kekeji bolan ala bedenli towuk bilen çaknyşdyrylýar we nesilde 12 sany gara bedenli, 14 sany ala bedenli jüýjeler alynýar. Emma ähli jüýjeleriň bägül şekilli kekeji bolýar. Çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipini kesgitläň.

73. Drozofila siňeklerinde gözün gyzyly reňki dominant, ak reňki resessiw gen bilen kesgitlenip, bu gen **X** hromosomda ýerleşýär. Gyzyly gözli geterozigot urkaçy siňekler bilen ak gözli erkek siňekler çaknyşdyrylsa, nesilleri nähili bolar?

74. Seleksionerler kähälatlarda ýaňy ýumurtgadan çykan jüýjeleriň jynsyny kesgitläp bilýärler. Eger ýelekleriň altynsow mele (dominant) we kümüşsow ak reňkleriniň geni **X** hromosomda ýerleşýän bolsa, altynsow reňk dominant gen bilen kesgitlense, jüýjeler jyns taýdan tapawutlanar ýaly çaknyşdyrmak üçin nähili towuklary we horazlary saýlap almaly? Towuklaryň geterogamet jynsdygyny ýatdan çykarmaň!



75. Ördeklerde jyns bilen baglanyşykly **B** gen ýelegiň ýaşyl reňkini, **b** gen mele reňkini kesgitleýär. Ördekleriň ýaşyl reňkli enelik osoblary bilen mele reňkli erkek osoblary çaknyşdyrylsa nesilleri nähili bolar (berlen gen **X** hromosom bilen baglanyşykly nesle geçýär)?

76. Pişiklerde tüýüniň sary reňki dominant gen, gara reňki resessiw gen bilen kesgitleýär. Geterozigotlar pyşdyl reňkli ýa-da üç reňkli bolýarlar. Tüýüň reňkini kesgitleýän gen **X** hromosomda ýerleşýär. Eger erkek pişik gara, urkaçy pişik sary bolsa, olardan alnan nesil nähili reňkde bolar? Erkek pişikler pyşdyl reňke eýe bolup bilermi?

77. Tut ýüpek gurçugynyň kebeleginiň goýýan ýumurtgalary ak reňkli (**A** gen) ýa-da garamtyl reňkli (**a** gen) bolup biler. Bu genler jyns bilen bagly bolup, olar **X** hromosomda ýerleşýär. Tut ýüpek gurçugynyň enelik osoblary heterogamet jyns bolýar. Ýumurtganyň reňkine göre urkaçy we erkek osoblary bir-birinden saýlap alyp bolarmy?

78. Käbir süýdemdirijilerde (adam, at, it) gemofiliýa (ganyň lagtalanmazlygy) resessiw gen arkaly jyns bilen baglylykda nesle geçýär. Bu geniň dominant alleli ganyň kadaly lagtalanmagyny üpjün edýär. Maşgalada aýal we erkek adam sagdyn bolup, aýal şu gen boýunça heterozigot bolsa, onda olaryň çagalary nähili bolar?

79. Gipertrioz (gulak ýelkeniniň tüýli bolmagy) **Y** hromosom bilen bagly resessiw gen arkaly nesle geçýär. Eger maşgalada erkek adamyň gulagy tüýli bolsa, çagalarynda bu alamatyň ýüze çykyşy nähili bolar?

80. Dişleriň garalmagy dominant gen arkaly nesle geçýär. Bu gen **X** hromosomda ýerleşýär. Ikisiniň hem dişi gara bolan är-aýalyň iki sany ak dişli oguljygy bolupdyr. Indiki doguljak çagalaryň nähili dişli boljakdygyny anyklamaly.

81. Gemofiliýa we daltonizm **X** hromosomdaky resessiw genler arkaly nesle geçýär. Sagdyn (iki geni hem gomozigot) aýaldan we gemofilik hem-de daltonik erkek adamdan nähili çagalaryň dogulmagy mümkin?

82. Maşgalada kakasy we ogly gemofilik hem-de gara gözlüdürler. Ejesi gany kadaly lagtalanýan we mawy gözlüdür. Ogly ähli almatlary kakasyndan nesle alyp bilermi?



83. Kābir ýagdaýlarda **X** hromosomyň belli-belli bölekleri inert bolup, **Y** hromosom ol ýa-da beýleki alleli saklaýar. Adamyň **Y** hromosomynda aýagyň ikinji we üçünji barmaklarynyň arasynda perdäniň bolmagyny kesgitleýän gen ýerleşýär. Maşgalada erkek adamyň aýagynda perdesi bar bolsa, çagalarynyň aýagy nähili bolar?

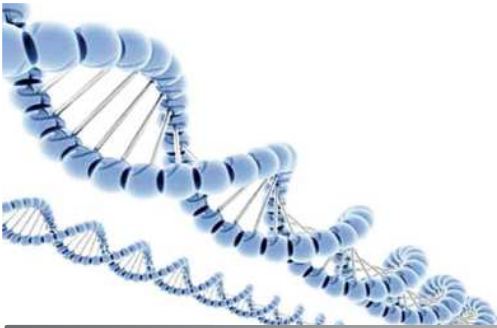
84. Adamda nesle geçýän allergiýa keseli – gemorragiki diatez resessiw gen arkaly nesle geçýär. Bu geniň allelleri **X** we **Y** hromosomlarda ýerleşýär (resessiw gen mydama **Y** hromosomda saklanýar). 1) Eger maşgalada aýal sagdyn erkek adam näsag (ikisi hem gomozigot) bolsa, olaryň çagalary nähili bolar? 2) Eger aýal maşgala näsag, erkek adam sagdyn (geterozigot) bolsa, olaryň çagalary nähili bolar?

### **Barlag soraglary:**

1. Jynsy kesgitlemegiň nähili görnüşlerini bilýärsiňiz?
2. Nähili hromosomlar jynsy hromosomlar diýip hasaplanylýar?
3. Haýsy hromosomlara gomogamet we geterogamet diýilýär? Mysallar getiriň.
4. Nāme üçin nesilde atalyk we enelik osoblaryň deň mukdary emele gelýär?
5. Adamda genetiki taýdan jyns nähili kesgitlenilýär?
6. Adamda nesli kesgitlemek üçin ähmiýetli bolan genetiki we fiziologiki täsirleri (faktorlary) aýdyp beriň.
7. Jyns bilen baglanyşykly neslegeçijilik nāme?
8. Jyns bilen baglanyşykly neslegeçijilige mysallar getiriň.
9. Golandrik alamatlar diýip nāmā aýdylýar? Mysallar arkaly düşündiriň.
10. Haýsy alamatlar nesle geçirilende jyns bilen çäklendirilen?
11. Nāme üçin ýakyn garyndaşlaryň durmuş gurmaýy bilen doglan çagalaryň ýaşayyş ukyby peselýär?
12. Geljekki organizmiň jynsyny nähili kesgitlep bolýar?
13. Emeli ýagdaýda jynsyny üýtgedilmegi tejribede nähili ähmiýete eýe bolup biler?
14. Saçy düşýän erkek adamlaryň sanynyň saçy düşýän aýallara serekende köp bolýandygyny genetiki taýdan düşündiriň.
15. Jyns bilen bagly alamatlaryň öwrenilmeginiň nähili ähmiýetli taprlary bolup biler?







## IX BAP

### GENLERİN TIRKELMEĞİ WE KROSSINGOVER. GENETIKİ KARTALAR

Gomologik hromosomlarda yerleşen genler G.Mendeliñ kanunlary esasynda nesle geçýär. Bu ýagdaýda genler alamatlaryň garaşsyz kombinirlenmeginiñ kanuny esasynda täsirleşýärler we gametalaryň dürli kombinasiýalary nesilde deň derejeli proporsiýalarda emele gelýär. Meselem, iki sany A we B gen bilen kesgitlenýän alamat bir hromosomda yerleşýär (8-nji surat). Meýozyň reduksion bölünişi bu genleriň öýjügiň polýuslaryna tarap nähili düzümde we ýagdaýda çekiljegini kesgitleýär, ýagny olar dürli alleller boýunça gametalara düşýär.

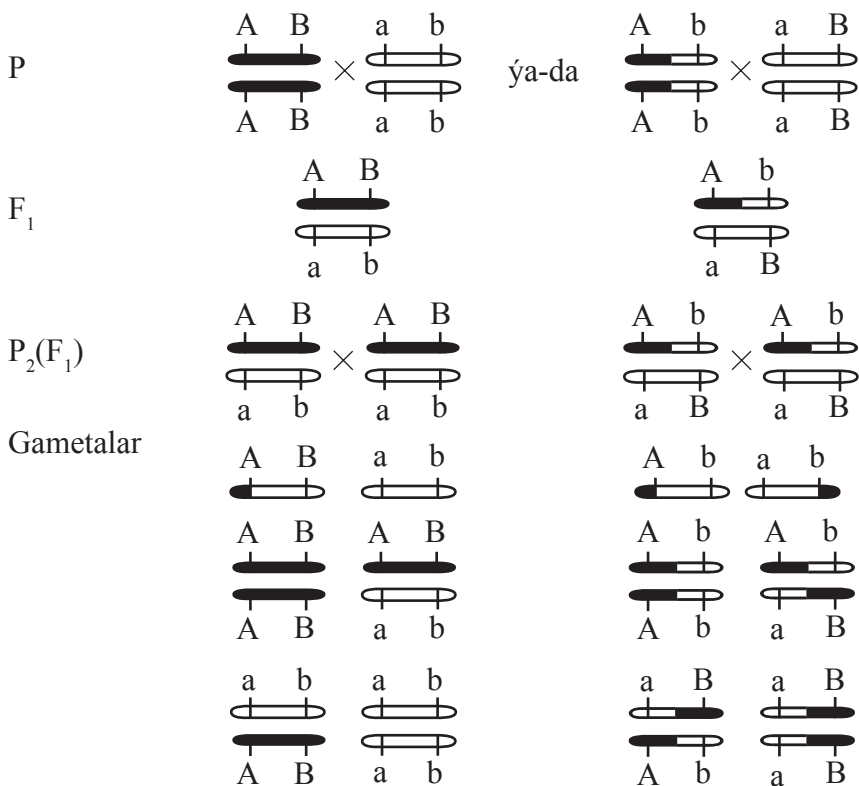
$$\begin{array}{c} A \\ \text{---} \\ a \end{array} \begin{array}{c} B \\ \text{---} \\ b \end{array} \text{ ýa-da } \begin{array}{c} A \\ \text{---} \\ a \end{array} \begin{array}{c} b \\ \text{---} \\ B \end{array}$$

Bu hromosomlaryň garaşsyz kombinirlenmegi bolup, onuň belli bir çägi bardyr. Sebäbi diploid hromosomlarda jübüt hromosomlaryň sany hem çäklenendir. Meselem, adamda 23 jübüt hromosom bar, şonuň üçin 23 jübüt alamatdan artyk kombinasiýa emele gelmeýär. Genleriň sany hromosomlaryň sanyna görä birnäçe esse artyk bolup, bir jübüt hromosomda genleriň belli bir mukdary saklanýar. Hakykatda-da, her bir bedende alamatlar örän köpdür, emma hromosomlaryň sany çäkli. Onda bir jübüt gomologik hromosomda yerleşýän genler nähili nesle geçýär?

Gibridologik barlaglarda bir jübüt hromosomda yerleşýän iki jübüt allel bilen kesgitlenýän iki jübüt alternatiw alamat alynýar. Genler hem edil ene-atasynyňka meñzeş bolan biri-biri bilen baglanyşykly utgaşmany emele getirýär.

Bu ýagdaý U.Betson we G.Pennet tarapyndan 1906-njy ýylda nohutda ýüze çykaryldy hem-de «**çekişme**» diýip atlandyryldy, emma T.Morgan bolsa bu hadysany kesgitlep, oňa genleriň tirkelmegi diýen düşündiriş berdi. Ýagny bir hromosomda bar bolan genleriň ylaşykly nesle geçmegine **genleriň tirkelmegi** diýilýär.





**8-nji surat. Krossower we krossower  
däl gametalaryň emele gelşi**

Bir jübüt gomologik hromosomda ýerleşýän allel däl genleriň neslegeçijiligini öwrenmekde hem-de neslegeçijiligiň hromosom taglymatyny ylma girizmekde amerikan alymy T.Morgan we onuň şägirtleri A.Stertewat, K.Bridžes, G.Mýuller uly işleri etdiler.

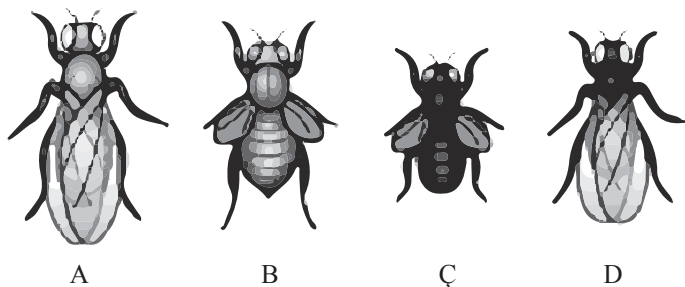
Neslegeçijiligiň hromosom taglymatyny öwrenmekde subutnama hökmünde drozofila miwe siňeginde geçirilen tejribeler alyndy.

Tejribe geçiriljek siňekler şu şertler boýunça saýlanypdyr:

- synag işlerini geçirmek üçin siňekleriň anyk görünüp duran almatlary (bedeniniň reňki, ganatlarynyň uzynlygy we ş.m.) alnypdyr;
- uly hromosomlaryň sany çäkli bolupdyr – 4 jübüt;
- statistiki seljerme geçirmek hem-de anyk netije çykarmak üçin nesil çalşygy çalt (her 10 gije-gündizden) we ýokary nesil berijiligi bolupdyr;



- barlaglary we çaknyşdyrmany geçirmek mümkinçiligini döretmek üçin urkaçy we erkek jynslar düýpli tapawutlanypdyr;
- tejribe şertlerinde ösümliklerden döredilen iýmit gurşawynda kynçylyksyz ýaýraýan görnüşler alnypdyr.



**9-njy surat. Drozofila siňeginiň alamatlarynyň nesle geçişiniň dürli görnüşleri:**

*A – çal beden kadaly ganatlar; B – çal beden rudiment ganatlar; C – garamtyl beden rudiment ganatlar; D – garamtyl beden kadaly ganatlar*

Drozofilada bedeniniň reňkine we ganatlarynyň uzynlygyna jogap berýän genler bir hromosomda ýerleşýär.

T.Morgan biri-birinden **bedeniniň reňki** hem-de **ganatlarynyň uzynlygy** boýunça tapawutlanýan iki sany osoby çaknyşdyrypdyr (ol ressirok çaknyşdyrmak, ýagny bir çaknyşdyrmada enelik diýip alnan osob beýlekide atalyk hökmünde we tersine birinde atalyk diýip alnan beýlekide enelik hökmünde ulanylypdyr) (9-njy surat). Enelik osob çal reňkli, kadaly ganatly, erkek osob gara reňkli, rudiment (düzünçek) ganatly bolupdyr. Alamatlaryň her biri inlis harpy bilen belgilenipdir (10-njy surat).

b – gara bedenli (blak);

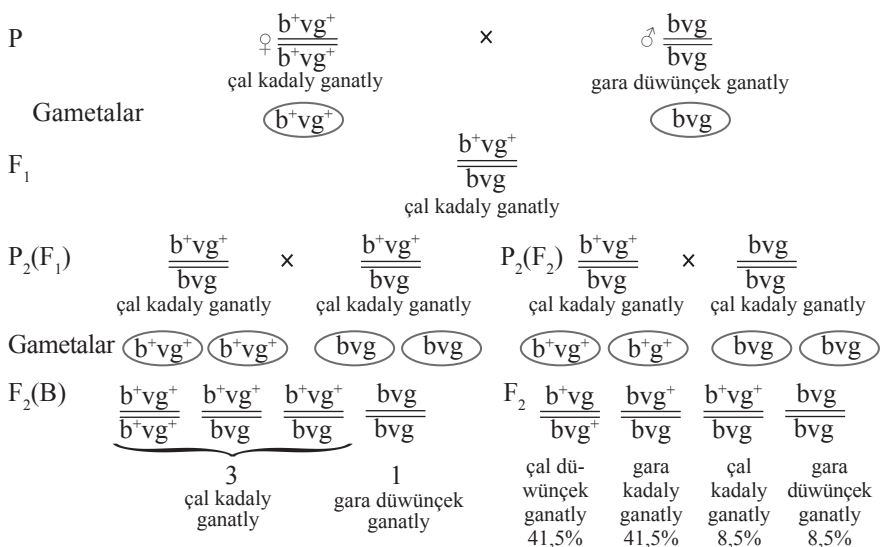
b<sup>+</sup> – çal bedenli;

vg<sup>+</sup> – kadaly ganatly (+ bilen dominant alamatlar berlen);

vg – rudiment ganatly.

Çyzgytdan görnüşi ýaly, çal reňkli, kadaly ganatly siňekleri garamtyl reňkli, rudiment ganatly siňekler bilen çaknyşdyryp, 1-nji nesilde ähli siňekler çal kadaly ganatly bolupdyr. Bu osoblar iki jübüt alleli boýunça hem geterozigot (çal reňkli – garamtyl reňkli we





### 10-njy surat. Drozofilada alamatlaryň neslegeçijiliginiň çyzygy

kadaly ganatly – rudimental ganatly) bolupdyr. Digeterozigot enelik osoblary edil şonuň ýaly atalyk osoblar bilen çaknyşdyrypdyrlar (çyzgytda görkezilen). Emma F<sub>2</sub>-de garaşylýan 9:3:3:1 gatnaşyk bolman, 3:1 gatnaşyk ýüze çykypdyr. Bu genleriň lokallaşmagynyň netijesi diýip düşündirilýär, ýagny genler özaralarynda tirkelip, indiki nesle hem bilelikde geçýärler. Digeterozigot enelik osoblar digomozigot atalyk osoblar bilen gaýtadan çaknyşdyrylanda (çyzgydyň sag tараpy), alnan nesillerde 4 dürli fenotipli osoblar emele gelipdir. Olaryň ikisi ene-atasyna meňzeş, ikisi hem täze krossower gametaly (hromosomlarynda atanaklaşma hadysasy geçen) osob bolupdyr.

Şeýlelikde, seljeriji çaknyşdyrma netijesinde nesilde 4 dürli fenotipi bolan siňekler ýüze çykýar. Olaryň ikisi ene-atasyna meňzeş, beýleki ikisi bolsa täze krossower alamatlaryň utgaşmasyny emele getiripdir.

Seljeriji çaknyşdyrma netijesinde alnan nesilleriň 17%-ini krossower klasly siňekler tutupdyr. Bu bolsa **v** we **bg** genleriň arasyndaky krossingoweriň % hasabyny aňlatmak bilen genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitleýär.

Berlen meseläniň we beýleki meseleleriň netijeleri genleriň bir jübüt hromosomda ýerleşýändigini hem-de olaryň biri-biri bilen tirke-



lendigini, diňe krossingoweriň netijesinde olaryň aýrylyşýandygyny görkezýär. Krossingoweriň ýyglylygy hromosomda ýerleşýän genleriň uzaklygyna bagly bolup, genleriň arasy näçe daş bolsa, şonça-da iki geniň arasyndaky baglanyşyk gowşak bolýar hem-de krossingoweriň ýyglylygy şonça ýokary we tersine, näçe ýakyn bolsa, şonça-da pes bolýar. Berlen mysalda hem krossingower geçmedik nesil 83%-i tutup, bu tirkegiň güýjüni görkezýär.

Krossingoweriň ýyglylygy şu aňlatma bilen kesgitlenýär:

$$\frac{n_1}{n} \times 100\%$$

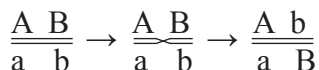
bu ýerde:

$n$  – nesilleriň umumy sany;

$n_1$  – krossingower geçen nesilleriň sany.

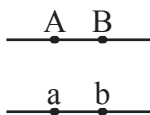
T.Morgan genleriň tirkelme hadysasyny diňe bir haýwanlar-da däl, eýsem, ösümliklerde (nohut) hem bolup geçýändigini ýüze çykarypdyr. Genleriň bir hromosomda lokallaşmasy (toplumlaýyn ýerleşmegi) tirkelmäniň esasy bolup durýar. Bir hromosomda lokallaşan genler tirkeg toparyny emele getirýär. Genleriň tirkelmegi bölekleyin ýa-da toplumlaýyn bolýar. Gibridleriň ikinji neslinde tirkeg toparynyň doly geçmegi netijesinde näçe jübüt alamatyň bardygyna garamazdan, dargama iki dürli fenotipi ýüze çykarýar. Emma doly tirkelme käbir organizmlerde bolýar.

Ewolýusion ösüşde gomologik hromosomlaryň allelleriniň arasynda böleklerini çalyşmagy ýüze çykypdyr. Bu hromosomlar eneden we atadan täze emele gelen nesle geçip, hromosomlaryň täze kombinasiýasyny emele getiripdir. Bu hadysa meýozyň reduksion bölünişindäki profazasynda bolýar, oňa krossingower diýilýär. Konýugasiýa hadysasynda gomologik hromosomlar biri-birine ýakynlaşyp birleşýärler we olaryň arasynda böleklerini çalyşmak bolup geçýär. Şonuň ýaly hem, enelik we atalyk hromosomlaryň arasynda-da krossingower bolýar. Birleýin krossingower jübüt hromosomdan emele gelen iki dürli hromosomyň utgaşmasyny ýüze çykarýar.

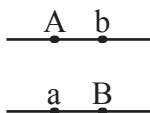


Krossingoweriň netijesinde gametalaryň täze iki dürli görnüşi emele gelýär we ene-atadan tapawutlanýan iki dürli fenotipli (klasly) nesiller ýüze çykýar. Şeýle gametalara we klaslara krossowerler, ene-atasyna meňzeş bolan fenotipi ýüze çykarýan nesillere bolsa krossower däller diýilýär.

Genleriň dominant we resessiw allelleriniň bir topara degişli bolan iki ýagdaýyny tapawutlandyrýarlar. Ýagny **sis ýagdaý** we **trans ýagdaý**. Genleriň ýerleşişiniň sis ýagdaýynda dominat alleller gomologiki hromosomyň bir jübütinde resessiw alleller hem beýleki jübütinde ýerleşýärler.



**Trans ýagdaýda** bolsa geniň dominant we resessiw allelleri gomologiki hromosomyň dürli jübütlerinde ýerleşýärler.



Hromosomdaky genlerde tirkelmäniň güýji dürli bolýar. Genleriň tirkelmegi şu aşadakylyk ýaly bolup bilýär:

– doly tirkelme – bir topara degişli genler mydama bilelikde nesle geçende ýüze çykýar;

– doly däl tirkelme – bir hromosom degişli genleriň arasynda rekombinasiýa bolup geçen ýagdaýynda ýüze çykýar.

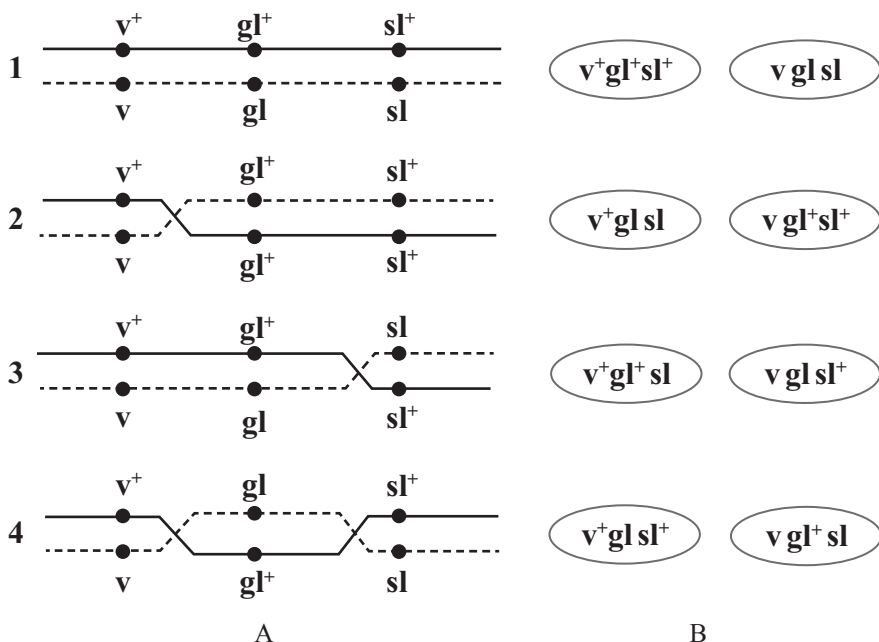
Hromosomlaryň arasynda krossingower geçen ýagdaýynda, genleriň arasyndaky tirkelme bolmaýar. Gametalaryň emele gelşine baglylykda olaryň iki görnüşi tapawutlandyrylýar:

– **krossower gametalar** diýip krossingower geçen hromosomlardan emele gelýän gametalara aýdylýar;

– **krossower däl gametalar** diýip krossingower geçmedik hromosomlardan emele gelýän gametalara aýdylýar.

Krossingower birleýin, ikileýin, üçleýin we köpçülikleýin bolup bilýär (11-nji surat).





**11-nji surat. Mekgejowende genleriň rekombinasiýasy**  
*A – hromosomlar: 1 – krossower däl; 2, 3 – v we gl genleriň arasyndaky birleýin krossingower; 4 – ikileýin krossingower.*  
*B – gametalar: 1 – krossower däl; 2, 3, 4 – krossower*

Bir hromosomdaky genleriň tirkelmegi netijesinde, çaknyşdyrmak netijesinde alnan nesilleriň fenotipi G.Mendeliň kanunlarynyň netijelerinden tapawutlanýar. Sebäbi G.Mendeliň kanunlary boýunça çaknyşdyrylýan osoblaryň gametalarynyň ýarysy krossower, ýarysy bolsa krossower däl ýagdaýda bolýar.

Hromosomda ýerleşýän genleriň ataklaşma ähtimallygy genleriň arasyndaky uzaklyga baglydyr. Genler biri-birinden näçe daş ýerleşen bolsa, şonça-da ataklaşma ähtimallygy ýokary bolýar diýip kabul edilýär. Bir hromosomda ýerleşen genleriň arasyndaky uzaklygyň ölçeg birligi 1% krossingower diýlip kabul edilýär. Onuň ululygy genleriň arasyndaky tirkelme güýjüne bagly bolup, çaknyşdyrma netijesinde alnan nesilleriň umumy sanyna görä rekombinant osoblaryň (krossower gametalardan emele gelen osoblar) 1%-ine (göterim) deň bolýar. T.Morganyň hatyrasyna genleriň arasyndaky uzaklygyň birligi morganit diýip atlandyryldy.



Genleriň arasyndaky uzaklyk şu aňlatma bilen kesgitlenýär:

$$x = \frac{a + b}{n} \times 100\% \quad (1)$$

bu ýerde:  $x$  – krossingoweriň göränişi,  $a$  – bir klasa deňişli krossower osoblaryň sany,  $b$  – beýleki bir klasa deňişli krossower osoblaryň sany,  $n$  – seljeriji çaknyşdyrma netijesinde alnan osoblaryň umumy sany.

Krossingoweriň ululygy 50%-den geçmeýär. Eger geçen ýagdaýynda garaşsyz neslegeçijilikden tapawutlanmaýan jübüt allelleriň arasyndaky erkin kombinirlenmäge görmek bolýar.

Eger hromosomdaky genleriň doly tirkelmegi bolup geçse,  $F_1$  gibridlerde iki dürli gameta we  $F_2$ -de iki dürli fenotipiki klas emele gelýär:

$$\frac{A}{a} \frac{B}{b} \rightarrow AB \text{ we } ab$$

bu ýerde, eger krossingower geçmese, **AB** we **ab** gametalar emele gelýär.

Genleriň bölekleyin tirkelmeginde gametalaryň we fenotipleriň 4 dürlüsi emele gelýär.

$$\frac{A}{a} \frac{b}{B} \rightarrow Ab \text{ we } aB$$

Ýagny **AB** we **ab** krossower däl, **Ab** hem-de **aB** krossower gametalar emele gelýär.

Bölekleyin tirkelmede-de G.Mendeliň kanunlaryndaky neslegeçijilik ýaly dürli fenotipiki klaslar we dürli gametalar emele gelýär. Emma bölekleyin tirkelmede krossower gametalaryň gatnaşyk sany 50%-den az bolýar. Krossower gametalaryň göränişi sany her gameta üçin aýratyn kesgitlenendir we T.Morganyň tejribelerine görä ol genleriň uzaklygyna baglydyr.

Krossower gametalary ýüze çykarmakda seljeriji çaknyşdyrma geçirilýär. Şol esasyda bolsa alnan nesilde krossower geçen osoblaryň

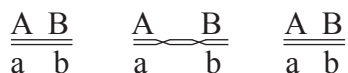




göterim hasabyndaky sanyna görä genleriň arasyndaky otnositel uzaklyk kesgitlenýär.

Soňky ýyllarda geçirilen tejribeler seljeriji çaknyşdyrma esasynda ýüze çykan krossower osoblaryň göterim sany genleriň arasyndaky uzaklygy aňladýar diýip kabul edildi. Digibrid çaknyşdyrmada bolsa genleriň arasyndaky uzaklyk uly bolmadyk ýagdaýynda kadalaýyk diýip hasaplanylýar (5-10%-den ýokary bolmadyk ýagdaýynda). Eger genleriň arasyndaky uzaklyk uly bolsa, onda krossingower iki ýerde bolup geçýär.

Ikileýin krossingowerde gomologiki hromosomlar merkezi, ýagny iki gametanyň arasyndaky bölekleriň ýerini çalyşýar we krossingower geçendigini bilip bolmaýar:



Ikileýin krossingoweriň netijesinde nesilde krossower osoblaryň sany az we şol esasyda genleriň arasyndaky uzaklyk kiçi diýip hasaplanylýar. Şonuň üçin, eger genleriň arasyndaky uzaklyk uly bolsa, onda şol iki geniň arasynda ýerleşen ýene bir gen boýunça çaknyşdyrma geçirmeli. Şu ýagdaýda merkezi uçastok markirlenen ýagdaýda bolmak bilen ikileýin krossingoweri görmek bolýar. Başgaça aýdylanda, trigibrid çaknyşdyrma geçirmeli. Trigibrid çaknyşdyrmada, eger berlen bedende krossingower bolsa, 8 dürli gameta emele gelýär. Ýagny:

- iki dürli krossingower bolmadyk gameta;
- iki jübüt meňzeş krossower gameta;
- iki dürli ikileýin krossower gameta (*12-nji surat*).

Seljeriji çaknyşdyrmada allelleriň ýerlerini çalyşmagy alternatiw alamatlarda bolup geçýär. Trigibrid çaknyşdyrmada diňe bir genleriň otnositel uzaklygy däl, eýsem, olaryň hromosomda ýerleşiş tertibini hem kesgitlep bolýar. 3 sany geniň ýerleşýän ýerini şol genleri saklaýan osoblaryň arasynda iki gezek digibrid çaknyşdyrmany geçirip hem kesgitlep bolýar.



<div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <math>\frac{ABC}{abc}</math> </div>			
—	A we B genleriň arasynda krossingower	B we C genleriň arasynda krossingower	Ikileýin krossingower
	$\frac{A \ b \ C}{a \ b \ c} \rightarrow$ $\rightarrow \frac{A \ b \ C}{a \ B \ C}$	$\frac{A \ B \ c}{a \ b \ C} \rightarrow$ $\rightarrow \frac{A \ B \ c}{a \ b \ C}$	$\frac{A \ b \ C}{a \ B \ c} \rightarrow$ $\rightarrow \frac{A \ b \ C}{a \ B \ c}$
ABC, abc krossower däl gametalar	Birleýin krossower gametalar: AbC, aBc	Birleýin krossower gametalar: ABc, abC	Ikileýin krossower däl gametalar: aBc, AbC

**12-nji surat. Krossingoweriň geçiş çyzygydy**

Ylmy nukdaýnazardan, her biri iki hromatid saklaýan gomo-logik hromosomlaryň arasyndaky konýugasiýa netijesinde bolýan krossingower diňe iki hromatidiň arasynda bolýar, beýleki iki hro-matid böleklerini çalyşman galýar (her bir jübüt hromosom 4 sany hromatidden durýar). Şol sebäpli meýoz bölünişi netijesinde iki sany krossower we iki sany krossower däl öýjükler – gametalar emele gelýär. Ikileýin krossingower hökmany iki hromatidiň arasynda bol-maýar. Köplenç böleklerini çalyşmak 3 sany hromatidiň arasynda ýa-da 4 hromatidiň ählisinde hem böleklerini çalyşmak bolup geç-ýär (2-nji tablisa).

Şeýlelik bilen, T.Morganyň neslegeçijiligiň tirkeşme teoriýasy-na ýa-da genleriň tirkelme kanunyna laýyklykda, bir hromosomda ýerleşýän genler tirkeg toparlaryny emele getirip, bilelikde nesle geç-ýärler.



**Konýugirlenen jübüt gomologiki hromosomlaryň  
arasynda bolup biljek krossingoweriň görnüşleri  
(amatlylyk üçin akrosentrik hromosomalar alyndy)**

Krossingoweriň görnüşleri	Konýugirlenen hromosomlaryň jübüti	Krossingoweriň geçişi	Krossingowerden soň emele gelen gomologiki hromosomlar	4 sany gametadaky hromatidler
1	2	3	4	5
<b>1. Birleýin krossingower</b>				
<b>2. Birleýin krossingower</b>				
<b>3. 3 sany hromatidiň arasynda krossingower</b>				
<b>4. Ähli hromatidleriň arasynda krossingower</b>				



Tirkeg toparlarynyň sany jübüt hromosomlaryň sanyna deňdir. Meselem, adamda 23 jübüt hromosom bar bolsa, 23 sany hem tirkeg topary, nohutda 7 jübüt hromosom bar bolsa, 7 sany tirkeg topary emele gelýär. Neslegeçijilikde genleriň tirkeşme hadysasynyň açylmagy we krossingoweriň doly öwrenilmegi netijesinde T.Morgan, K.Bridžes, A.Stertewant (1910 ý.) beýan edilen öwrenilen neslegeçijiligiň hromosom taglymatynyň esasy düzýär, ýagny:

- genler hromosomda ýerleşýärler. Her jübüt hromosom genleriň tirkeg toparlaryny emele getirýär. Tirkeg toparlarynyň sany her organizmiň genomyndaky jübüt gomologik hromosomlaryň sanyna baglydyr;

- her gen hromosomda kesgitli ýeri tutýar, oňa **lokus** diýilýär. Genler hromosomda göni (hatarlaýyn) ýerleşendirler;

- gomologik hromosomlaryň arasynda atanaklaşma (krossingower) bolup biler. Ol allel genleriň arasynda bolup, alamatlaryň täze rekombinasiýalarynyň ýüze çykmagyna getirýär;

- krossingoweriň ýygylgy hromosomdaky genleriň arasyndaky uzaklyga göni proporsionaldyr. Genler biri-birinden näçe daş ýerleşen bolsalar, şonça-da krossingoweriň ýygylgy ýokary bolýar;

- allelleriň arasyndaky krossingoweriň ýygylgyny öwrenip, hromosomda genleriň ýerleşýän ýerini, yzygiderliligini kesgitlep, şonuň esasynda bolsa genetiki hromosom kartasyny düzüp bolýar.

### **Hromosomlaryň genetiki kartasynyň düzülişi**

Neslegeçijiligiň hromosom taglymaty esasynda genler hromosomda göni (hatarlaýyn) ýagdaýda ýerleşýär. **Hromosomyň genetiki kartasy** – bu bir tirkeg toparyna degişli bolan genleriň deňşililikdäki (otnositel) ýerleşişiniň mysaly çyzgydynyň şekillendirilişidir.

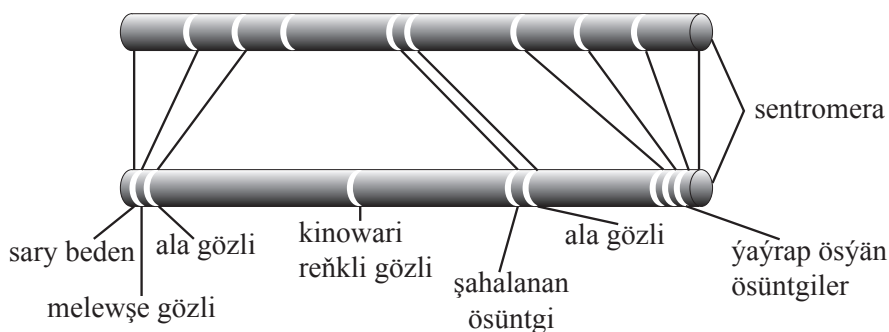
Hromosomlaryň genetiki kartasy bu bir hromosomda genleriň ýerleşiş yzygiderliligidir. Genleriň lokuslarynyň arasyndaky krossingoweriň ýygylgynyň 1%-i şertli birlik morganit bilen aňladylýar.

Genetiki kartalar genetiki taýdan gowy öwrenilen bedenler üçin düzülýär (drozofila, mekgejöwen, pomidor we başgalar). Genetiki kartada tirkeg toparynyň belgisi görkezilýär, hromosomyň



sentromerasynyň, genleriň we olaryň atlarynyň çyzgyt görnüşi bölek çyzyk edilip şekillendirilýär. Şonuň ýaly hem hromosomyň bir tarapy nol nokat diýip alynýar we soňa görä genleriň uzaklygy kesgitlenýär. Tirkeg toparlarynyň belgisi olaryň ýüze çykarylyşyna görä belgilenýär.

Tirkeg toparyny kesgitlemek gibridologik usul esasynda, ýagny çaknyşdyrmany öwrenmek bilen amala aşyrylýar. Hromosomlaryň barlagy we sitologik kartalary düzmek sitologik usul esasynda, ýagny preparatlary mikroskopda seljermek (analizlemek) bilen amala aşyrylýar. Genleriň arasyndaky krossingower netijesinde düzülen genetiki kartalary we hromosomy fiziki beden hökmünde görkezýän sitologik kartalary biri-biri bilen deňeşdirmek kanagatlanarly gatnaşygy görkezýär (13-nji surat).



**13-nji surat. Drozofilanyň X hromosomynyň çyzgydy**

Genetiki kartada biri-birinden daş aralykda ýerleşen genler, haýkatdan hem, hromosomda belli bir uzaklykda ýerleşýärler, ýakyn ýerleşen genler bolsa sitologik kartada hem ýakyn ýerleşýärler. Şol bir wagtda genler hromosomda deň aralykda ýaýran dälidirler, genetiki kartada sentromeranyň ýakynynda genler dykyz ýerleşendirler. Bu sentromeranyň töwereginde krossingoweriň geçiş ýygylgynyň pesligi bilen düşündirilýär. Şeýlelik bilen, genetiki kartalar hromosomda genleriň ýerleşiş tertibiniň anyk yzygiderliligini we fiziki taýdan olaryň uzaklygyny şekillendirýär.

Gomologik hromosomlaryň jübütinde genleriň ýerleşiş tertibini yzygiderli öwrenmek arkaly hromosomlaryň genetiki kartasy düzülýär. Hromosomlaryň genetiki kartasyny ilkinji gezek Stertewant dro-



zofila siňeginde düzyär. Häzirki wagtda mekgejöweniň, pomidoryň we birnäçe ekinleriň genetiki kartasy düzülendir.

Genetiki kartany düzmek üçin birnäçe mutant genleri ýüze çykarmaly we sanly çaknyşdyrmak geçirmeli. Bu ýerine ýetirilmeli işler köp genetikleriň birnäçe ýyllyk zähmetini talap edýär.

Genetiki kartany synlanyňda hromosomda genleriň ýerleşişiniň gyradeň bolmaýandygyny görmek bolýar. Hromosomyň bir böleginde genler ýygy, käbir böleginde bolsa selçeň ýerleşýär.

Hromosom kartany düzmek üçin ilki bilen seljeriji çaknyşdyrmak esasynda alnan 1-nji nesliň gibridleri öwrenilýär. Öwrenilýän hromosomda 3 jübüt gen belli bolan ýagdaýynda hromosom kartany düzüp bolýar. Hromosom kartasynda genleriň ýerleşşi krossingoweriň ýygyllygyna bagly bolýar.

Hromosomda  $b^+$  we  $k^+$  genleriň arasyndaky krossingower osoblarda 23,7%-e,  $k^+$  we  $e^+$  genleriň arasynda 20,7%-e,  $b^+$  we  $l^+$  genleriň arasynda bolsa 44,2%-e deň. Diýmek, bu ýerden  $l^+$  gen  $b^+$  we  $k^+$  genleriň arasynda bolup bilmeýär. Sebäbi onuň  $h^+$  genden uzaklygy  $b^+$  we  $k^+$  genleriň aralygyndan uly (44,2% garşysynda 23,7%). Diýmek, bu genler hromosomda şeýle ýagdaýda ýerleşip biler:

$$b^+ \rightarrow k^+ \rightarrow l^+$$

Genleriň arasynda iň bolmanda bir geniň beýleki 4-nji gen bilen tirkelmegini kesgitlep, 4-nji gen bilen beýleki 3-nji geniň arasyndaky krossingower öwrenilýär we ýokardaky kanunalaýyklyk esasynda hromosom kartasy düzülýär. Meselem, täze öwrenilýän X gen bilen  $l^+$  geniň arasyndaky krossingower 8%-e,  $k^+$  gen bilen bolsa 29%-e deň. Hromosom kartanyň düzülişi esasynda  $k^+$  gen X we  $l^+$  genden soň ýerleşendir.

$b^+$	$k^+$	$l^+$	$X$
23,7	20,5	8,0	

Gowy öwrenilen hromosomda genleriň arasyndaky uzaklyk nol nokatdan öwrenilýär. Meselem, nol nokat  $b^+$  geniň ýerleşýän ýerinde diýeli. Onda hromosom kartasy şu görnüşde bolar:

$b^+$	$k^+$	$l^+$	$X$
23,7	44,2	52,2	



Emma krossingower esasynda düzülen hromosom kartada genleriň görkezilen uzaklygy olaryň fiziki ýerleşşi bilen onçakly gabat gelmeýär. Ýöne bu hromosom kartanyň gymmatyny gaçyрмаýar. Sebäbi çaknyşdyrmak esasynda alnan osoblarda ýüze çykýan alamat krossingowere bagly bolýar.

Eger genleriň arasynda birleýin krossingower bolup, krossower osoblaryň sany belli bolsa, onda genleriň arasyndaky uzaklyk (1) aňlatma bilen kesgitlenilýär.

Emma genleriň arasynda ikileýin krossingower hem bolup biler. Bu biri-birinden daş ýerleşen genleriň arasyndaky uzaklygy takyk kesgitlemegi kynlaşdyrýar, kähalatda ony kesgitlep hem bolmaýar. Şeýle ýagdaýlarda hromosomyň iki gyrasynda ýerleşen iki geniň arasyndaky uzaklyk garaşylýandan pes bolýar we ol birleýin krossingowerleriň umumy ýygylgyna deň bolmaýar. Emma öwrenilýän genleriň arasyndaky üçünji gen (marker gen) ulanylanda, genleriň arasyndaky uzaklygy takyk kesgitlep bolýar.

Meselem, biri-birinden üç jübüt tirkeg genleri (bir ösümligiň sary öserli (v), ýalpyldawuk (gl), we kesik ýaprakly (sl), beýlekisi ýaşyl öserli (v<sup>+</sup>), ýalpyldawuksyz (gl<sup>+</sup>) we kadaly ýaprakly (sl<sup>+</sup>) bilen tapawutlanýan iki sany mekgejöwen ösümligini çaknyşdyrdylar we aşakdaky netijeler alyndy (3-nji tablisa).

3-nji tablisa

**Mekgejöwen ösümliklerini çaknyşdyryp  
alnan netijeler**

T/b	Gibridleriň fenotipi	Ösümlikleriň sany	% hasabynda
1	2	3	4
<b>1</b>	<b>Krossower däl</b>		
	Öserleri ýaşyl, ýapraklary ýalpyldawuksyz, kadaly	270	69,6
	Öserleri sary, ýapraklary ýalpyldawuk kesik	235	
	Jemi:	505	



1	2	3	4
2	<b>Krossower</b>		
	Öserleri sary, ýapraklary ýalpyldawuksyz, kadaly	60	16,8
	Öserleri ýaşyl, ýapraklary ýalpyldawuk, kesik	62	
	Jemi:	122	
	Öserleri ýaşyl, ýapraklary ýalpyldawuksyz, kesik	48	12,1
	Öserleri sary, ýapraklary ýalpyldawuk, kadaly	40	
	Jemi:	88	
	Öserleri ýaşyl, ýapraklary ýalpyldawuk, kadaly	4	1,5
	Öserleri sary, ýapraklary ýalpyldawuksyz, kesik	7	
	Jemi:	11	
	<b>Umumy jemi:</b>	726	100

Çaknyşdyrmanyň netijesi esasynda **v**, **gl**, **sl** genler hromosomda şu tertipde ýerleşýärler:



**v** we **gl** genleriň arasyndaky krossingoweriň ýygylgy  $16,8 + 1,5 = 18,3\%$ , **gl** we **sl** genleriň arasyndaky krossingoweriň ýygylgy  $12,1 + 1,5 = 13,6\%$ -a deň. **v** we **sl** genleriň arasyndaky garaşylýan uzaklyk  $v/sl = v/gl + gl/sl = 18,3 + 13,6 = 31,9\%$ . Emma çaknyşdyrmakda başga netijeler alyndy. **v** we **sl** genleriň arasyndaky birleýin krossingower  $16,8 + 21,1 = 28,9\%$  deň. Bu garaşylýandan  $3\%$  az, **v** we **sl** genleriň arasyndaky ikileýin krossingower göz önünde tutulan ýagdaýynda, onda bu tapawut nazara alynmaýar. Ikileýin krossingowerde genleriň arasyndaky uzaklyk birleýin krossingowerleriň göteriminiň jemine we ikileýin krossingowerleriň göteriminiň iki esse köpelmegine deňdir. Onda biziň mysalymyzda **v** we **sl** genleriň arasyndaky uzaklyk:  $16,8 + 21,1 + 1,5 \times 2 = 31,9\%$ .





Genleriň tirkelen neslegeçijiligine degişli meseleler çözülide organizmleriň genotipi ýazylanda hromosom görnüşinde ýazylýar:

$$\begin{array}{ccc} A & B & C \\ \hline a & b & c \end{array}$$

Garaşsyz neslegeçijilikde trigeterozigot osobyň genotipi hromosom görnüşinde şu aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$\begin{array}{ccc} A & B & C \\ \hline a & b & c \end{array}$$

Janly bedenleriň hromosomlaryň genetiki kartalarynyň düzülmeginiň amaly taýdan uly ähmiýeti bardyr. Genetiki kartalaryň birnäçe ähmiýetli taraplary bar. Genetiki kartalary peýdalanmak arkaly lukmançylykda nesle geçýän agyr keselleriň anyklanmagy, selektsiýada daşky gurşawyň amatsyz şertlerine durnukly ösümlikleriň sortlarynyň, haýwanlaryň tohumlarynyň doredilmegi, mikrobiologiyada, farmokologiyada, oba hojalygynda zerur bolan beloklary, gormonlary we beýleki çylşyrymly organiki maddalary sintez edýän mikroorganizmleriň ştammlarynyň alynmagy muňa aýdyň mysaldyr. Geljekde genetiki kartalaryň ulanylyşy has-da giň gerime eýe bolar.

### Barlag soraglary:

1. Tirkelen neslegeçijilik diýip nämä aýdylýar?
2. **M** we **N** genler boýunça digeterozigot drozofila siňegi ressesiw siňek bilen çaknyşdyryldy. Alnan nesillerde şeýle genotipler ýüze çykdy:  $MmNn - 25\%$ ;  $Mmnn - 25\%$ ;  $mmNn - 25\%$ ;  $mmnn - 25\%$  gatnaşykda dargama ýüze çykdy. **M** we **N** genleriň gözegçiliginde bolan alamatlaryň tirkelen ýa-da garaşsyz ýagdaýda nesle geçýändigini kesgitläň?
3. Tirkelme näme?
4. Haýsy ýagdaýda genler tirkelip, indiki nesle geçýärler?
5. Alamatlaryň ylalaşykly neslegeçijiliginiň esasyny düşündiriň.
6. Tirkeg toparlary diýip nämä aýdylýar?
7. Tirkeg toparlarynyň sany näçä deň?
8. Öýjüklerde näçe sany tirkeg topary bolar, eger:
  - 1) sazanda  $2n = 104$ ;
  - 2) saçakçyda  $2n = 48$ ;



- 3) eşekde  $2n = 68$ ;
- 4) topinamburda  $2n = 102$  sany hromosom toplumy bolan ýagdaýynda.
9. Hromosomda genler nähili ýerleşende sis ýagdaýy emele getirýär?
10. Hromosomda genler nähili ýerleşende trans ýagdaýy emele getirýär?
11. Genleriň arasyndaky tirkelme güýji nämä bagly bolup durýar?
12. Haýsy tirkelmä doly tirkelme diýilýär?
13. Haýsy tirkelmä doly däl tirkelme diýilýär?
14. Tirkelmäniň bozulmagynyň esasy sebäbi näme?
15. Nähili gametalara krossower gametalar diýilýär?
16. Nähili gametalara krossower däl gametalar diýilýär?
17. Bir sany gomologiki hromosomyň bir jübütinde **A** we **b** genler, beýleki jübütinde **a** hem-de **B** genler ýerleşýän bolsa, onda bu ösümlükde krossower we krossower däl gametalaryň nähili görnüşleri emele geler?
18. Krossingoweriň görterimi nähili hasaplanýar?
19. Genleriň arasyndaky tirkelme güýji nähili hasaplanylýar?
20. Şu aşakdaky bedenler nähili krossower we krossower däl gametalary emele getirer?

- 1)  $\begin{array}{c} A \ B \\ \hline a \ b \end{array}$       2)  $\begin{array}{c} A \ \ B \ \ C \\ \hline a \ \ b \ \ c \end{array}$       3)  $\begin{array}{c} a \ \ B \ \ c \\ \hline a \ \ b \ \ c \end{array}$
- 4)  $\begin{array}{c} A \ B \\ \hline A \ b \end{array}$       5)  $\begin{array}{c} A \ \ B \ \ C \\ \hline a \ \ B \ \ c \end{array}$       6)  $\begin{array}{c} A \ \ b \ \ C \\ \hline a \ \ b \ \ c \end{array}$

21. Morganit näme?
22. Näme üçin tirkelen neslegeçijilikde nesilleriň fenotipiki gatnaşygy Mendeliň kanunlary boýunça garaşylýan gatnaşykdan tapawutly bolýar?
23. Şu aşakdaky bedenler nähili gametalary emele getirýärler (krossingower geçmedik ýagdaýynda)?

- 1)  $\begin{array}{c} A \ B \ C \ D \\ \hline a \ b \ c \ d \end{array}$       2)  $\begin{array}{c} A \ \ B \ \ C \\ \hline a \ \ b \ \ c \end{array}$       3)  $\begin{array}{c} A \ B \ C \ D \ F \\ \hline a \ b \ c \ d \ f \end{array}$
- 4)  $\begin{array}{c} A \ B \ C \ D \ F \\ \hline a \ B \ c \ d \ f \end{array}$       5)  $\begin{array}{c} a \ \ B \ \ c \ D \ F \\ \hline a \ b \ c \ d \ f \end{array}$       6)  $\begin{array}{c} A \ b \ c \ D \ F \\ \hline a \ b \ c \ d \ f \end{array}$



24. Şu aşakdaky genotipli organizm nähili gametalary emele getirýär?

$$\begin{array}{c} A \ b \ c \ D \ F \\ \hline a \ b \ c \ d \ f \end{array}$$

eger:

- 1) genleriň arasyndaky tirkeşme doly bolsa;
  - 2) **A** we **B** genleriň arasynda birleýin krossingower geçýän bolsa;
  - 3) **C** we **B** genleriň arasynda birleýin krossingower geçýän bolsa;
  - 4) ilki **A** we **B** genleriň arasynda, soňra **C** we **B** genleriň arasynda ikileýin krossingower bolan ýagdaýynda.
25. Aşakdaky genotipli bedenler näçe dürli gameta emele getirer?

$$\begin{array}{c} A \ b \ c \ D \ F \\ \hline a \ b \ c \ d \ f \end{array}$$

eger:

- 1) genleriň arasyndaky tirkelme doly bolsa;
  - 2) **A** we **B** genleriň arasynda birleýin krossingower geçýän bolsa;
  - 3) **D** we **F** genleriň arasynda birleýin krossingower geçýän bolsa;
  - 4) **A** we **B** genleriň, **D** hem-de **F** genleriň arasynda krossingower geçen bolsa;
  - 5) ilki **A** we **B** genleriň, soňra **D** we **F** genleriň arasynda ikileýin krossingower bolan ýagdaýynda.
26. Digeterozigot osoblary gomozigot ressesiw osoblar bilen çaknyşdyranynda 16,8% osoblar perekombinirlenen alamatly boldular. Onda **A** we **B** genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň.
27. **A** we **B** genleriň arasyndaky uzaklyk 4,6% krossingowere deň. Onda:

$$\begin{array}{c} A \ B \\ \hline a \ b \end{array}$$

genotipe eýe bolan osoblar näçe göterim gatnaşygynda we näçe dürli gameta emele getirer?

28. AaCc genotipli osob krossingower bolmadyk ýagdaýynda näçe dürli gameta emele getirer?
- a) bir dürli;
  - b) iki dürli;
  - ç) üç dürli;
  - d) dört dürli.



29. Krossingoweriň ýygylgy nämä baglydyr?
- a) hromosomdaky genleriň sany;
  - b) genleriň arasyndaky uzaklyga;
  - ç) hromosomlaryň sany;
  - d) hiç bir zada hem bagly däl.
30. T.Morganyň kanunalaýyklygynyň bozulmagyna nämä sebäp bolup biler?
- a) ekwator tekizliginde biwalentleriň ýerleşiş tertibi;
  - b) konýugasiýa;
  - ç) krossingower.
31. Eger **AC** we **ac** genler tirkelip nesle geçip, krossingower 12%-e deň bolsa, **AaCc** genotipli osob näçe dürli gameta emele getirer?
- a) bir dürli;
  - b) iki dürli;
  - ç) üç dürli;
  - d) dört dürli.
32. Eger çit-çitiniň somatiki öýjüklerindäki diploid hromosom toplumy 16-a deň bolsa, onda bu ösümligiň öýjüklerinde näçe sany tirkeg topary emele geler?
- a) bir sany;
  - b) iki sany;
  - ç) sekiz sany;
  - d) on alty sany.
33. Nämä morganitde ölçenilýär?
- a) tirkeg toparlarynyň sany;
  - b) öýjükleriň diploid hromosom toplumynyň sany;
  - ç) genleriň arasyndaky uzaklyk;
  - d) krossower däl gametalaryň görümi.
34. Eger drozofilanyň **vg** geni (rudimental ganatlara jogap berýär) **ch** geni (gözleriniň al gyzy bolmagyna jogap berýär) bilen bir hromosomda lokallaşyp (ýerleşip), bu genleriň arasyndaky uzaklyk 9% krossingowere deň bolsa, onda drozofilada näçe sany krossower däl gametalar emele geler?
- a) 8%
  - b) 18%
  - ç) 82%
  - d) 91%
35. Eger drozofilanyň **vg** geni (rudimental ganatlara jogap berýär) **ch** geni (gözleriniň al gyzy bolmagyna jogap berýär) bilen bir hromosomda lokallaşyp (ýerleşip), genleriň arasyndaky uzaklyk 8% krossingowere deň bolsa, onda näçe sany krossower gametalar emele geler?
- a) 8%
  - b) 16%
  - ç) 84%
  - d) 92%



36. Adamyň somatiki öýjüklerindäki tirkeg toparlarynyň sany näçe?  
 a) 1                      b) 2                      c) 23                      d) 46
37. Eger mekgejöweniň **gl** geni (ýalpyldawuk ýapraklaryň bolmagyna jogap berýär) **st** geni (ýapragynyň gysga bolmagyna jogap berýär) bilen bir hromosomda lokallaşyp, seljeriji çaknyşdyrmakdan alnan nesillerde 6,3% ösümlik kadaly ýalpyldawuk ýaprakly, 6,3% ösümlik bolsa ýalpyldawugy bolmadyk gysga ýaprakly bolsa, onda bu genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň.
- a) 1 morganit;  
 b) 6,3 morganit;  
 c) 12,6 morganit;  
 d) 25,2 morganit.
38. 1 morganit şuna deňdir:  
 a) nesildäki krossower däl osoblaryň sanyna;  
 b) krossower gametalaryň sanyna;  
 c) krossower däl gametalaryň sanyna;  
 d) 1% krossingowere.
39. Rekombinant osoblar diýlip, şu osoblara aýdylýar:  
 a) islendik;  
 b) atalyk jynsly;  
 c) krossower däl gametalaryň gatnaşmagyndan emele gelen osoblara;  
 d) krossower gametalaryň gatnaşmagyndan emele gelen osoblara.
40. Neslegeçijiligiň hromosom taglymatyny esaslandyran alym kim?  
 a) G.Mendel;  
 b) T.Morgan;  
 c) G.Hardi;  
 d) N.I.Wawilow.
41. Eger genleriň jogap berýän alamatlary mydama tirkelip nesle geçýän bolsa, onda genleriň şeýle tirkelmegine näme diýilýär?  
 a) doly;  
 b) doly däl;  
 c) bölekleyin tirkelme;  
 d) tötänleyin.
42. Kariotip näme?  
 a) organizmiň alamatlarynyň toplumy;  
 b) organizmiň genleriniň toplumy;  
 c) organizmiň hromosomalarynyň toplumy;  
 d) gomologiki hromosomlaryň jübüt allelleriniň genleri.



43. Tirkeg toparlary diýmek näme?
- somatiki öýjükleriň genleriniň toplumy;
  - gametalaryň hromosomlarynyň toplumy;
  - bir hromosomda lokallaşan genler;
  - gomologiki hromosomlaryň jübüt allelleriniň genleri.
44. Organizmiň hromosom toplumyna näme diýilýär?
- genotip;
  - fenotip;
  - kariotip;
  - genom.
45. Tirkelme diýmek näme?
- bir hromosomda lokallaşan genleriň tirkelip, indiki nesle geçmegi;
  - gibridlerde enelik ýa-da atalyk şekilleriň biriniň alamatynyň ýüze çykmagy;
  - bir geniň birnäçe alamatyň ýüze çykmagyna täsir etmegi;
  - iki sany allel däl geniň alamatyň ýüze çykmagyna täsir etmegi.
46. Şu aşakda berlenleriň haýsy biri neslegeçijiligiň hromosom taglymatyna degişli bolmaýar?
- hromosomda genleriň yzygider göni (hatarlaýyn) ýagdaýda ýerleşmegi;
  - iki sany arassa liniýa degişli bolan organizmleriň çaknyşdyrylmagy netijesinde 1-nji nesliň ählisi birmeňzeş bolmaýar we enelik ýa-da atalyk şekilleriň birisiniň alamatyna eýe bolýar;
  - bir hromosomda lokallaşan genler indiki nesle tirkelip geçýärler;
  - genleriň tirkelmegi krossingower netijesinde bozulýar.
47. Eger **A** we **B** genleriň arasyndaky krossingower 4,5%, **B** hem **C** genleriň arasyndaky krossingower 3,4%, **A** hem-de **C** genleriň arasyndaky krossingower bolsa 7,9%-e deň bolsa, **A**, **B**, **C** genler hromosomda nähili yzygiderlikde ýerleşýär?
- ABC
  - ACB
  - BAC
  - CAB

### Meseleleri çözmek endiklerini berkitmek

Tirkelen alamatlaryň (genleriň) neslegeçijiligine degişli meseleler çözülende mono hem-de digibrid çaknyşdyrmadaky ýaly çözülýär. Emma alamatlara jogap berýän tirkelen genler bir hromosomda lokallaşandyr. Şol esasyda bu alamatlaryň neslegeçijiligi G.Mendeliň kanunlaryna boýun egmeýär. Tirkelen genleriň neslegeçijiligine degişli meseleler çözülende, şulary ýatda saklamaly:



– çaknyşdyrylýan osoblaryň we gibridleriniň genotipleri hromosom görnüşde ýazylmaly;

– genotipler ýazylanda jübüt gomologiki hromosomlarda genleriň ýerleşiş tertibini hem göz önüne tutmaly (**sis** ýa-da **trans** ýagdaýyny). Sis ýagdaýda genleriň dominant allelleri bir hromosomda, resessiw allelleri hem bir hromosomda saklanýar. **Trans** ýagdaýda bir hromosomda geniň dominant we resessiw allelleri saklanylýar. Eger meseläniň şertinde genleriň ýerleşiş tertibi berilmedik bolsa, onda olar **sis** ýagdaýda ýerleşýärler;

– doly tirkelmede alamatlary seljerilýän digeterozigot osoblar ähli alamatlary boýunça iki dürli gametany emele getirýär;

– doly däl tirkelmede digeterozigot osoblar krossower we krossower däl gametalary, jemi dört dürli gameta emele getirýär;

a) krossower däl gametalaryň sany mydama krossower gametalaryň sanyndan köp bolýar;

b) bedende krossower we krossower däl gametalar deň ähtimallýkda emele gelýär;

ç) krossower we krossower däl gametalaryň göterim gatnaşygy olaryň arasyndaky uzaklyga bagly bolýar;

d) eger genleriň arasyndaky uzaklyk belli bolsa (göterimde ýa-da morganitada), onda krossower gametalaryň sanyny şu aňlatma bilen kesgitläp bolýar:

$$n = \frac{\% \text{ krossingower}}{2}$$

bu ýerde: **n** – kesgitlenen organizmiň krossower gametalarynyň sany;

– Eger krossower osoblaryň sany belli bolsa, onda genleriň arasyndaky krossingoweriň göterimi şu aňlatma bilen kesgitlenilýär:

$$x = \frac{a + b}{n}$$

bu ýerde:

*x* – krossingoweriň göterimi;

*a* – bir klasa degişli krossower osoblaryň sany;

*b* – beýleki bir klasa degişli krossower osoblaryň sany;

*n* – seljeriji çaknyşdyrmakdan alnan osoblaryň umumy sany.

– Eger dürli tirkelmä girýän genleriň alamatlaryna seredilýän bolsa, onda bir gametada dürli tirkelmä degişli genleriň goşulýşmak



ähtimallygy şol gametany emele getirýän her bir geniň önümlilik ähtimallygyna deňdir;

– Tirkelen neslegeçijilikde gibridlerdäki dargama garaşsyz neslegeçijilikdäki dargamadan tapawutlanýar.

Fenotipi we genotipi boýunça dargama meseläniň şerti boýunça talap edilende ýazylýar.

### Meseleler we olaryň çözülişi

1. Mekgejöweniň sary ösleriniň bolmagy **gl** gen, ýalpyldawuk ýapraklaryň bolmagy **st** gen bilen kesgitlenýär. Bu genler tirkelip nesle geçýär we olar resessiw alamatlar hasaplanýar. Sary öslerli, ýalpyldawuk ýaprakly ösümlikleri ýaşyl öslerli, ýalpyldawuk ýapraklary bolmadyk gomozigot ösümlikler bilen çaknyşdyryp, 124 ösümlik alyndy.  $F_1$ -iň ösümlikleri bilen seljeriji çaknyşdyrma geçirilende, 726 ösümlik ( $F_a$ ) alnyp, olaryň 310 sanysy dominant alamatly, 287 sanysy resessiw alamatly, 129 sanysy berlen genler boýunça krossower nesiller boldy.

- 1)  $F_1$ -däki ösümlikler näçe dürli gameta emele getirer?
- 2)  $F_a$ -da ösümlikleriň näçe görteriminde krossingower geçmez?
- 3)  $F_a$ -da näçe sany genotipiki klas ýüze çykar?
- 4)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçe görterimi dargamaýan nesil berer?
- 5)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçe görterimi sary öslerli we ýalpyldawuksyz ýaprakly bolar?

1. Meseläniň gysgaça ýazgysyny edýäris.

#### Berlen:

**Gl** – ýaşyl öslerli

**gl** – sary öslerli

**st** – ýalpyldawuk ýaprakly

**St** – ýalpyldawuk ýaprakly  
bolmadyk

$F_1$  – 124 ösümlik

$F_a$  – 726 ösümlik, olaryň 310 sanysy ýaşyl öslerli, ýapraklary ýalpyldawuksyz, 287-si sary öslerli, ýalpyldawuk ýaprakly, 129 sanysy krossower ösümlikler.

#### Çözülişi:

2. Çaknyşdyrmanyň çyzgysyny ýazýarys: Meseläniň şertine görä çaknyşdyrylýan ösümlikler gomozigot.

P	♀	<u>glst</u>	x	♂	<u>GlSt</u>
		<u>glst</u>			<u>GlSt</u>
		sary			ýaşyl

ýalpyldawuk      ýalpyldawuk däl

3. Çaknyşdyrylýan osoblaryň gametalaryny kesgitleýäris.





1)  $F_1$  ösümlükler nəçə dürli gameta emele getirýär?

2)  $F_a$ -daky ösümlükleriň nəçə görerimi krossower däl ösümlükler bolar?

3)  $F_a$ -da nəçə sany genotipiki klas bolar?

4)  $F_a$ -daky ösümlükleriň nəçə görerimi dargamaýan nesil berer?

5)  $F_a$ -daky ösümlükleriň nəçə görerimi sary öserli we ýapraklary ýalpyldawuk bolmaz?

P ♀ glst x ♂ GlSt  
glst GlSt  
sary ýaşyl  
ýalpyldawuk ýalpyldawuk däl

G (glst) (GlSt)

4.  $F_1$  nesilleriň genotipini we fenotipini kesgitleýäris.

P ♀ glst x ♂ GlSt  
glst GlSt  
sary ýaşyl  
ýalpyldawuk ýalpyldawuk däl

G (glst) (GlSt)

$F_1$

GlSt  
glst

ýaşyl öserli

ýalpyldawugy bolmadyk ýaprakly – 100%

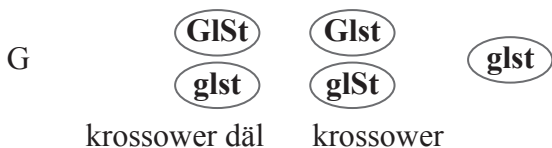
5.  $F_1$ -nji nesilleriň seljeriji çaknyşdyrmasyň çyzgydyny ýazýarys.

P ♀ GlSt x ♂ glst  
glst glst  
ýaşyl sary  
ýalpyldawuk däl ýalpyldawuk

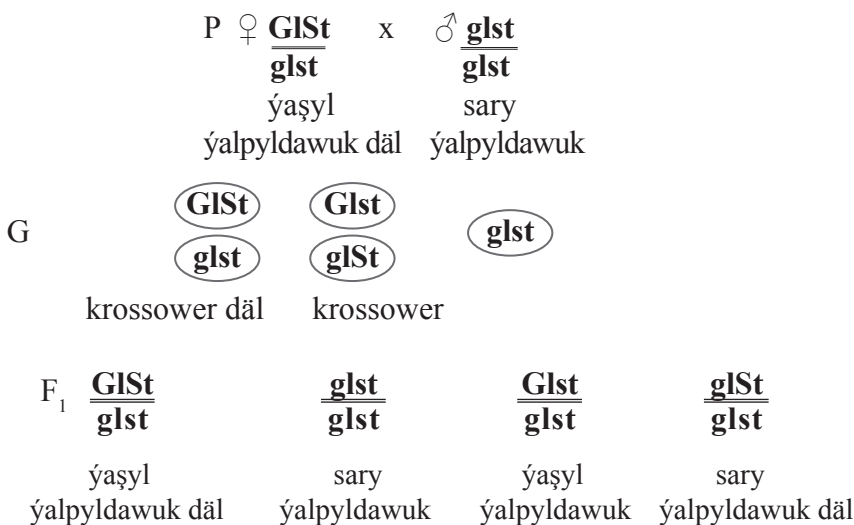
6. Gametalary kesgitleýäris.  $F_1$ -iň osoblary digeterozigotdyrlar, şonuň üçin olar 4 dürli gametany emele getirýärler. Analizator liniýa ösümligi gomozigotdyr, şonuň üçin olar bir dürli gametany emele getirýär.

P ♀ GlSt x ♂ glst  
glst glst  
ýaşyl sary  
ýalpyldawuk däl ýalpyldawuk





7.  $F_a$  nesilleri alýarys.



8. *Çaknyşdyrma seljerme berýäris*.  $F_a$ -da dargama ýüze çykdy: dört sany genotipiki we dört sany fenotipiki klas, ýagny iki sany krossower hem-de iki sany krossower däl ösümlikler emele geldi.  $F_a$ -da jemi 726 sany ösümlik. Olaryň 129-sy krossower. Krossingoweriň görterimini şu (1) aňlatma bilen kesgitleýäris:

$$x = \frac{a + b}{n} \times 100\% \approx 0,18 \times 100\% = 18\%$$

18% krossower osoblar (her klasdan 9%) emele geldi. Krossower däl osoblar bolsa 82% (100% – 18%) – her klasdan 41% emele geldi. Şeýlelik bilen,  $F_a$ -da: 41% ýaşyl öserli ýalpyldawugy bolmadyk ýaprakly: 41% sary öserli ýalpyldawuk ýaprakly: 9% ýaşyl öserli ýalpyldawuk ýaprakly: 9% sary öserli ýalpyldawugy bolmadyk ýaprakly gatnaşykda dargama ýüze çykdy.



9. *Meseläniň soraglaryna jogap berýäris.*

1)  $F_1$ -däki ähli ösümlükler digeterozotdyr. Şonuň üçin olar dört dürli gametany emele getirýärler;

2) Krossower däl ösümlükler  $F_a$  nesilleriň  $\approx 82\%$ -ni düzýär;

3)  $F_a$ -da 4 dürli genotipiki klas bolýar;

4) Almatlary dargamaýan nesli dominant (41%) we ressesiw (41%) almatlar boýunça gomozigot osoblar berýär.  $41\% + 41\% = 82\%$ ;

5) 9% ösümlükler sary öserli we ýalpyldawugy bolmadyk ýaprakly bolar.

### Meseläniň gysgaça çözülişi

P ♀  $\frac{\text{glst}}{\text{glst}}$  x ♂  $\frac{\text{GlSt}}{\text{GlSt}}$   
 ýaşyl sary  
 ýalpyldawuk däl ýalpyldawuk

G

(glst)

(GlSt)

$F_1$

$\frac{\text{GlSt}}{\text{glst}}$

ýaşyl öserli

ýalpyldawuksyz ýaprakly – 100%

G

(GlSt)

(GlSt)

(glst)

(glst)

(glSt)

krossower däl

krossower

$F_a$   $\frac{\text{GlSt}}{\text{glst}}$

$\frac{\text{glst}}{\text{glst}}$

$\frac{\text{GlSt}}{\text{glst}}$

$\frac{\text{glSt}}{\text{glst}}$

ýaşyl

sary

ýaşyl

sary

ýalpyldawuk däl

ýalpyldawuk

ýalpyldawuk

ýalpyldawuk däl



Krossingoweriň göterimini şu (1) aňlatma bilen kesgitleýäris:

$$x = \frac{a + b}{n} \times 100\% \approx 0,18 \times 100\% = 18\%$$

18% : 2 = 9% (krossower osoblaryň her bir klasy üçin);

100% – 18% = 82% (krossower däl osoblar);

82% : 2 = 41% (krossower däl osoblaryň her bir klasy üçin).

1)  $F_1$ -däki ösümlükler 4 dürli gametany emele getirýär;

2) Krossower däl ösümlükler  $F_2$  nesilleriň  $\approx 82\%$ -ni düzýär;

3)  $F_a$ -da 4 dürli genotipiki klas bolýar;

4) Alamatlary dargamaýan nesil dominant (41%) we resessiw (41%) alamatlar boýunça gomozigot osoblar berýär.  $41\% + 41\% = 82\%$ ;

5) 9% ösümlükler sary öserli we ýalpyldawugy bolmadyk ýaprakly bolar.

**Jogaby:** 1) 4; 2)  $\approx 82\%$ ; 3) 4; 4)  $\approx 82\%$ ; 5)  $\approx 9\%$ .

**2.** Mekgejöweniň reňkli endosperminiň we ýylmanak aleýron gatlagynyň bolmagy deňşililikde **C** we **S** dominant genler arkaly, endosperminiň reňksiz hem-de ýygtyly aleýron gatlagynyň bolmagy resessiw **c** we **s** genler arkaly nesle geçýär. Bu genler bir jübüt gomologiki hromosomlarda ýerleşýär, ýagny tirkeg topary görnüşinde nesle geçýär. Şonuň üçin berlen genleriň goşulyşmagy netijesinde genleriň birmeňzeş bolmadyk mukdary emele gelýär: krossower däl gametalaryň sany krossower gametalara seredende köp bolýar. **C** we **S** genleriň arasyndaky uzaklyk 3,6% krossingowere deň.

1) Nähili gametalar näçe göterim gatnaşygynda mekgejöweniň reňkli endospermli we ýylmanak aleýron gatlakly digeterozigot ösümlüklerini emele getirerler?

2) Mekgejöweniň digeterozigot ösümligini reňksiz endospermli ýylmanak aleýron gatlakly geterozigot ösümlükler bilen çaknyşdyrdylar. Bu çaknyşdyrmadan nähili nesillere garaşsa bolar?

1. *Çaknyşdyrylýan ösümlükleriň genotiplerini kesgitleýäris.* Genler sis ýagdaýda ýerleşýär. Digeterozigot ösümligiň genotipi:

$\frac{CS}{cs}$



Birinji alamaty boýunça resessiw, ikinji alamaty boýunça geterozigot ösümligiň genotipi:

$$\frac{cS}{cs}$$

## 2. Meseläniň gysgaça ýazgysyny edýäris.

### Berlen:

**C** – reňkli endospermli

**c** – reňksiz endospermli

**S** – ýylmanak aleýron

**s** – ýygirtly aleýron

**C/S** – 3,6% krossingower

$$P \quad \text{♀} \quad \frac{CS}{cs} \quad \times \quad \text{♂} \quad \frac{cS}{cs}$$

Gametalar,  $F_1$  – ?

### Çözülişi:

3. *Çaknyşdyrmanyň çyzgyny ýazýarys:* Meseläniň şertine görä çaknyşdyrylýan ösümlükler gomozigot.

$$P \quad \text{♀} \quad \frac{CS}{cs} \quad \times \quad \text{♂} \quad \frac{cS}{cs}$$

ýylmanak aleýron  
reňkli endosperm      ýylmanak aleýron  
reňksiz endosperm

## 4. Çaknyşdyrylýan osoblaryň gametalaryny kesgitleýäris.

Dört dürli gameta emele gelýär:



**CS** we **cs** gametalar krossower däl, **Cs** hem-de **cS** gametalar krossowerdir. **C/S** gametalaryň arasyndaky uzaklygy 3,6% krossingowere deň. Onda ösümlüklerde emele gelýän krossower gametalaryň sany 3,6%, krossower däller  $100\% - 3,6\% = 96,4\%$  bolar.

Iki dürli krossower gametalar deň ähtimallykda emele gelýär:  $3,6\% : 2 = 1,8\%$ , ýagny 1,8% **Cs** we 1,8% **cS** gametalar bolýar.

Krossower däl gametalaryň hem iki dürli görnüşi deň ähtimallykda emele gelýär:  $96,4\% : 2 = 48,2\%$ , ýagny 48,2% **CS** we 48,2% **cs** gametalar bolýar.

## 5. $F_1$ nesilleriň genotipini we fenotipini kesgitleýäris.

$$P \quad \text{♀} \quad \frac{CS}{cs} \quad \times \quad \text{♂} \quad \frac{cS}{cs}$$

ýylmanak aleýron      ýylmanak aleýron  
reňkli endosperm      reňksiz endosperm



Gametalar	<div>♀<div>♂</div></div>	cS	cs
	CS	<div><div>CS</div><div>cS</div></div> reňkli ýylmanak	<div><div>CS</div><div>cs</div></div> reňkli ýylmanak
	cs	<div><div>cs</div><div>cS</div></div> reňksiz ýylmanak	<div><div>cs</div><div>cs</div></div> reňksiz ýygirtly
	Cs	<div><div>Cs</div><div>cS</div></div> reňkli ýylmanak	<div><div>Cs</div><div>cs</div></div> reňkli ýygirtly
	cS	<div><div>cS</div><div>cS</div></div> reňksiz ýylmanak	<div><div>cS</div><div>cs</div></div> reňksiz ýylmanak

6. Çaknyşdyrmany seljerme edýäris. F<sub>1</sub>-nji nesilde dargama ýüze çykdy – dört sany fenotipiki klas emele geldi:

- reňkli endospermli we ýylmanak aleýronly;
- reňksiz endospermli we ýygirtly aleýronly;
- reňkli endospermli we ýygirtly aleýronly;
- reňksiz endospermli we ýylmanak aleýronly.

### Meseläniň gysgaça çözülişi

♀  $\frac{CS}{cs}$  gametalaryň görnüşleri  $\textcircled{CS}$   $\textcircled{cs}$   $\textcircled{Cs}$   $\textcircled{cS}$

Cs we cS – krossower gametalar.

3,6% : 2 = 1,8%, ýagny 1,8% Cs we 1,8% cS gametalar bolýar.

CS we cs – krossower däl gametalar.

100% – 3,6% = 96,4%

96,4% : 2 = 48,2%, ýagny 48,2% CS we 48,2% cs gametalar bolýar.



$P \quad \text{♀} \quad \frac{\text{CS}}{\text{cs}} \quad \times \quad \text{♂} \quad \frac{\text{cS}}{\text{cs}}$   
 ýylmanak aleýron      ýgyrtly aleýron  
 reňkli endosperm      reňksiz endosperm

Gametalar			
	♀ \ ♂	cS	cs
P	CS	$\frac{\text{CS}}{\text{cS}}$ reňkli ýylmanak	$\frac{\text{CS}}{\text{cs}}$ reňkli ýylmanak
	cs	$\frac{\text{cs}}{\text{cS}}$ reňksiz ýylmanak	$\frac{\text{cs}}{\text{cs}}$ reňksiz ýgyrtly
F <sub>1</sub>	Cs	$\frac{\text{Cs}}{\text{cS}}$ reňkli ýylmanak	$\frac{\text{Cs}}{\text{cs}}$ reňkli ýgyrtly
	cS	$\frac{\text{cS}}{\text{cS}}$ reňksiz ýylmanak	$\frac{\text{cS}}{\text{cs}}$ reňksiz ýylmanak

F<sub>1</sub>-nji nesilde dargama ýüze çykdy – dört sany fenotipiki klas emele geldi:

- reňkli endospermli we ýylmanak aleýronly;
- reňksiz endospermli we ýgyrtly aleýronly;
- reňkli endospermli we ýgyrtly aleýronly;
- reňksiz endospermli we ýylmanak aleýronly.

### Jogaby:

1) Ösümlik krossower däl gametalary emele getirýär – CS we cs gametalaryň her biri 48,2%, krossower Cs hem-de cS gametalaryň her biri bolsa 1,8% emele gelýär;

2) F<sub>1</sub>-nji nesilde dargama ýüze çykdy we dört sany fenotipiki klas emele geldi:

- reňkli endospermli we ýylmanak aleýronly;



- reňksiz endospermli we ýygýrtly aleýronly;
- reňkli endospermli we ýygýrtly aleýronly;
- reňksiz endospermli we ýylmanak aleýronly.

3. Mekgejöweniň ýapraklarynyň aýlawly bolmagyna **cr** gen, gysga boýlulygyna **d** gen jogap berýär hem-de olar üçünji hromosomda biri-birinden 18% morganit uzaklykda ýerleşýär. Garabaş keseline durnuklylygyna **Rp** gen, ýapraklaryň uzynadan inçe bolmagyna bolsa **Nl** gen jogap berýär. Bu genler 10-njy hromosomda biri-birinden 24% morganit daşlykda ýerleşýär. **Cr, D, Rp, Nl** genler boýunça gomozigot ösümlikleri bu genler boýunça gomozigot resessiw ösümlikler bilen çaknyşdyrdylar. Kesgitläň:

1)  $F_1$ -däki ösümlikler nähili gametalary näçe gatnaşykda emele getirip biler?

2)  $F_2$ -de gomozigot gysga boýly, garabaş keseline durnukly, kadaly ýaprakly ösümlikler näçe göterim gatnaşygynda emele getirer?

1. *Çaknyşdyrylýan ösümlikleriň genotipini kesgitleýäris.* **Cr** we **D** genler bir tirkeg toparyna, **Rp** hem-de **Nl** beýleki bir tirkeg toparyna degişlidir. Ösümlikler gomozigot. Onda olaryň genotipi şeýle bolar:

$$\text{♀} \frac{\text{CrD}}{\text{CrD}} \frac{\text{RpNl}}{\text{RpNl}} \text{ we } \text{♂} \frac{\text{crd}}{\text{crd}} \frac{\text{rpnl}}{\text{rpnl}}$$

2. *Meseläniň gysgaça ýazgysyny edýäris we ony çözüýäris.*

**Berlen:**

**Cr** – kadaly ýaprakly

**cr** – aýlawly ýaprakly

**D** – kadaly boýly

**d** – gysga boýly

**Rp** – garabaş keseline durnukly

**rp** – garabaş keseline durnuksyz

**Nl** – uzynadan inçe ýaprakly

**nl** – kadaly ýaprakly

**Cr/D** – 18 morganit (3 hr.)

**Rp/Nl** – 24 morganit (10 hr.)

$$\text{♀} \frac{\text{CrD}}{\text{CrD}} \frac{\text{RpNl}}{\text{RpNl}} \times \text{♂} \frac{\text{crd}}{\text{crd}} \frac{\text{rpnl}}{\text{rpnl}}$$

1)  $F_1$ -iň gametalary – ?

**Çözülişi:**

3. *Çaknyşdyrmanyň çyzgydyny ýazýarys:*

$$\text{♀} \frac{\text{CrD}}{\text{CrD}} \frac{\text{RpNl}}{\text{RpNl}} \times \text{♂} \frac{\text{crd}}{\text{crd}} \frac{\text{rpnl}}{\text{rpnl}}$$

kadaly ýaprakly

kesele durnukly

kadaly boýly

uzynadan inçe

ýaprakly

aýlaw ýaprakly

kesele durnuksyz

gysga boýly

kadaly ýaprakly

4. *P gametalary tapýarys.*

Ösümlikler gomozigot, şonuň üçin olar diňe bir dürli gametany emele getirýär.





2) $F_2$ -däki gomozigot girde- nek, garabaş keseline durnukly, kadaly ýapraklylaryň göterim hasaby – ?	$\text{♀} \frac{\text{CrD}}{\text{CrD}} \frac{\text{RpNI}}{\text{RpNI}} \times \text{♂} \frac{\text{crd}}{\text{crd}} \frac{\text{rpnl}}{\text{rpnl}}$ kadaly ýaprakly kesele durnukly kadaly boýly uzyndan inçe ýaprakly	$\text{♂} \frac{\text{crd}}{\text{crd}} \frac{\text{rpnl}}{\text{rpnl}}$ aýlaw ýaprakly kesele durnuksyz gysga boýly kadaly ýaprakly
	$\text{CrDRpNI}$	$\text{crdrpnl}$

5.  $F_1$  gibridleri alýarys.

$\text{♀} \frac{\text{CrD}}{\text{CrD}} \frac{\text{RpNI}}{\text{RpNI}}$ kadaly ýaprakly, kesele durnukly kadaly boýly, uzyndan inçe ýaprakly	x	$\text{♂} \frac{\text{crd}}{\text{crd}} \frac{\text{rpnl}}{\text{rpnl}}$ aýlaw ýaprakly, kesele durnuksyz gysga boýly, kadaly ýaprakly
---	---	--

G  $\text{CrDRpNI}$

$\text{crdrpnl}$

$F_1$   $\frac{\text{CrD}}{\text{crd}} \frac{\text{RpNI}}{\text{rpnl}}$

kadaly ýaprakly, kesele durnukly  
 kadaly boýly, uzyndan inçe ýaprakly  
 100%

6.  $F_1$  gibridleriň gametalaryny kesgitleýäris. Gametalar emele gelende gomologiki hromosomlaryň her jübütinde krossingower bolýar. Bu bolsa krossower we krossower däl gametalaryň ýüze çykma-gyna getirýär. Her jübüt hromosoma aýratynlykda seredeliň.

**Cr** we **D** genleriň arasyndaky tirkelmäniň güýji 18%. Diýmek, bu 18% krossower gametalaryň ýüze çykyp biljekdigini görkezýär (9%-i **CrD** genleriň, 9%-i **crD** genleriň gatnaşygynda bolýar). Krossower däl gametalar 82% (41% **CrD** we 41% **crd** genleriň gatnaşygynda) bolýar.

**Rp** we **NI** genleriň arasyndaky tirkelmäniň güýji 24%. Diýmek, bu 24% krossower gametalaryň ýüze çykyp biljekdigini görkezýär (12%-i **Rpnl** genleriň, 12%-i **rpNI** genleriň gatnaşygynda bolýar).



Krossower däl gametalar 76% (38% **RpNI** we 38% **rpnl** genleriň gatnaşygynda) bolýar.

Krossower däl gametalar: **CrD** – 41%, **RpNI** – 38%, **crd** – 41%, **rpnl** – 38%.

Krossower gametalar: **Crd** – 9%, **Rpnl** – 12%, **crD** – 9%, **rpNI** – 12%.

Meýozda hromosomlar deň ähtimallykda tötänleýin aýrylýar we mümkin bolan ähli kombinasiýalary emele getirýär. Şonuň ýalyda, genleriň gametalarda mümkin bolan ähli gatnaşyklary emele gelýär. Ähtimallyklar taglymaty esasynda biri-birine bagly bolmadyk iki hadysanyň bir wagtda bolmagy olaryň her biriniň aýratynlykda ähtimallyk önümliligine deňdir. Şeýlelik bilen,  $F_1$  gibridlerde şu aşakdaky gametalar mümkindir:

- 1) **CrDRpNI** =  $0,41 \times 0,38 = 0,1558$  (15,58%);
- 2) **crdRpNI** =  $0,41 \times 0,38 = 0,1558$  (15,58%);
- 3) **CrdRpNI** =  $0,09 \times 0,38 = 0,0342$  (3,42%);
- 4) **crDRpNI** =  $0,09 \times 0,38 = 0,0342$  (3,42%);
- 5) **CrDrpnl** =  $0,41 \times 0,38 = 0,1558$  (15,58%);
- 6) **crdrpnl** =  $0,41 \times 0,38 = 0,1558$  (15,58%);
- 7) **Crdrpnl** =  $0,09 \times 0,38 = 0,0342$  (3,42%);
- 8) **crDrpnl** =  $0,09 \times 0,38 = 0,0342$  (3,42%);
- 9) **CrDRpnl** =  $0,41 \times 0,12 = 0,0492$  (4,92%);
- 10) **crdRpnl** =  $0,41 \times 0,12 = 0,0492$  (4,92%);
- 11) **CrdRpnl** =  $0,09 \times 0,12 = 0,0108$  (1,08%);
- 12) **crDRpnl** =  $0,09 \times 0,12 = 0,0108$  (1,08%);
- 13) **CrDrpNI** =  $0,41 \times 0,12 = 0,492$  (4,92%);
- 14) **crdrpNI** =  $0,41 \times 0,12 = 0,492$  (4,92%);
- 15) **CrdrpNI** =  $0,09 \times 0,12 = 0,0108$  (1,08%);
- 16) **crDrpNI** =  $0,09 \times 0,12 = 0,0108$  (1,08%).

Onda  $F_1$ -däki gibridler 16 dürli gameta emele getirip bilýär.

7.  $F_2$ -de gomozigot girdenek, garabaş keseline durnukly, kadaly ýaprakly ösümlikleriň ýüze çykmak ähtimallygy. Berlen alamatlara eýe bolan nesilleriň ýüze çykmak ähtimallygyny kesgitlemegiň iki usuly bar:

- 1) Pennetiň gözeneginden peýdalanmak arkaly;
- 2) algebraik usulda.



İkinji usuldan peýdalanýarys. Berlen alamatlara eýe bolan nesiller **CrDRpNI** genotipli enelik we atalyk ösümlikleriň gametalarynyň goşulýşmagyndan emele gelen zigotadan dörär. Şeýle zigotalaryň emele gelmek ähtimallygy deňişli gametalaryň önümliliginiň ýygylýgyna baglydyr. **CrDRpNI** gametalaryň emele gelmek ähtimallygy 0,342-ä deň. Şonuň ýaly-da, F<sub>2</sub>-de berlen alamatlara eýe bolan ösümlikleriň ýüze çykmak ähtimallygy  $0,0342 \times 0,0342 \approx 0,0012$  ýada 0,12%.

### Meseläniň gysgaça çözülişi

$\text{♀ } \frac{\text{CrD}}{\text{CrD}} \frac{\text{RpNI}}{\text{RpNI}}$	x	$\text{♂ } \frac{\text{crd}}{\text{crd}} \frac{\text{rpnl}}{\text{rpnl}}$
kadaly ýaprakly, kesele durnukly kadaly boýly, uzyndan inçe ýaprakly		aýlaw ýaprakly, kesele durnuksyz gysga boýly, kadaly ýaprakly

**CrDRpNI**

**crdrpnl**

F<sub>1</sub>                       $\frac{\text{CrD}}{\text{crd}} \frac{\text{RpNI}}{\text{rpnl}}$   
 kadaly ýaprakly, kesele durnukly  
 kadaly boýly, uzyndan inçe ýaprakly  
 100%

Hromosomlarda genleriň gatnaşygy şu aşakdaky ýaly bolup bilýär:

Krossower däl gametalar: **CrD** – 41%, **RpNI** – 38%, **crd** – 41%, **rpnl** – 38%.

Krossower gametalar: **Crdrpnl** – 9%, **Rpnl** – 12%, **crDRpnl** – 9%, **rpNI** – 12%.

F<sub>1</sub> gibridlerde mümkin bolan şu aşakdaky gametalar ýüze çykyyp biler:

- 1) **CrDRpNI** =  $0,41 \times 0,38 = 0,1558$  (15,58%);
- 2) **crdrpnl** =  $0,41 \times 0,38 = 0,1558$  (15,58%);
- 3) **CrdrpNI** =  $0,09 \times 0,38 = 0,0342$  (3,42%);
- 4) **crDRpNI** =  $0,09 \times 0,38 = 0,0342$  (3,42%);
- 5) **CrDrpnl** =  $0,41 \times 0,38 = 0,1558$  (15,58%);
- 6) **crdrpnl** =  $0,41 \times 0,38 = 0,1558$  (15,58%);



- 7) **Crdrpnl** =  $0,09 \times 0,38 = 0,0342$  (3,42%);
- 8) **crDrpnl** =  $0,09 \times 0,38 = 0,0342$  (3,42%);
- 9) **CrDRpnl** =  $0,41 \times 0,12 = 0,0492$  (4,92%);
- 10) **crdRpnL** =  $0,41 \times 0,12 = 0,0492$  (4,92%);
- 11) **CrDRpnl** =  $0,09 \times 0,12 = 0,0108$  (1,08%);
- 12) **crDRpnl** =  $0,09 \times 0,12 = 0,0108$  (1,08%);
- 13) **CrDrpNI** =  $0,41 \times 0,12 = 0,492$  (4,92%);
- 14) **crdrpNI** =  $0,41 \times 0,12 = 0,492$  (4,92%);
- 15) **CrdrpNI** =  $0,09 \times 0,12 = 0,0108$  (1,08%);
- 16) **crDrpNI** =  $0,09 \times 0,12 = 0,0108$  (1,08%).

4. Kadaly tüýli we tüýüniň reňki tegmilli erkek öý towşanlaryny ähli bedeni reňkli tüýli bolan angor urkaçy towşanlar bilen çaknyşdyranlarynda, gibridleriň ählisi tegmilli kadaly tüýli boldular. Seljeriji çaknyşdyrma esasynda nesilde:

52 – tegmilli angor towşanlary;

288 – ähli bedeni reňkli bolan angor towşanlary;

46 – ähli bedeni reňkli bolan, kadaly tüýli towşanlary;

314 – tegmilli, kadaly tüýli towşanlary aldylar.

Alnan netijeleri düşündiriň.

**Çözülişi:** Bu meselede kadaly tüýli bolmak alamaty angor, tegmilli, tutuş reňkli bolmak alamatynyň üstünden dominirleýär. Reňke we tüýüniň uzynlygyna jogap berýän genler tirkelen ýagdaýda nesle geçýär, sebäbi seljeriji çaknyşdyrmadaky dargamada fenotipiki klaslaryň deň bolmadyk gatnaşyklary ýüze çykýar (Mendeliň digibrid çaknyşdyrma kanunyndan tapawutlylykda 9:3:3:1).

Krossower klaslary kesgitlemek kyn däl, sebäbi olary sany az ýa-da olary enelik we atalyk şekilleri bilen deňeşdirmek arkaly tanap bolýar. Bu ýerde krossower osoblar 52 sany tegmilli angor we 46 sany reňkli kadaly tüýli towşanlar. Tüýüniň uzynlygyna we reňkine jogap berýän genleriň otnositel uzaklygyny kesgitlemek üçin alnan nesilde ähli krossower towşanlaryň göterim gatnaşygyny hasaplamaly.

$$C = \frac{52 + 46}{52 + 288 + 46 + 314} \times 100\% = 14\%$$

5. Gemofiliýa we daltonizme jogap berýän genleriň arasynyň uzaklygy 9,8 morganit. Iki gen hem X hromosomda ýerleşýär. Ka-



kasy şu iki keselden hem ejir çekýän, ejesi sagdyn gyz sagdyn oglana durmuşa çykýar. Bu ýaş maşgalada doguljak çagalaryň mümkin bolan fenotiplerini kesgitleň (nähili çagalary bolar).

**Çözülişi:** Gyz gemofiliýany hem daltonizmi geterozigot göterijidir. Şol sebäpli kakasyndan alnan **X** hromosomda bu iki resessiw genler, beýleki ikisinde bolsa dominant ganyň kadaly lagtalanmagyny we kadaly görüjiligi kesgitleýän genler ýerleşerler. Sagdyn oglanyň **X** hromosomynda dominant genler bolup, **Y** hromosomda bu genler ýokdur. Gyzda  $(100-9,8) / 2 = 45,1\%$  ýüze çykmak ähtimallygy bolan 2 dürli krossower däl ýumurtga öýjügi, şonuň ýaly-da  $9,8 / 2 = 4,9\%$  ýüze çykyş ähtimallygy bolan krossower ýumurtga öýjükleri emele gelýär.

Oglanyň kakasynyň (gyzyň durmuş guran oglanynyň) **X** hromosomyndaky iki sany dominant geni gyzlaryna geçýär we gyzlaryň ählisi hem sagdyn bolýar. Ogullary bolsa kakasyndan **Y** hromosomy, ýagny degişli geniň alleli ýok hromosomy, ejesinden bolsa **X** hromosomy alýarlar. Şonuň üçin maşgalada doguljak ogullar üçin bu nika edil seljeriji çaknyşma ýaly bolýar. Onda maşgalada doguljak ogullarynyň fenotipleri aşakdaky ähtimallyklarda ýüze çykyp biler:

45,1% sagdyn : 45,1% gemofilik-daltonik : 4,9% gemofilik : 4,9% daltonik ogullarynyň dogulmak ähtimallygy bar.

Meselede çagalaryň fenotipleriniň ýüze çykmak ähtimallygy jynsy tapawutlandyrmazdan kesgitlemek soralyar. Gyzjagazlaryň dogulmak ähtimallygy  $1/2$  ýa-da 50%, olaryň ählisi sagdyn bolýar. Oglanjyklaryň dogulmak ähtimallygy hem  $1/2$  ýa-da 50%.

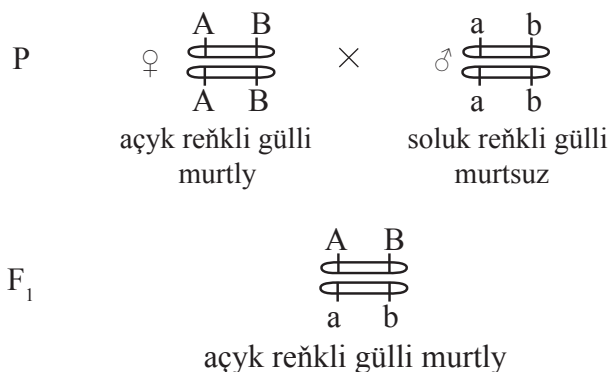
Dürli genotipli oglanjyklaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitleýäris. Onuň üçin ýokardaky gatnaşygy  $1/2$ -e köpeltmeli ( $45,1\% \times 1/2 = 22,5\%$ ;  $45,1\% \times 1/2 = 22,5\%$ ;  $4,9\% \times 1/2 = 2,45\%$ ;  $4,9\% \times 1/2 = 2,45\%$ ), 22,5% sagdyn: 22,5% gemofilik-daltonik : 2,45% gemofilik : 2,45% daltonik ogullaryň dogulmak ähtimallygy bar. Eger sagdyn oglanjyklaryň sanyna sagdyn gyzjagazlaryň sanyny goşsak, onda maşgalada dürli fenotipli çagalaryň dogulmak ähtimallygyny gutarnykly kesgitlep bileris: 72,5% – sagdyn, 22,5% – gemofilik – daltonik, 2,45% – gemofilik, 2,45% – daltonik.

6. Nohudyň murtly, açyk reňki bolan gülli sortuny murtsuz soluk reňkli gülli sorty bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -de ähli nohut ösümlikleri



açyk gülli murtly boldular.  $F_2$ -de olary özara çaknyşdyryp, 424 sany açyk gülli murtly, 102 sany açyk gülli murtsuz, 99 sany soluk gülli murtly we 89 sany soluk gülli murtsuz ösümlikleri aldylar. Gülüniň reňki açyk bolan murtsuz ösümlikler soluk gülli murtly ösümlikler bilen çaknyşdyrylanda hem edil 1-nji nesildäki ýaly ähli ösümlikler açyk reňki bolan gülli we murtly boldular.  $F_2$ -de bolsa 79 sany açyk gülli murtly, 298 sany soluk gülli murtly, 300 sany açyk gülli murt-suz we 37 sany soluk gülli murtsuz boldy. Bu alamatlar nähili nesle geçipdirler?

**Çözülişi:** Bu meselede digibrid çaknyşdyrmadan mysal getirilipdir, emma dargama  $9 : 3 : 3 : 1$  gatnaşyga laýyk gelmeýär. Mundan başga-da, gatnaşyk iki çaknyşdyrmada hem dürli bolup, ol G.Mendeliň hiç bir kanunyna-da boýun egmeýär. Bu genleriň öz aralarynda tirkelendigini görkezýär. Nohudyň gülüniň açyk reňkini **A** bilen, soluk reňkini **a** bilen, murtly bolmagy **B**, murtsuzlygy **b** bilen belgiläliň. 1-nji çaknyşdyrmanyň çyzgydyny ýazýarys.



ýumurtga öýjükleri – **AB, Ab, aB, ab**

spermiýalar – **AB, Ab, aB, ab**

1-nji çaknyşdyrmada genler sis ýagdaýda ýerleşýär, onda **AB** we **ab** gametalar krossower däl, **Ab** hem-de **aB** gametalar krossower bolýar. Krossower gametalardan emele gelen nesiller hem krossower osoblar bolýar. Diýmek, 424 sany açyk gülli murtly krossower däl, 102 sany açyk gülli murtsuz krossower, 99 sany soluk gülli murtly krossower, 89 sany soluk gülli murtsuz krossower däl ösümlikler bolýar. Krossower ösümlikleri goşup alýarys:



$$102 + 99 = 201 \text{ ösümlük}$$

Jemi ösümlükleriň sany:  $424 + 102 + 99 + 89 = 714$  ösümlük.

Krossower ösümlükleriň ähli ösümlükleriň sanyna görä göterim gatnaşygyny kesgitleýäris (proporsiýa boýunça):  $(201 \times 100) / 714 = 28\%$  krossingowere deň.

Onda 1-nji çaknyşdyrylýan ösümlükleriň genotipinde **A** we **B** genleriň arasyndaky uzaklyk 28 morganite deňdir.

2-nji çaknyşdyrmada genler trans ýagdaýda ýerleşýär, onda **Ab** we **aB** gametalar krossower däl, **AB** hem-de **ab** gametalar krossower bolýar. Krossower gametalardan emele gelen nesiller hem krossower osoblar bolýar. Diýmek, 79 sany açyk gülli murtly krossower, 298 sany soluk gülli murtly krossower däl, 300 sany açyk gülli murtly krossower däl, 37 sany soluk gülli murtly krossower ösümlükler bolýar. Krossower ösümlükleri goşup alýarys:

$$79 + 37 = 116 \text{ ösümlük}$$

Jemi ösümlükleriň sany:  $79 + 298 + 300 + 37 = 714$  ösümlük.

Krossower ösümlükleriň ähli ösümlükleriň sanyna görä göterim gatnaşygyny kesgitleýäris (proporsiýa boýunça):  $(116 \times 100) / 714 = 16\%$  krossingowere deň.

Onda 2-nji çaknyşdyrylýan ösümlükleriň genotipinde **A** we **b** genleriň arasyndaky uzaklyk 16 morganite deňdir.

7. Nohudyň ýaýrap sallanyp ösýän ak gülli ösümligi bilen ýere ýazylyp ösýän reňkli gülli ösümligini çaknyşdyrypdyrlar. Nesilde ýaýrap sallanyp ösýän reňkli gülli bolan nohut ösümlüklerini aldylar. Seljeriji çaknyşdyrmada 161 sany ýaýrap sallanyp ösýän reňkli gülli ösümlük, 90 sany ýaýrap sallanyp ösýän ak gülli, 56 sany ýere ýazylyp ösýän reňkli, 188 sany ýere ýazylyp ösýän ak gülli ösümlükler alnypdyr. Berlen alamatlara jogap berýän genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitleň.

**Çözülişi:** Bu çaknyşdyrmadan alnan nesillerde 161 sany ýaýrap sallanyp ösýän reňkli gülli krossower däl, 90 sany ýaýrap sallanyp ösýän ak gülli krossower, 56 sany ýere ýazylyp ösýän reňkli krossower, 188 sany ýere ýazylyp ösýän ak gülli krossower däl ösümlükler alnypdyr. Krossingower geçen ösümlükleriň umumy sanyny we olaryň ähli ösümlükleriň sanyna görä göterim gatnaşygyny kesgitleýäris. Onda:

$$90 + 56 = 146 \text{ sany ösümlükde krossingower geçipdir.}$$

$$\text{Jemi ösümlükleriň sany: } 161 + 90 + 56 + 188 = 495.$$



Krossower ösümlükleriň ähli ösümlükleriň sanyna görä göterim gatnaşygyny kesgitleýäris (proporsiýa boýunça):  $(146 \times 100) / 495 = 29,5\%$  krossingowere deň.

Onda **A** we **B** genleriň arasyndaky uzaklyk 29,5 morganite deň.

**8.** Mekgejöwende şu aşakdaky alamatlar bar:

- öserleriniň altynsow reňkli bolmagy (v);
- öserleriniň ýaşyl reňkli bolmagy (v+);
- ligulalaryň bolmagy (lg);
- ligulalaryň bolmazlygy (lg+);
- ýapraklaryň kadaly reňkli bolmagy (b);
- ýapraklaryň reňkiniň goýy bolmagy (b+).

Seljeriji çaknyşdyrmada ýüze çykyan dargama esasynda hromosom kartany düzmeli hem-de şu aşakdaky alnan netijelere görä, çaknyşdyrylýan ösümlükleriň genotipini kesgitlemeli.

$b^+ vlg - 305,$

$b^+ vlg - 112,$

$b^+ v^+ lg - 74,$

$bv^+ lg - 128,$

$bv^+ lg^+ - 275,$

$b^+ v^+ lg^+ - 22,$

$bvlg - 18,$

$bvlg - 66.$

**Çözülişi:** Bu meselede setir harplar hem-de (+) belgisi bilen dominant alamatlar berilýär. Diňe setir harplar bilen bolsa resessiw alamatlar berilýär. Hromosom kartany düzmek üçin genleriň arasyndaky uzaklygy we olaryň ýerleşýän ýerini kesgitlemeli. Soňra göni çyzykda berlen yzygiderlik boýunça olary ýerleşdirmeli. Genleriň ýerleşýän ýerini emele gelen krossower we krossower däl klaslaryň san gatnaşygy arkaly kesgitlep bolýar. Bu krossower däl allelleriň krossingoweriň netijesinde krossower klaslara öwürülmegi bilen bolup geçýär. **b** geniň allelleriniň ýerini çalşalyň:

krossower	$b^+ v lg$	$\rightarrow$	$b v lg$	krossingower	$b v lg$
däl klaslar	$\downarrow \uparrow$			klaslar	$b v lg^+$
	$b v^+ lg$		$b^+ v^+ lg$		$b^+ v^+ lg^+$

**b** geniň ýeriniň üýtgemegi bilen krossower däl allellerden krossower klaslaryň ikisi emele gelýär. Bu diýildigi krossingower-





de gomologiki hromosomlar **b** genli allelini çalşandygyny aňladýar. Diýmek, onda **b** gen **v** we **lg** genleriň arasynda ýerleşýär. Şeýlelik bilen, genleriň ýerleşiş yzygiderliligi **vb<sup>+</sup>lg** bolýar. Çaknyşdyrylýan ösümlikleriň genotipi bolsa krossower däl klaslar ýaly bolýar (çaknyşdyrylýan ösümlikler gomozigot ýagdaýda).

$$P \quad \frac{vb^{+}lg}{vb^{+}lg} \quad \times \quad \frac{v^{+}blg^{+}}{v^{+}blg^{+}}$$

**v** we **b** genleriň arasyndaky uzaklygy şu genleriň çalyşmagy bilen ýüze çykan krossingoweriň emele getiren krossower klaslarynyň sany esasynda kesgitlenýär. Onuň üçin krossower we krossower däl klaslaryň san gatnaşygyny deňeşdirmeli bolýar. Genleriň ýerleşiş tertibine görä, krossingower netijesinde gomologik hromosomlaryň **v** geniniň allelleri orunlaryny çalşyp ýazmaly.

$$\begin{array}{ccc} vb^{+}lg & \rightarrow & v^{+}b^{+}lg \\ \downarrow \uparrow & & \\ v^{+}b^{+}lg^{+} & & b^{+}v^{+}lg^{+} \end{array}$$

Bu ýerde **b** we **v** genleriň arasyndaky krossingoweriň netijesinde emele gelen birleýin krossingowerdir. Berlen genleriň arasyň uzaklygy kesgitlenende diňe bir birleýin krossower klaslaryň däl, ikileýin krossower klaslaryň sanyny bilmek hem zerurdyr. Sebäbi ikileýin krossingower **v** we **b** genleriň arasynda hem bolýar.

$$C_{vg} = \frac{74 + 66 + 22 + 18}{305 + 112 + 74 + 128 + 275 + 22 + 18 + 66} \times 100\% = 18\%$$

Şonuň bilen birlikde **b** we **lg** genleriň arasyndaky uzaklygy hem kesgitläp bolýar:

$$C_{blg} = \frac{112 + 128 + 22 + 18}{1000} \times 100\% = 28\%$$

Hromosom kartasy berlen genler üstünde nokatlar bilen şکیلendirilen göni çyzyk görnüşinde berilýär.



9. Drozofilanyň gözüniň gara reňkli (**pn**) bolmagy tirkelmäniň 1-nji toparyna degişli edildi. Bu geniň lokallaşmagy üçin **bisn** liniýasy alyndy: **bi** – kesilen ganaty (7,0 lokusda ýerleşýär) we **sn** – egilen ösüntgileri (21,0 lokusda ýerleşýär) bolan ugry saýlanyp alyndy.  $F_2$ -däki dargama netijesinde emele gelen erkek siňekleriň berlen geniniň lokusyny kesgitläň.

Alamatlar			Erkek siňekleriň sany
Gözler	Ganatlar	Ösüntgiler	
1	2	3	4
gara reňkli	kadaly	göni	401
gara reňkli	kadaly	egilen	71
gara reňkli	kesilen	egilen	28
gara reňkli	kesilen	göni	4
gyzyl reňkli	kesilen	göni	59
gyzyl reňkli	kesilen	egilen	422
gyzyl reňkli	kadaly	egilen	6
gyzyl reňkli	kadaly	göni	24

**Çözülişi:** Tirkelmäniň 1-nji topary **X** hromosomda bolýar, sebäbi **Y** hromosomda berlen gen ýokdur. Erkek drozofila siňeklerinde jyns bilen bagly alamatlarda  $F_2$ -de dargama edil seljeriji çaknyşdyrmadaky ýaly bolýar. Ikileýin krossingower geçen we krossower däl osoblaryň san gatnaşygy bu üç geniň ýerleşiş yzygiderlilikini kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Ikileýin krossower osoblarda ganatyň görnüşine jogap berýän geniň ýerleşýän böleginiň orunlaryny çalyşmasy bolup geçdi. Diýmek, bu ýerde **bi** gen **pn** we **sn** genleriň arasynda ýerleşýär. Indi **bi** gen bilen **pn** geniň arasyndaky uzaklygy kesgitläliň:

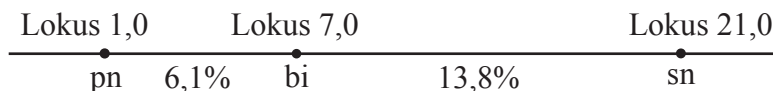
$$C_{pnbi} = \frac{28 + 24 + 4 + 6}{401 + 71 + 28 + 4 + 59 + 422 + 6 + 24} \times 100\% = 6,1\%$$

Indi bolsa **bi** we **sn** genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläliň:

$$C_{bisn} = \frac{71 + 59 + 4 + 6}{1015} \times 100\% = 13,8\%$$



Genlerin ýerleşşi boýunça **pn** gen **bi** gene görä nol nokada ýakyn. Eger **bi** gen bilen **pn** geniň arasy 6,1% bolsa, onda **pn** gen nol nokatdan 1,0 daş bolan ( $7-6,1 = 0,9$  ýakynlaşan 1,0) lokusda ýerleşýär.



**10.** Ösümlikleriň gülleriniň reňkli bolmagyna jogap berýän gen reňksiz gülli bolmagyna jogap berýän geniň üstünden dominirleýär, sary reňklä jogap berýän geni bolsa ýaşyl reňkli bolmagyna jogap berýän gene görä resessiwdir. Iki sany geterozigot ösümlik resessiw ösümlik bilen çaknyşdyrylypdyr. Netijede şu nesiller alnypdyr:

Güli	Ösümliğin reňki	1-nji ösümlikden alnan nesilleriň sany	2-nji ösümlikden alnan nesilleriň sany
1	2	3	4
Reňklenen gülli	ýaşyl	88	23
	sary	12	170
Reňklenmedik gülli	ýaşyl	8	190
	sary	92	17

Çaknyşdyrylan şol iki geterozigot ösümliğin genotiplerini we krossingoweriň ýygylygyny kesgitleň. Bu geterozigot ösümlikler özara hem-de biri-biri bilen çaknyşdyrylanda nähili nesiller alnar?

**Çözülişi:** Meseleden görnüşi ýaly, seljeriji çaknyşdyrmada dürli netijeler alyndy. Ol gomologik hromosomlarda dominant we resessiw genleriň gatnaşygyny görkezýär.

Bu iki geni belgiläliň:

**A** – reňklenen gül;

**a** – reňklenmedik gül;

**B** – ýaşyl reňk;

**b** – sary reňk.



Geterozigot ösümlüklerde genleriň gatnaşygy edil krossower däl klaslara meňzeş bolýar: reňklenen gül – **A**, ösümligiň ýaşyl reňkli bolmagy – **B**, reňksiz gül – **a**, ösümligiň sary reňkli bolmagy – **b**.

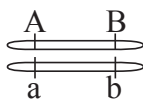
Onuň genotipi:

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

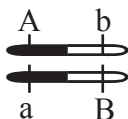
Ikinji ösümlükde seljeriji çaknyşdyrma geçirilende, agzalan klaslar (reňklenen gül (**A**), reňksiz gül (**B**), ýaşyl reňk (**B**), sary reňk (**b**)) we tersine, krossower klaslar bolýarlar. Onuň genotipi:

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

Genetikada dominant genleriň bir, resessiw genleriň hem bir gomologiki hromosomda ýerleşmegine **dartylma fazasy** diýilýär. Ýagny ol şeýle ýazylýar:



Dominant we resessiw genleriň gomologiki hromosomda garşyk ýagdaýda ýerleşmegine **itekleşme fazasy** diýilýär. Ol şu ýagdaýda ýazylýar:



Iki ösümlükde hem şol bir genleriň nesle geçýändigini üçin krossingoweriň ýygylgy birmeňzeş bolýar:

$$C_{AB} = \frac{12 + 8}{88 + 12 + 8 + 92} \times 100\% = 10\%$$

$$C_{ab} = \frac{23 + 17}{23 + 170 + 190 + 17} \times 100\% = 10\%$$

Bu ösümlükleri öz-özünden tozanlandyryp hem-de biri-biri bilen tozanlandyryp alnan nesillerdäki fenotipiki klaslaryň gatnaşygyny



kesgitlemek üçin, her bir geterozigot ösümligiň gametalarynyň dürli-dürli proporsiýalaryny krossingoweriň göterim gatnaşygy esasynda ýazmaly (göterimler birliklere geçirilen ýagdaýda):

Ösümlik 1 – 0,45 **AB**; 0,05 **Ab**; 0,05 **aB**; 0,45 **ab**  
ýumurtga öýjükleri we spermiýalar.

Ösümlik 2 – 0,05 **AB**; 0,45 **Ab**; 0,45 **aB**; 0,05**ab**  
ýumurtga öýjükleri we spermiýalar.

Pennetiň gözenegi ýa-da ähtimallyklar taglymatyny (köpeltmek we goşmak) ulanyp, gametalaryň proporsiýasy esasynda fenotipiki klaslary kesgitlep bolýar. Öz-özünden tozanlananda, ýumurtga öýjükleriniň we spermiýalaryň proporsiýasy birmeňzeş bolýar. Ösümlik 1-iň  $F_2$ -nji neslinde şu aşakdakylar emele geler (ilki ýumurtga öýjükleri görkezilen):

– Reňkli gülleri bolan ýaşyl ösümlikler (**A\_B\_**) – 70,25%:

$$0,45\mathbf{AB} \times (0,45\mathbf{AB} + 0,05\mathbf{Ab} + 0,05\mathbf{aB} + 0,45\mathbf{ab}) = 0,45;$$

$$(0,05\mathbf{Ab} + 0,05\mathbf{aB} + 0,45\mathbf{ab}) \times 0,45\mathbf{AB} = 0,2475;$$

$$0,05\mathbf{Ab} \times 0,05\mathbf{aB} = 0,0025;$$

$$0,05\mathbf{aB} \times 0,05\mathbf{Ab} = 0,0025;$$

Jemi: 0,7025.

– Reňksiz gülli sary ösümlikler (**aabb**) – 20,25%:

$$0,45\mathbf{ab} \times 0,45\mathbf{ab} = 0,2025.$$

– Reňksiz gülli ýaşyl ösümlikler (**aaB\_**) – 4,75%:

$$0,05\mathbf{Ab} \times 0,05\mathbf{aB} = 0,0025;$$

$$0,05\mathbf{Ab} \times 0,45\mathbf{ab} = 0,0225;$$

$$0,45\mathbf{ab} \times 0,05\mathbf{Ab} = 0,0225;$$

Jemi: 0,0475.

Indi ösümlik 2-niň öz-özünden tozanlandyrylmagy netijesinde alnan nesilleri hasaplaýarys:

– Reňkli gülleri bolan ýaşyl ösümlikler (**A\_B\_**) – 50,25%:

$$0,05\mathbf{AB} \times (0,05\mathbf{AB} + 0,45\mathbf{Ab} + 0,45\mathbf{aB} + 0,05\mathbf{ab}) = 0,05;$$

$$(0,45\mathbf{Ab} + 0,45\mathbf{aB} + 0,05\mathbf{ab}) \times 0,05\mathbf{AB} = 0,0475;$$

$$0,45\mathbf{Ab} \times 0,45\mathbf{aB} = 0,2025;$$

$$0,45\mathbf{aB} \times 0,45\mathbf{Ab} = 0,2025;$$

Jemi: 0,5025.



– Reňkli güli bolan sary ösümlikler (**aaB\_**) – 24,75%:

$$0,45\mathbf{aB} \times 0,45\mathbf{aB} = 0,2025;$$

$$0,45\mathbf{aB} \times 0,05\mathbf{ab} = 0,0225;$$

$$0,05\mathbf{ab} \times 0,45\mathbf{aB} = 0,0225;$$

$$\text{Jemi: } 0,2475.$$

– Reňksiz güli bolan ýaşyl ösümlikler (**A\_bb**) – 24,75%:

$$0,45\mathbf{Ab} \times 0,45\mathbf{Ab} = 0,2025;$$

$$0,45\mathbf{Ab} \times 0,05\mathbf{ab} = 0,0225;$$

$$0,05\mathbf{ab} \times 0,45\mathbf{Ab} = 0,0225;$$

$$\text{Jemi: } 0,2475.$$

– Reňksiz gülli sary ösümlikler (**aabb**) – 0,25%

$$0,05\mathbf{ab} \times 0,05\mathbf{ab} = 0,0025.$$

Iki geterozigot ösümlikleri özara çaknyşdyryp, nesilleriň fenotiplerini kesgitlep bolýar (**0,45AB**; **0,05Ab**; **0,05aB**; **0,45ab**) x (**0,05AB**; **0,45Ab**; **0,45aB**; **0,05ab**):

– Reňkli gülli ýaşyl ösümlikler (**A\_B\_**) – 52,25%:

$$0,45\mathbf{AB} \times (0,05\mathbf{AB} + 0,45\mathbf{Ab} + 0,45\mathbf{aB} + 0,05\mathbf{ab}) = 0,45;$$

$$(0,05\mathbf{Ab} + 0,05\mathbf{aB} + 0,45\mathbf{ab}) \times 0,05\mathbf{AB} = 0,0275;$$

$$0,05\mathbf{Ab} \times 0,45\mathbf{aB} = 0,0225;$$

$$0,05\mathbf{aB} \times 0,45\mathbf{Ab} = 0,0225;$$

$$\text{Jemi: } 0,5225$$

– Reňksiz gülli sary ösümlikler (**aabb**) – 2,25:

$$0,45\mathbf{ab} \times 0,05\mathbf{ab} = 0,0225$$

– Reňksiz gülli ýaşyl ösümlikler (**A\_bb**) – 22,75%:

$$0,05\mathbf{Ab} \times 0,45\mathbf{Ab} = 0,0225;$$

$$0,05\mathbf{Ab} \times 0,05\mathbf{ab} = 0,0025;$$

$$0,45\mathbf{ab} \times 0,45\mathbf{Ab} = 0,2025;$$

$$\text{Jemi: } 0,2275$$

– Reňkli gülli sary ösümlikler (**aaB\_**) – 22,75:

$$0,05\mathbf{aB} \times 0,45\mathbf{aB} = 0,0225;$$

$$0,05\mathbf{aB} \times 0,05\mathbf{ab} = 0,0025;$$

$$0,45\mathbf{ab} \times 0,45\mathbf{aB} = 0,2025;$$

$$\text{Jemi: } 0,2275$$



## Barlag meseleleri

85. Mekgejöweniň ýapraklarynyň ýalpyldawuklylygy (**gl**) we gysga (**st**) bolmagy resessiw alamatlar, ýalpyldawugyň bolmazlygy (**GL**) hem-de kadaly ýapraklylyk (**ST**) dominant alamatlar bolup, olar sis ýagdaýda tirkelip nesle geçýär. Gysga ýalpyldawuk ýaprakly mekgejöwen ösümlikleri bilen ýalpyldawuksyz kadaly ýaprakly ösümlikler çaknyşdyryldy we  $F_1$ -nji nesilde 116 sany ösümlik alyndy.  $F_1$ -nji nesilde seljeriji çaknyşdyrylmak geçirilende, 726 sany gibriderden 92 sany ösümlik bu genler boýunça krossower boldular.

1)  $F_1$ -de näçe sany ösümlik ýalpyldawuksyz kadaly ýaprakly boldy?

2)  $F_a$ -da näçe sany ösümlik ýalpyldawuksyz gysga ýaprakly boldy?

3)  $F_a$ -daky nesilleriň näçe sanysy  $F_1$ -däki ösümlikleriň fenotipine eýe bolar?

4)  $F_a$ -da näçe dürli genotip ýüze çykar?

86. Mekgejöweniň 3-nji hromosomynda ýaprak plastinkasynyň häsiýetine jogap berýän genler, ýagny **cr** gen tovlanan ýapraklylyga, **CR** gen kadaly ýapraklylyga hem-de **D** gen ösümliگیň kadaly boýuna, **d** gen gysga boýlulyga jogap berýär.

Kadaly boýly we ýaprak plastinkaly ösümlikler tovlanan ýaprakly gysga boýly ösümlikler bilen çaknyşdyryldy (genler sis ýagdaýda) we  $F_1$ -nji nesilde 12 sany ösümlik alyndy.  $F_1$ -nji nesilde seljeriji çaknyşdyrma geçirip, 800 ösümlik alyndy we olaryň 36-sy gysga boýly kadaly ýaprakly boldy.

1)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçesi dominant ýagdaýda iki alamatyň hem allelini saklar?

2)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçe göterimi resessiw ýagdaýda iki almata hem eýe bolar?

3)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçe göterimi kadaly ýaprakly gysga boýly bolar?

4)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçesi gysga boýly tovlanan ýaprakly bolar?

5)  $F_a$ -da näçe dürli genotip emele geler?

87. Mekgejöweniň 2-nji hromosomynda ligulalyga hem-de ýapraklaryň üst ýüzüniň häsiýetine jogap berýän genler ýerleşýär. Domi-



nant **LG** gen ligulanyň bolmagyna, resessiw **lg** gen bolsa ligulanyň bolmazlygyna, dominant **Lgs** gen ýalpyldawuk bolmazlygyna, resessiw **lgs** gen ýalpyldawuklyga jogap berýär. Gomozigot ýalpyldawuk ýapraklary bolmadyk ligulasyz ösümliki ýalpyldawuk ýaprakly ligulaly gomozigot ösümlikler bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -de 120 ösümlik alyndy.  $F_1$ -iň nesilleri analizator ösümlikler bilen çaknyşdyranlarynda, 799 sany gibrid alnyp, olaryň 64 sanysy ýalpyldawuksyz ligulaly ösümlikler boldy.

- 1)  $F_1$ -iň ösümlikleriniň näçesi gomozigot bolar?
- 2)  $F_a$ -daky nesilleriň näçesi krossower däl ösümlikler bolar?
- 3)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçe göterimi ýalpyldawuk ýaprakly ligulaly bolar?
- 4)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçe göterimi ýalpyldawuksyz ýaprakly ligulasyz bolar?
- 5)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçe göterimi ýalpyldawuksyz ýaprakly ligulaly bolar?

88. Mekgejöweniň **br** resessiw gen bogunaralaryň gysga bolmagyna, **vg** resessiw gen bolsa sübseligiň gysga bolmagyna jogap berýär. Bu genler **I** hromosomda lokallaşandyr. Bularyň arasyndaky uzaklyk 4% krossingowere deň. Kadaly sübseligi we bogunaralary bolan gomozigot ösümlikleri gysga bogunarasý hem-de sübseligi bolan ösümlikler bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -nji nesilde 120 sany ösümlik alyndy. Bu ösümlikleri analizator liniýalar bilen çaknyşdyranlarynda,  $F_a$ -da 800 ösümlik alyndy.

- 1)  $F_1$ -däki ösümlikleriň näçesi dominant ýagdaýda iki alamata hem eýe bolar?
- 2)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçesi gysga bogunaraly we kadaly sübselikli bolar?
- 3)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçesi kadaly bogunaraly kadaly sübselikli bolar (%)?
- 4)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçesi dominant ýagdaýda iki alamata hem eýe bolar?
- 5)  $F_a$ -daky ösümlikleriň näçe göterimi resessiw ýagdaýda iki alamata hem eýe bolar (%)?

89. Drozofilanyň 2-nji hromosomynda ganatynyň şekiline we ganatynyň uçlarynda tegmilleriň bolmagyna jogap berýän genler lokallaşandyr. **A** gen göni ganatlylyga, **a** resessiw gen aýlawly





ganatlylyga, **Sp** gen tegmilleriň bolmazlygyna, resessiw **sp** gen ganatlaryň ujunda tegmilleriň bolmagyna jogap berýär. Aýlawly ganatlary we ganatynda tegmilleri ýok bolan (gomozigot) siňekleri göni ganatly (gomozigot) ganatynyň ujunda tegmilleri bolan siňekler bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -nji nesilde 124 sany siňek alyndy. Bu siňekleri resessiw häsiýetli iki alamata hem eýe bolan siňekler bilen çaknyşdyranlarynda 1000 sany siňek alyndy. Olaryň 41-i resessiw häsiýetli iki alamata hem eýe boldy.

- 1)  $F_1$ -nji nesliň siňekleri näçe dürli genotipe eýe bolar?
- 2)  $F_a$ -daky siňekleriň näçesi dominant ýagdaýda iki alamata eýe bolar?
- 3)  $F_a$ -daky siňekleriň näçe görümi resessiw ýagdaýda iki alama-ta eýe bolar?
- 4)  $F_a$ -daky siňekleriň näçe görümi dominant ýagdaýda iki ala-mata eýe bolar?
- 5)  $F_a$ -daky siňekleriň näçesi enelik we atalyk şekillerine meňzeş bolmaz?

90. Mekgejöweniň endosperminiň reňkli, aleýron gatlaýygynyň ýylmanaklylygy **C** we **S** genler, endospermiň reňksiz, ýygirtly aleýron gatlagynyň bolmagy **c** hem-de **s** resessiw genler bilen kesgitlenýär. Bu genler bir jübüt gomologik hromosomlarda ýerleşip, olar tirke-lendir. Şonuň üçin berlen genleriň goşulmagynda gametalaryň deň bolmadyk mukdary emele gelýär: krossower däl gametalaryň sany krossower gametalara görä köp bolýar. **C** we **S** genleriň arasyndaky uzaklygyň 3,6 krossingowere deňdigi belli edildi. Mekgejöweniň di-geterozigot reňkli endosperimli ýylmanak aleýron gatlakly (genler sis ýagdaýda) ösümligini gomozigot resessiw alamatly ösümlükler bilen çaknyşdyranlarynda näçe gatnaşykda nähili nesillere garaşmak bolar?

91. Nohudyň tohumynyň sary reňki **A** gen, ýaşyl reňki **a** gen, ýylmanaklygy **B** gen, ýygirtlylygy **b** gen, murtjagazlarynyň bolmagy **C** gen, bolmazlygy **c** gen bilen kesgitlenýär. **AaBb** x **aabb** genotipli ösümlükleri çaknyşdyryp, 26% **AaBb**, 27% **Aabb**, 23% **aabB**, 24% **aabb** genotipli ösümlükler alyndy. **BbCC** x **bbcc** genotipli ösümlük-leri çaknyşdyrylyp bolsa 49% **Bbcc** we 51% **bbcc** genotipli ösümlük-ler alyndy.

- 1) Bir tirkeg torapyna degişli bolan genleri kesgitläň;
- 2) Aşakdaky çaknyşdyrmalarda nesiller nähili fenotipe eýe bolar?



- a) **AaCc** x **aaCc**;
- b) **bbCC** x **BbCc**;
- ç) **AaBbCc** x **aabbCc**.

92. Adamyň dogabitdi kerlik keseli (**C**) we anemiýanyň bir görnüşi elliptositoz (**E**) autosom dominant alamatlar hökmünde tirkelip nesle geçýär (genler trans ýagdaýda ýerleşen). Elliptositoz we kerlik bilen keselli digeterozigot erkek adam bilen sagdyn aýalyň nikasyndan

- 1) krossingower bolmasa;
- 2) krossingower geçse, nähili nesillere garaşmak bolar?

93. Drozofilanyň ganatlarynyň we aýagyňyň uzynlygyna jogap berýän genler 2-nji hromosomda saklanýar. Gysga ganatly kadaly aýakly siňekleri kadaly ganatly gysga aýakly siňekler bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -de 96 hibrid alyndy. Olaryň ählisi kadaly ganatly we kadaly aýakly boldy.

- 1) Nähili alamatlaryň dominantdygyny kesgitläň;
- 2)  $F_1$ -iň gibridlerini gaýtadan enelik şekil bilen çaknyşdyranylarynda nähili nesillere garaşmak bolar (krossingower bolmaýar)?

94. Mekgejöwende tovlanan ýapraklara jogap berýän **cr** gen gysga boýlulyga jogap berýän **d** gen bilen tirkelip nesle geçýär. Bu genleriň arasyndaky uzaklyk 18 morganit. **CrCrdd** we **cr crDD** genotipli ösümlikleri çaknyşdyrdylar.

- 1)  $F_1$ -iň fenotiplerini we genotiplerini kesgitläň.
- 2)  $F_1$ -iň nesillerinde seljeriji çaknyşdyrma geçirip (genler trans ýagdaýda ýerleşen),  $F_a$ -da emele geljek nesilleriň fenotipiki göterimini anyklaň.

## Genleriň arasyndaky uzaklygy we olaryň hromosomdaky ýerleşiş yzygiderliligini kesgitlemek

### Meseleleri çözmek endiklerini berkitmek

1. Meseläniň şertini dykgat bilen okaň. Genetiki şertli belgileri ulanyp, onuň şertini ýazyň. Meseläniň şerti ýazylanda, (şertine baglylykda) çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipleri we fenotipleri, nesillerdäki dargama ýa-da çaknyşdyrma netijesinde alnan, kesgitli alamatlara eýe bolan nesilleriň san mukdary görkezilmelidir;

2. Eger zerur bolsa, alamatlaryň we olara jogap berýän genleriň tirkelip nesle geçýändigini ýa-da tirkelip nesle geçmeýändigini anyk-



laň. **Alamatlaryň tirkelip nesle geçmegine nesillerde alamatlaryň dargamagynyň häsiýetlidigini ýadyňyzdan çykarmaň (ol Mendeliň kanunlaryndaky dargamadan tapawutlanýar);**

3. Eger zerur bolsa genleriň **sis** ýa-da **trans** ýagdaýdadygyny kesgitläň. **Krossower däl osoblaryň sanynyň krossower osoblara görä mydama köp bolýandygyny unutmaň. Eger nesilleriň köp bölegi dominant we resessiw genleri göterýän gametalaryň goşulşmagyndan emele gelen bolsa, onda bu genleriň sis ýagdaýdadygyny aňladýar. Eger nesilleriň köp bölegi bir geniň dominant, beýleki geniň resessiw allelini göterýän gametalaryň goşulşmagyndan emele gelen bolsa, onda bu genleriň trans ýagdaýdadygyny aňladýar;**

4. Genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň. Ýatda saklaň:

a) genleriň arasyndaky uzaklyk krossingoweriň %-inde ýa-da morganitde aňladylýar;

b) genleriň arasyndaky uzaklyk rekombinirlenen alamatlary (genleri) bolan osoblaryň san mukdaryna deňdir;

– rekombinant osoblaryň sany göterimde berlen bolsa, onda genleriň arasyndaky uzaklyk göterimde berlen şol osoblaryň sanyna deňdir;

– eger rekombinant osoblaryň sany birlik sanda berlen bolsa, onda genleriň arasyndaky uzaklyk şol osoblaryň sanynyň nesildäki osoblaryň umumy sanyna bolan gatnaşygynyň göterimine deňdir (aňlatma (1)).

5. Meseläniň soraglaryna jogap beriň.

### Meseleler we olaryň çözülişi

1. **C** we **D** genler boýunça digeterozigot urkaçy drozofila siňegi resessiw erkek siňek bilen çaknyşdyryldy. Nesilde şu gatnaşykda dargama ýüze çykdy.

43,5% – **CcDd**; 6,5% – **Ccdd**; 43,5% – **ccdd**; 6,5% – **ccDd**.

1) **C** we **D** genleriň nähili (sis ýa-da trans) ýagdaýa ýerleşýändigini;

2) **C** we **D** genleriň arasyndaky uzaklygy morganitde kesgitläň.



**Berlen:**

urkaçy siňek – digeterozigot

erkek siňek – resessiw

$F_1$ : **CcDd** – 43,5%

**Ccdd** – 6,5%

**ccdd** – 43,5%

**ccDd** – 6,5%

1) **C** we **D** genleriň hromosomdaky ýerleşiş yzgiderliligi nähili – ?

2) **C** we **D** genleriň arasyndaky uzaklyk (morganitde) näçä deň – ?

**Çözülişi:**

1. *Genleriň hromosomdaky ýerleşiş yzgiderliligini kesgitleýäris.* Erkek osob – ikileýin resessiw, diýmek, ol bir dürli gametany emele getirýär. Enelik osob – digeterozigot, diýmek, ol dört dürli gametany emele getirýär. Nesilde 43,5 : 6,5 : 6,5 : 43,5 gatnaşykda dargama ýüze çykypdyr.

Dargamanyň häsiýeti **C** we **D** genleriň tirkelen görnüşde nesle geçýändigini, enelik siňeğiň gametalarynyň bir böleginiň hromosomlarynda krossingoweriň geçendigini görkezýär. Enelik siňeğiň krossower däl gametalary – **CD** we **cd**, krossower gametalary – **Cd**, **cD**. Krossower gametalar krossower däl gametalara seredende, elmydama köp emele gelýär. Urkaçy osobyň gametalarynyň 43,5%-ini **C** we **D** genler, 43,5%-ini **c** hem-de **d** genler düzýär. Diýmek, **C** we **D** genler bir hromosomda, **c** hem-de **d** genler beýleki hromosomda, emma iki-sem şol bir jübütde, ýagny sis ýagdaýda saklanýarlar.

2. *C we D genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitleýäris.* **C** we **D** genleriň arasyndaky uzaklyk rekombinirlenen alamatly osoblaryň sanynda deňdir. Şeýle osoblar nesilde 13% (6,5% + 6,5%) boldy. Onda **C** we **D** genleriň arasyndaky uzaklyk 13% krossingowere ýa-da 13 morganite deň.

**Meseläniň gysgaça çözülişi**

Urkaçy siňekde krossower däl gametalaryň sany köp, diýmek, **C** we **D** genler jübüt hromosomlaryň birinde, **C** hem-de **D** genler beýlekisinde saklanýar, ýagny sis ýagdaýda ýerleşýär.

$$6,5\% + 6,5\% = 13\% \text{ ýa-da } 13 \text{ morganit}$$



**Jogaby:** 1) **C** we **D** genler sis ýagdaýda ýerleşýär; 2) **C** we **D** genleriň arasyndaky uzaklyk 13 morgante deň.

2. Drozofilanyň II hromosomynda ganatlarynyň we aýaklarynyň uzynlygyna jogap berýän genler ýerleşýär. **dp<sup>+</sup>** dominant gen ganatlarynyň kadaly bolmagyna, onuň **dp<sup>-</sup>** alleli gysga bolmagyna jogap berýär. Dominant **d<sup>+</sup>** geni aýaklarynyň kadaly uzynlykda, resessiw **d<sup>-</sup>** geni bolsa gysga aýakly bolmaklyga jogap berýär. Kadaly ganatly we aýakly digeterozigot urkaçy siňekleri iki alamaty boýunça hem resessiw erkek siňekler bilen çaknyşdyrdylar we nesilde 840 siňek aldylar. Olaryň 27-si iki dominant alamaty, 30-y bolsa iki resessiw alamaty hem eýe boldy. **dp<sup>+</sup>**, **d<sup>+</sup>** genleriň arasyndaky uzaklygy krossingowerde (%) kesgitleň.

**Berlen:**

Enelik osob – digeterozigota

Erkek osob – ikileýin resessiw genotipli

F<sub>a</sub> : 840 siňek,

olaryň 27-si dominant alamatly

30-y resessiw alamatly

**dp<sup>+</sup>** we **d<sup>+</sup>** genleriň arasyndaky uzaklyk näçä deň – ?

**Çözülişi:**

1. *Genleriň arasyndaky uzaklygyny (1) aňlatma boýunça kesgitleýäris:*

$$\frac{27 + 30}{840} * 100\% \approx 6,8$$

**Jogaby:** Genleriň arasyndaky uzaklyk  $\approx 6,8\%$ .

**Barlag meseleleri**

95. Pomidorda **B** (uzyn boýlulygy) we **C** (togalak miweli) hem-de **b** (gysga boýlulygy) we **c** (armyt şekilli miweli) genleri bir jübüt gomologiki hromosomda sis ýagdaýda ýerleşendir. Digeterozigot ösümligi gomozigot resessiw ösümlükler bilen çaknyşdyrylanda, nesillerde fenotip boýunça şu aşakdaky dargama alnypdyr: uzyn boýly togalak miweli ösümlükler – 38 sany, uzyn boýly armyt şekilli miweliler – 10 sany, gysga boýly togalak miweliler – 10 sany, gysga boýly armyt şekilli miweliler – 42 sany. **B** we **C** genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitleň.



96. Mekgejöweniň **bp**, **wx** genleri **IX** hromosomda lokallaşandyr. Bu genler resessiw bolup, olardan **bp** – perikarpiniň mele reňkine, **wx** – ýalpyldawuk endospermiň bolmak alamatlaryna jogap berýärler. Genleri sis ýagdaýda ýerleşen digeterozigot ösümliklerde seljeriji çaknyşdyrmak geçirildi.  $F_2$ -da 600 ösümlik aldylar, olaryň 281 sanysy dominant alamatly, 298 sanysy resessiw alamatly, 9 sanysy mele reňkli perikarpili kadaly endospermli, 12 sanysy kadaly perikapili we ýalpyldawuk endospermli boldy. Şulary göz önünde tutup, **bp** we **wx** genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitleň.

97. Mekgejöweniň ýalpyldawuk (**gl**) we kesik ýapraklarynyň (**st**) bolmagy ýalpyldawuksyz (**Gl**) kadaly ýapraklaryň (**St**) bolmagyna görä resessiwdir we bu alamatlara jogap berýän genler tirkelip nesle geçýärler. Mekgejöweniň ýalpyldawuk kesik ýaprakly ösümliklerini ýalpyldawuksyz kadaly ýaprakly ösümlikler bilen çaknyşdyrdylar we  $F_1$ -de birmeňzeş 116 ösümlik aldylar.  $F_1$ -iň ösümliklerini analizator liniýalar bilen çaknyşdyryp, 726 hibrid aldylar. Olaryň 45-i ýalpyldawuksyz kesik ýaprakly boldular. Bu ýerde **gl** we **st** genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitleň.

98. Mekgejöweniň reňkli endospermli, aleýron gatlagynyň ýylmanak bolmagy dominant **C** we **S** genler, reňksiz endospermli, aleýron gatlagynyň ýygirtly bolmagy **c** hem-de **s** arkaly kesgitenilýär. Bu genler sis ýagdaýda ýerleşendir. Reňkli endospermli aleýron gatlagy ýylmanak bolan mekgejöwen ösümliklerini reňksiz endospermli ýygirtly aleýron gatlagy bolan ösümlikler bilen çaknyşdyrdylar. Alnan nesilleriň 96,4%-i rekombinant däl osoblar boldy. **C** we **S** genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitleň.

99. Mekgejöweniň tohumlarynyň reňkine we şekiline jogap berýän genler bir hromosomda lokallaşandylar. Ýylmanak reňkli tohumlary bolan mekgejöwen ösümliklerini reňksiz ýygirtly tohumlary bolan ösümlikler bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -de nesilleriň ählisi reňkli ýylmanak tohumly boldular. Seljeriji çaknyşdyrmak netijesinde 4152 sany ýylmanak reňkli tohumly, 149 sany ýygirtly reňkli tohumly, 152 sany ýylmanak reňksiz tohumly, 4166 sany ýygirtly reňksiz tohumly ösümlikler alyndy. 1) alamatlaryň haýsy biriniň dominantdygyny; 2) dominant alamatlara jogap berýän genleriň **sis** ýa-da **trans** ýagdaýdadygyny; 3) bu genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitleň.



100. **A** we **B** genler boýunça digeterozigot drozofila siňeklerini resessiw alamatlara eýe bolan siňekler bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -de 8,2% rekombinant nesilleri aldylar. **M** we **N** genler boýunça digeterozigot siňekler resessiw alamatly siňekler bilen çaknyşdyrylanda bolsa nesilleriň 10,4%-i perekombinirlenen alamatly boldy. **M** we **N** genleriň arasyndaky uzaklygyň **A** hem-de **B** genlere görä näçe göterim artykdygyny anyklaň.

101. Iki jübüt drozofila siňekleri çaknyşdyryldy. Olaryň enelik osoblary **A** we **B** genler boýunça digeterozigotdyr, atalyk şekilleri bolsa resessiw alamatlara eýedir. Nesilde dürli genotipiki klaslaryň şu gatnaşyklary alyndy: birinji çaknyşdyrmada – 41,5% **AaBb** : 8,5% **Aabb** : 8,5% **aaBb** : 41,5% **aabb**; ikinji çaknyşdyrmada – 41,5% **Aabb** : 8,5% **AaBb** : 8,5% **aabb** : 41,5% **aaBb**. 1) **A** we **B** genleriň **sis** ýa-da **trans** ýagdaýdadygyny; 2) enelik osoblaryň birinji we ikinji çaknyşdyrmasynda **A** we **B** genleriň arasyndaky uzaklygy krossingoweriň göteriminde kesgitläň.

## Hromosomlaryň kartalaşdyrylyşy

### Meseleleri çözmek endiklerini berkitmek

1. Dykgat bilen meseläniň şertini okaň. Genetiki şertli belgileri ulanyp, jübüt genleri we olaryň arasyndaky uzaklygy ýa-da nesilleriň dargamasyny görkezip, meseläniň şertini ýazyň.

2. Eger meselede nesilleriň dargamagy berlen bolsa, genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň. **Hromosomlaryň arasynda birleşin, şeýle hem ikileýin krossingoweriň bolmak ähtimallygynyň bardygyny unutmaň.** Onuň üçin:

– krossower we krossower däl osoblary kesgitläň. **Krossower däl osoblaryň krossower osoblara görä sanynyň, elmydama, köp bolýandygyny unutmaň;**

– haýsy genleriň arasynda krossingoweriň bolandygyny, şol jübüt gen boýunça krossower osoblaryň sanyny kesgitläň;

– genleriň arasyndaky krossingoweriň ýygylgyny kesgitläň.

1) birleşin krossingoweriň ýygylgy aňlatma bilen kesgitlenilýär;



2) birleýin krossingowerde hromosomyň iki tarapyndaky gyraky genleriň arasyndaky uzaklyk bir gyraky gen bilen marker – geniň arasyndaky hem-de marker – genden beýleki bir gyraky geniň arasyndaky uzaklygyň jemine deňdir;

3) ikileýin krossingowerde genleriň arasyndaky uzaklyk birleýin krossingowerleriň jemi görterimine we ikileýin krossingowerleriň görteriminiň esseleýin köpeldilmegine deňdir;

3. Hromosomyň böleklerini şertli görkezýän göni çyzygy çyzyň. Genleriň hromosomda göni ýerleşýändigini unutmaň. Hromosom kartalary düzülende, masştaby saklamagy ýatda saklaň.

4. Hromosomyň iki tarapyndaky gyraky genleri kesgitleň we olary karta ýerleşdiriň. Krossingoweriň görterimi näçe ýokary bolsa, sonça-da hromosomda genler biri-birinden uzak ýerleşýär;

5. Beýleki genleriň ýerleşişine seljerme beriň we kartada ýerleşdiriň;

6. Meseläniň soraglaryna jogap beriň.

### Meseleler we olaryň çözülişi

1. Eger genleriň arasyndaky uzaklyk **C** we **E** – 10%, **C** we **A** – 1%, **A** we **E** – 9%, **B** we **E** – 6%, **A** we **B** – 3%, **B** we **D** – 2%, **E** we **D** – 4% bolsa, onda **A, B, C, D, E** genleri saklaýan hromosomyň kartasyny düzüň?

#### Berlen:

**C/E** – 10%

**C/A** – 1%

**A/E** – 9%

**B/E** – 6%

**A/B** – 3%

**B/D** – 2%

**E/D** – 4%

Hromosom kartasy?

#### Çözülişi:

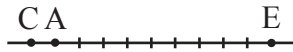
1. *Hromosomdaky gapdal genleri kesgitlep, ony kartada ýerleşdirýäris.* Krossingoweriň iň uly ýygylgy **C** we **E** genleriň arasynda ýüze çykyppdyr. Diýmek, bu genler gapdal genlerdir.



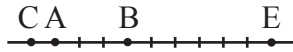
2. *Beýleki genleriň ýerleşişini kesgitleýäris.* 1% krossingower ýygylgyda **A** gen ýerleşýär. Onuň **E** genden uzaklygy 9%. Diýmek, ol **C** we **E** geniň arasynda ýerleşýär.



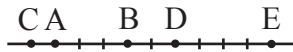




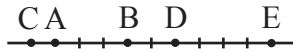
**B** gen **A** genden 3% krossingower uzaklykda ýerleşýär, **E** genden bolsa uzaklygy 6%-dir. Diýmek, ol **A** we **E** geniň arasynda ýerleşýär.



**D** gen bilen **B** geniň arasynda 2%, **D** gen bilen **E** geniň arasynda 4% uzaklyk bar.



**Jogaby:** Hromosomyň kartasy:



3. Mekgejöweniň üç jübüt alleli boýunça geterozigot ösümligini bu genler boýunça resessiw ösümlik bilen çaknyşdyrdylar. Alnan nesilde şu gatnaşyk ýüze çykdy:

$A\_B\_C\_ - 113$ ,       $aabbC\_ - 64$ ,       $aabbcc - 105$   
 $A\_B\_cc - 70$ ,       $A\_bbC\_ - 17$ ,       $aaB\_cc - 21$

Berlen genleriň hromosomda ýerleşiş tertibini we olaryň arasyndaky uzaklygy krossingoweriň görteriminde kesgitläň?

**Berlen:**

$A\_B\_C\_ - 113$   
 $A\_B\_cc - 70$   
 $aabbC\_ - 64$   
 $A\_bbC\_ - 17$   
 $aabbcc - 105$   
 $aaB\_cc - 21$

Genleriň hromosomdaky ýerleşiş yzygiderliligi we olaryň arasyndaky uzaklyk – ?

**Çözülişi:**

1. Krossower we krossower däl ösümlikleri kesgitleýäris. Krossower däl osoblaryň sany mydama krossower osoblaryňkydan köp bolýar. Şonuň üçin  $A\_B\_C\_$  we  $aabbcc$  genotipli ösümlikler krossower däl bolýarlar. Beýleki galan ösümlikler bolsa krossowerdirler.



2. *Haýsy genleriň arasynda krossingoweriň bolýandygyny krossower ösümliklerde kesgitleýäris. aaB\_cc we A\_bbC\_ genotipli ösümlikleriň A hem-de B genleriniň arasynda krossingower bolupdyr (I krossowerler). A\_B\_cc, aabbC\_ genotipli ösümlikleriň bolsa B we C genleriniň arasynda krossingower bolupdyr (II krossowerler).*

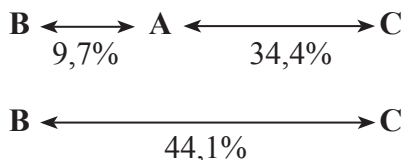
3. *Genleriň arasyndaky krossingoweriň ýygylgyny kesgitleýäris. Onuň üçin (1) aňlatmadan peýdalanýarys:*

$$\text{Atanaklaşmanyň ýygylgy } B/A = 17 + 21/390 \times 100\% = 9,7\%$$

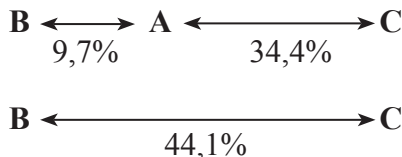
$$\text{Atanaklaşmanyň ýygylgy } A/C = 64 + 70/390 \times 100\% = 34,4\%$$

$$\text{Atanaklaşmanyň ýygylgy } B/C = 17 + 21 + 64 + 70/390 \times 100\% = 44,1\%$$

4. *Genleriň ýerleşiş yzygiderliligini kesgitleýäris. B we C genleriň arasyndaky uzaklyk in uly aralyk bolup durýar. Diýmek, olar gapdal genlerdir. A gen B we C genleriň arasynda ýerleşýär. Sebäbi  $B/A + A/C = B/C$  ( $9,7 + 34,4 = 44,1$ ). Şeýlelik bilen, genler BAC yzygiderlilikde ýerleşendir.*



**Jogaby:** Genleriň ýerleşiş yzygiderliligi we olaryň arasyndaky uzaklyk:



### Barlag meseleleri

102. A, B, C genler bir tirkeg toparynda ýerleşýärler. Krossingower A we B genleriň arasynda 7,4% ýygylkda, B we C genleriň arasynda 2,9% ýygylkda geçýär. Eger A we C genleriň arasyndaky



uzaklyk 10,3% krossingowere deň bolsa, **A, B, C** genleriň ýerleşiş yzygiderliligini tapyň.

103. **A, B, C** genler bir tirkeg toparynda ýerleşýärler. **A** we **B** genleriň arasyndaky krossingower 7,4% ýyglykda, **B** we **C** genleriň arasyndaky krossingower bolsa 2,9% ýyglykda geçýär. Eger **A** we **C** genleriň arasyndaky uzaklyk 4,5% krossingowere deň bolsa, **A, B, C** genleriň ýerleşiş yzygiderliligini kesgitläň.

104. Eger **B** we **C** genleriň arasynda 2,5%, **C** hem **A** genleriň arasynda 3,7%, **A** hem **E** genleriň arasynda 6%, **E** hem **D** genleriň arasynda 2,8%, **A** hem **B** genleriň arasynda 6,2%, **B** hem **D** genleriň arasynda 15%, **A** hem **D** genleriň arasynda 8,8% krossingower geçýän bolsa, **A, B, C, D, E** genleri saklaýan hromosomyň kartasyny düzüň.

105. Eger **C** we **E** genleriň arasyndaky uzaklyk 5%-e, **C** we **A** genleriň arasyndaky uzaklyk 14%-e, **A** hem-de **E** genleriň arasyndaky uzaklyk 19%-e, **B** hem **E** genleriň arasyndaky uzaklyk 12%-e, **A** hem-de **B** genleriň arasyndaky uzaklyk 7%-e, **C** hem **D** genleriň arasyndaky uzaklyk 2%-e, **D** hem-de **E** genleriň arasyndaky uzaklyk 3%-e deň bolsa, **A, B, C, D, E** genleriň hromosom kartasyny düzüň.

106. Seljeriji çaknyşdyrma netijesinde nesillerde şu gatnaşyklar alyndy:

<b>A_B_C</b> – 120;	<b>aaB_C_</b> – 62;
<b>A_B_cc</b> – 10;	<b>aaB_cc</b> – 68;
<b>A_bbC_</b> – 65;	<b>aabbC_</b> – 12;
<b>A_bbcc</b> – 63;	<b>aabbcc</b> – 125.

Genleriň hromosomdaky ýerleşiş yzygiderliligini we olaryň arasyndaky uzaklygy atanaklaşmanyň birliklerinde kesgitläň.

107. Seljeriji çaknyşdyrmak netijesinde nesillerde şu fenotipiki gatnaşyklar alyndy:

<b>X_Y_Z_</b> – 30;	<b>xxY_zz</b> – 15;
<b>X_Y_zz</b> – 172;	<b>xxyyZ_</b> – 172;
<b>X_yyZ_</b> – 17;	<b>xxyyzz</b> – 28;
<b>X_yyzz</b> – 2;	<b>xxY_Z_</b> – 3.

Genleriň hromosomdaky ýerleşişini we olaryň arasyndaky uzaklygy morganit birliğinde kesgitläň.



108. Syçanlaryň iki ugry (liniýasy) çaknyşdyryldy: haýwanlaryň birisiniň tüýi egilen kadaly uzynlykly, beýlekisiniňki göni we uzyn tüýli boldy.  $F_1$ -iň gibridler kadaly uzynlykly göni tüýli bolupdyr (genle trans ýagdaýda). Seljeriji çaknyşdyrma netijesinde 198 sany kadaly göni tüýli syçan, 54 sany egilen göni tüýli syçan, 48 sany uzyn göni tüýli we 196 sany uzyn egilen tüýli syçan alyndy. Şu alamatlara jogap berýän genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň.

109. Pomidoryň uzyn baldagy gysga baldakly alamatyň üstünden dominirleýär. Miwesiniň togalak miweli görnüşi armyt şekillisiniň üstünden dominirleýär. Bu alamatlara jogap berýän genleriň arasyndaky daşlyk 20%-e deňdir. Gomozigot uzyn baldakly armyt şekilli miweli pomidor ösümligini gysga boýly gomozigot togalak miweli pomidor ösümligi bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -de uzyn boýly togalak miweli ösümlikleri aldylar. Eger **a** we **B** genler bir tirkeg toparynda ýerleşýän bolsa hem-de krossingower geçmese, alnan gibridler özara çaknyşdyryp, nähili nesillere garaşmak bolar?

110. Mekgejöweniň reňkli ýylmanak tohumly ösümligini reňksiz ýygirtly ösümligi bilen çaknyşdyrdylar.  $F_1$ -de reňkli ýylmanak tohumly ösümlükler alnypdyr. Seljeriji çaknyşdyrmada 8304 ösümlük ýylmanak reňkli tohumly, 298 sany ýygirtly reňkli tohumly, 304 sany ýylmanak reňksiz tohumly, 8326 sany ýygirtly reňksiz tohumly mekgejöwen ösümlükleri alnypdyr. Alnan netijelere düşündiriş beriň. Genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň.

111. Ejesi daltonik, kakasy gemofilik sagdyn gyz bu keselleriň ikisinden hem ejir çekýän oglana durmuşa çykýar. Gemofiliýa we daltonizme jogap berýän genleriň arasyndaky daşlyk 9,8% bolup, krossingower geçen ýagdaýynda, bu maşgalada doguljak çagalar nähili bolar? Ýadyňyzda bolsa, bu iki gen hem jyns bilen bagly bolan resessiw alamatlardyr.

112. Gije körlük hem-de reňk saýgarmazlyk biri-birinden 48 morganit daşlykda ýerleşýär. Ejesi gije körlük, kakasy reňk saýgarmazlyk keselinden ejir çekýän sagdyn gyz bu iki kesel bilen hem keselli bolan oglana durmuşa çykýar. Bu maşgalada doguljak çagalar nähili bolar (eger krossingower geçmese)?

113. Drozofila siňeginiň resessiw **cut (ct)** geni kesilen ganatlara, resessiw **tan (t)** geni bolsa bedeniň gamtyl bolmagyna jogap berýär. Digeterozigot urkaçy siňegi resessiw alamatly erkek siňek



bilen çaknyşdyryp, ýokarda berilýän genleriň uzaklygyny kesgitläp bolarmy?

114. Drozofilanyň iki ugruny (liniýasyny) çaknyşdyrdylar: **bbprpr** – gara beden açyk gyzył gözli (berlen genler bir tirkeg toparynda ýerleşýär) we **b<sup>+</sup>b<sup>+</sup>pr<sup>+</sup>pr<sup>+</sup>** – çal beden gyzył gözli (berlen genler bir tirkeg toparynda ýerleşýär). Iki gen hem 2-nji topar tirkelmä degişli, olaryň arasyndaky krossingower 6%. Eger genleriň arasynda krossingower geçen ýagdaýynda, geterozigot **b<sup>+</sup>bpr<sup>+</sup>pr<sup>+</sup>** we **bbprpr** genotipli liniýalary çaknyşdyryp alnan nesillerde seljeriji çaknyşdyrma geçirilende, näçe sany krossower osoblar alnar (diýeli, F<sub>a</sub>-da 11289 nesil alynmaly)?

115. Drozofilanyň **b** we **vg** genleriniň arasyndaky krossingower 17%-e deň. Eger **b<sup>+</sup>** we **vg** genler bir tirkeg toparynda ýerleşýän bolsa, **b<sup>+</sup>bvg<sup>+</sup>vg** x **bbvgvg** (**vg** – düwünçek ganatly, **vg<sup>+</sup>** – kadaly ganatly, **b** – gara beden, **b<sup>+</sup>** – çal beden) genotipli liniýalaryny çaknyşdyryp, F<sub>a</sub>-da näçe sany krossower osob ýüze çykar (diýeli, nesilde 5687 osob alyndy)?

116. Bir aýalyň 8 sany ogly bolupdyr. Olaryň dört sanysy iki keselden, ýagny hem gemofiliýadan, hem daltonizmden ejir çekipdir. Beýleki iki ogly diňe gemofiliýa, dört ogly bolsa daltonizm bilen keselli bolup, ogullarynyň birisi sagdyn bolupdyr. Onda bu aýalyň genotipini kesgitläň.

117. Drozofilanyň ikinji hromosomynyň 54,5-nji lokusynda diş-diş ganatlylyga jogap berýän gen ýerleşýär. 48,5-nji lokusynda bolsa gara reňkli bedeniň bolmagyna, 5,5-nji lokusynda hem göz torlarynyň ululygyna jogap berýän resessiw genler ýerleşýärler. Bu genleriň dominant allelleri **A** – tekiz ganatlylyga, **B** – gyzył reňkli bedeniň bolmagyna, **D** – göz torlarynyň kiçi bolmagyna jogap berýärler. Dominant alamatlary boýunça geterozigot urkaçy siňek resessiw alamatly ýabany erkek siňek bilen çaknyşdyryldy. Eger krossingower bolsa, bu çaknyşdyrmadan nähili fenotipli siňekleri alyp bolar?

118. Öý towşanlarynyň iki görnüşini çaknyşdyrypdyrlar. Olaryň biri gara reňkli kadaly tüýli, beýlekisi goňur reňkli gysga tüýli. Alnan gibridler gara kadaly tüýli bolupdyr (**A** we **B** genler bir tirkeg toparynda ýerleşýär). Seljeriji çaknyşdyrmada şu dargama ýüze çykypdyr:



<b>Tüýüniň uzynlygy</b>	<b>Tüýüniň reňki</b>	<b>Nesilleriň sany</b>
1	2	3
kadaly	gara	44
gysga	gara	19
kadaly	goňur	20
gysga	goňur	45

Alamatlaryň nähili nesle geçýändigini we **A** hem-de **B** genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň.

119. Drozofilanyň iki liniýasyny çaknyşdyrypdyrlar. Olaryň biriniň redusirlenen ganatlary, gyzył gözleri, bedeniniň kadaly ösüntgileri, beýlekisiniň kadaly ganatlary, mele gözleri, bedeni ösüntgisiz bolupdyr.  $F_1$ -de kadaly ganatly, gyzył gözli, ösüntgili siňekler alnypdyr. Seljeriji çaknyşdyrma netijesinde şu aşakdaky dargama alnypdyr:

<b>Alamatlar</b>			<b>Siňekleriň mukdary</b>
<b>Ganatlar</b>	<b>Gözler</b>	<b>Ösüntgiler</b>	
1	2	3	4
kadaly	mele	ýok	126
kadaly	gyzyl	bar	42
kadaly	mele	bar	59
kadaly	gyzyl	ýok	20
redusirlenen	mele	ýok	38
redusirlenen	mele	bar	21
redusirlenen	gyzyl	ýok	61
redusirlenen	gyzyl	bar	112

Siňekleriň redusirlenen ganatlylygyna, gyzył gözlüligine, bedeniniň ösüntgili bolmagyna jogap berýän genler bir tirkege toparynda ýerleşýän bolsalar, onda krossower osoblaryň sanyny kesgitläň.

120. Pomidoryň uzyn boýlulyk alamaty gysga boýlulygyň, epidermisiň ýylmanaklygy tüýjümekligiň üstünden dominirleýär. Digeterozigot uzyn boýly ýylmanak epidermisli ösümlik gysga boýly tüýjümek epidermisli ösümlikler bilen çaknyşdyryldy, 209 sany uzyn baldakly tüýjümek epidermisli, 10 sany uzyn boýly ýylmanak epi-



dermisli, 6 sany gysga boýly tüýjümeň epidermisli we 197 sany gysga boýly ýylmanak epidermisli ösümlikleri aldy. Enelik we atalyk ösümlikleriň genotiplerini we genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň (uzyn boýlulyga we tüýjümeň epidermise jogap berýän genler bir tirkege toparynda ýerleşýär).

121. Gysga aýakly, gysga gulakly syçanlary uzyn aýakly, uzyn gulakly syçanlar bilen çaknyşdyrdylar, alnan nesiller gysga aýakly gysga gulakly boldy. Seljeriji çaknyşdyrmada şu netijeler alyndy:

Uzynlygy		Osoblaryň sany
Aýagy	Gulagy	
1	2	3
gysga	gysga	158
uzyn	uzyn	149
gysga	uzyn	28
uzyn	gysga	21

Syçanlaryň aýagyň we gulagyň uzynlygyna jogap berýän genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň.

122. Urkaçy drozofilanyň bedeni sary (a), gözleri gyzyň reňkli (b) bolup bilýär. Bu urkaçy siňegi ýabany dominant alamatlara eýe bolan erkek siňek bilen çaknyşdyrdylar. F<sub>1</sub>-de ähli urkaçy siňekler ýabany görnüşli, erkek siňekler bolsa sary reňkli, gyzyň gözli bolupdyr. Almatlaryň neslegeçijilik häsiýetini we drozofilalaryň genotipini kesgitläň.

123. Hlorofiliň kadaly mukdaryny saklaýan, fertilligi hem kadaly bolan digeterozigot mekgejöwen ösümligini resessiw alamatly ösümlükler bilen çaknyşdyrdylar.

Fenotipler		Ösümlikleriň sany
Öslerler	Fertillik	
1	2	3
hlorofilli	kadaly	237
hlorofilli	pes	63
hlorofilsiz	kadaly	40
hlorofilsiz	pes	270



Bu iki alamata jogap berýän genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň.

124. Drozofilanyň iri, uly torly gözleri (**ec**) bar. Bu alamat gözleriň kadaly torly (**ec<sup>+</sup>**) bolmagyna görä resessiwdir. Ganatlarynda damarlanyşyň bolmazlygy (**cv**) damarly ganatlara (**cv<sup>+</sup>**) görä resessiwdir. Dominant alamatlary saklaýan digeterozigot siňeklerde seljeriji çaknyşdyrmak geçirildi we aşakdaky genotipli nesiller alyndy:

**eececv<sup>+</sup>cv** – 2125, **eececv** – 33, **ec<sup>+</sup>eccv<sup>+</sup>cv** – 26, **ec<sup>+</sup>eececv** – 2207.

Eger **ec<sup>+</sup>** we **cv** genler bir tirkeg toparynda ýerleşýän bolsalar, **ec<sup>+</sup>** we **cv** genleriň arasyndaky uzaklygy kesgitläň.

125. Drozofila siňeklerinde gözün gyzyň reňki dominant, ak reňki resessiw gen bilen kesgitlenip, bu gen **X** hromosomda ýerleşýär. Gyzyň gözli geterozigot urkaçy siňekler bilen ak gözli erkek siňekler çaknyşdyrylsa, nesilleri nähili bolar?

126. Ördeklerde jyns bilen baglanyşykly **B** gen ýelegiň ýaşyl reňkini, **b** gen mele reňkini kesgitleýär we ol **X** hromosom bilen bagly nesle geçýär. Ördekleriň geterozigot ýaşyl reňkli urkaçylary bilen mele reňkli erkekleri çaknyşdyrylsa, nesilleri nähili bolar?

127. Pişiklerde tüýüniň sary reňki dominant, gara reňki resessiw gen bilen kesgitlenilýär. Geterozigotlar pyşdyl reňkli ýa-da üç reňkli bolýarlar. Tüýüniň reňkini kesgitleýän gen **X** hromosomda ýerleşýär. Eger erkek pişik gara, urkaçy pişik gomozigot sary reňkli bolsa, olardan alnan pişik çagalary nähili reňkde bolýar? Erkek çaga pişikler pyşdyl reňkde bolup bilermi?

128. Tut ýüpek gurçugynyň kebeleginiň goýýan ýumurtgalary ak reňkli (**A** gen) ýa-da garamtyl reňkli (**a** gen) bolup biler. Bu genler **X** hromosomda ýerleşýär. Tut ýüpek gurçuklarynyň urkaçysy geterogamet jynsly. Ýumurtganyň reňkine görä enelik we atalyk osoblary biri-birinden tapawutlandyryp bolarmy?

129. Gipertihoza (gulak ýelkeniniň tüýli bolmagy) jogap berýän gen **Y** jyns hromosom bilen baglanyşykly nesle geçýär. Eger maşgalada erkek adamyň gulagy tüýli bolsa, çagalarynda bu alamatyň ýüze çykyşy nähili bolar?

130. Dişleriň garalmagy iki sany dominant gen arkaly nesle geçýär. Bu genleriň biri autosomda, beýlekisi **X** hromosomda ýerleşýär.





Ikisiniñ hem dişi gara bolan är-aýaldan ak dişi gyzjagaz we oglanjyk doglupdyr. Eger aýalyñ dişiniñ garalygy **X** hromosomdaky gen, erkek adamyñ dişiniñ garalygy autosomadaky dominant gen sebäpli ýüze çykýan bolsa (är-aýalyñ ikisi hem geterozigot), indiki doguljak çagalaryñ dişiniñ nähili bolup biljekdigini anyklamaly?

131. Gemofiliýa (ganyñ lagtalanmazlygy) we daltonizm (reňk saýgarmazlyk) **X** hromosomdaky resessiw genler arkaly nesle geçýär. Sagdyn (iki geni hem gomozigot) aýaldan we gemofilik hem-de daltonik erkek adamdan nähili çagalaryñ dogulmagy mümkin?

132. Adamda daltonizme we gije körlüğe jogap berýän resessiw genler **X** hromosomda ýerleşýärler. Ejesi gije körlük, kakasy daltonizmden ejir çekýän sagdyn (geterozigot) aýal kadaly görüjiligi bolan erkek adama durmuşa çykýar. Eger daltonizm we gije körlüğe jogap berýän genler sis ýagdaýda ýerleşip, gametalar emele gelende krossingower geçse, bu nikadan iki alamat boýunça hem kesel çagalaryñ dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

133. Adamyñ daltonizmi we gije körlük keselleri resessiw genler arkaly kesgitlenip, bu genler **X** hromosomda, gipertrihoz bolsa resessiw alamat bolup, **Y** hromosomda ýerleşýär. Iki alamat boýunça digeterozigot aýal bilen gipertrihozly, daltonik we gije körlük keselinden ejir çekýän erkek adam durmuş gurupdyr. Bu nikadan gulagy tüýli we iki alamat boýunça hem keselli çagalaryñ dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

134. Adamyñ daltonizmine we gije körlüğine jogap berýän resessiw genler **X** hromosomda ýerleşýär. Aýaklaryñ barmaklarynyñ arasynda perdäniñ bolmagy resessiw alamat bolup, ol **Y** hromosomda saklanýar. Digeterozigot aýal bilen barmaklarynyñ arasy perdeli, daltonik gije körlükden ejir çekýän erkek adamyñ nikasyndan nähili çagalara näçe gatnaşykda garaşyp bolar, eger:

1) aýalyñ daltonizme we gije körlüğe jogap berýän genleri trans ýagdaýda ýerleşip, krossingower bolmasa;

2) aýalyñ daltonizme we gije körlüğe jogap berýän genleri sis ýagdaýda ýerleşip, krossingower bolmasa;

3) aýalyñ daltonizme we gije körlüğe jogap berýän genleri sis ýagdaýda ýerleşip, krossingower bolsa;

4) aýalyñ daltonizme we gije körlüğe jogap berýän genleri trans ýagdaýda ýerleşip, krossingower bolsa.



135. Adamyň daltonizme we gije körlüğe jogap berýän resessiw genleri X hromosomda ýerleşip, olaryň arasyndaky uzaklyk 20 morganite deň. Aýaklaryň barmaklarynyň arasynda perdeleriň bolmagy hem resessiw alamat bolup, Y hromosomda saklanýar. Trigeterozigot mele gözli aýal bilen geterozigot mele gözli, kadaly görýän, barmaklary perdeli erkek adamyň nikasyndan nähili çagalara we näçe gatnaşykda garaşa bolar, eger:

1) aýalyň daltonizme we gije körlüğe jogap berýän genleri sis ýagdaýda ýerleşen bolsalar (krossingower geçmese);

2) aýalyň daltonizme we gije körlüğe jogap berýän genleri sis ýagdaýda ýerleşen bolsalar (krossingower geçse);

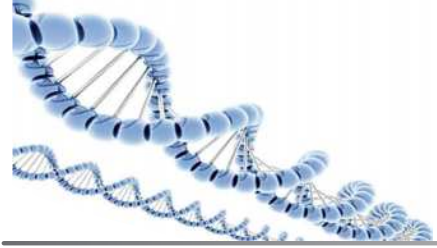
3) aýalyň daltonizme we gije körlüğe jogap berýän genleri trans ýagdaýda ýerleşen bolsalar (krossingower geçse).

136. Käbir süýdemdirijilerde (adam, at, it) gemofiliýa (ganyň lagtalanmazlygy) resessiw gen arkaly nesle geçýär. Bu geniň dominant alleli ganyň kadaly lagtalanmagyny üpjün edýär. Eger sagdyn erkek adam geterozigot sagdyn aýal bilen nikalaşsa, onda bu maşgalada näsag çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

### Barlag soraglary:

1. Hromosom jübütleriniň sany bilen tirkeg toparlarynyň sanynyň nähili baglanyşygy bolup biler?
2. Tirkeg toparlary nämäni aňladýar?
3. Bir hromosomda ýerleşýän genlere näme diýilýär?
4. Nähili hromosomlary bir tirkeg toparyna degişli edýärler?
5. Bir tirkeg toparyna degişli bolan genleriň indiki nesle tirkelen ýagdaýda geçmegine näme diýilýär?
6. Erkekleriň we aýallaryň genotipinde näçe sany tirkeg topary bar?
7. G.Mendeliň üçünji kanuny T.Morganyň tejribeleriniň netijelerine laýyk gelýärmi?
8. Krossingower näme? Tirkeg toparlary üçin onuň nähili täsiri bolup biler?
9. Krossingoweriň ýygylgy bilen genleriň arasyndaky uzaklygyň nähili baglanyşygy bolup biler?
10. Nähili hadysalar genleriň indiki nesle geçmekdäki tirkelmesine päsgelçilik döredip biler?
11. Morganit ölçeg birligi nämäni aňladýar?
12. Hromosomlaryň genetiki kartasy düzülende, nähili işler we hasaplamalar geçirilýär?
13. Genetiki we sitologiki kartalaryň meňzeş taraplaryny görkeziň.





Haçan-da janly bedenlerde gibridologik barlag usullaryny ulanyň bolmadyk ýagdaýynda, meselem, az nesilli bolanda, genetiki seljermäniň beýleki usullary ulanylýar. Şonuň ýaly hem genealogik, ýagny garyndaşlygyň birnäçe (sanlyja) nesilleriniň seljermesi (analizi) geçirilýär. Bu usul adamda, öý haýwanlarynda, hatda ösümliklerde hem ulanylýar. Genealogik seljermäniň üsti bilen aşakdaky soraglara jogap tapyp bolýar: alamatyň tebigaty nähili (nesle geçýänmi, geçmeýänmi), alamatyň neslegeçijiliginiň häsiýeti (dominantmy, resessiwm, autosom ýa-da jyns gametalarynda saklanyp, jyns bilen bagly nesle geçýärm, we ş.m.).

Genealogik usul 2 tapgyrdan durýar:

1. Garyndaşlyk we onuň geografik şekiliniň düzülişi;
2. Alnan netijeleriň genetiki seljermesi.

Haýsydyr bir alamatyň neslegeçijilik häsiýetini kesgitlemek üçin alamatlarynyň seljermesi geçirilip başlanýan adama **proband** diýilýär. Maşgala hakynda maglumat jemlemek **probandadan – indiwidden** başlanýar. Ol maglumat anyk garyndaşlyk maglumaty bolup, lukmanyň esasy gyzyklanýan görkezijisidir. Köplenç ol öwrenilýän alamaty görerij, ýa-da näsag adam bolup durýar. Garyndaşlyk seljermesinde ýakyn garyndaşlary (çagalary, agtyklary, çowluklary, şonuň ýaly hem ene-atasy, babasy, atasynyň babasy we ş.m.) baradaky maglumatlar alynýar. Bir ene-atadan emele gelen çagalary **sibsler** diýip atlandyrylýar. Ýagny probandyň erkek we aýal doganlaryna **sibsler** diýilýär. Köplenç garyndaşlyk seljermesinde bir ýa-da birnäçe alamat alynýar. Garyndaşlyk seljermesinde näçe köp nesil yzarlanan (barlanan) bolsa, şonça hem genetiki taýdan anyk maglumat goýmaga mümkinçilik döreýär. Genetiki maglumaty jemlemek maşgalany içgin öwrenmek, anketirlemek esasynda amala aşyrylýar. Garyndaşlyk seljermesi edilende, probanda degişli bolan her garyndaş agzasy hakda gysgaça maglumat toplanýar. Ol maglumatda adamyň ady, atasynyň ady, doglan we aradan çykan wagty, ýaşı, milleti, maşgalanyň ýaşaýan ýeri, hünäri, maşgalada nesle geçýän keseller barada (eger bar bolsa),



aradan çykanlaryň ölüminiň sebäbi we başga-da anyk maglumatlar ýazylyar.

Proband baradaky maglumatlar doly jemlenenden soň, degişli şertli belgileri (*14-nji surat*) ulanmak arkaly garyndaşlyk seljermesiniň grafiki çyzgydy düzülýär.

**Garyndaşlyk seljermesi edilende göz önünde tutulmaly aýratynlyklar:**

**1 Autosom – dominant neslegeçijilik:**

a) Bu alamatlar ähli nesillerde diýen ýaly duşýar. Esasan hem, birmeňzeş ýagdaýda oglanjyklarda we gyzjagazlarda gabat gelýär;

b) Eger ene-atanyň birisi alamaty göteriji bolsa, onda ol alamatyň ýa ähli nesilde ýa-da nesilleriň ýarysynda ýüze çykmak ähtimallygy bar.

**2. Autosom – resessiw neslegeçijilik:**

a) Bu alamatlar seýrek duş gelýär, ähli nesillerde ýüze çykyp durmaýar, oglanjyklarda we gyzjagazlarda, köplenç halatda, meňzeş ýagdaýda duşýar;

b) Alamat ene-atada ýok bolsa hem çagalarynda ýüze çykyp biler;

ç) Eger ene-atanyň birisi bu alamaty göteriji bolsa, onda bu alamatyň çagalarynda ýüze çykman galmak ýa-da çagalarynyň ýarysyn-da ýüze çykmak ähtimallygy bar.

**3. Jyns bilen bagly neslegeçijilik:**

a) **X – dominant neslegeçijilik:**

– Alamat köp ýagdaýda aýallarda ýüze çykýar;

– Eger ejesi näsag, kakasy sagdyn bolsa, onda alamatyň hem gyzjagazlarda, hem oglanjyklarda ýüze çykmak ähtimallygy bar;

– Eger kakasy näsag, ejesi sagdyn bolsa, onda alamatyň gyzjagazlaryň ählisinde ýüze çykmak, oglanjyklarda ýüze çykmazlyk ähtimallygy bar;

b) **X – resessiw neslegeçijilik:**

– Köp halatda alamat erkeklerde ýüze çykýar;

– Eger ejesi sagdyn göteriji, kakasy sagdyn bolsa, onda alamatyň ogullarynyň 50%-inde ýüze çykmak ähtimallygy bar;

– Köp halatda alamat nesil aşa (nesilden-nesle geçip) köp ýüze çykýar;

– Eger kakasy kesel, ejesi göteriji sagdyn bolsa, onda alamatyň oglanjyklaryň we gyzjagazlaryň ýarysynda ýüze çykmak, şonuň ýaly



hem, gyzjagazlaryň ýarysynyň bu alamaty göteriji bolup dogulmak ähtimallygy bar.

ç) Y jyns bilen bagly neslegeçijilik:

– Alamat diňe erkek jynsda ýüze çykýar;

– Eger kakasy berlen alamata eýe bolsa, onda bu alamat ogullaryna hem geçýär.

#### **4. Sitoplazmatiki neslegeçijilik:**

1) Alamat iki jynsda hem birmeňzeş ýüze çykýar;

2) Alamat nesillere eneden geçýär;

3) Alamatý göteriji ene bu alamatý nesilleriň ählisine ýa-da ýarysyna geçirýär.

### **Meseleleri çözmek endiklerini berkitmek**

1. Alamatý neslegeçijilik häsiýetini – dominant ýa-da reses-siwdigini kesgitleň. Onuň üçin şu aşakdaky berlenleri anyklamak zerurdyr:

a) öwrenilýän alamat ýygy-ýygýdan duşýarmy (her gezekki nesilde ýüze çykýarmy ýa-da ýok)?

b) garyndaş hasaplanýan osoblaryň köpüsi öwrenilýän alamatý saklaýarmy?

ç) ene-atada seljerilýän alamat ýok bolup, onuň çagalarda ýüze çykýan ýagdaýlary duş gelinýärmi?

d) ene-atada seljerilýän alamat bar bolup, çagalarynda şol alamat ýüze çykmaýan ýagdaýlary duş gelýärmi?

ä) eger ene-atanyň biri seljerilýän alamata eýe bolsa, nesilleriň haýsy bölegi seljerilýän alamatý saklar?

2. Seljerme edilýän alamat jyns bilen bagly nesle geçýärmi?

Onuň üçin aşakdaky ýagdaýlary anyklamak zerurdyr:

a) seljerme edilýän alamat iki jynsyň wekillerinde hem nähili ýygýlykda ýüze çykýar. Ýa-da haýsy jynsda seýrek, haýsynda ýygýygýdan ýüze çykýar?

b) haýsy jynsyň wekilleri alamatý saklaýjy eneden we atadan seljerilýän alamatý alýarlar?

3. Seljermäniň netijeleri esasynda garyndaşlyk seljermesindeki ähli osoblaryň genotipini kesgitlemäge synanyşyň. Genotipleri kesgitlemek üçin bir nesildäki osoblaryň dargama gatnaşygyny tapyň?



○ – aýal

□ – erkek

●, ■ – alamata eýe bolan ýa-da kesel adamlar

○ — □ ya-da ○ — □ – nika

○ ýa-da □ – proband – seljerme berilýär adam

○ ○ □ □ – bir nikadan bolan çagalar (sanlar çagalaryň dogluş yzygiderliligini görkezýär)

○ ○ – bir ýumurtga öýjüginde bolan ekizler

○ □ – dürli ýumurtga öýjüginde bolan ekizler

◐, ◑ ýa-da ◒, ◓ – geterozigot görterijiler

■, ● – öli doglan çagalar

◐, ◑, ◒, ◓, ◔, ◕ – dürli anomaliýalary görterijiler we olaryň bilelikde ýüze çykmagy

○ — □ – ýakyn garyndaşlyk nikasy

⊗, ⊗ – doglandan soň ölen çagalar

○ — □ – erkek adamyň iki aýal bilen durmuş gurmagy (iki aýallylyk)

○ — □ – nikasyz gyz

◊<sub>5</sub> – jynsy görkezilmezden çagalaryň umumy sany

**14-nji surat. Garyndaşlyk seljermesi geçirilende ulanylýan belgiler**



### **Garyndaşlyk seljermesiniň grafiki şekili düzülende aşakdaky düzgünler berjaý edilýär:**

- Ilki bilen seljermä edilýän osob goýulýar, soňra onuň aşagynda erkek we aýal doganlary çepden saga şekillendirilýär;
- Her nesil bellenen hatarda aýratynlykda ýerleşdirilýär;
- Rim sanlary bilen nesiller belgilenýär (çepden saga we ýokardan aşak);
- Arap sanlar bilen bir nesliň osoblary çepden saga belgilenýär (sanlar şekilleriň aşagynda goýulýar);

Şeýlelik bilen, garyndaşlyk seljermesi edilende, her bir nesliň (osobyň) öz degişli sany bolýar, meselem, II – 3, III – 6.

Genetiki taýdan anyk netijeleri çykarmak üçin, ilkinji maglumatlary doly we takyk almaly. Olar statistiki we genetiki seljermäniň esasy bolup durýar.

Lukmançylyk genetikasynda garyndaşlyk seljermesini geçirmekde genealogik usul örän amatlydyr. Bu usul *kliniko – genealogik* usul diýip atlandyrylýar. Sebäbi bu usulda kliniki barlaglar esasynda maşgaladaky nesil yzarlaýan patologiki alamatlar (keseller) öwrenilýär. Bu usul köp meseleleri çözmekde ulanylýar. Ýagny:

- keseliň nesil yzarlaýjylyk häsiýetini öwrenmekde;
- alamatyň neslegeçijiligiň görnüşini kesgitlemekde;
- geniň penentrantlygyna baha bermekde;
- genleriň özara täsirini sanlar bilen belgilemekde.

Genealogik usul mediko-genetiki maslahat bermekde esasy orny eýeleýär. Sebäbi ol keseliň tebigatyny anyklamakda, keseliň maglumatyny bahalandyrmakda we beýleki seljermä işlerini geçirmekde ýeke-täk ygtybarly usuldyr. Genealogik seljermäniň esasy maksady bolsa genetiki kanunalaýyklyklary ýüze çykarmak bolup durýar.

Garyndaşlyk seljermesinde ilkinji mesele alamatyň nesil yzarlaýjylyk häsiýetidir. Eger garyndaşlyk seljermesi geçirilende şol bir alamat (ýa-da kesel) birnäçe gezek duş gelýän bolsa, bu alamatyň nesil yzarlaýjylyk tebigatynyň bardygyny görkezýär.

Alamatyň ýa-da keseliň nesil yzarlaýjylyk häsiýeti ýüze çykarylardan soň, neslegeçijiligiň görnüşini anyklanýar. Onuň üçin alnan maglumatlaryň dürli statistiki usullarynyň we genetiki seljermeleriniň düzgünleri ulanylýar.



G.Mendeliň kanunlaryna diňe nesle geçýän monogen keseller degişli bolup durýar. Ýagny, bular diňe bir geniň mutasiýasynda ýüze çykyan kesellerdir. Genleriň lokallaşmasyna we häsiýetine görä, neslegeçijiligiň **autosom – dominant** we **autosom – resessiw** görnüşleri tapawutlandyrylýar (genler 22 jübüt autosomada – jynsy däl hromosomda ýerleşende). Mundan başga-da, neslegeçijiligiň **X** – tirkelen dominant we resessiw görnüşü (bu ýagdaýda gen **X** hromosomda ýerleşýär) hem-de **Y** – tirkelen (golandrik) görnüşü (genler **Y** hromosomda ýerleşende) bardyr. Garyndaşlyk seljermesi edilen-de netijäniň takyklygy seljerme edilen bir we şol nesildäki osoblaryň sanyna bagly bolýar. Alamatlaryň neslegeçijilik kadasyna gabat gelmeýän neslegeçijilik kanunalaýyklygynyň dürli görnüşlerine gysgaça seredip geçeliň.

**Autosom – dominant alamatyň neslegeçijiligi.** Eger alamat (ýa-da kesel) seýrek duş gelyän autosom – dominant gen bilen kesgitlenýän bolsa, onda populýasiýada köplenç biri sagdyn, beýlekisi näsag bolan ata-enelerden kesel çagalar köp dogulýar. Bu ýagdaýda sagdyn hasaplanýan ene ýa-da ata autosom – dominant gen boýunça geterozigot (**Aa**), beýlekisi bolsa kadaly allel boýunça gomozigot (**aa**) bolýar. Beýle nikalarda aşakdaky genotipli nesilleriň ýüze çykmak ähtimallygy bar: **Aa, Aa, aa, aa**. Şeýlelikde, her bir doguljak çaga jynsyna bagly bolmazdan, kesel eneden ýa-da atadan 50% **A** alleli almak mümkinçiligine eýe. Ýagny, munda **A** – kesele, **a** – sagdyn bolmaga jogap berýär. Kesel we sagdyn çagalaryň hem san gatnaşygy jynsyna bagly bolmazdan 1 : 1 bolýar.

**Neslegeçijiligiň autosom – dominant görnüşiniň kriteriýalary:**

- kesel her nesilde ýüze çykýar («wertikal» görnüş);
- her bir çaganyň näsag ene ýa-da atadan kesele eýe bolmak howpy 50%-e deňdir;
- näsag ene ýa-da atanyň çagalarynda mutant genler bolmaýar (resessiw gomozigot – **aa** bolanda), ýagny olar doly sagdyn bolýar;
- kesel erkekden hem aýaldan çaga birmeňzeş geçip bilýär, ýagny bu neslegeçijilik jynsa bagly bolmaýar.

Häzirki wagta çenli lukmançylyk genetikasynyň adamyň autosom – dominant alamatlarynyň 3000 görnüşü belli edildi. Autosom – dominant alamatlaryň neslegeçijiligine adamlaryň brahidaktiliýa





(gysga barmaklylyk), arahnodaktiliýa (örän uzyn möý şekilli barmaklylyk), polidaktiliýa (köp barmaklylyk) ýaly keseller, göz keselleriň käbir görnüşleri (diňe ýakyndan görmek) degişli bolup durýar.

**Autosom – resessiw alamatyň neslegeçijiligi.** Autosom – resessiw neslegeçijilige häsiýetli alamatlar:

- kesel çaganyň ene-atasy sagdyn, emma geterozigot ýagdaýda patologiki alleli göteriji bolup durýar;

- oglan we gyz çagalar birmeňzeş ýagdaýda ýygy-ýygydan keselleýärler;

- autosom – resessiw alamatyň neslegeçijiligi esasynda näsag çagalaryň dogulmak howpy 25%-e deňdir;

- keseliň «gorizontal» ýaýraýşy bar, ýagny köplenç diňe bir maşgalanyň (bir ene-atanyň) çagalarynda ýüze çykýar;

- garyndaşlyk nikalarda kesel çagalaryň dogulmak howpy uly bolýar. Autosom – resessiw alamatyň (keseliň) ýüze çykyşy näçe seýrek bolsa, garyndaşlyk nikada ol şonça-da ýygjamlaşýar;

- ene-atanyň ikisi hem näsag bolsa, çagalaryň ählisi hem näsag dogulýar.

Autosom – resessiw gen boýunça ýumşak göni saçlar, jüýkburunlylyk, gözleriň mawy reňkiligi, deriniň ýuka bolmagy, rezus otrisatel (-) I gan topary ýaly alamatlar nesle geçýär. Kliniki taýdan öwrenmäge örän ähmiýetli bolan autosom – resessiw nesle geçijilige mikowissidoz, fenilketonuriýa ýaly keseller, gözüň görüjiligiň, eşiidişin dürli bozulmalary degişlidir.

**Resessiw X – tirkelen neslegeçijiligiň görnüşi.** X tirkelen resessiw keseller (ýa-da alamatlar), köplenç, erkeklerde ýüze çykyp, aýallarda bolsa diňe gomozigot ýagdaýda seýrek duş gelýär.

**X tirkelen resessiw neslegeçijiligiň esasy alamatlary:**

- kesel, esasan, erkeklerde ýüze çykýar;

- alamat näsag atadan sagdyn, emma kesel geni göteriji gyzy arkaly agtyklarynyň 50%-ine geçýär;

- alamat hiç wagt näsag atadan ogluna geçmeýär;

- göteriji aýallarda kähalatlarda subklinik alamatlaryň patologiki ýagdaýy ýüze çykýar;

- göteriji aýallar bilen kesel erkekleriň gyz hem-de ogul çagalarynyň degişlilikde ikisiniň hem 50%-i näsag we 50%-i sagdyn bolup dogulýar.



Bu ýol bilen gemofiliýa (A), daltonizm ýaly keseller nesle geçýär.

**Dominant X – tirkelen neslegeçijiligiň görnüşü.** X tirkelen dominant neslegeçijiligiň görnüşine degişli bolan keseller erkeklere görä aýallarda 2 esse köp duş gelýär. X tirkelen dominant neslegeçijiligiň esasy häsiýeti anomal gen (keselli) kesel erkeklerden gyzlaryna geçýär, emma ogullaryna geçmeýär. Näsag aýaldan bolsa X tirkelen dominant gen jynsyna bagly bolmazdan çagalarynyň ýarysyna geçýär.

X tirkelen dominant neslegeçijiligiň esasy alamatlary:

- alamat (kesel) hem erkeklerde, hem aýallarda ýüze çykýar, emma aýallarda 2 esse ýyggy bolýar;

- kesel erkekden mutant allel ähli gyz çagalaryna geçýär, emma ogullaryna geçmeýär, sebäbi ogullary atasyndan Y hromosomy alýar;

- kesel aýallardan mutant allel jynsyna garamazdan, çagalarynyň 50%-ine geçýär;

- näsag erkeklere görä aýallar kesele durnukly bolýarlar.

**Y tirkelen ýa-da golandrik neslegeçijilik.**

Köp wagtlap Y hromosomda genetiki taýdan işjeň bolmadyk bölekler ýerleşýär diýip çaklanýardy. Häzirkî wagtda bolsa Y hromosomda 20-ä golaý genleriň lokallaşýandygy belli edildi. Bu 20-ä golaý gen tohumlyklaryň emele gelşine, spermatogeneziň geçişine, gulaklaryň, burunlaryň tüýli bolmagyna we beýleki birnäçe alamatlara jogap berýär. Y hromosomda lokallaşan genler diňe atadan ogullaryna geçýär.

**Jyns bilen bagly bölekleyin resessiw alamatyň nesle geçijiligi.** Geniň allelleri X we Y hromosomlarda ýerleşende ýüze çykýar. Autosom resessiw neslegeçijilikden tapawutly tarapy, diňe şol geni göteriji bolan kesgitli bir jynsda (aýal ýa-da erkek) duş gelýär.

### **Garyndaşlyk seljermesini geçirmegiň we düzmegiň düzgünleri**

1. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzygy düzülende nesilleriň ählisi öz çyzygynda (gorizontalynda ýa-da radiusynda) durmaly (giňişleýin seljerme üçin). Her nesil rim sifrleri, her nesildäki osoblar arap sifrleri bilen belgilenmeli;

2. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzygydny düzmek probanddan başlanýar. Probandyň özüniň degişli şertli belgisini (jynsa baglylykda aşagy peýkamlyja tegelek ýa-da dörtburçluk) çyzyň. Ony probandyň



belgisiniň ýokarsynda-da, aşagynda-da garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydyny çyzar ýaly edip ýerleşdiriň;

3. Probandyň şertli belgisiniň setirinde ilki bilen onuň süýtdeş doganlaryny çepden saga dogluş yzygiderliginde grafiki çyzgy bilen birleşdirip ýazyp görkeziň;

4. Probandyň setirinden ýokarda, probandyň eje-kakasyny nika çyzygy bilen birleşdirip görkeziň;

5. Ejesiniň we kakasynyň setirinde ýakyn garyndaşlaryny we olaryň nika jübütlerini deňişli birleşdiriji çyzyklar arkaly ýerleşdiriň;

6. Ejesinden we kakasyndan soň, probandyň setirinde iki doganoglanlaryny we iki dogan gyzlaryny ýerleşdiriň;

7. Ejesi we kakasy ýerleşdirilen setirden ýokarda ene-atanyň hem-de mama-babanyň setiri görkezilmeli;

8. Eger probandyň çagalary, doganyň çagalary, ýegenleri bar bolsa, onda olary probandyň setirinden aşaky setirde ýerleşdirmeli;

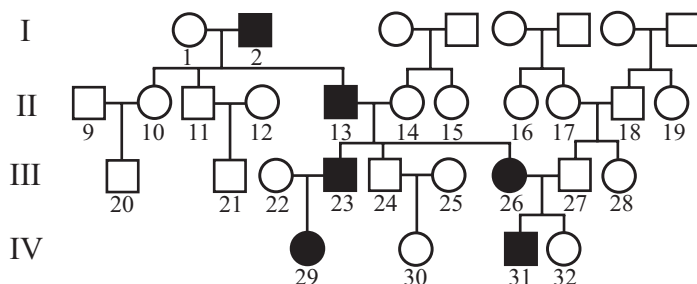
9. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydy taýýarlanandan soň (ýa-da onuň bilen birlikde), alamaty saklaýjylary, geterozigot görterijileri görkeziň (köp halatda geterozigot görterijiler garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydy düzülip, seljermä edilenden soň kesgitlenilýär);

10. Eger mümkin bolsa garyndaşlyk seljermesinde ähli agzalaryň genotipini kesgitläň;

11. Eger maşgalada biri-biri bilen bagly birnäçe nesle geçýän keseller bar bolsa, onda her bir kesel üçin garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydyny aýratynlykda düzüň.

### Meseleler we olaryň çözülişi

1. Alamatyň neslegeçijilik häsiýetini kesgitläň we garyndaşlyk şejeresindäki agzalaryň ählisiniň genotipini ýerleşdiriň?



1-nji meselä deňişli çyzgyt



**Çözülüşi:** 1. *Alamatyň neslegeçijiligini kesgitleýäris.* Alamat her nesilde ýüze çykypdyr. Birinji we ikinji agzalaryň (erkek adam berlen alamaty saklaýar) nikasynda seljerilýän alamata eýe bolan ogul doglupdyr. Bu berlen alamatyň dominantdygyny görkezýär. Seljerilýän alamaty genotipde saklamaýan ene-atalary çaknyşdyrylanda bu alamatyň ýüze çykmazlygy onuň dominant alamatdygyny subut edýär.

2. *Berlen alamatyň autosomdygyny ýa-da jyns bilen baglydygyny kesgitleýäris.* Seljerilýän alamata hem enelik, hem atalyk jynslar deň derejede eýe bolýanlygy sebäpli ol autosom hasaplanýar.

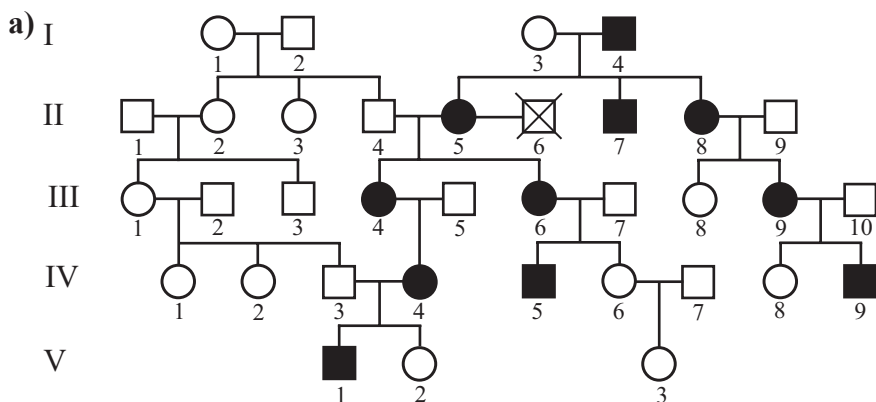
3. *Garyndaşlyk seljermesinde bar bolan agzalaryň genotiplerini kesgitleýäris.* Genleriň belgilerini girizýäris:

**A** – dominant allele, **a** – resessiw allele

Ene-atanyň biri seljerilýän alamata eýe bolan maşgaladaky çagalarda 1:1 gatnaşykdaky dargama ýüze çykypdyr, ýagny bu dargama seljeriji çaknyşdyrmadaky dargama gatnaşygyna dogry gelýär. Bu alamata eýe bolan ene-atanyň geterozigotdygyny, ýagny onuň **Aa** genotipiniň bardygyny görkezýär. Seljerilýän alamaty bolmadyk ene-atanyň bolsa **aa** genotipi bolar.

**Jogaby:** Seljermä edilýän alamat autosom – dominant görnüşde nesle geçýär. Berlen alamata eýe bolan ene-atanyň biri **Aa** genotipli bolar. Alamaty saklaýan ene-ata bolsa **aa** genotiplidir.

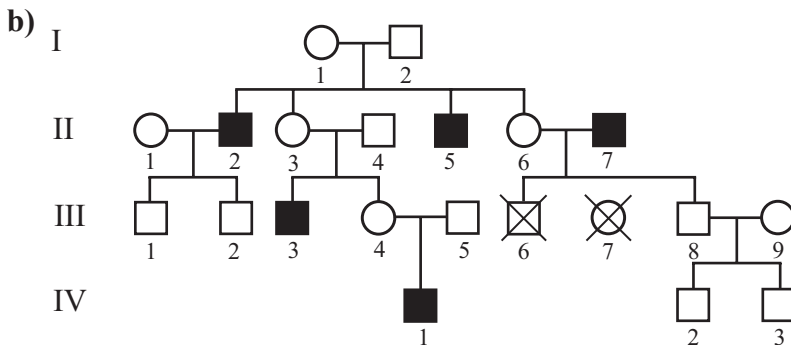
2. Aşakdaky suratlar esasynda adamyň garyndaşlyk seljermesini ediň.



2-nji a meselä degişli çyzgyt

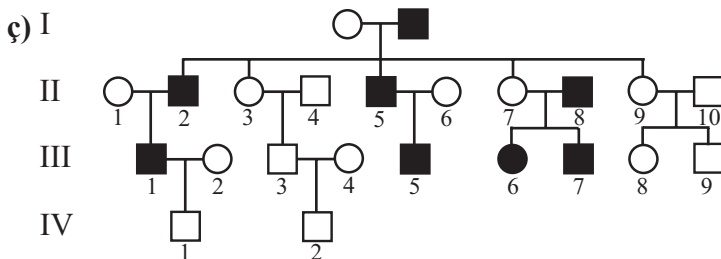


**Çözülüşi:** a) Bu suratda autosom – dominant alamyatny neslegeçijiligi şekillendirilen. Sebäbi ene-atanyň birinden (I – 4) bu kesel alamyat geçip, dürli jynsa degişli bolan çagalarda ýygy-ýygdydan ýüze çykypdyr. Ene-atasynda bu alamyat ýok maşgalalaryň çagalarynda bolsa kesel ýüze çykmandyr.



**2-nji b meselä degişli çyzgyt**

**Çözülüşi:** b) Bu suratda resessiw alamyat jyns bilen bagly. Sebäbi bu alamyat ene-atalarda ýüze çykman, diňe çagalarda ýüze çykypdyr (II – 2, II – 5, II – 7, III – 3, IV – 1). Diýmek, bu ýerde ejedäki (I – 1) X hromosomyň birisinde alamyata jogap berýän resessiw gen saklanýar. 3-nji nesilde bu alamyat diňe bir maşgalanyň gyzynda ýüze çykypdyr (III – 7). Sebäbi onuň ejesi X hromosomynda resessiw geni saklapdyr, kakasy bolsa bu alamyata eýe bolupdyr.

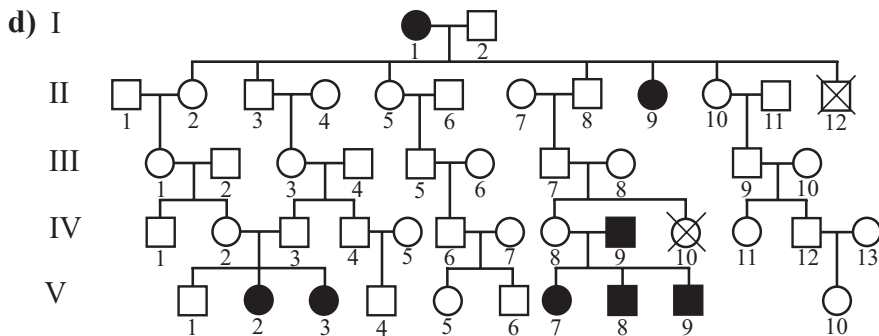


**2-nji ç meselä degişli çyzgyt**

**Çözülüşi:** ç) Bu neslegeçijilikde alamyat diňe erkeklerde ýüze çykypdyr. Diýmek, bu alamyaty gollandrik diýip çaklasa bolar. Emma III nesilde bu alamyat gyzda (III – 6) hem ýüze çykypdyr. Sebäbi onuň

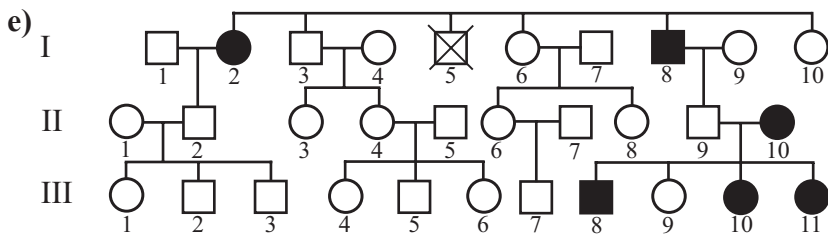


kakasy berlen alamata eýe (II – 8) bolup, ejesi bolsa geterozigot görteriji (II – 7) bolýar. Bu bolsa maşgalada şol alamaty resessiw gomozigot ýagdaýda saklaýan gyzyň dogulmagyna getiripdir. Diýmek, berlen alamat aýallarda gomozigot, erkeklerde bolsa gomo hem-de getro ýagdaýda ýüze çykýar. Ýagny aýallarda resessiw, erkeklerde dominantdyr.



2-nji d meselä degişli çyzgyt

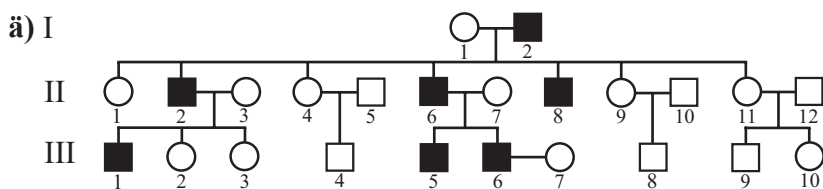
**Çözülişi:** d) Bu çyzgytda jyns bilen baglanyşykly bölekleriň tirkelen resessiw alamatyň neslegeçijiligi şekillendirilipdir. Görşümüz ýaly, alamat ilki haýsy jynsda bolan bolsa şol jynsa degişli nesillerde hem ýüze çykypdyr. Onuň netijesinde gyz agtygynyň (IV – 2) we onuň adamsynyň (IV – 3) X hromosomynda hem bu resessiw gen saklanypdyr. Kakasy (IV – 9) berlen alamata eýe bolan maşgalada çagalarynyň ählisinde hem şol alamat ýüze çykypdyr. Sebäbi ol X we Y hromosomlarynda degişli resessiw geni saklapdyr. Agtyk gyzyna-da (IV – 8) berlen resessiw gen X hromosom arkaly geçipdir. Şonuň üçin maşgaladaky çagalaryň ählisinde berlen alamatyň ýüze çykmak ähtimallygy bar.



2-nji e meselä degişli çyzgyt

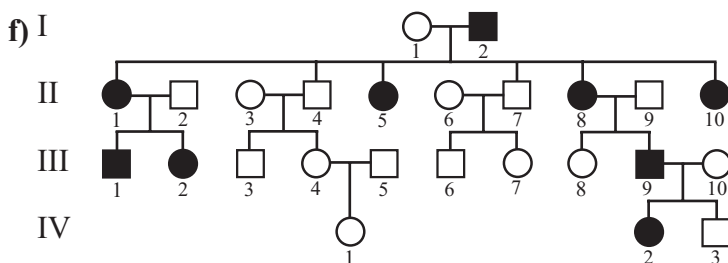


**Çözülüşi:** e) Meselä degişli bolan çyzgyt boýunça garyndaşlyk seljermesini etsek, iki jyns hem berlen alamata eýe. Onuň ýygylgy ene-atanyň biri bu alamata eýe, beýlekisi geterozigot bolan ýagdaýynda ýokary bolýar. Emma garyndaşlyk seljermesiniň ähli şahalarynda hem berlen alamat ýüze çykyp durmaýar. Meselem, ol ene-atanyň haýsy-da bolsa biri (I – 2) degişli alamata eýe bolanda, ýüze çykýar. Bu bolsa berlen alamatyň autosom – resessiw görnüşi boýunça nesle geçýändigini görkezýär. Sebäbi berlen alamat boýunça iki ene-ata hem geterozigot ýa-da biri geterozigot, beýlekisi bu alamatyň resessiw ýagdaýyna eýe bolanda ýüze çykýar.



2-nji ä meselä degişli çyzgyt

**Çözülüşi:** ä) Biz bu çyzgytda golandrik alamatyň neslegeçijiligini görýäris. Sebäbi kakasy (I – 2) Y hromosomy arkaly ogullarynyň ählisine (II – 2, II – 6, II – 8) degişli alamata jogap berýän geni geçiripdir.



2-nji f meselä degişli çyzgyt

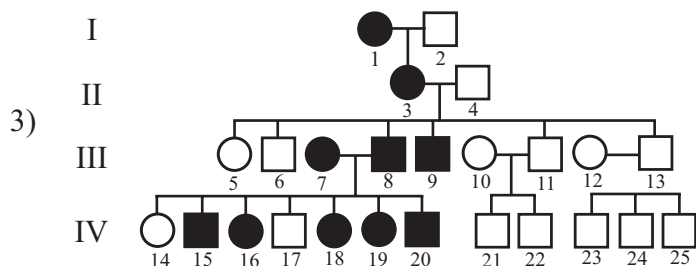
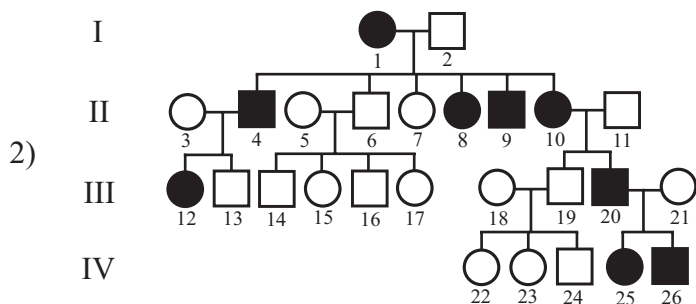
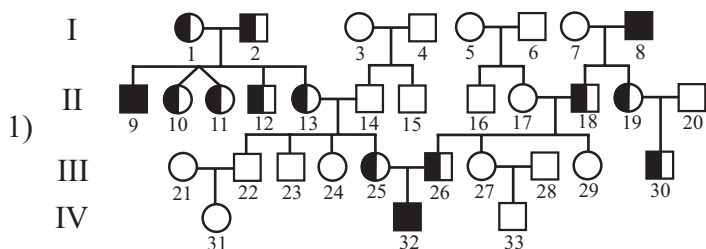
**Çözülüşi:** f) Bu çyzgytda jyns bilen bagly alamatyň tirkelen dominant geniň neslegeçijiligi şekillendirilen. Sebäbi çyzgytda görkezilen maşgalada kakasynyň (I – 2) X hromosomynda berlen geni saklanýar we şol hromosom arkaly gyzlaryna (II – 1, II – 5, II – 8,



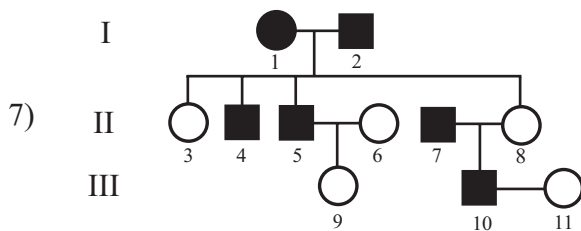
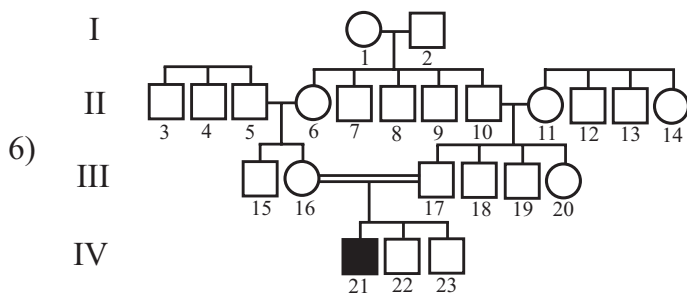
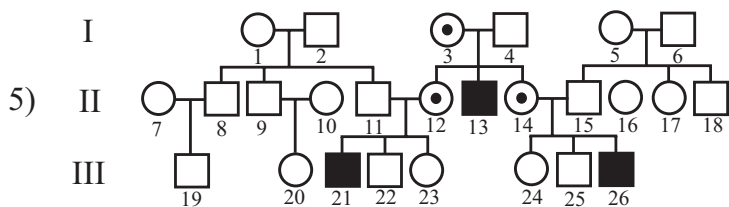
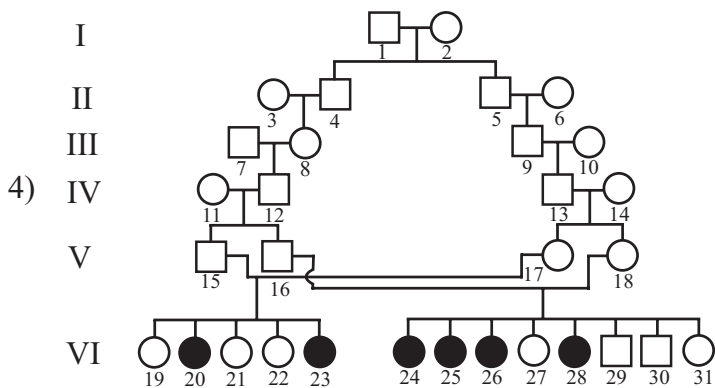
II – 10) geçýär. Eger ejesi iň bolmada, **X** hromosomynyň birinde berlen alamata jogap berýän dominant geni saklaýan bolsa, onda gyzlary (III – 2) hem ogullary (III – 1) **X** hromosom arkaly bu alamata eýe bolarlar.

### Barlag meseleleri

137. Alamatyň neslegeçijilik häsiýetini kesgitläň we garyndaşlyk seljermesiniň çyzygdyňyň ähli agzalarynyň genotiplerini ýazyň.







138. Daltonik – probandyň eje tarapyndan kadaly görýän mamasy we daltonik babasy bar. Probandyň ejesi daltonik, kakasy kadaly görüjilige eýe. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydyny şekillendirin.

139. Proband gemofiliýadan ejir çekýär. Onuň ejesiniň we kakasynyň gany kadaly lagtalanýar. Eje tarapyndan babasy gemofiliýadan näsag, mamasy bolsa sagdyn. Probandyň iki gyzynyň, bir oglunyň gany kadaly lagtalanýar. Bir ogly bolsa gemofiliýadan ejir çekýär. Probandyň eje-kakasynda we dogan-garyndaşlarynda gemofiliýa ýüze çykmandyr. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydyny şekillendirin.

140. Kadaly görüjiligi bolan är-aýalyň daltonik ogly we iki sany kadaly görýän gyzy boldy. Oglunyň aýaly we gyzalarynyň ýanyoldaşlary kadaly görüjilige eýe. Oglundan bolan bir sany ogul agtygynyň kadaly görüjiligi bolup, gyzyndan bolan ogul agtygy daltonik, gyzjagazy bolsa sagdyn. Beýleki gyzynyň baş ogly bar we olaryň ählisi sagdyn. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydyny şekillendirin.

141. Proband gije körlük keselinden ejir çekýär. Onuň iki erkek dogany hem bu keselden ejir çekýär. Probandyň kakasy tarapynda bu keselden ejir çeken bolmandyr. Probandyň ejesi kesel. Ejesiniň erkek dogany, onuň aýaly we gyzy sagdyn. Şeýle hem ejesiniň aýal dogany, onuň ýoldaşy we ogly bu keselden ejir çekmeýärler. Ejesiniň beýleki aýal dogany, onuň bir gyzy gije körlük keselinden ejir çekýär, emma ýoldaşy hem-de beýleki gyzy sagdyn. Ejesiniň ikinji erkek dogany, onuň aýaly, ogly, gyzy sagdyn. Probandyň ejesi tarapyndan mamasynyň kesel, babasynyň sag, mamasynyň aýal dogany kesel, erkek dogany bolsa sagdyn bolupdyr. Ejesiniň atasy gije körlükden ejir çekipdir, onuň aýal dogany we erkek dogany sagdyn bolupdyr. Ejesiniň mamasy sagdyn. Probandyň aýaly we onuň eje-kakasy gije körlükden ejir çekmeýär. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydyny şekillendirin.

142. Iki sany alty barmakly aýal doganlar Aýna we Gözel kadaly barmakly bolan erkek adamlara durmuşa çykdylar. Aýnanyň maşgalasynda baş çaga doguldy. Olardan Sapar, Jemal, Döwlet alty barmakly, Jeren we Rejep bolsa baş barmakly boldy. Gözeliň bir gyzy bolup, onuň kadaly elleri bardy. Saparyň kadaly barmakly aýal bilen birinji nikasyndan bir alty barmakly gyzy Selbi, kadaly barmakly aýal bilen ikinji nikasyndan alty çagasy boldy. Onuň bir gyzy, iki sany ogly baş barmakly, iki gyzy we bir ogly alty barmakly boldy. Jeren kadaly erkek adama durmuşa çykdy. Olaryň baş barmakly iki ogly,



dört gyzy boldy. Döwlet kadaly aýala öýlendi. Olaryň Çary atly alty barmakly bir ogly boldy. Rejep öz agasynyň gyzy Jennet bilen durmuş gurdy. Olaryň baş barmakly iki gyzy we üç ogly boldy. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydyny şekillendirin.

143. Probandyň kadaly boýy bar, emma onuň aýal dogany hondriodistrofiýadan (bedeniň kadaly gurluşyny üýtgedýän nesle geçýän boýy gysgalyk – girdeneklik) ejir çekýär. Probandyň ejesi sagdyn, kakasy kesel. Probandyň kakasynyň iki aýal dogany sag, bir aýal dogany we bir erkek dogany hondriodistrofiýaly. Kakasynyň hondriodistrofiýaly aýal dogany kadaly boýly erkek adam bilen nikada we olaryň girdenek ogly bar. Kakasynyň sagdyn aýal dogany sagdyn erkek adam bilen nikada, olaryň iki ogly we iki gyzy bolup, ählisi sagdyn. Kakasynyň girdenek boýly erkek dogany sagdyn aýala öýlenýär, olaryň iki sany sagdyn gyzy we bir girdenek boýly ogly bar. Probandyň kakasynyň tarapyndan atasy girdenek, enesi sagdyn. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydyny şekillendirin.

144. Proband aýal we onuň aýal dogany sagdyn. Erkek dogany bolsa daltonizmden ejir çekýär. Probandyň kakasy we ejesi sagdyn. Probandyň dört aýal dogany we olaryň ýoldaşlary sagdyn. Eje tarapyndan iki doganyň oglanlary we gyzlary – sibsler boýunça belli bolan maglumatlar: bir maşgalada kesel erkek dogany, iki sany sagdyn gyz we bir sagdyn erkek dogany bar, beýleki iki maşgalanyň her birinde bir sany kesel erkek dogany we bir sany sagdyn aýal dogany bar, dördünji maşgalada bir sany sagdyn aýal dogany bolupdyr. Probandyň ejesi tarapyndan mamasy sagdyn, babasy daltonik, kakasy tarapyndan bolsa keselden ejir çekýän adam ýüze çykarylmandyr. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydyny şekillendirin.

145. Proband gije körlük keselinden ejir çekýär. Onuň iki sany erkek dogany hem bu kesel boýunça näsag. Probandyň kakasy tarapy sagdyn bolupdyr. Emma ejesi näsag. Probandyň ejesiniň iki erkek, iki aýal dogany we olaryň çagalary sagdyn. Probandyň eje tarapy boýunça mamasy näsag, babasy sagdyn, masasynyň aýal dogany näsag, erkek dogany sagdyn, babasynyň kakasy, onuň erkek we aýal doganlary näsag, babasynyň babasy, onuň erkek dogany, gyzy we erkek doganynyň iki ogly näsag. Probandyň aýaly, onuň ene-atasy we garyndaşlary sagdyn. Probandyň maşgalasynda näsag çagalaryň



dogulmak ähtimallygyny kesgitläň. Garyndaşlyk seljermesini geçiriň we onuň çyzgydyny düzüň.

146. Proband – sagdyn aýalyň iki sany sagdyn we iki sany alkoptonuriýa (peşew bilen gomogenizin kislotasynyň bölünip çykmagy) bilen keselli erkek dogany bar. Probandyň ejesi we onuň erkek doganlary sagdyn. Kakasy alkoptonuriýadan ejir çekýär we öz aýalynyň iki dogan daýysy bolýar. Probandyň kakasynyň sagdyn erkek we aýal doganlary bar. Enesi näsag bolup, öz iki doganoglan erkek dogany bilen durmuş gurupdyr. Mamasy we babasy sagdyn. Babasynyň ejesi we kakasy hem sagdyn. Babasynyň ejesi probandyň atasynyň aýal dogany bolup durýar. Eger proband sagdyn gyz ejesi alkoptonuriýadan ejir çekýän sagdyn oglan bilen durmuş gursa, bu maşgalada näsag çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň. Proband gyzyň garyndaşlyk seljermesini ediň we çyzgydyny düzüň.

147. Proband sagdyn aýalyň 5 sany aýal dogany bar. Olaryň ikisi bir ýumurtga öýjüginde bolan ekizler, beýleki ikisi dürli ýumurtga öýjüginde bolan ekizler. Iki aýal dogany alty barmakly. Probandyň eje tarapy we ejesi sagdyn, kakasy alty barmakly (polidaktiliýa). Kakasynyň iki erkek we dört aýal dogany baş barmakly, enesi bolsa alty barmakly. Enesiniň iki sany alty barmakly we bir sany baş barmakly aýal doganlary bolupdyr. Eger probanda sagdyn gyz sagdyn oglana durmuşa çyksa, maşgalada polidaktiliýa keselli (köp barmaklylyk) çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň. Garyndaşlyk seljermesini geçiriň we çyzgydyny düzüň.

148. Proband erkek adam anemiýanyň ýeňil görnüşinden ejir çekýär. Onuň aýaly sagdyn. Olaryň anemiýaly gyzy doglupdyr. Probandyň ejesi we mamasy anemiýa keselli. Ejesiniň erkek hem-de aýal doganlary, babasy sagdyn bolupdyr. Probandyň aýalynyň anemiýanyň ýeňil görnüşinden ejir çekýän aýal dogany bolupdyr we bir aýal dogany anemiýadan ölüpdir, onuň kakasy hem-de ejesi anemiýa keselli. Kakasynyň iki erkek we bir aýal doganynda anemiýanyň ýeňil görnüşi bolupdyr. Şu aýal doganynyň iki çagasy anemiýa zerarly aradan çykydyr. Eger probandyň gyzy edil özi ýaly anemiýanyň ýeňil görnüşinden ejir çekýän oglana durmuşa çyksa, onda bu maşgalada anemiýanyň agyr görnüşine eýe bolan çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň. Nesil seljermesini ediň we çyzgydyny düzüň.



149. Proband sagdyn, onuň kakasy bulýoz epidermoliz (şikes ýeten ýeriň deri örtüginde pakgarmalaryň emele gelmegi) bilen kesellän. Ejesi we onuň garyndaşlary sagdyn. Iki aýal dogany sagdyn, bir erkek dogany näsag. Kakasynyň üç erkek dogany we olaryň çagalary sagdyn, üç erkek dogany we bir aýal dogany näsag. Kakasynyň şol üç sany näsag bolan erkek doganynyň birisiniň birinji nikasyndan kesel ogly we sagdyn gyzy bar, ikinji nikasyndan bolsa kesel ogly we kesel gyzy bar. Ikinji kesel erkek doganynyň iki sany sagdyn gyzy we bir kesel ogly bar. Üçünji kesel erkek doganynyň iki sany kesel ogly we iki sany kesel gyzy bar. Probandyň enesi näsag, atasy sagdyn. Enesiniň iki sany erkek we aýal dogany sagdyn bolupdyr. Eger proband erkek adam sagdyn aýal bilen durmuş gursa, bu maşgalada näsag çagalaryň dogulmak ähtimallygy nähili bolar? Garyndaşlyk seljermesini geçiriň we çyzgydyny düzüň.

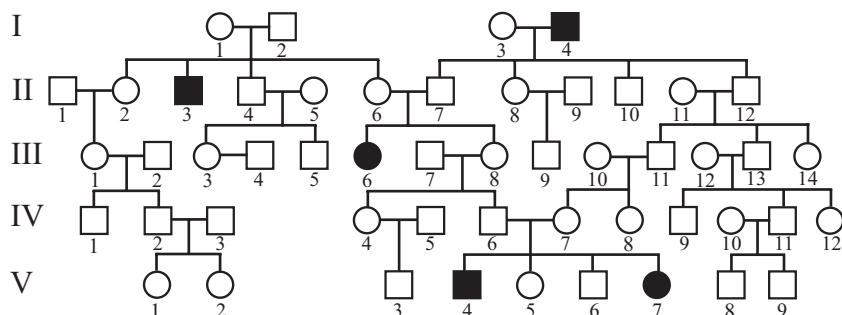
150. Proband anemiýa (gany azlyk) keseli boýunça näsag aýal. Onuň adamsy sagdyn. Olaryň 6 ogly we üç gyzy bar. Ogullarynyň biri we bir gyzy näsag. Probandyň sagdyn aýal dogany we üç sany näsag erkek dogany bar. Sagdyn aýal dogany sagdyn erkek adam bilen nikada durup, olaryň sagdyn gyzy bar. Üç sany näsag erkek dogany sagdyn aýallara öýlenipdirler. Birinji doganynyň maşgalasynda sany sagdyn ogly we bir sany sagdyn gyzy, ikinji doganynyňkyda näsag ogly we näsag gyzy, üçünji doganynyňkyda iki sany sagdyn ogly we üç sany sagdyn gyzy bar. Probandyň kakasy näsag, ejesi sagdyn. Eger probandyň näsag gyzy sagdyn erkek bilen nikalaşsa, maşgalada näsag çagalaryň dogulmak ähtimallygy nähili bolar? Garyndaşlyk seljermesini geçiriň we çyzgydyny şekillendirin.

151. Proband dyrnaklaryň we dyz çanagynyň dürli kemçiliklerinden (sindromyndan) ejir çekýär, onuň erkek doganlary sagdyn. Bu sindrom probandyň kakasynda bolup, ejesi sagdyn. Şonuň ýalyda probandyň atasy bu sindroma eýe, enesi bolsa sagdyn. Probandyň kakasynyň üç erkek dogany we dört aýal dogany bar. Olaryň içinde iki erkek we iki aýal dogany sindromly. Kakasynyň sindromly erkek dogany sagdyn aýala öýlenipdir we olaryň iki sany sagdyn ogly, bir sany sagdyn gyzy doglupdyr. Eger probandyň aýaly sagdyn bolsa, olaryň maşgalasynda sindromly çagalaryň dogulmak howpy bolup bilermi? Garyndaşlyk seljermesini edin we çyzgyny şekillendirin.

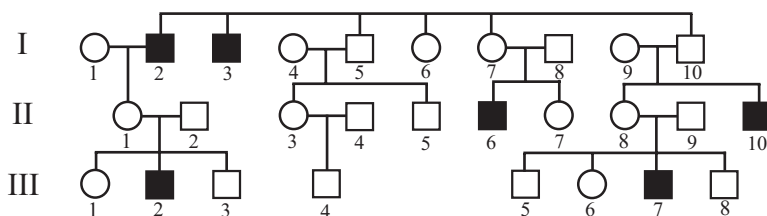
152. Aşakdaky garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydy esasynda al-bunemiýa keseliniň (albuminleriň – beloklaryň – proteinleriň goýu-



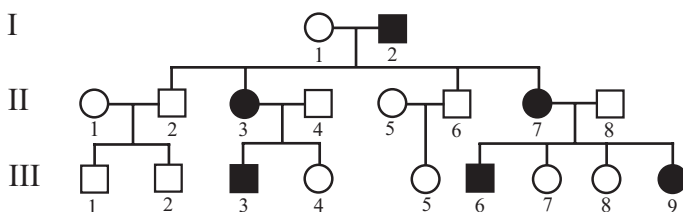
lygynyň (konsentrasiýasynyň) güýçli pese düşen ýagdaýy) neslegeçijilik häsiýetini kesgitläň.



153. Berlen garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydynda maşgalada nesilden-nesle geçýän epilepsiýa keseliniň neslegeçijilik häsiýetine seljermä beriň.

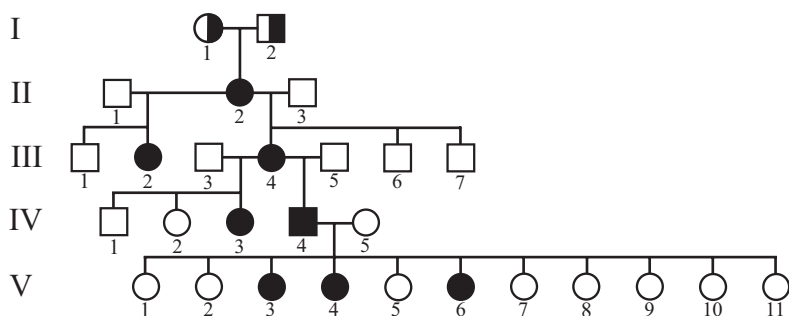


154. Berlen garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydynda maşgalada nesilden-nesle geçýän epilepsiýa keseliniň neslegeçijilik häsiýetine seljermä beriň.

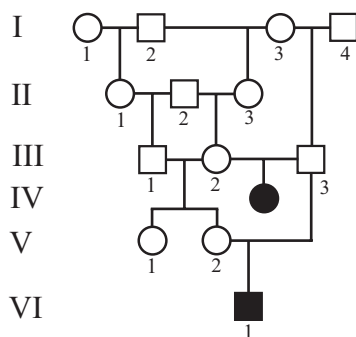


155. Aşakdaky garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydy boýunça gyzyň sähra sygyrlarynyň tüýüniň uzyn bolmak alamatynyň neslegeçijiligini kesgitläň (eger başlangyç ene-atanyň tüý örtügi näbelli bolan ýagdaýynda).

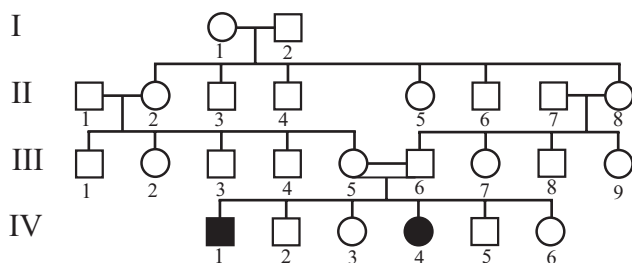




156. Aşakdaky garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydy esasynda Goldştin sygyrlarynyň derisiniň tüýsüz bolmak almatynyň neslegeçijilik häsiýetini kesgitläň.

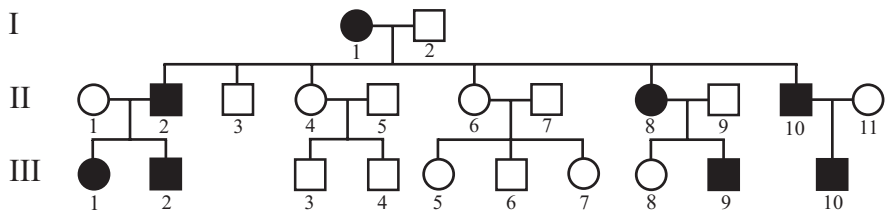


157. Berlen çyzgyt boýunça kadaly ene-atadan doglan, bir nesle degişli bolan güjüjeklere beýni çişme keseliniň nesle geçmek häsiýetine seljerme beriň.

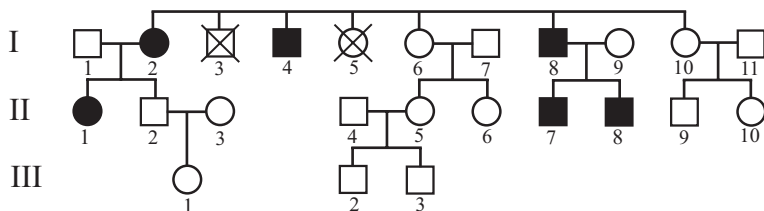


158. Aşakdaky çyzgyt esasynda adamyň “külembike barmagynyň egilip durmagy” almatynyň neslegeçijiligine seljerme beriň.

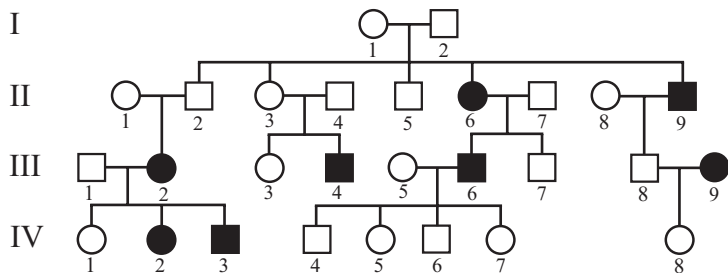




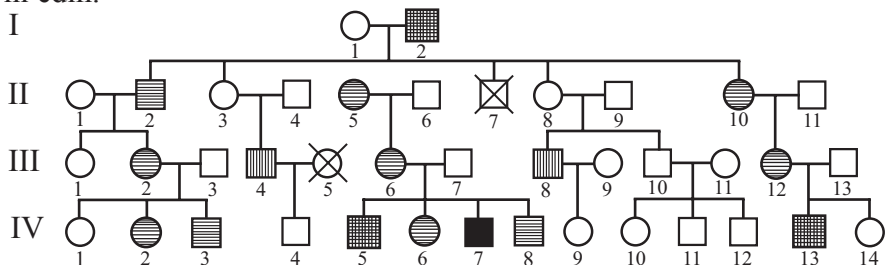
159. Berlen çyzgytda şekillendirilişine görä, adamyň ýaňagynyň çukurjykly bolmak alamatynyň nähili nesle geçýändigini anyklaň. Başlangyç ene-atalar nähili bolupdyrlar?



160. Adamyň garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydy esasynda gözleriň kiçi bolmak alamatynyň nähili nesle geçýändigini kesgitläň.



161. Aşakdaky çyzgyt boýunça adamyň garyndaşlyk seljermesini edin.

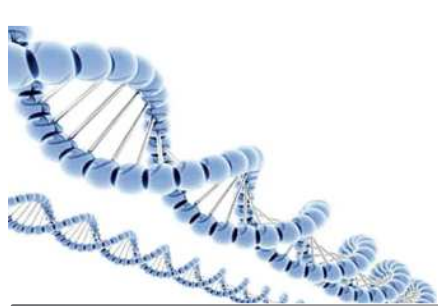




### Barlag soraglary:

1. Genealogik seljerme diýip nämä düşüňärsiňiz?
2. Nähili meseleleri çözmekde genealogik seljermäniň ähmiýeti uly?
3. «Proband», «sibs», «garyndaşlyk nikasy» ýaly adalgalary nämäni aňladýar?
4. Neslegeçijiligiň kanunlary adamyň neslegeçijiligini öwrenmekde ähmiýetli bolup bilermi? Jogabyňyzy mysallar arkaly esaslandyryň.
5. Autosom – dominant neslegeçijiligiň kriteriýalaryny aýdyp beriň. Bu neslegeçijilige degişli bolan keselleriň nesle geçiş häsiýetlerini düşündiriň.
6. Autosom – resessiw neslegeçijiligiň kriteriýalaryny aýdyp beriň we bu neslegeçijilige degişli bolan keselleri mysal getiriň.
7. Autosom – dominant we autosom – resessiw neslegeçijilikleriň tapawutly taraplaryny düşündiriň.
8. **X** tirkelen resessiw alamatlar nähili nesle geçýärler?
9. **X** tirkelen dominant we **X** tirkelen resessiw neslegeçijilikleri tapawutlandyryň.
10. Gollandrik alamatlar diýip nähili alamatlara düşüňärsiňiz?
11. Gollandrik alamatlaryň neslegeçijiliginiň kriteriýalaryny aýdyp beriň.
12. Ýakyn garyndaşlyk nikalaryň howply taraplaryna mysallar arkaly ylmy esaslandyрма beriň.
13. Adamlaryň nähili populýasiýalarynda ýakyn garyndaşlyk nikalar ýygy-ýygdydan duş gelyär?
14. Adamyň nesle geçýän kesellerini bejermek mümkinmi? Doly bejergi geçirmek mümkinçiligi bolup bilermi?
15. Adamyň nesle geçýän keselleriniň önüni alyp bolarmy?





## XI BAP

### ORGANIZMLERİN ÜYTGEÝJILIGI

#### Üytgeýjiligiň esasy görnüşleri

Genetiki barlaglary alyp barmakda diňe bir neslegeçijilik däl, eýsem, organizmlerde ýüze çykýan üytgeýjilikleriň hem ähmiýeti uludyr.

**Üytgeýjilik diýip**, janly bedenleriň ontogenezinde ene-atasyndan tapawutlanýan täze morfologik we funksional alamatlara eýe bolmagyna aýdylýar. Emele gelen täze alamatlar şol görnüşiniň ewolýusiýasynyň esasy bolup durýar.

Biologik üytgeýjiligiň iki görnüşini tapawutlandyrylýar: **nesle geçmeýän we nesle geçýän** üytgeýjiliklerdir.

Bu üytgeýjilikleriň bir görnüşini alamatlaryň mutasiýasy hökmünde ýüze çykýar, beýlekisi genetiki maglumata täsir edýär. Şol esasyda hem fenotipiki nesle geçmeýän we genotipiki nesle geçýän üytgeýjilikler ýüze çykypdyr.

Üytgeýjiligiň ýadronyň DNK-synda, sitoplazmanyň orgonoidleriniň DNK-synda, RNK-synda geçýändigine baglylykda **genotipiki** we **sitoplazmatiki** üytgeýjilikleri tapawutlandyrylýar.

Sanalyň geçilen üytgeýjiliklere gysgajyk häsiýetnama bereliň.

**Nesle geçmeýän üytgeýjilik (modifikasion, fenotipiki, kesgitli toparlaýyn).** Nesle geçmeýän üytgeýjilikde emele gelen bedenler ene-atasyndan alan genetiki maglumatyndan başga-da daşky gurşawyň täsirlerine sezewar bolýarlar. Şol daşky gurşawyň täsirleri netijesinde hem üytgeýjilik ýüze çykýar (*15-nji surat*).

Nesle geçmeýän üytgeýjilige **modifikasion üytgeýjilik** degişli bolup durýar. Modifikasion üytgeýjilikde genotipde üýtgeşme bolmaýar. Bu üytgeýjilik organizmleriň ösüşiniň bolup geçýän gurşawynda daşky şertleriň üýtgemegine genotipiň reaksiýasyna baglylykda ýüze çykýar. Bu ýagdaý dürli alamatlaryň ýüze çykmagyna alyp barýar, ýagny şol bir genotip dürli fenotipi ýüze çykarýar. Genotip we fenotip genetikanyň wajyp düşüňjesidir. Bu adalga 1909-njy ýylda W.Iogannsen tarapyndan hödürlendi.



Genotip (grekçe «**genos**» – «dogulmak», «**tupos**» – «bellik», «şekil») – organizmdäki genleriň toplumydyr, ýagny nesliň material esasy. Fenotip (grekçe «**phainos**» – «ýüze çykmak», «**tupos**» – «bellik», «şekil») – organizmiň genotipiniň esasynda onda kemala gelen alamatlaryň we häsiýetleriň toplumydyr. Organizmleriň alamatlaryna we häsiýetlerine daşky şertler güýçli täsir edýär. Bu ýagdaýy ösümlükleriň ösüşinde geçirilen gözegçilikler we birnäçe tejribeler subut edýär. Diýmek, organizmiň islendik fenotipi daşky gurşawyň anyk şertlerinde genotipiň ýüze çykmagydyr. Bir genotipiň esasynda ösüp fenotipleriň arasynda ýüze çykyan tapawutlar modifikasion üýtgeýjiligi emele getirýär. Şekillerde ol ýa-da başga fenotipiň ýüze çykmagy organizmiň ösýän şertlerinde genotip bilen fenotipiň arasyndaky özara baglanyşygyň netijesi bolup durýar.

Modifikasion üýtgeýjiligiň genotip tarapyndan kesgitlenendigine garamazdan, bu üýtgeýjilik bilen nesilleýin üýtgeýjiligiň arasynda düýpli tapawut bar. Meselem, bugdaýyň käbir görnüşleriniň gylçygynyň reňki howa şertleriniň täsiri netijesinde üýtgeýär. Bugdaýyň däneleriniň dolýan döwründe yssy gurak howa bolsa, gylçygy gara reňkli bolýar, eger-de ýagynly salkyn howa bolsa, onda gara pigment emele gelmeýär we gylçyklary ak reňkli bolýar. Ähli geçirilen tejribeleriň we gözegçilikleriň görkeziji ýaly, organizmleriň nesil häsiýetleri, onuň genotipini haýsy-da bolsa bir şekilde ýüze çykarýar diýip häsiýetlendirip bolmaz. Meselem, bugdaýyň bir sorty 20 s/ga hasyl berse, bu hasyllylyk bugdaýyň şol sortuny doly häsiýetlendirmeyär, sebäbi eger hasyl gurpsuz toprakda gurak şertlerde ösdürilen ösümlüklerden alnan bolsa, onda bu sortuň gowudygyny görkezýär, emma şol görnüş mes toprakda ekilip, ýeterlik suw we iýmit bilen üpjün edilen ýagdaýynda alnan bolsa, onda onuň pes hasyllydygyny görkezýär. Şonuň üçin hem amatly şertlerde ýokary hasyl berýän, amatsyz şertlerde bolsa hasylynyň möçberi ujypsyz azalýan bolsa, onda olary gowy görnüş hasap etse bolar.

**Diskret ýa-da hil alamatlar** (haýwanlaryň tüýüniň reňki, gülleriň gül okarajyklarynyň reňki, adamlaryň gan toparlary, sygyrlaryň süýdüniň ýaglylygy we ş.m.) dolulygyna genetiki maglumatyň gözegçiliginde saklanyp, daşky gurşawyň täsirleri ýüze çykmaýar.

**Tükenmeýän ýa-da mukdar alamatlarda** (boýy, agramy, sygyrlaryň süýt berijiligi we ş.m.), köplenç, daşky gurşawyň täsirlerini gör-

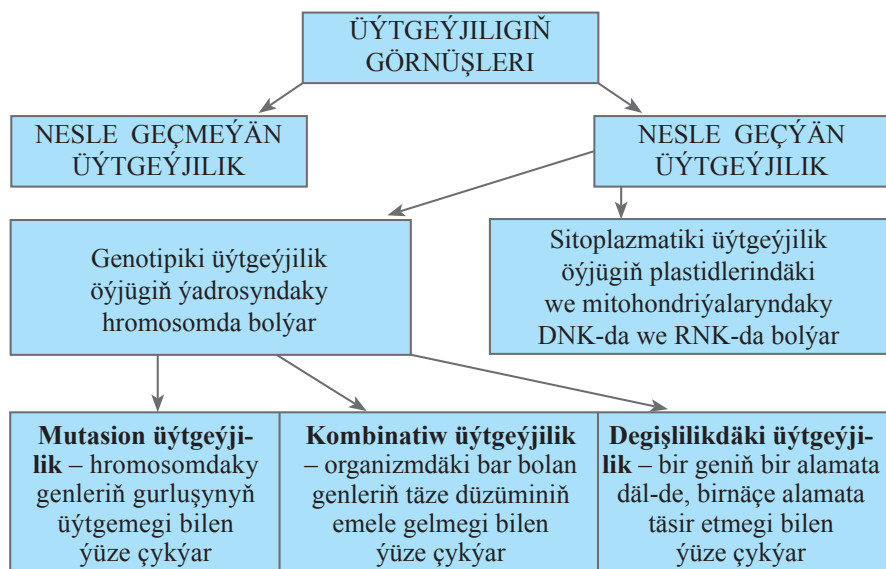


mek bolýar. Bu ýagdaýda genotipde genler bilen kesgitlenen taýýar alamat nesle geçmän, daşky gurşawyň täsirlerinde ýüze çykýan kesgitlenen genotipiň täsiri (täsirleşme kadasy) ýüze çykýar. Ýagny daşky gurşawyň belli bir täsirinde genotipdäki alamatyň ýüze çykmagy bolup geçýär.

**Täsirleşme kadasy** – daşky gurşawyň täsirinde organizmleriň genotipde bar bolan maglumatlarynyň – alamatlaryň fenotipiki taýdan üýtgäp durmak häsiýetidir.

Şeýlelik bilen, **modifikasion üýtgeýjilik** bu daşky gurşawyň täsiri netijesinde organizmleriň täsirlenme derejesiniň çäginde alamatlaryň nesle geçmeýän üýtgeýjiliginiň ýüze çykarylmagydyr.

Modifikasiýalaryň ýüze çykmagynyň sebäbi daşky gurşawa bagly bolan (täsiri bilen üýtgäp duran) alamatlaryň ýüze çykmagyna täsir edýän fermentatiw täsirleşmeleriň tizligi bolup durýar. Modifikasiýalara suw ösümligi bolan wiktoriýanyň dürli ýapraklarynyň bolmagy mysal bolup biler. Ýagny, bu ösümlik howaly gurşawda galyň we inli ýaprakly, suwuň içinde insizje uzyn ýuka ýaprakly bolýar. Şonuň ýaly-da, ultramelewşe şöhleleriniň täsiri bilen ähli adamlarda (eger olar albinos bolmasalar) bedeniň garalmagy, ýagny teninde melanin pigmentiniň dänejikleriniň toplanmagy bolup geçýär.



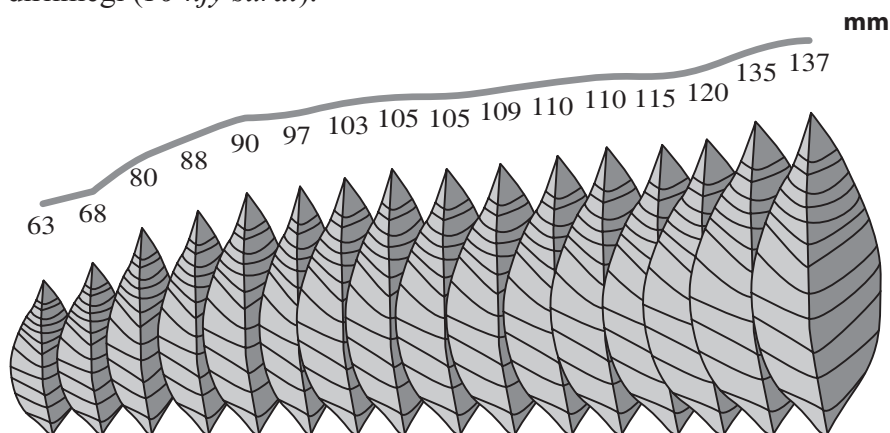
15-nji surat. Üýtgeýjiligiň görnüşleri



## Modifikasiýalaryň häsiýetleri

1. Daşky gurşawyň täsirinde bolup, nesilden-nesle geçmeýär;
2. Göwrümlü häsiýeti bar, ýagny meňzeş şertlerde görmüşe degişli osoblaryň köp sanlysynda ýüze çykýar;
3. Daşky gurşawyň täsirlerine durnukly we uýgunlaşma häsiýeti bar, ýagny ýaşaýyş ukyplylygyny ýokarlandyrýar;
4. Statistiki hasaplamalar arkaly dürli wariasiýalarda, wariasion gyşarmalarda görkezip bolýar.

**Modifikasiýalaryň statistikasy.** Wariasion hatar – alamatlaryň ösmegi ýa-da kemelmegi boýunça organizmleriň bir hatarda ýerleşdirilmegi (*16-njy surat*).



*16-njy surat. Lawr ýapragynyň wariasion hatary*

**Kassa interwallary** – meňzeş ölçegler netijesinde organizmleriň wariasion hatarlara bölünmegi.

**Wariant (f)** – kassa interwalynda alamatyň ortaça aňlatmasy. Her wariantyň duş gelmek ýygylgy aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenilýär:

$$f = \frac{n}{N}$$

bu ýerde:

$n$  – kassa interwalyndaky osoblaryň sany;

$N$  – osoblaryň umumy sany;

**Wariasion gyşarma** – wariasiýalaryň üýtgemesini we aýry-aýry wariantlaryň duş gelmek ýygylgyny görkezýän alamatyň üýtgeýjiligiň grafiki şekili (*17-nji surat*).



Alamatyň duş gelmek ýygylgy şu aňlatma bilen kesgitlenilýär:

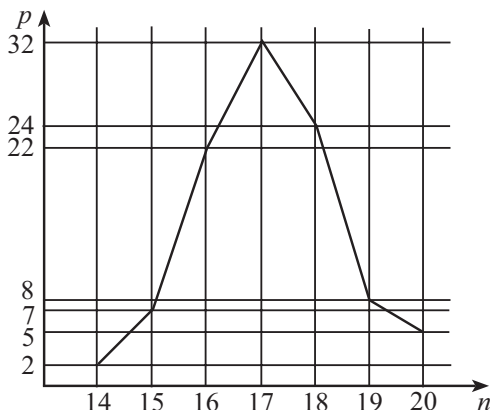
$$M = \frac{v \times p}{n}$$

bu ýerde:

$n$  – wariasion hatardaky wariantynyň sany;

$v$  – wariantyň ululygy;

$p$  – wariantyň duş gelmek ýygylgy.



**17-nji surat. Bugdaý däneleriniň başyndaky däneleriň sanynyň wariasion gysarmasy**

Şeýlelik bilen, adamyň, haýwanlaryň ýüreginiň, kelle beýnisiniň ululygyny, mör-möjekler bilen tozanlanýan ösümlikleriň gülleriniň görnüşini, ululygyny, ýapraklarynyň we tohumlarynyň uzynlygyny, miwesindäki tohumlaryň sanyny kesgitläp bolýar.

Fenotipiki üýtgeýjilikde nesle geçýän maglumatlar bu üýtgeýjilige deňişli edilmeyär. Emma ewolýusiýada diňe neslegeçijilik däl, nesle geçýän üýtgeýjiligiň ähmiýeti hem uly bolup durýar. Sebäbi populýasiýada görnüşiniň peýdaly (ýa-da zyýanly) üýtgeşmelerini ýaýratmak (ýa-da ýok etmek) zerurdyr.

### Nesle geçýän üýtgeýjilik

**Nesle geçýän üýtgeýjilik** (genotipiki, kesgitli däl, özbaşdak) – bu nesillerde saklanýan, genotip tarapyndan kesgitlenýän, organizmleriň alamatlarynda ýüze çykan üýtgeşmeleriň nesle geçmegi.



Nesle geçýän üýtgeýjilige **kombinasion we mutasion** üýtgeýjilikler degişlidir. Nesle geçýän üýtgeýjilik organizmleriň öýjüginin gurluşynyň üýtgeýjiligi bilen baglanyşyklydyr, netijede bolsa, genotipiň üýtgemegine we täze şekilleriň emele gelmegine alyp barýar. Şonuň üçin oňa **genotipiki üýtgeýjilik** hem diýilýär.

### Genotipiki üýtgeýjiligiň häsiýetleri

1. Nesil boýunça geçýär;
2. Özbaşdak häsiýeti bar, ýagny kesgitli osoblarda meňzeş däl ýagdaýda ýüze çykýar;
3. Daşky gurşaw birmeňzeş ýagdaýda täsir etmeýär, ýagny bu täsirler peýdaly, zyýanly we neýtral bolup biler;
4. Tötänleýin ýüze çykyp, täze osoblaryň, populýasiýalaryň, görnüşleriň ýüze çykmagyna ýa-da ýok bolmagyna getirip bilýär.

### Kombinasion üýtgeýjilik

**Kombinasion üýtgeýjilikde** çaknyşma netijesinde emele gelen nesilde genotipiň täze kombinasýalarynyň ýüze çykmagy bolup geçýär. Alnan nesil ene-atasyna meňzeş hem-de tapawutly bolup bilýär. Jyns öýjükleriniň meýoz bölünişinde krossingower bolup geçen gametalaryň goşulşmagyndan ene-atasyna meňzemeýän osoblar emele gelýär.

**Kombinasion üýtgeýjilik** – bu bedenleriň neslegeçijilikdäki dür-lüliginiň esasy çeşmesi. Kombinatiw üýtgeýjiligiň esasynda janly organizmleriň jynsy köpelişi ýatandyr. Onuň netijesinde bolsa or-ganizmleriň genotipiniň örän uly bolan dür-lüligi ýüze çykýar.

Nesliň genotipi ene-atasynyň genleriniň goşulşmagy netijesinde emele gelýär. Her bir organizmiň genleriniň sany münlerçe bolýar. Şonuň üçin jynsy köpelişde genleriň kombinirlenmegi täze kämil genotipiň we fenotipiň ýüze çykmagyna getirýär. Islendik çagada onuň hem enesine, hem atasyna mahsus alamatlary görmek bolýar. Emma has ýakyn garyndaşlarda-da (100%) örän meňzeş bolan adamlar ýokdur. Diňe bir ýumurtga öýjüginde bolan ekizleriň meňzeşligi örän ýokary bolup durýar. Janly bedenlerde şeýle dür-lüligiň ýüze çykmagy kombinasion üýtgeýjiligiň netijesidir.

Kombinasion üýtgeýjiligi ýüze çykarýan esasy hadysalar:



- Meýozda jyns öýjükleri emele gelende hromosomlaryň garaşsyz ýagdaýda dürli taraplara çekilmegi;
- Meýoz I-de krossingoweriň netijesinde genleriň rekombinasiýasynyň bolmagy, ýagny krossower hromosomlaryň emele gelmegi;
- Tohumlanmada enelik we atalyk hromosomlaryň tötänleýin goşulşmagy.

### Mutasion üýtgeýjilik

**Mutasion üýtgeýjilik** munuň özi genotipiň we onuň bölekleriniň duýdansyz, durnukly, hakyky üýtgeýjiligi bolup durýar.

Mutasiýalar (latynça «**mutation**» – «üýtgemek», «özgermek») genleriň we hromosomlaryň gurluşynyň (düzüminiň) üýtgemegine, netijede bolsa, organizmleriň alamatlarynyň we häsiýetleriniň üýtgemegine alyp barýar. Mutasiýalaryň ýüze çykmak hadysasyna **mutagenenez** diýilýär, ol hem öz gezeginde tebigy (spontan) we emeli (industriellenen) mutasiýalara bölünýär.

Neslegeçijilik we üýtgeýjilik häsiýetleri boýunça mutasiýalar 3 topara bölünýär.

1. Hromosom mutasiýalary;
2. Nokat ýa-da gen mutasiýalary;
3. Genom mutasiýalary.

**Mutant** – mutasiýanyň netijesinde nesilleýin üýtgän organizm, ýagny nesle geçýän üýtgeýjiligi bolan organizm.

1901-nji ýylda Hugo De Friz ylma «mutasiýa» adalgasyny girizýär we mutasion taglymaty esaslandyrýar. T.Morgan 1910-njy ýylda mutasiýany drozofilada öwrenip başlaýar.

### Mutasiýanyň sebäpleri

1) DNK-nyň replikasiýasynda, RNK-nyň transkripsiýasynda tötänleýin ýalňyşlyklaryň bolmagy, öýjük bölünişiginde hromosomlaryň dürli taraplara çekilmesiniň bozulmagy;

2) Fiziki täsirleşmeleriň ýüze çykmagy: ionlaýjy radiasiýalaryň, gamma, rentgen, ultramelewşe şöhleleriň täsiri;

3) Oba hojalygynda himiki serişdeleriň, medisnada antiseptikleriň-antibiotikleriň, formaliniň we başgalaryň, senagatda önümleriň konserwatlarynyň, agyr metallaryň (Pb, Hg, Cu we başg.) täsirleri;





4) Biologik obýektleriň (wirus, bakteriýa, ýönekeýjeler) organizme aralaşyp, DNK-nyň gurluşyny bozmagy ösümlüklerde dürli mutasiýalaryň ýüze çykmagyna getirip biler.

Mutasiýany ýüze çykarýan täsirlere mutagenler diýilýär.

### Mutasiýanyň häsiýetleri

1) Duýdansyz, tötänleýin döreýär, tükeniksiz hatarlary emele getirmeýär (toparlanmaýar);

2) Nesilden-nesle geçýär;

3) Genotipiň islendik bölegi mutasiýa sezewar bolup bilýär we ol alamatlaryň dürli taraplara üýtgemegine getirýär;

4) Mutasiýalaryň ýygylgy genleriň sanyna bagly bolup, gen näçe köp bolsa, şonça-da mutasiýa köp bolýar;

5) Mutasiýa esasan hem, resessiw genleri gozgaýar (geterozigotlarda üsti basylan ýagdaýda nesle geçýän üýtgeýjiligiň ätiýajy (rezervi) görnüşinde saklanýar);

6) Şol bir mutasiýalar gaýtalanyp, täzeden ýüze çykyp bilýär.

Mutasiýalary haýsydyr bir alamatlary boýunça dürli toparlara bölüp bolýar (18-nji surat).



### 3. Organizmlerde alamtalaryň üýtgeýjiligiň ugry boýunça

Göni – tebigatda giň ýaýran ýabany alamtalaryň üýtgeýjiligine, ýagny beýleki bir alamtaryň ýüze çykmagyna we organizmleriň medenileşmegine getirýär.

Yzyna gaýdýan – organizmlerde üýtgeýjilik ýüze çykandan soň, ýabany alamtalaryň doly ýa-da bölekleyin dikelmegine getirýär.

### 4. Mutasiýa bolup geçen öýjükleriň häsiýeti boýunça

Somatiki – jyns öýjüklerinden başga ähli öýjüklerde bolýar.

Generatiw – diňe jyns öýjüklerinden bolýar we jynsy köpeliş arkaly indiki nesle geçýär.

### 5. Mutasiýa bolup geçen genetiki materialyň ýerleşýän ýeri boýunça

Ýadro mutasiýasy – ýadrodaky hromosomy gozgaýar.

Sitoplazmatiki mutasiýa – sitoplazmadaky organoidleriň genetiki materialyny gozgaýar.

### 6. Üýtgeýjiligi ýüze çykarýan sebäpler

Tebigy (tötänleýin)

Emeli

### 7. Genetiki materialyň üýtgeýjilik derejesi boýunça

Gen (nokat) mutasiýalary

Hromosom mutasiýalary

Genam mutasiýalary

**18-nji surat. Mutasiýalaryň klassifikasiýasy**



**Hromosom mutasiýasy** – hromosomlaryň üzülmegi neijesinde olaryň düzüminiň we gurluşynyň üýtgemegi bilen bolup geçýär. Şu üýtgeýjiligiň her biri, adaty, täze alamatyň ýa-da häsiýetiň ýüze çykmagyna alyp barýar (*4-nji tablisa*). Şonuň üçin hem bu üýtgeýjilik ewolýusiýada nesilleriň üýtgeýjiligiň wajyp çeşmesidir.

Hromosom mutasiýasynyň birnäçe görnüşleri bardyr:

1. Delesiýa (defišens).
2. Dublikasiýa.
3. Inwersiýa.
4. İnsersiýa.
5. Translokasiýa.

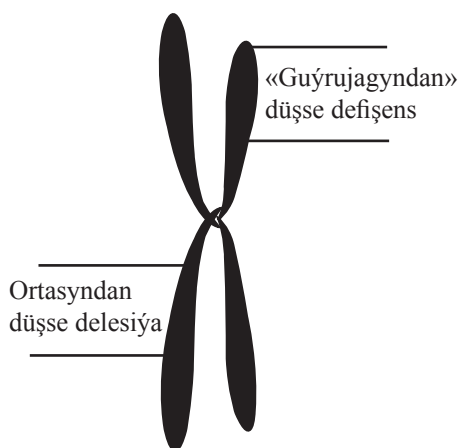
*4-nji tablisa*

**Hromosom mutasiýalary**

T/b	Şertli belgiler	Hromosomlaryň gurluşynyň üýtgemegi	Atlandyrylyşy
1	2	3	4
1	<b>ABWGDE</b>	Genleriň kadaly yzygiderliligi	-
2	<b>ABDE</b>	Hromosomyň bir böleginiň düşmegi	delesiýa
3	<b>WGDE, ABWG</b>	Hromosomyň haýsy-da bolsa bir uç böleginiň ýitirilmegi	defišensi
4	<b>ABWWGDE</b>	Hromosomlaryň bir böleginiň gaýtalanmagy	dublikasiýa
5	<b>EWDGBA</b>	Hromosom bölekleriniň 180° aýlanyp, ýerleriniň çalyşmagy	inwersiýa
6	<b>WGWGDE ABDABE</b>	Gomologiki hromosomlaryň bölekleriniň çalyşmagy	insersiýa
6	<b>BWGDE ABWGMN</b>	Gomologik däl hromosomlaryň bölekleriniň çalyşmagy ýa-da gelip goşulmagy	translokasiýa

**Delesiýa** – bu hromosomyň bir bölejiginiň düşüp galmagy bilen ýüze çykan mutasiýadyr. Eger ol bölejik hromosomyň bir «guýruja-nyndan» düşüp galsa, onda oňa **defišens** diýilýär (*19-njy surat*).



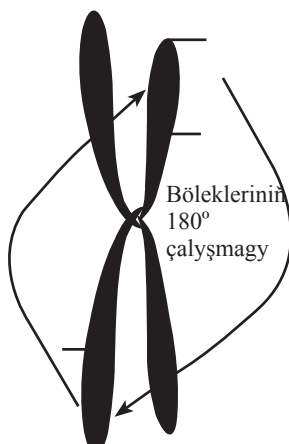


**19-njy surat. Hromosomda delesiýa we defişens hadysasynyň geçişi**

**Dublikasiýa** bu hromosomda bir alamata jogap berýän geniň birnäçe gezek gaýtalanmagydyr. Eger hromosomda genler **ABSDK** we ş.m. yzygiderlikde ýerleşen bolsalar, onda aşakdaky ýaly dublikasiýa ýüze çykýar:

**AAAABSDDDDDDKK** we ş.m.

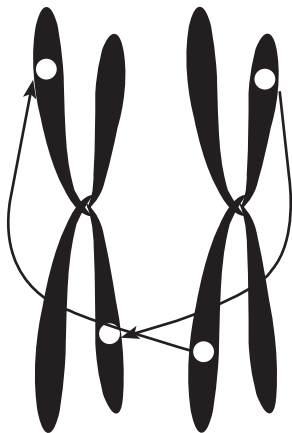
**Inwersiýa** – bu hromosomyň bölekleriniň  $180^\circ$  ornuny çalyşmagydyr (20-nji surat).



**20-nji surat. Hromosomda inwersiýa hadysasynyň geçişi**

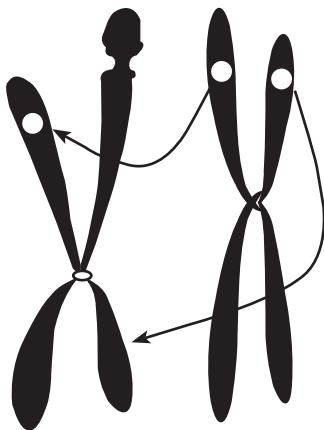


**Inserisiýanyň 2 görnüş i bardyr – transpozisiýa we transpozonlar.** Transpozisiýa inserisiýasynda gomologik hromosomyň öz içinde genleriň bir hromosomdan beýleki hromosoma bökmegi netijesinde üýtgeýjilik ýüze çykýar. Transpozon inserisiýada alamatyň fenotipiki ýüze çykmagyna genleriň bir hromosomyň içinde eýläk-beýläk göçmegi sebäp bolýar (22-nji surat).



**22-nji surat. Hromosomda inserisiýa hadysasynyň geçişi.**  
Hromosomlaryň içinde genleriň göçmegi

**Translokasiýa** – bu gomologik däl hromosomlarda saklanýan genleriň orunlarynyň çalyşmagydyr (23-nji surat).



**23-nji surat. Hromosomda translokasiýa hadysasynyň geçişi.**  
Gen mutasiýalary



Gen mutasiýasy mutirlenen geniň molekulýar düzüminiň üýtgemegi bilen şertlenendir. Bu üýtgeýjilik hromosomlaryň düzümi üýtgeýjiligi bilen baglanyşykly bolýandygy sebäpli, olaryň ýüze çykmagy meýozda hromosomlaryň krossingower hadysasynyň bozulmagyna alyp barmaýar.

Gen mutasiýalarynyň 2 görnüşi bar:

**1. Transsiziýa,**

**2. Transwerziýa.**

Transsiziýada bir hromosom degişli bolan DNK-nyň ikileýin spirally molekulasyň düzümindäki purin we pirimidin esaslarynyň ýerini çalyşmagy bilen üýtgeýjilik ýüze çykýar.

**Transwerziýada** dürli hromosom degişli bolan DNK-nyň ikileýin spirally molekulasyň düzümindäki purin we pirimidin esaslarynyň ýerini çalyşmagy bilen üýtgeýjilik ýüze çykýar.

Gen mutasiýalar mutasion üýtgeýjiligiň örän ýygy ýüze çykýan görnüşidir. Şeýle mutasiýalar DNK-daky nukleotidleriň orunlarynyň üýtgemegi bilen bagly bolýar. Bu ýagdaýda mutant gen işlemegini bes edýär we degişli RNK-da belok emele gelmeýär ýa-da gurluşy üýtgän DNK-dan degişli belok sintezlenip, organizmiň haýsy-da bolsa bir alamatynyň üýtgemegine getirýär. Gen mutasiýalarynyň netijesinde täze alleller emele gelýär we organizmleriň täze toparlary ýüze çykýar. Gen mutasiýalarynyň ewolýusion ähmiýeti hem uludyr.

Şu wagta çenli sereden mysallarymyzda diňe iki allelli genlere seredilip gelindi. Emma himiki özgermeler geniň dürli ýerlerinde bolup biler. Netijede bolsa, geniň dürli ýagdaýlaryny ýüze çykarýan birnäçe alleller emele geler (ýagny gen üýtgeýjiligiň netijesinde dürli alamatlary ýüze çykaryp biler).

Genleriň bu ýagdaýyny köpçülikleýin allellezizm ýa-da geniň köpçülikleýin täsiri diýip atlandyrlar. Geniň köpçülikleýin täsiri dürli ýagdaýda bolýar (bir alleliň beýlekisiniň üstünden doly, doly däl dominirlemegi ýa-da domonirlemezligi (kodomonirleme)).

Köpçülikleýin allele eýe bolan geterozigot organizm **kompaunt** diýip atlandyrylýar. Ýagny kompaunt bu – bir lokusda bar bolan iki mutant allelli geterozigot organizmdir. Emma populýasiýada köp genleri saklaýan alleller iki allellilere görä köp genotipleri berýär. Köpçülikleýin allellezimde genotipleriň döreýşiniň kanunalaýyklygyna



seredeliň. **A** we **a** geniň iki allelli lokusy 2 sany gomozigota (**AA**, **aa**) hem-de 1 sany geterozigota (**Aa**) berýär.

3 alleli saklaýan (**A**, **a<sub>1</sub>**, **a<sub>2</sub>**) lokus 3 sany gomozigotany (**AA**, **a<sub>1</sub>a<sub>1</sub>**, **a<sub>2</sub>a<sub>2</sub>**) berýär. **A** allel beýleki 2 sany allel bilen 2 sany geterozigotany (**Aa<sub>1</sub>**, **Aa<sub>2</sub>**) berýär. **a<sub>1</sub>** we **a<sub>2</sub>** allel bolsa, 1 sany gomozigotany (**a<sub>1</sub>a<sub>2</sub>**) berýär. Şeýlelik bilen, 3 allelde 6 sany genotip emele gelýär.

Eger 4 alleli saklaýan lokusy alsak (**C**, **C<sub>1</sub>**, **C<sub>2</sub>**, **C<sub>3</sub>**), onda 4 gomozigota (**CC**, **C<sub>1</sub>C<sub>1</sub>**, **C<sub>2</sub>C<sub>2</sub>**, **C<sub>3</sub>C<sub>3</sub>**) emele gelýär. **C** c allel beýlekileri bilen bilelikde 3 sany (**Cc<sub>1</sub>**, **Cc<sub>2</sub>**, **Cc<sub>3</sub>**), **C<sub>1</sub>** c allel beýlekileri bilen bilelikde 2 sany (**c<sub>1</sub>c<sub>2</sub>**, **c<sub>1</sub>c<sub>3</sub>**), **C<sub>2</sub>** c allel **c<sub>3</sub>** bilen 1 sany (**c<sub>2</sub>c<sub>3</sub>**) gatnaşyk – jemi 10 genotipi emele getirýär. Iki allelli lokus 3 genotipi (1 + 2 = 3), 3 allelli lokus 6 genotipi (1 + 2 + 3 = 6), 4 allelli lokus 10 genotipi (1 + 2 + 3 + 4 = 10) emele getirýär.

Diýmek, köpçülikleýin allelizmde genotipleriň sany allelleriň natural hatarynyň sanynyň jemine deňdir. Allelleriň sanynyň köp bolan ýagdaýynda, genotipleriň sany şu aňlatma bilen kesgitlenýär:

$$\frac{1}{2}na \quad na + 1$$

bu ýerde: **na** – allelleriň sany.

Doly dominirlemede ähli alleller boýunça fenotipleriň sany allelleriň sanyna deňdir.

Köpçülikleýin allelizme adamlaryň gan toparlarynyň neslegeçijiligi aýdyň mysal bolup biler. Gan topary **II** (izogemaglyútino – gen) gen arkaly kesgitlenip, 3 allel – **A**, **B**, **O** boýunça jogap berilýär.

Gan toparlary

I topar (O) – **I<sup>0</sup>I<sup>0</sup>**

II topar (A) – **I<sup>A</sup>I<sup>A</sup>** ýa-da **I<sup>A</sup>I<sup>0</sup>**

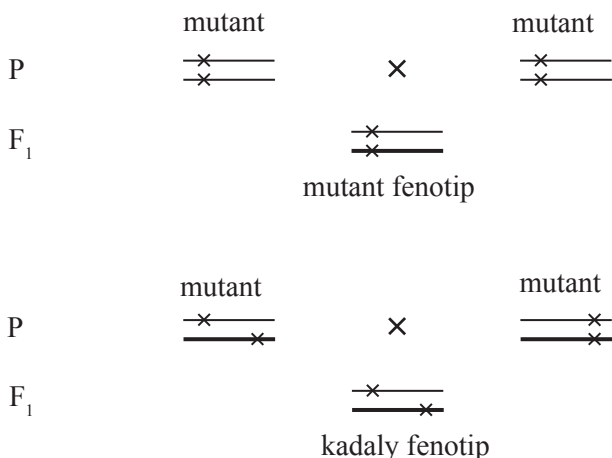
III topar (B) – **I<sup>B</sup>I<sup>B</sup>** ýa-da **I<sup>B</sup>I<sup>0</sup>**

IV topar (AB) – **I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>**

**A** we **B** genler **O** geniň üstünden dominirleýär. Emma **A** we **B** genler biri-birine göre dominant dälir.

Köpçülikleýin allelizmiň esasy görkezijisi – gen funksiýanyň birligi bolup durýar. Bu diýildigi, eger iki sany mutant çaknyşdyrylanda, mutant fenotipli gibril emele gelse, onda mutasiýalar alleldir, eger kadaly fenotipli bolsa, onda mutasiýalar allel dälir. Eger hromosomlary we genleri bölekler bilen göni çyzykda ýerleşdirsek, mutasiýalary bolsa ýyldyzjyklar bilen belgilesek, onda şeýle şekil emele geler (24-nji surat):





**24-nji surat. Mutant we kadaly fenotipiň ýüze çykyş çyzgdy**

Birinji ýagdaýda geterozigotanyň (kompaundyň) iki gomologiki hromosomynda-da şol bir gen zeperlenen (mutirlenen), ikinji ýagdaýynda kadaly gen gomologiki hromosomdaky mutirlenen geniň üstüni ýapýar.

### Genom mutasiýalar

Genom mutasiýalar hromosomlaryň sanynyň üýtgemegi bilen ýüze çykyan üýtgeýjilikdir. Bu hadysa aýry-aýry hromosomlaryň öýjük bölünişinde dürli tarapa çekilmezligi (öýjüklere deň bölünmezligi) bilen bolýar. Genom mutasiýalar, esasanam, poliploidýada ýüze çykyar.

**Poliploidýa** janly-jandarlaryň bedenleriň öýjüklerinde hromosomlaryň esasy sanynyň esseleýin köpelmek hadysasydyr.

Poliploidýanyň esasy 2 sany görnüşi bardyr:

**1. Autopoliploidýa;**

**2. Allopoliploidýa.**

Autopoliploidýada hromosomlaryň sanynyň esseleýin köpelmegi şol bir genomyň hasabyna bolup geçýär ( $AA + AA = AAAA$ ). Allopoliploidýada bolsa hromosomlaryň sanynyň esseleýin köpelişi dürli görnüşleriň genomlarynyň jemlenmegi ( $A + B = AB$ ), soňra bolsa hromosomlaryň sanynyň köpelmegi ( $AABB$ ) netijesinde bolup geçýär. Autopoliploid ösümlikler daşky gurluşy boýunça başlangyç





şekile meňzeşdir (enelik – atalyga). Allopoliploid şekiller bolsa enelik we atalyk şekilleriň aralyk ýagdaýyny eýeleýär we ol görnüşleriň gibridlerine meňzeşdir.

**Aneuploidiýa** hadysasy meýozda hromosomlaryň aýrylyşmasyndy dürli bozulmalaryň bolup geçmegi netijesinde ýüze çykýar. Bu hadysanyň netijesinde 2 sany meňzeş hromosom bölünenden soň, olaryň doly aýrylyşmanlygy sebäpli täze emele gelen öýjükleriň birinde hromosom sany artyk bolýar, beýlekisinde bolsa ýetmeýär. Bu ýagdaýda, eger  $2n-2$  bolsa **nullisomnik**,  $2n-1$  **monosomnik**,  $2n + 1$  **trisomnik** we ş.m. atlandyrylýar.

**Gaploidiýa** – gaploidler, adatça, diploid we allopoliploid görnüşleriň osoblary bolup, olaryň adaty öýjüginde hromosomyň sany başlangyç şekile görä 2 esse azdyr. Gaploidlerden gomozigot diploid liniýalary almagyň usullary hem şu hadysa esaslanandyr.

### Somatiki üýtgeýjilik

Somatiki mutasiýalar beden öýjüklerinde ýüze çykmak bilen organizmdäki öýjüklerde, dokumalarda, organlarda dürli näsazlyklaryň döremegine getirýär.

1914-nji ýylda tanymal biolog T.Boweri «janly bedenlerdäki döreyän çişler somatiki mutasiýalaryň ýüze çykmagydyr» diýen pikirini öňe sürýär. Eger somatiki mutasiýa netijesinde ýaramaz häsiýetli öýjük emele gelse, onda ol öýjükleriň köpelmegi netijesinde çiş döreyär. Emeli, tebigy mutasiýalar öwrenilende, köp alymlar çişleriň döremeginiň sebäplerini yzarlapdyrlar we mutasiýalaryň ionizirleýji şöhleleriň, himiki maddalaryň we wiruslaryň täsirinde bolýandygyny belläpdirler. Ol mutasiýalar kanserogen hasaplanýar.

Hünärmenler çişleriň mutasion tebigatyny öwrenmek üçin çiş döredýän öýjükleriň kariotipini öwrenmäge synanyşypdyrlar. Onuň üçin birnäçe usullar ulanyldy. Geçirilen barlaglara görä çiş öýjüklerinde ululygy boýunça tapawutlanýan hromosomlaryň bardygy anyklanypdyr. Olary **marker hromosomlar** diýip atlandyrdylar. Ähli çiş öýjüklerine aneuploidiýa hadysasy mahsus. Ilkinji öýjükde aneuploidiýanyň emele gelşini anyklamak üçin dürli synanyşyklar geçirilipdir (syçanlarda wirus leykozyň ýaýraýşy öwrenilipdir). Geçirilen synaglara görä aneuploid öýjükleriň ilki başda emele gel-



meýändig, olaryň diňe haýsydyr bir kesel ýüze çykandan has soň döreýändig anyklanydyr. Sitogenetikler çişleriň sitogenetiki üýtgeýjiligi kesgitlemek üçin diňe hromosomlaryň san taýdan däl, olaryň gurluş taýdan üýtgeýändigini hem anyklapdyrlar (delesiýa). Mundan başga-da, hromosomlaryň goşulyşmasynyň (translokasiýa) kadaly bolmadyk genomyň ýüze çykmagyna getirýändigini kesgitlepdirler. Bu ýagdaýda genleriň kadaly düzümi tutuş bir hromosomy ýitirenden ýa-da ol genotipe goşulandan has çuň bozulýar. Çişler birmeňzeş organizmlerde-de dürli kariotipli bolýar.

Spesifik abberasiýa (meňzeş bolmadyk hromosom) dogabitdi ýeke-täk kesel miýeloleýkozda ýüze çykýar. Bu kesel bilen kesellänleriň oňurga ýilik öýjüklerinde 21-nji gomologik hromosomyň biri kem bolýar. Ol hromosom **filadelfiýsk hromosomy** diýip atlandyryldy.

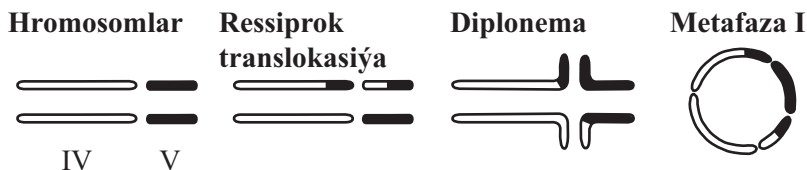
Diýmek, geçirilen köp sanly barlaglaryň netijesi çişleriň emele gelmeginiň esasynda mutasiýalaryň ýatýandygyny görkezdi.

Emma ähli ýagdaýlarda-da mutant gen öýjügiň mutabilligini (mutasiýa ukyplylygyny) ýokarlandyrýar. Şeýle mutator genleriň täsiri mekgejöwende we drozofila siňeginde ýüze çykaryldy. Şonuň ýaly çiş öýjükleri hem belki mutator genleriň täsirinde döreýändir diýip çaklanylýar.

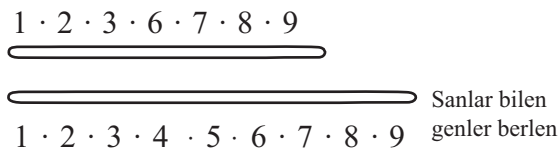
## Meseleler we olaryň çözülişi

**1.** Meýozyň sitologik barlaglary mekgejöweniň käbir öýjüklerinde 4-nji we 5-nji hromosomlaryň öýjügiň merkezinde halka emele getirýändigini görkezdi. Bu konýugasiýany näme bilen düşündirmek bolar?

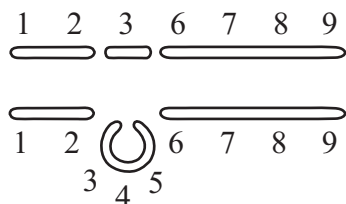
**Çözülişi:** Bu ýagdaýy 4-nji we 5-nji hromosomlaryň arasyndaky ressiprok translokasiýa bilen düşündirmek mümkin. Onuň netijesinde iki sany gomologik däl hromosomlar translokasiýa bolýar. Şonuň üçin iki jübüt hromosom konýugirlenýär we metafaza 1-de 4-nji hromosomdan halka emele getirýär.



2. Aşakdaky hromosomlaryň konýugasiýasyny şekillendirin.



**Çözülişi:** Hromosomda 4–5-nji genleriň deňinde gomologik ýeri ýok. Şonuň üçin kadaly hromosom şu ýerde halka emele getirýär. Hromosomlar diňe iki ýerinde böleklerini çalşyp bilýär: birinjisi 1–2 genler bilen, ikinjisi 6, 7, 8, 9 genler bilen böleklerini çalşyp bilýärler.



3. Mozaika gözli urkaçy siňekleri ak gözli erkek siňekler bilen çaknyşdyryp, mozaika gözli urkaçy siňekler we ak gözli erkek siňekler alyndy. Gözleriň reňkine jogap berýän alamatyň neslegeçijiligini we çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipini kesgitleň.

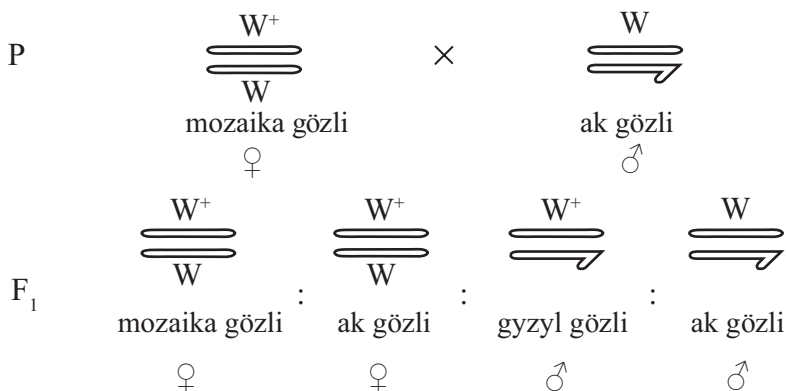
**Çözülişi:** Drozofilalary çaknyşdyryp alnan netijeler dürli bolupdyr. Bu neslegeçijiligiň jyns bilen baglydygyny görkezýär. Elbetde, gyzyň gözlüligi erkek drozafilalar eneden (mozaika gözli eneden), ak gözlüligi hem eneden **X** hromosom arkaly alyp bilýär. Urkaçy drozafilanyň **X** hromosomynda (**W**+) geniň bardygy belli. Bu gen dominant bolup, gyzyň gözlüligi kesgitleýär.

Beýleki resessiw **W** gen ak gözlüligi kesgitleýär. Emma ene drozofilanyň geterozigot görnüşi mozaika gözlülük alamatynyň durukly dældigi bilen tapawutlanýar. Bu ýagdaý, esasan, mozaika gözlülüge jogap berýän geniň hromosomyň geterochromatin ýerine geçirilende ýüze çykýandygyny görkezýär.

Erkek drozafilanyň **X** hromosomynda bolsa diňe bir alamat – ak gözlülüge jogap berýän resessiw gen saklanýar.

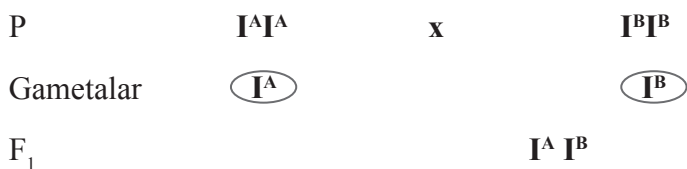


( – X- hromosom       – Y-hromosom)

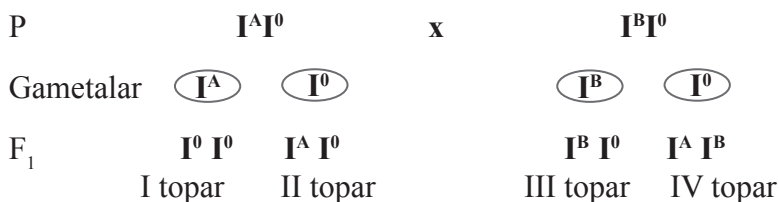


4. Eger ejesinde **A** gan topary, kakasynda **B** gan topary bolsa, olaryň çagalarynda nähili gan toparlary bolar? Ýatda saklaň, **I<sup>A</sup>** we **I<sup>B</sup>** genler **I<sup>0</sup>** geniniň üstünden dominirleýärler, emma **I<sup>A</sup>** we **I<sup>B</sup>** genler biri-birini dominirläp bilmeýär.

**Çözülişi:** A gan topary bolan ejesiniň genotipi **I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>** ýa-da **I<sup>A</sup>I<sup>0</sup>**, babasynyň genotipi bolsa **I<sup>B</sup>I<sup>B</sup>** ýa-da **I<sup>B</sup>I<sup>0</sup>** bolup biler. Eger ene-atasynyň ikisi hem gomozigot bolsa, onda çagalary IV gan toparyna eýe bolýarlar. **I<sup>A</sup>I<sup>B</sup>** genotipli bolýar.



Eger ene-atanyň ikisi hem geterozigot bolsa, onda çagalary 4 dürli gan toparyna eýe bolup bilýär:



5. Ejəsi I, kakasy IV gan toparly. Bu maşgalada doguljak çagalar ene-atasynyň gan toparyna eýe bolup bilermi?

**Çözülişi:** Ejesiniň genotipi  $I^0I^0$ , kakasynyňky  $I^AI^B$ . Çaga ejesinden  $I^0$  geni, kakasyndan bolsa  $I^A$  ýa-da  $I^B$  geni alýar. Şonuň üçin doglan çagalar  $I^AI^0$  ýa-da  $I^BI^0$  genotipli, ýagny II ýa-da III gan toparly bolýar. Emma I we IV gan toparly çagalar doglup bilmeýär.

P	$I^0I^0$		x	$I^AI^B$	
Gametalar	$I^0$	$I^0$		$I^A$	$I^B$
$F_1$	$I^AI^0$	$I^BI^0$		$I^AI^0$	$I^BI^0$
	II topar	III topar		II topar	III topar

6. Çaga dogrulýan öýde iki sany oğlan bäbejik çalşylypdyr. Çagalaryň biriniň ene-atasynyň gan topary I we II, beýlekisiniňki II we IV. Çagalaryň gan toparlary bolsa I we II. Oglanjyklaryň haýsy biriniň kimiň ogludygyny anyklaň.

**Çözülişi:**

Birinji ene-atanyň diňe I we II gan toparly çagalary bolup biler.

P	$I^0I^0$		x	$I^AI^A$	
$F_1$	$I^AI^0$	$I^AI^0$		$I^AI^0$	$I^AI^0$
	II topar	III topar		II topar	III topar

ýa-da

P	$I^0I^0$		x	$I^AI^0$	
$F_1$	$I^AI^0$	$I^0I^0$		$I^AI^0$	$I^0I^0$
	II topar	III topar		II topar	III topar

Ikinji ene-atanyň diňe II we III gan toparly çagalary bolup biler:

P	$I^AI^A$		x	$I^BI^B$	
$F_1$	$I^AI^A$	$I^AI^B$		$I^AI^A$	$I^AI^B$
	II topar	III topar		II topar	III topar

ýa-da



P	$I^A I^A$		x	$I^A I^B$	
$F_1$	$I^A I^A$	$I^A I^B$		$I^A I^0$	$I^B I^0$
	II topar	III topar		II topar	III topar

I gan toparly oylan bäbejik birinji ene-atanyň (I we II gan toparly), II gan toparly bäbejik bolsa ikinji ene-atanyň (II we IV gan toparly) ogly bolýar.

7. Eger populýasiýanyň käbir haýwanlarynyň bir hromosomynda 4 seriýa allel ( $D, d_1, d_2, d_3$ ) we beýleki hromosomynda 2 sany ( $C$  we  $c$ ) bolsa, onda bu allellere baglylykda populýasiýada dürli genotipleriň ýüze çykmak ähtimallygyny kesgitläň.

**Çözülişi:** Birinji hromosomdaky allelleriň seriýasyna baglylykda  $1 + 2 + 3 + 4 = 10$  sany genotipiň, ikinji hromosomda  $1 + 2 = 3$  genotipiň ýüze çykmagy mümkin. Hromosomlaryň ikisiniň hem allelleriň seriýasyna baglylykda populýasiýada  $10 \times 3 = 30$  sany genotipiň ýüze çykmak ähtimallygy bar.

### Barlag meseleleri

162. Oglanjygyň I derejeli, onuň gyz doganynyň IV derejeli gan toparly bar. Bu çagalaryň ene-atasynyň gan toparyny anyklaň?

163. Ejesiniň I derejeli, kakasynyň III derejeli (geterozigot) gan toparly bar. Çagalary ejesiniň gan toparyna (I derejeli) eýe bolup bilermi?

164. Maşgalada 3 çaganyň 3 dürli gan toparly – II, III, I gan toparly bar. Bu çagalaryň ene-atasy nähili gan toparyna eýe bolup biler?

165. Çaganyň IV derejeli gan toparly bar. Bu çaganyň özüniňkidigi barada 2 sany maşgala birnäçe subutnamalar aýdýar. Bir jübütiň kakasynyň gan toparly II, ejesiniňki III, beýleki jübütiň ejesiniň gan toparly IV, kakasynyňky I. Onda bu çaga haýsy maşgalanyňky bolup biler?

166. Kambala balyklarynyň populýasiýasynda reňkini kesgitleýän seriýa alleller bar ( $P^0, P^m, P^{mc}, P^c, P^t, P$ ). Bu populýasiýada balyklaryň näçe dürli genotipiniň emele gelmek ähtimallygy bar?

167. Mele gözli ene-atanyň 4 çagasy bar. Iki sany gözi gök bolan çagasynyň I we IV gan toparlary bar, beýleki iki mele gözli çagasynyň II we III gan toparlary bar. Indiki mele gözli I gan toparly çaganyň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

168. Adamyň daltonizm keseli jyns bilen baglanyşykly almat. Aýalyň gany I topara, adamsynyňky IV gan toparyna degişli.



Bu maşgalanyň III gan toparly daltonik ogly bolupdyr. Iki ene-ata reňkleri kadaly saýgarýar. II gan toparly sagdyn çaganyň dogulmak ähtimallygyny kesgitläň.

169. Syçanyň guýrugynyň uzynlygy **A, a, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>** seriýa alleller bilen kesgitlenýär. Gomozigot osoblaryň ýaşayşa ukyby bolmaýar (ölýär). **Aa** – geterozigotlaryň gysga guýrugy bolýar, **Aa<sub>1</sub>** – guýruksyz, **aa<sub>1</sub>, aa<sub>2</sub>** we **aa<sub>2</sub>** kadaly guýrukly bolýar. Guýruksyz syçanlary gysga guýruklylar bilen çaknyşdyryp, nähili fenotipli syçanlary almak mümkin.

170. Çal reňkli öý towşanlary bilen mele reňkli towşanlary çaknyşdyryp, nesilde çal reňkli, mele reňkli we albinos towşanjyklary aldylar. Nesilleriň we ene-atanyň genotipini kesgitläň.

171. Çal reňkli öý towşanlary bilen mele reňklilerini çaknyşdyryp, nesilde 106 çal reňkli, 56 mele reňkli, 48 albinos alyndy. Nesilleriň we çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipini anyklaň?

172. Genotipinde gomozigot tirkelen **A, B, C, D, E** genleri bolan arpany genotipinde şu genleri resessiw saklaýan arpa bilen çaknyşdyrýarlar. Seljeriji çaknyşdyrmak geçirilende diňe 4 dürli gameta **ABCDE, ABCDe, abcdE, abcde** emele gelipdir. Bu ýagdaýy düşündiriň.

173. Adamyň spermatozoidiniň hromosomynda san ýetmezçiligi bar. Bu hromosomy alan indiuid anomaliýaly bolýar. Indiuid nesilleriň nähili görnüşlerini we näçe gatnaşykda emele getirip biler?

174. Daunyň sindromyna eýe bolan çaganyň genotipinde 46 dälde, 47 hromosomy bar, ýagny bu artykmaçlyk mydama 21-nji hromosomda bolýar. Kariotipiň seljermesi bir hromosomyň, ýagny 15-nji hromosomyň adatdakylardan uzyndygyny görkezdi. Bu kesele eýe bolan ejesiniň, şeýle hem kadaly konstitusiýaly daýzasynyň genotipinde 45 sany hromosomy bolup, onuň 15-nji hromosomy beýlekilerden uzyndyr. Maşgalada ýüze çykan şeýle ýagdaýy nähili düşündirse bolar?

175. Eger adamyň zigotasy artykmaç 21-nji hromosomy saklaýan bolsa, onda Daunyň sindromy keseli bar bolan çaga emele gelýär. Eger zigotada 21-nji hromosom ýetmeýän bolsa (jübütiň bir taýy), onda zigota (düwünçek) heläk bolýar (spontan abort). Ejesiniň genotipinde 45 hromosom saklanýar, sebäbi 21-nji hromosom jübütiniň biri 15-nji hromosom jübütine translokasiýa bolan, galany bolsa kadaly. Nähili genotipli zigotalar emele geler we olaryň soňky ykballary nähili bolar?



176. Mekgejöweniň 2-nji hromosomynda genler şu tertipde ýerleşendirler: daşynyň gatynyň (dolagy) reňkiniň ak bolmagynyň geni, soň ýalpyldawuk ýapraklylygynyň geni, soňra ýapragynyň aşak egilip sallanyp durmak geni, iň soňunda bolsa golçuryň gyzylymytl mele reňkli bolmak geni. Liniýalaryň birinde bu yzygiderligiň basgançaklydygyny anyklapdyrlar: ak gabyk, ýapraklaryň aşak egilip durmagy, ýalpyldawuk ýapraklylyk we golçurlaryň gyzyl goňur reňkli bolmagy. Muny nähili düşündirse bolar? Şeýle ugurlaryň gibridleriniň hromosomlarynyň arasynda konýugasiýa nähili geçer?

177. Aşakdaky hromosomlaryň konýugasiýasyny şekillendiriň (sanlar bilen genler bellenen).

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 11 \cdot 12}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 11 \cdot 12}$$

178. Aşakdaky hromosomyň konýugasiýasyny şekillendiriň (sanlar bilen genler bellenen).

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 12}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 7 \cdot 7 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 11 \cdot 12}$$

179. Aşakdaky hromosomyň konýugasiýasyny şekillendiriň.

$$\frac{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 10 \cdot 12 \cdot 13 \cdot 14 \cdot 15 \cdot 16}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 6 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 15 \cdot 14 \cdot 11 \cdot 10 \cdot 9 \cdot 6}$$

180. Aşakdaky tablisada 7 gen (a-dan g-a çenli) bilen markirlenen hromosom görkezilen. Hromosom üýtgeýjiligi netijesinde ol hromosomdan 5 dürli hromosom emele gelipdir (delesiýa, dublikasiýa, inwersiýa, translokasiýa). Hromosomdaky üýtgeýjilikler bellenen yzygiderlikde bolan ýagdaýynda bu hromosomlar ýüze çykyp bilýär. Şeýle üýtgeýjilikler mutasiýanyň haýsy görnüşine degişli? Atlandyryň.

Hromosom	Tertip belgisi	Üýtgeýjiligiň görnüşi
1	2	3
a b c d e f g		
a b x e f y z		
a b f e d c c g		
a b x e y z		
a b f e d c g		
a b f e x y z		





### Barlag soraglary:

1. «Üýtgeýjilik» diýen adalga düşündiriş beriň.
2. Diýeli, tebigatda diňe üýtgeýjilik bolup durýar, neslegeçijilik bolmaýar. Bu ýagdaýyň soňky netijesi nähili bolar?
3. Haýsy mehanizmler kombinativ üýtgeýjiligiň çeşmesi hasaplanýar?
4. Fenotipiki we genotipiki üýtgeýjiligiň tapawudy nämeden ybarat?
5. Näme üçin nesle geçmeýän üýtgeýjiligi toparlaýyn we ýekeleýin (kesgitlenen) diýip atlandyryrlar?
6. Hil we mukdar alamatlara daşky gurşawyň nähili täsirleri bolup biler?
7. Genotipi üýtgemezden daşky gurşawyň täsirleri bilen fenotipiň ýüze çykmak häsiýetiniň biologik ähmiýeti nämeden ybarat?
8. Organizmlerde mutasiýalaryň bolmagyna nähili mehanizmler täsir edip bilýär?
9. Somatiki we generativ mutasiýalaryň aýratynlyklary nämeden ybarat?
10. Daşky gurşawyň haýsy täsirleri mutasiýany işjeňleşdirip bilýär?
11. Daşky gurşawyň haýsy täsiri iň ýokary mutagen häsiýeti ýüze çykaryp bilýär?
12. Näme üçin antropogen täsirler daşky gurşawyň mutagen täsirlerini ýokarlandyryr?
13. Seleksiýada mikroorganizmleriň, ösümlikleriň we haýwanlaryň mutagenleri nähili ulanylýar?
14. Mutagenleriň täsirinden adamlary we tebigaty goramak üçin nähili çäreler geçirilýär?
15. Nähili mutasiýalar letal (ölüm howply) hasaplanýar? Beýleki mutasiýalardan olary nähili tapawutlandyryrlar?
16. Letal mutasiýalara mysallar getiriň.
17. Adamda zyýanly mutasiýalar barmy?
18. Näme üçin adamyň hromosomynyň gurluşyny takyk bilmeli?
19. Daunyň sindromynda nähili hromosom toplумы duş gelýär?
20. Ionizirleýji şöhlemenäniň täsiri bilen ýüze çykyp biljek mutasiýalaryň sanawyny aýdyň?
21. Gen mutasiýalarynyň haýsy görnüşlerini bilýärsiňiz?
22. Gen mutasiýalaryny genom mutasiýalaryndan nähili tapawutlandyryrlar?
23. Poliploidiýa mutasiýalaryň haýsy görnüşine degişli?





## XII BAP

### POPULÝASIÝANYŇ GENETIKASY

**Populýasiýa** diýip belli bir arealy eýeleýän, öz arasynda erkin çaknyşýan, gelip çykyşy birmeňzeş, kesgitli genetiki gurluşa eýe bolan, belli bir derejede beýleki populýasiýalardan izolirlenen bir görnüşe degişli bolan osoblar toplumynyň dürli ýaşdaky wekillerine aýdylýar.

Her bir populýasiýanyň kesgitli genofondy we genetiki gurluşy bardyr. **Genofond** diýip populýasiýadaky osoblaryň genotipleriniň toplumyna aýdylýar. **Populýasiýanyň genetiki gurluşy** diýip berlen populýasiýadaky genotipleriň we allelleriň gatnaşygyna aýdylýar.

Populýasiýanyň sanynyň üýtgeýşini, genetiki gurluşyny, alamatlaryň neslegeçijiligini genetikanyň esasy bölümleriniň biri bolan populýasiýanyň genetikasy öwrenýär. Populýasiýanyň genetikasynda genotipiň we allelleriň duş geliş ýygylgy esasy düşünje bolup durýar. **Genotipiň ýygylgy** diýip berlen genotipiň populýasiýadaky genotipleriň umumy sanyna bolan gatnaşygyna aýdylýar. Genotipiň ýa-da allelleriň ýygylgy görterimde ýa-da birlik paýynda kesgitlenýär (eger populýasiýadaky genotipleriň ýa-da allelleriň sany 100% diýip kabul edilse). Eger gen iki sany alleli saklap, resessiw **a** alleliň paýy osoblaryň 3/4 bölegine deň bolsa, onda dominant **A** alleliň paýy osoblaryň 1/4 bölegine deň bolar.

Populýasiýanyň genetiki gurluşyna köpelişiň usuly uly täsir ýetirýär. Meselem, öz-özünden tozanlanýan we atanaklaýyn tozanlanýan ösümlikleriň populýasiýasy biri-birinden düýpli tapawutlanýarlar. Öz-özünden tozanlanýan ösümlikleriň populýasiýasynda gomozigotlaşma hadysasy ýokarlanýar, ýagny her nesilde gomozigot genotipleriň sany artyp, geterozigotlaryňky kemelýär. Bu bolsa populýasiýanyň iki bölege bölünmegine, ýagny iki dürli arassa liniýalaryň – gomozigot dominant we gomozigot resessiw genotipleriň emele gelmegine getirýär. Başlangyç geterozigot şekiliň her nesildäki osoblarynyň sany şu aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenýär:



$$\text{Nesildäki osoblaryň sany} = a \times b \times n, \quad (1)$$

bu ýerde: **a** – başlangyç geterozigot şekilleriň sany, **b** – köpelişiň koeffisiýenti (bir osobyň köpelişiň bir aýlawyndaky nesli), **n** – nesliň tertip sany. Dürli nesillerdäki genotipleriň gatnaşygy aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenýär:

$$\frac{2^{n+1} - 2}{2} AA : 2Aa : \frac{2^{n+1} - 2}{2} : aa \quad (2)$$

bu ýerde: **n** – nesliň tertip belgisi. Populýasiýada ösümlikleriň we haýwanlaryň köp bölegi erkin çaknyşmak netijesinde jynsy ýol bilen köpeliýär we gametalaryň deň ähtimallyklaryny ýüze çykarýar. Gametalaryň deň ähtimallykda duş gelýän populýasiýasyna **panmiktik** populýasiýa diýilýär.

Panmiktik populýasiýanyň genetiki gurluşy Hardy – Waýnbergiň kanunyna boýun egýär. Genleriň konsentrasiýasyny üýtgedýän daşky täsirleriň, erkin çaknyşmada seçginiň, berlen genleriň mutasiýasynyň we migrasiýasynyň bolmazlygy, nesilden-nesle geçende **A** we **a** allelleriň, şeýle hem **AA**, **Aa**, **aa** genotipleriň gatnaşygy hemişelik bolup galýar.

Gametalaryň **A** dominant alleli **p(pA)**, resessiw alleli **q(qa)** bilen belgilenýär. Allelleriň populýasiýadaky duş gelmek ýygylgy şu aňlatma bilen kesgitlenýär:

$$p + q = 1 \quad (3)$$

Alleliň populýasiýada duş gelmek ýygylgy (meselem **A**) şu aňlatma bilen kesgitlenýär:

$$pA = \frac{\text{seljerilýän allelleriň sany (A ýa-da a)}}{\text{allelleriň umumy sany}} \quad (4)$$

Panmiktik populýasiýada genotipleriň ýygylgyny şu aňlatma bilen kesgitleýärler:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1 \quad (5)$$

Ýokarda berlen aňlatmalar esasynda kesgitli panmiktik populýasiýadaky allelleriň we genotipleriň ýygylgyny kesgitlemek mümkindir.



## Barlag soraglary:

1. Populýasiýa näme?
2. Populýasiýanyň genefondy diýip nämä aýdylýar?
3. Populýasiýanyň genetiki gurluşy näme?
4. Geniň ýa-da genotipiň duş gelmek ýygylgygy diýip nämä düşünýärsiňiz?
5. Geniň ýa-da genotipiň duş gelmek ýygylgyny kesgitlemekde haýsy ölçeg birlikleri ulanylýar?
6. Eger resessiw alleliniň duş gelmek ýygylgygy 0,73-e deň bolsa, onda dominant alleliniň näçä deň bolar?
7. Populýasiýanyň gomozigotlaşmagynyň esasy sebäbi näme?
8. Haýsy populýasiýada genleriň we genotipleriň gatnaşygy nesilden nesle geçende üýtgeşsiz bolup galýar?
9. Nähili populýasiýa panmiktik populýasiýa diýilýär?
10. Osoblaryň öz-özünden tozanlanýan populýasiýasynda genotipleriň duş gelmek ýygylgygy nähili kesgitlenilýär?
11. Panmiktik populýasiýada genotipleriň duş gelmek ýygylgygy nähili kesgitlenilýär?
12. Genofond näme?
  - a) Populýasiýanyň ähli osoblarynyň genotipleriniň toplумы;
  - b) Populýasiýanyň ähli osoblarynyň fenotipleriniň toplумы;
  - c) Populýasiýadaky dürli genotipleriň we genlerdäki allelleriň gatnaşygy;
  - d) Populýasiýadaky dürli jynsa degişli osoblaryň gatnaşygy.
13. Populýasiýanyň genetiki gurluşy diýip nämä aýdylýar?
  - a) Populýasiýanyň ähli osoblarynyň genotipleriniň toplумы;
  - b) Populýasiýanyň ähli osoblarynyň fenotipleriniň toplумы;
  - c) Populýasiýadaky dürli genotipleriň we genlerdäki allelleriň gatnaşygy;
  - d) Populýasiýadaky osoblaryň dürli jynslarynyň gatnaşygy.
14. Genotipiň ýygylgygy diýip nämä düşünýärsiňiz?
  - a) Populýasiýadaky dürli genotipleriň we genlerdäki allelleriň gatnaşygyna;
  - b) Populýasiýadaky dürli jynsa degişli bolan osoblaryň gatnaşygyna;
  - c) Populýasiýadaky ähli genotipleriň umumy sanynda berlen genotipiň tutýan bölegine;
  - d) Populýasiýadaky ähli genleriň mukdarynda berlen genotipiň tutýan bölegine.
15. Genotipiň ýygylgynyň ölçeg birligi nämede aňladylýar?
  - a) Göterimde ýa-da sanda;



- b) Ölçeg birliklerinde ýa-da sanda;  
 ç) Göterimde ýa-da birlik paýynda;  
 d) Sanda.
16. Populýasiýanyň genetiki gurluşy nämä bagly bolup durýar?  
 a) Urkaçy jynsyň osoblarynyň sanyna;  
 b) Erkek jynsyň osoblarynyň sanyna;  
 ç) Köpelişiň usulyna;  
 d) Erkek we urkaçy jynsyň osoblarynyň san gatnaşygyna.
17. Nähili populýasiýada gomozigotlaşmak hadysasyny görmek bolýar?  
 a) Atanaklaýyn tozanlanýan ösümlüklerde;  
 b) Öz-özünden tozanlanýan ösümlüklerde;  
 ç) Dürli populýasiýalarda;  
 d) Panmiktik populýasiýalarda.
18. Nähili populýasiýa panmiktik populýasiýa diýilýär?  
 a) Öz-özünden tozanlanýan populýasiýa;  
 b) Atanaklaýyn tozanlanma bolmaýan populýasiýa;  
 ç) Osoblaryň erkin çaknyşyp bilýän populýasiýasyna;  
 d) Osoblaryň erkin çaknyşyp bilmeýän populýasiýasyna.
19. Populýasiýada dominant we resessiw allelleriň duş gelmek ýygylgy näçä deň?  
 a) 1                      b) 2                      ç) 50                      d) 100
20. Populýasiýanyň kämilligine haýsy şertler ýaramaz täsir edip biler?  
 a) Populýasiýanyň sanynyň köp bolmagy;  
 b) Haýsydyr bir genotipiň peýdasyna seçginiň bolmagy;  
 ç) Mutasiýanyň bolmazlygy;  
 d) Ähli genotipleriň birmeňzeş ýaşaýyş ukyplylygynyň bolmagy.
21. Nähili täsir populýasiýanyň genetiki gurluşyny üýtgedip biler?  
 a) panmiksiýa;  
 b) mutasiýanyň bolmazlygy;  
 ç) tebigy seçgi;  
 d) populýasiýanyň içinde osoblaryň mukdarynyň artmagy.
22. Eger geniň dominant allelleriň duş gelmek ýygylgy 0,4-e deň bolsa, onda geniň resessiw allelleriň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?  
 a) 0,1                      b) 0,4                      ç) 0,6                      d) 1
23. Eger populýasiýa 250 sany **AA** genotipli we 750 sany **aa** genotipli osoblardan duran bolsa, onda geniň resessiw allelleriň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?  
 a) 0,25                      b) 0,5                      ç) 0,75                      d) 1



24. Eger populýasiýa 150 sany **AA** genotipli we 350 sany **Aa** genotipli osobdan duran bolsa, onda geniň dominant allelleriniň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?  
 a) 0,1                      b) 0,35                      c) 0,65                      d) 1
25. Eger populýasiýa 400 sany **AA** genotipli we 600 sany **Aa** genotipli osobdan duran bolsa, onda populýasiýada geniň resessiw allelleriniň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?  
 a) 0,1                      b) 0,3                      c) 0,7                      d) 1
26. Eger populýasiýada geniň resessiw allelleriniň duş gelmek ýygylgy 0,3-e deň bolsa, onda **AA** genotipiň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?  
 a) 0,09                      b) 0,3                      c) 0,49                      d) 0,7
27. Eger geniň resessiw alleliniň duş gelmek ýygylgy 0,5-e deň bolsa, populýasiýada **Aa** genotipiň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?  
 a) 0,05                      b) 0,25                      c) 0,5                      d) 0,75
28. Eger populýasiýada **aa** genotipiň duş gelmek ýygylgy 0,6-a deň bolsa, onda geniň resessiw alleliniň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?  
 a) 0,06                      b) 0,36                      c) 0,6                      d) 1

### Panmiktik populýasiýada genleriň we genotipleriň duş gelmek ýygylgyny kesgitlemek

#### Meseleleri çözmek endiklerini berkitmek

1. Meseläni dykgat bilen okap, meseläniň şertini ýazyň;
2. 5, 6, 7-nji aňlatmalardan peýdalanyň, genleriň we genotipleriň duş gelmek ýygylgyny kesgitleň. Ýatda saklaň:
  - osob her bir gende iki alleli saklaýar: gomozigot osob iki sany meňzeş, geterozigot osob bolsa iki sany dürli geni saklaýar;
  - populýasiýada genleriň we genotipleriň ýygylgy görterimde ýa-da birlik sanda aňladylýar;
  - populýasiýadaky genleriň ýa-da genotipleriň umumy mukdary üçin 100% ýa-da 1 alynýar;
  - dominant alleliň duş gelmek ýygylgy – **p**, resessiw alleliňki **q** harpy bilen bellenýär;
  - berlen alleliň duş gelmek ýygylgy populýasiýadaky ähli allelleriniň umumy mukdaryna bolan gatnaşygyna deňdir;
  - geniň ähli allelleriniň ýygylgy 1-e deňdir;



- osoblaryň gomozigot dominant alamaty boýunça duş gelmek ýygylgy  $p^2$ , geterozigotlaryňky  $2pq$ , resessiw alamaty boýunça gomozigotlaryňky  $q^2$ -a deňdir;
- Meseläniň jogabyny ýazyň.

### Meseleler we olaryň çözülişi

1. Berlen populýasiýada **A** dominant alleliň duş gelmek ýygylgy 0,25. Onda **a** resessiw alleliň populýasiýadaky duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?

**Berlen:**

Berlen:

$$p = 0,25$$

---


$$q = ?$$

**Çözülişi:**

1. *Hardi-Waynbergiň kanuny-na görä:*

$$p + q = 1$$

Berlen aňlatmadan  $q$  - ny kesgitleýäris:

$$q = 1 - p$$

2. *Resessiw alleliň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris.* Meseläniň gysgaça çözülişi:

$$p + q = 1$$

$$q = 1 - p$$

$$q = 1 - 0,25 = 0,75$$

$$\text{Jogaby: } q = 0,75$$

2. Populýasiýa **Aa** genotipli 120 sany osobdan duran. Berlen populýasiýada dominant we resessiw alleliň duş gelmek ýygylgyny kesgitleň?

**Berlen:**

Berlen:

$$Aa = 120$$

---


$$p, q = ?$$

**Çözülişi:**

1. *Populýasiýadaky genleriň umumy mukdaryny kesgitleýäris.* Populýasiýa 120 osobdan duran, olaryň her biri berlen geniň 2 allelini gaýtalaýarlar. Şonuň üçin alleleriň populýasiýadaky umumy sany – 240 ( $120 \times 2$ ).



2. Berlen populýasiýada geniň dominant we resessiw allelleriniň mukdaryny kesgitleýäris. Her bir osob geniň bir dominant we bir resessiw allelini saklaýar. Populýasiýadaky osoblaryň sany 120. Şonuň üçin berlen populýasiýada berlen geniň 120 sany dominant we 120 sany resessiw alleli bar.

$$240/2 = 120$$

3. **A** alleliň duş gelmek ýygylýgyny kesgitleýäris. Onuň üçin (6) aňlatmadan peýdalanýarys:

$$q(A) = 120/240 = 0,5$$

4. **a** alleliň duş gelmek ýygylýgyny kesgitleýäris. Ony kesgitlemek üçin iki usul ulanmak mümkin:

1-nji usul – (6) aňlatma boýunça:

$$p(a) = 120/240 = 0,5$$

2-nji usul – Hardy-Waýnbergiň kanunyna laýyklykda:

$$p + q = 1$$

Aňlatmadan peýdalanyp q-ny tapýarys:

$$q = 1 - p, q = 1 - 0,5 = 0,5$$

### Meseläniň gysgaça çözülişi

120 + 120 = 240 (allelleriniň umumy sany)

A – 120 sany allel, a – 120 sany allel

$$p = 120/240 = 0,5$$

$$q = 120/240 = 0,5 \text{ ýa-da } p + q = 1$$

$$q = 1 - p$$

$$q = 1 - 0,5 = 0,5$$

**Jogaby:**  $p = 0,5$ ;  $q = 0,5$

3. Populýasiýa **BB** gomozigot genotipli 240 sany, **Bb** genotipli 260 sany osobdan ybarat. Berlen populýasiýada geniň dominant we resessiw allelleriniň duş gelmek ýygylýgy näçä deň bolar?





**Berlen:**

**BB** = 240

**Bb** = 260

p, q = ?

**Çözülişi:**

1. *Populýasiýadaky genleriň umumy mukdaryny kesgitleýäris.* Populýasiýa 500 (240+260) osobdan ybarat, her bir osob geniň 2 allelini saklaýar. Şonuň üçin berlen populýasiýada allelleriň umumy sany 1000 (500 x 2) deň.

2. *Berlen populýasiýada geniň dominant we resessiw allelleriň mukdaryny kesgitleýäris.* Gomozigot osoblar geniň iki sany dominant allelini saklaýar  $240 \times 2 = 480$ . Her bir geterozigot osob bolsa geniň bir dominant we bir resessiw allelini saklaýar, ýagny 260 sany **B** we 260 sany **b** geni saklaýar. Onda dominant allelleriň mukdary  $480 + 260 = 740$ , resessiw allelleriňki bolsa 260 sany bolýar.

3. *Dominant **B** alleliň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris.* Onuň üçin (6) aňlatmadan peýdalanýarys.

$$p = 740/1000 = 0,74$$

4. *Resessiw **b** alleliň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris.* Ony kesgitlemegiň iki usuly bar.

1-nji usul – (6) aňlatma boýunça:  $p = 260/1000 = 0,26$

2-nji usul – Hardi-Waýnbergiň kanuny esasynda

$$p(B) + q(b) = 1$$

Aňlatmadan peýdalanyp q-ny tapýarys:

$$q = 1 - p; q = 1 - 0,74 = 0,26$$

### Meseläniň gysgaça çözülişi

$(240+260) \times 2 = 1000$  (alleliň umumy sany)

BB –  $240 \times 2 = 480$  (B allel)

Bb – 260 (B allel) we 260 (b allel)

B –  $480 + 260 = 740$



$$b = 260$$

$$p = 740/1000 = 0,74$$

$$q = 260/1000 = 0,26 \text{ ýa-da } p + q = 1$$

$$q = 1 - p$$

$$q = 1 - 0,74 = 0,26$$

**Jogaby:**  $p = 0,74$ ;  $q = 0,26$

4. Erkin çaknyşýan populýasiýada genotipler şu aşakdaky ýgylykda duş gelýär: 0,4 AA we 0,6 Aa. Berlen populýasiýanyň 1-nji neslinde AA, Aa, aa genotipleriniň duş gelmek ýgylygyny kesgitleň.

**Berlen:**

AA – 0,4

Aa – 0,6

$$p^2, 2pq, q^2 - ?$$

**Çözülişi:**

1. *Populýasiýadaky ýumurtga öýjükleriniň we spermatozoidleriniň mukdaryny kesgitleýäris:* Her genotip boýunça ýumurtga öýjükleriniň we spermatozoidleriň deň mukdary emele gelýär. Şonuň üçin ýumurtga öýjükleriniň sany 0,4A + 0,3A + 0,3a; spermatozoidleriň sany – 0,4A + 0,3A + 0,3a bolýar.

2. *Emele geljek dürli genotipli osoblaryň gatnaşygyny tapýarys:*  
 $(0,4A + 0,3A + 0,3a) \times (0,4A + 0,3A + 0,3a) = 0,16AA + 0,12AA + 0,12Aa + 0,12AA + 0,09AA + 0,09Aa + 0,12Aa + 0,09Aa + 0,09aa$   
 $= 0,49AA + 0,42Aa + 0,09aa$

### Meseläniň gysgaça çözülişi

Emele gelýär:

Ýumurtga öýjükleri:  $0,4A + 0,3A + 0,3a$

Spermatozoidler:  $0,4A + 0,3A + 0,3a$

$(0,4A + 0,3A + 0,3a) \times (0,4A + 0,3A + 0,3a) = 0,16AA + 0,12AA + 0,12Aa + 0,12AA + 0,09AA + 0,09Aa + 0,12Aa + 0,09Aa + 0,09aa$   
 $= 0,49AA + 0,42Aa + 0,09aa$

**Jogaby:**  $0,49(AA) + 0,42(Aa) + 0,09(aa)$ .



5. Populýasiýany **AA** – 36%, **Aa** – 48%, **aa** – 16% genotipli osoblar düzýär. Onda populýasiýadaky dominant we resessiw alleliň ýygylgyny kesgitläň?

**Berlen:**

**AA** – 36%

**Aa** – 48%

**aa** – 16%

p, q – ?

**Çözülişi:**

1. *Genotipleriň ýygylgyny görsterimde alyars.*

**AA** – 36% ýa-da 0,36

**Aa** – 48% ýa-da 0,48

**aa** – 16% ýa-da 0,16

2. *Hardi-Waynbergiň kanunyna laýyklykda:*

$$p^2 + 2pq + q^2$$

Aňlatmadan peýdalanyp p(A) we q(a) tapýarys:

$$p = \sqrt{p^2}; q = \sqrt{q^2}$$

3. *Dominant we resessiw allelleriň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris?*

$$p = \sqrt{0,36} = 0,6; q = \sqrt{0,16} = 0,4$$

### Meseläniň gysgaça çözülişi

**AA** – 36% ýa-da 0,36; **Aa** – 48% ýa-da 0,48; **aa** – 16% ýa-da 0,16.

p(A) =  $\sqrt{0,36} = 0,6$ ; q(a) =  $\sqrt{0,16} = 0,4$

**Jogaby:** p = 0,6; q = 0,4

6. Güýzlük arpanyň sary reňki **A** dominant, ýaşyl reňki **a** resessiw allel bilen kesgitlenýär. Berlen 1000 m<sup>2</sup> ekerançylyk meýdanda 300 müň düýp arpa ösümlikleri ösýär. Olaryň 75 müň sanysynyň gämikleri ýaşyl reňkli. Berlen ösümlük populýasiýasynda **a** resessiw alleliň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?



**Berlen:**

Jemi – 300000 ösümlük

**aa** – 75000 sany**Çözülişi:**

1. **aa** genotipli ösümlükleriň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris.

**aa** genotipli ösümlükleriň duş gelmek ýygylgyny bu ösümlükleriň umumy sanynda **aa** genotipli ösümlükleriň tutýan paýydyr.

$$q = ?$$

Şonuň üçin  $q^2 = \mathbf{aa}$  genotipli ösümlükleriň sanynyň umumy ösümlükleriň sanyna bolan gatnaşygyna deň.

$$q^2 = 75000/300000 = 0,25$$

2. **a** geniň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris. Hardy-Wainbergiň kanunyna laýyklykda:

$$p^2 + 2pq + q^2$$

Aňlatmadan peýdalanyp  $q(a)$  tapýarys:

$$q = \sqrt{q^2}$$

$$q = \sqrt{0,25} = 0,5$$

**Meseläniň gysgaça çözülişi:**

$q^2 = \mathbf{aa}$  genotipli ösümlükleriň sany/ösümlükleriň umumy sany

$$q^2 = 75000/300000 = 0,25$$

$$q = \sqrt{q^2}$$

$$q = \sqrt{0,25} = 0,5$$

**Jogaby:**  $q = 0,25$

**Barlag meseleleri**

181. Populýasiýada resessiw **a** alleliň duş gelmek ýygylgyny:

a) 0,36

b) 0,44

ç) 0,62

d) 0,13

deň bolsa, onda **A** dominant alleliň duş gelmek ýygylgyny näçä deň bolar?



182. Populýasiýa **Cc** genotipli osoblardan duran bolsa we on-daky osoblaryň sany: a) 186; b) 254; c) 360; d) 787 deň bolsa, dominant hem-de resessiw genleriň allelleriniň duş gelmek ýygylgyny kesgitleň.

183. Seljerilýän osoblaryň topary 45 sany geterozigot osobdan duran. Berlen toparda allelleriň umumy mukdaryna görä kadaly **A** dominant we mutant **a** resessiw allelleriň duş gelmek ýygylgyny görterimde hem-de birlik sanda kesgitleň.

184. Eger populýasiýadaky osoblaryň sany şu aşakdaky ýaly genotipe eýe bolsa, **p** dominant we **q** resessiw allelleriň duş gelmek ýygylgyny kesgitleň:

- 1) 400 sany **CC** we 100 sany **cc**;
- 2) 700 sany **CC** we 300 sany **cc**;
- 3) 180 sany **CC** we 20 sany **cc**;
- 4) 150 sany **CC** we 250 sany **cc**;
- 5) 60 sany **Cc** we 40 sany **cc**;
- 6) 200 sany **Cc** we 200 sany **cc**;
- 7) 360 sany **Cc** we 140 sany **cc**;
- 8) 440 sany **Cc** we 60 sany **cc**;
- 9) 200 sany **CC** we 200 sany **cc**;
- 10) 220 sany **CC** we 80 sany **cc**;
- 11) 320 sany **CC** we 280 sany **cc**;
- 12) 620 sany **CC** we 280 sany **cc**.

185. Eger genotipleriň ýygylgy şu aşakdakylara deň bolsa, erkin çaknyşýan populýasiýanyň 1-nji neslinde **AA**, **Aa**, **aa** genotipleriň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?

- 1) 0,2 **AA** we 0,8 **Aa**;
- 2) 0,6 **AA** we 0,4 **Aa**;
- 3) 0,3 **AA** we 0,7 **Aa**;
- 4) 0,5 **AA** we 0,5 **Aa**;
- 5) 0,4 **AA** we 0,6 **aa**;
- 6) 0,2 **AA** we 0,8 **aa**;
- 7) 0,1 **AA** we 0,9 **aa**;
- 8) 0,2 **AA**, 0,2 **Aa** we 0,6 **aa**;
- 9) 0,4 **AA**, 0,4 **Aa** we 0,2 **aa**;
- 10) 0,3 **AA**, 0,6 **Aa** we 0,1 **aa**.



186. Eger berlen populýasiýa şu aşakdaky genotipli osoblardan duran bolsa, populýasiýadaky (**p**) dominant we (**q**) resessiw allelleriň duş gelmek ýygylgyny kesgitleň:

- 1) **AA** – 64%, **Aa** – 32%, **aa** – 4%;
- 2) **AA** – 49%, **Aa** – 42%, **aa** – 9%;
- 3) **AA** – 16%, **Aa** – 48%, **aa** – 36%;
- 4) **AA** – 9%, **Aa** – 42%, **aa** – 49%;
- 5) **AA** – 4%, **Aa** – 32%, **aa** – 64%.

187. Güýzlük arpanyň Bitarap sortunyň ülüş ýapraklarynyň gyzylymtyl reňki dominant **A** allel, ýaşyl reňki resessiw **a** allel bilen kesgitlenýär. 0,25 ga meýdanda 1000000 ösümlik ösýär. Ol ösümlikleriň 75%-i ülüş ýapraklary gyzylymtyl reňkli, galanlary bolsa ýaşyl reňkli bolupdyr. Berlen populýasiýada **A** dominant alleliň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?

188. Günebakaryň tohum gabygynda gaty gatlagyň bolmagy dominant alamat bolup, ol monogen nesle geçýär. Aprobasiýa netijesinde 4% ösümlikleriň tohum gabygynda gaty (pansir) gatlagyň ýokdugy ýüze çykarylypdyr. Populýasiýada dominant alleliň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?

189. Bówürsleniň miwesiniň gyzyly reňki gülgüne reňkiniň üstünden dominirleýär. Populýasiýada 1230 bówürslenden 36-sy gülgüne miweli boldy. Berlen panmiktik populýasiýada resessiw allelleriň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?

190. Mekgejowende **C** gen reňkli aleýron gatlagy, **c** gen reňksiz aleýron gatlagy kesgitleýär. Başlangyç populýasiýanyň 1%-ini resessiw alamatly osoblar tutýar. Resessiw allelleriň ýygylgy näçä deň bolar?

191. Arpanyň Dostluk sortunyň däneleri ýaşyl bolýar. Seljerme edilýän populýasiýada ýaşyl däneli ösümliklerden başga-da sary däneli ösümlikler hem duş geldi. Däneleriň sary reňki ýaşyl reňkine görä dominantdyr. Berlen populýasiýanyň 81%-i ýaşyl däneli, galanlary sary däneli ösümlikler boldy. Populýasiýada dominant gomozigotalaryň duş gelmek ýygylgyny kesgitleň.

192. Soýanyň okara ýapraklarynyň al gyzyly reňki ýaşyl reňkiniň üstünden doly däl dominirleýär. Berlen genler boýunça geterozigotlar



gülgüne reňkli bolýar. Panmiktik populýasiýada 840 ösümlikden 42 sany gyzyldy. Gomozigot ösümlikleriň duş gelmek ýygylgyny anyklaň.

193. Arpanyň başynyň aşagynda egilip duran ösüntginiň bolmaklyk alamaty dominant bolup, seljerilýän Änew sortunyň populýasiýasynda aprobasıya işi geçirilende, 500 sany ösümliğin başynyň aşagy ösüntgisiz boldy. Berlen populýasiýada geterozigot ösümlikleriň duş gelmek ýygylgyny näçä deň bolar?

194. Towuklarda ýelekleriniň gara reňki ak reňkiniň üstünden doly däl dominirleýär. Geterozigot osoblar açyk gök reňkli bolýar. Guşçulyk fermasynda 24000 towukdan 384-i gara, 1152-si açyk gök, galanlary bolsa ak reňkli boldy.

- 1) Geniň dominant alleliniň duş gelmek ýygylgyny kesgitläň;
- 2) Geniň resessiw alleliniň duş gelmek ýygylgyny kesgitläň;
- 3) Ak towuklaryň duş gelmek ýygylgyny anyklaň;
- 4) Gara towuklaryň duş gelmek ýygylgyny anyklaň;
- 5) Açyk gök reňkli ýelekleri bolan towuklaryň duş gelmek ýygylgyny kesgitläň.

195. Albinizm autosom resessiw gen hökmünde nesle geçýär. Eger Günbatar Ýewropada albinizmiň duş gelmek ýygylgy 1 : 20000-e deň bolsa, bu sebitde albinoslaryň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?

196. Fenilketonuriýa aminokislota çalşygynyň bozulmagyna getirýän kesel bolup, ol autosom dominant gen arkaly nesle geçýär. Bu keselde organizm tarapyndan fenilalanin aminokislotaşy özleşdirilmeýär we ol fenilpiroüzüm kislotaşyna öwrülip, ganda toplanýar hem-de peşew bilen daşa bölüp çykarylýar. Bu bolsa kelle beýnisiniň nerw öýjüklerine ýaramaz täsir edip, nerw sazlaşygynyň bozulmagyna getirýär. Ýagny adamyň aňynyň peselmegi, hereket funksiýalarynyň sazlaşygynyň bozulmagy bolýar. Resessiw gen boýunça gomozigot adamlaryň feniltiomoçewinanyň tagamyny duýmak ukyby bolmaýar. Demirgazyk – Günbatar Ýewropada feniltiomoçewinany duýmaýan adamlaryň mukdary 37,5%-e deň. Onda berlen populýasiýada feniltiomoçewinany duýýan adamlaryň duş gelmek ýygylgy näçä deň bolar?



## Panmiktik populýasiýanyň genetiki gurluşynyň kesgitlenişi

### Meseleleri çözmek endiklerini berkitmek

1. Dykgat bilen meseläni okaň we onuň şertini ýazyň!
2. Geniň dominant we resessiw allelleriniň duş geliş ýygylgyny kesgitleň. Ýatda saklaň:
  - osob her gende iki alleli saklaýar: gomozigot osob iki sany meňzeş, geterozigot osob iki sany dürli alleli saklaýar;
  - populýasiýada genleriň we genotipleriň ýygylgy gösterimde ýa-da birlik sanda aňladylýar;
  - populýasiýadaky genleriň ýa-da genotipleriň umumy mukdary üçin 100% ýa-da 1 alynýar;
  - dominant alleliň duş gelmek ýygylgy –  $p$ , resessiw alleliňki  $q$  harpy bilen belgilenýär;
  - berlen alleliň duş gelmek ýygylgy populýasiýadaky ähli allelleriniň umumy mukdaryna bolan gatnaşygyna deňdir;
  - geniň ähli allelleriniň ýygylgy 1-e deňdir;
  - Hardy-Waýnbergiň aňlatmasyny peýdalanyň, populýasiýanyň genetiki gurluşyny kesgitleň. **Ýatda saklaň: osoblaryň gomozigot dominant alamaty boýunça duş gelmek ýygylgy  $p^2$ , geterozigotlaryňky  $2pq$ , resessiw alamaty boýunça gomozigotlaryňky  $q^2$ -a deňdir;**
  - Meseläniň jogabyny ýazyň.

### Meseleler we olaryň çözülişi

1. Mekgejöweniň unjumak endospermli bolmagy ýalpyldawuk endospermiligine görä dominantdyr. Unjumak endospermi bolan mekgejöweniň ekilen meýdany barlananda ol ýerde 16% ýalpyldawuk endospermli ösümlikler hem ýüze çykarylady. Bu panmiktik populýasiýanyň tohumlary ekiş üçin ulanyldy. Indiki nesliň populýasiýasy nähili genetiki gurluşa eýe bolar?

<b>Berlen:</b> <b>aa – 16%</b>	<b>Çözülişi:</b> 1. <i>Gomozigot ösümlikleriň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris.</i>
$p^2(AA), 2pq(Aa), q(aa) - ?$	aa – 16% ýa-da 0,16





2. *Resessiw alleliniň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris.*  $q^2aa = 0,16$ .  
Hardi-Waýnbergiň kanunyna laýyklykda:

$$p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa)$$

Aňlatmadan peýdalanyp  $q(a)$  tapýarys:

$$q(a) = \sqrt{q^2(aa)}$$

Resessiw geniň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris:

$$q = \sqrt{0,16} = 0,4$$

3. *Genleriň dominant allelleriň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris.*

Hardi-Waýnbergiň kanunyna laýyklykda şu aňlatmadan peýdalanýarys.

$$p(A) + q(a) = 1$$

Aňlatmadan peýdalanyp  $p(A)$ -ny kesgitleýäris.

$$p(A) = 1 - q(a)$$

Dominat alleliniň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris.

$$p(A) = 1 - 0,4 = 0,6$$

Populýasiýanyň genetiki gurluşyny kesgitleýäris. Onuň üçin Hardi-Waýnbergiň kanuny esasynda berlen aňlatmany peýdalanýarys.

$$p^2AA + 2pqAa + q^2aa$$

$$0,6^2AA + 2 \times 0,6 \times 0,4Aa + 0,4^2aa = 0,36AA + 0,48Aa + 0,16aa$$

### Meseläniň gysgaça çözülişi

$$Aa = 16\% \text{ ýa-da } 0,16$$

$$q^2(aa) = 0,16$$

$$p(A) + q(a) = 1$$

$$p(A) = 1 - q(a)$$

$$p(A) = 1 - 0,4 = 0,6$$



$$\begin{aligned}
 & p^2(\mathbf{AA}) + 2pq(\mathbf{Aa}) + q^2(\mathbf{aa}) \\
 & 0,6^2(\mathbf{AA}) + 2 \times 0,6 \times 0,4(\mathbf{Aa}) + 0,4^2(\mathbf{aa}) \\
 & 0,36(\mathbf{AA}) + 0,48(\mathbf{Aa}) + 0,16(\mathbf{aa}) \\
 & \mathbf{Jogaby: } 0,36(\mathbf{AA}) + 0,48(\mathbf{Aa}) + 0,16(\mathbf{aa})
 \end{aligned}$$

## Osoblaryň öz-özünden tozanlanýan populýasiýasynyň genetiki gurluşynyň kesgitlenişi

### Meseleleri çözmek endiklerini berkitmek

1. Meseläni dykgat bilen okaň we şertini ýazyň;
2. Eger meselede köpelişň koeffisiýenti berilmedik bolsa, onda ony özüňiz kesgitläp tapyň. Nesilleriň sany 4 diýip almak amatly;
3. Osoblary çaknyşdyrmak netijesinde alnan mukdaryny (3) aňlatma boýunça kesgitlemeli;
4. Nesilleriň genotipleriniň gatnaşygyny (4) aňlatma boýunça kesgitlemeli. Her bir genotipiki klasyň osoblarynyň sanyny kesgitläp, koeffisiýentleri gysgaltmaly.

Ýatda saklaň:

- gomozigot osoblaryň nesilleri birmeňzeş we ene-atasynyňka meňzeş genotipe eýe bolýar;
- geterozigot osoblaryň nesilleri 1:2:1 gatnaşykda dargamany ýüze çykarýar;
- 5. Eger zerur bolsa nesilleriň fenotipleriniň gatnaşygyny kesgitläň. Ýatda saklaň:
  - doly dominirleme ýagdaýynda gomozigot we geterozigot osoblaryň birmeňzeş fenotipi bolýar;
  - doly däl dominirlemede fenotip boýunça dargama genotip boýunça dargama deň gelýär;
  - letal genleriň neslegeçijiliginde osoblaryň genotipiki klasynyň bir görnüşi ölýär (**AA** ýa-da **aa**). Bu bolsa genotipi we fenotipi boýunça dargama gatnaşygynyň üýtgemegine getirýär;
- 6. Meseläniň jogabyny ýazyň.

### Meseleler we olaryň çözülişi

1. Nohudyň gülüniň gyzyň reňkli bolmagy ak reňkli bolmagyna görä dominantdyr. Nohudyň dört sany gyzyň gülli geterozigot (**Aa**)



we bir sany gyzyl gülli gomozigot (**AA**) ösümlikleri alyndy. Nohut öz-özünden tozanlanýan ösümlik. Eger köpelişin koeffisiýenti 4-e deň bolsa, onda  $F_4$ -däki fenotipleriň we genotipleriň gatnaşygyny kesgitläň.

**Berlen:**

**Aa** – 4 sany ösümlik

**AA** – 1 sany ösümlik

$F_4$ -de genotipleriň we fenotipleriň gatnaşygy – ?

**Çözülişi:**

Nohut öz-özünden tozanlanýan ösümlik. Şonuň üçin **AA** genotipli osoblar edil özi ýaly genotipli nesilleri berer. **Aa** genotipi bolan osoblaryň bolsa nesillerinde **1AA : 2Aa : 1aa** dargama ýüze çykýar.

1.  $F_4$ -de **AA** genotipli ösümlikleriň nesilleriniň mukdaryny kesgitleýäris. Köpelişin koeffisiýenti 4-e deň, ýagny her bir ösümlik 4 nesil berýär. Onda  $F_4$ -de bir ösümlik 256 sany ( $1 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4$ ) ösümlik berer. Ol ösümlikler **AA** genotipli bolar.

2.  $F_4$ -de **Aa** genotipli ösümlikleriň nesilleriniň mukdaryny kesgitleýäris. **Aa** genotipi bolan 4 sany ösümlik 1024 sany ( $1 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4$ ) nesil berer. Olar **AA**, **Aa**, **aa** genotipli bolar.

3.  $F_4$ -däki **AA** genotipli ösümlikler bilen **Aa** genotipli ösümlikleriň gatnaşygyny kesgitleýäris. Onuň üçin (3) aňlatmadan peýdalanýarys.

$$\frac{2^{n+1} - 2}{2} \text{AA} : 2\text{Aa} : \frac{2^{n+1} - 2}{2} \text{aa}$$

$$\frac{2^{4+1} - 2}{2} \text{AA} : 2\text{Aa} : \frac{2^{4+1} - 2}{2} \text{aa}$$

$$\frac{2^5 - 2}{2} \text{AA} : 2\text{Aa} : \frac{2^5 - 2}{2} \text{aa}$$

$$15\text{AA} : 2\text{Aa} : 15\text{aa}$$

4. Her genotipiki topardaky **Aa** genotipli ösümlikleriň nesilleriniň mukdaryny kesgitleýäris. **Aa** genotipli ösümliklerden 1024 sany ösümlik alnypdyr. Olary 1 diýip kabul edýäris. Her genotipiki topardaky nesilleriň sany **AA** – 15/32, **Aa** – 2/32, ýa-da 1/16, **aa** – 15/32.



$$AA = \frac{1024}{32} \cdot 15 = 32 \cdot 15 = 480$$

$$Aa = \frac{1024}{32} \cdot 2 = 32 \cdot 2 = 64$$

$$aa = \frac{1024}{32} \cdot 15 = 32 \cdot 15 = 480$$

5. 5 sany ösümlikden alnan her genotipiki topardaky ösümlikleriň sanyny kesgitleýäris. **AA** genotipli ösümlikler diňe özi ýaly genotipli nesilleri berýär. Şonuň üçin diňe bir genotipiki klasyň – **AA** mukdary üýtgeýär.

$480 + 256 = 736$  (baş sany ösümlikden alnan **AA** genotipli nesiller)  
Şeýlelik bilen, baş sany ösümlikden şu aşakdaky nesiller alyndy:

$$736(\mathbf{AA}) : 64(\mathbf{Aa}) : 48(\mathbf{aa})$$

6.  $F_4$ -däki genotipleriň gatnaşygyny kesgitleýäris. Ýokardaky alnan dargama gatnaşygyny gysgaldyp alýarys.

$$23\mathbf{AA} : 2\mathbf{Aa} : 15\mathbf{aa}$$

7.  $F_4$ -däki fenotipleriň gatnaşygyny kesgitleýäris. Ösümlikler iki dürli fenotipiki klasy ýüze çykardylar: gyzyll gülli (**AA** + **Aa**) we ak gülli (**aa**). Şeýlelik bilen, fenotipi boýunça gatnaşyk:

$$25 \text{ gyzyll gülli} : 15 \text{ ak gülli} \text{ ýa-da gysgaltsak} \\ 5 \text{ gyzyll gülli} : 3 \text{ ak gülli}$$

### Meseläniň gysgaça çözülişi:

$1 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 = 256$  (**AA** genotipli ösümlikler);

$4 \times 4 \times 4 \times 4 \times 4 = 1024$  (**Aa** genotipli ösümlikler);

**Aa** genotipli ösümlikleriň nesilleriniň gatnaşygy:

$$\frac{2^{n+1} - 2}{2} \mathbf{AA} : 2\mathbf{Aa} : \frac{2^{n+1} - 2}{2} \mathbf{aa}$$

$$\frac{2^{4+1} - 2}{2} \mathbf{AA} : 2\mathbf{Aa} : \frac{2^{4+1} - 2}{2} \mathbf{aa}$$

$$\frac{2^5 - 2}{2} \mathbf{AA} : 2\mathbf{Aa} : \frac{2^5 - 2}{2} \mathbf{aa}$$

**Aa** genotipli ösümlikleriň nesilleri:



$$AA = \frac{1024}{32} \cdot 15 = 32 \cdot 15 = 480$$

$$Aa = \frac{1024}{32} \cdot 2 = 32 \cdot 2 = 64$$

$$aa = \frac{1024}{32} \cdot 15 = 32 \cdot 15 = 480$$

480 + 256 = 736 (baş ösümlükden alınan **AA** genotipli nesiller)

Baş sany ösümligiň nesilleriniň genotipleriniň gatnaşygyny kesgitleýäris:

736**AA** : 64**Aa** : 480**aa**;

23**AA** : 2**Aa** : 15**aa**

Baş sany ösümligiň fenotipleriniň gatnaşygy:

25 sany gyzył gülli : 15 sany ak gülli

5 sany gyzył gülli : 3 sany ak gülli

**Jogaby:** genotipleriň gatnaşygy – 23**AA** : 2**Aa** : 15**aa**, fenotipleriň gatnaşygy – 5 gyzył gülli : 3 ak gülli bolar.

2. Toparyň 20 sany osoby **aa** we 40 osoby **Aa** genotipli.

1. Panmiksiýa şertinde;

2. Osoblaryň öz-özünden tozanlanýan şertinde ilkinji nesilde **AA**, **Aa**, **aa** genotipleriň nähili ýygylgy ýüze çykar?

**Berlen:**

**Aa** – 40 sany osob

**aa** – 20 sany osob

$F_2$ -de panmiksiýa we öz-özünden tozanlanmak şertinde genotipleriň gatnaşygy – ?

**Çözülişi:**

1. *Panmiktik populýasiýadaky genleriň umumy sanyny kesgitleýäris.* Populýasiýa 60 (40 + 20) osobdan durýar. Olaryň her biri iki alleli saklaýar. Şonuň üçin berlen populýasiýada allelleriň umumy sany – 120 (60 x 2).

2. *Berlen populýasiýada geniň dominant we resessiw allelleriniň sanyny kesgitleýäris.* Gomozigot osoblar geniň iki resessiw allelini saklaýarlar – 20 x 2 = 40. Her bir geterozigot osob geniň bir dominant we bir resessiw allelini saklaýar. Ýagny 40 **A** we 40 **a** bolýar. Şonuň üçin resessiw allelleriň sany 40 + 40 = 80, dominantlaryňky bolsa 40-a deň.



3. Dominant *A* alleliniň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris. Onuň üçin (6) aňlatmany ulanýarys:

$$p(A) = 40/120 = 0,33$$

4. Resessiw *a* alleliniň duş gelmek ýygylgyny kesgitleýäris. Resessiw alleliniň ýygylgyny iki usul boýunça kesgitlep bolýar:

Hardi-Waýnbergiň kanunyna laýyklykda:

$$p(A) - q(a) = 1$$

Aňlatmadan peýdalanyp  $q(a)$ -ny kesgitleýäris:

$$q(a) = 1 - p(a)$$

$$q(a) = 1 - 0,33 = 0,67$$

5. Populýasiýanyň genetiki gurluşyny kesgitleýäris. Onuň üçin Hardi-Waýnbergiň aňlatmasyny peýdalanýarys:

$$p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa)$$

$$0,33^2(AA) + 2 \times 0,33 \times 0,67(Aa) + 0,67^2(aa)$$

$$0,109(AA) + 0,442(Aa) + 0,449(aa).$$

6. Öz-özünden tozanlanmak şertinde  $F_2$ -däki *aa* genotipli osoblaryň nesilleriniň sanyny kesgitleýäris. Diýeli, köpelişiň koeffisiýenti 4-e deň. Diýmek,  $F_2$ -de gomozigot osoblar 80 nesil ( $20 \times 4$ ) berer we olar *aa* genotipli bolar.

7. *Aa* genotipli osoblaryň  $F_2$ -däki nesilleriniň sanyny kesgitleýäris. *Aa* genotipli 40 sany osob 160 ( $40 \times 4$ ) nesil berer. Olar *AA*, *Aa*, *aa* genotipli bolar.

8. *Aa* genotipli osoblaryň  $F_2$ -de nesilleriniň genotipleriniň gatnaşygyny kesgitleýäris. Onuň üçin (2) aňlatmadan peýdalanýarys:

$$\frac{2^{n+1} - 2}{2} AA : 2Aa : \frac{2^{n+1} - 2}{2} aa$$

$$\frac{2^{2+1} - 2}{2} AA : 2Aa : \frac{2^{2+1} - 2}{2} aa$$

$$\frac{2^3 - 2}{2} AA : 2Aa : \frac{2^3 - 2}{2} aa$$

$$3AA : 2Aa : 3aa$$



9. Her genotipiki topardaky **Aa** genotipli ösümlükleriň nesilleriniň sanyny kesgitleýäris. **Aa** genotipli ösümlüklerden 160 sany nesil alnypdyr. Olary bir diýip kabul edeli. Her genotipiki toparda nesilleriň sany: **AA** – 3/8, **Aa** – 2/8 ýa-da 1/4, **aa** – 3/8.

$$AA = 160/8 \times 3 = 60$$

$$Aa = 160/8 \times 2 = 40$$

$$Aa = 160/8 \times 3 = 60$$

10. Ähli osoblardan alnan her genotipiki topardaky nesilleriň sanyny kesgitleýäris. **aa** genotipli osob diňe özi ýaly genotipli nesilleri berýär. Şonuň üçin diňe bir genotipiki klasýň **aa** mukdary üýtgeýär:

$$80 + 60 = 140 \text{ (ähli osoblara görä } aa \text{ genotipli nesiller)}$$

Şeýlelik bilen, baş sany ösümlükden şu aşakdaky gatnaşykda nesiller alyndy:

$$60AA : 40Aa : 140aa$$

F<sub>2</sub>-däki genotipleriň gatnaşygyny gysgaltmak bilen kesgitleýäris:

$$3AA : 2Aa : 7aa$$

### Meseläniň gysgaça çözülişi

Panmiksiýa şertinde:

$$40 + 20 = 60 \text{ (ähli osoblar)}$$

$$60 \times 2 = 120 \text{ (genlerdäki ähli alleller)}$$

$$20 \times 2 = 40 \text{ (gomozigot osoblardaky alleller)}$$

$$aa - 20 \times 2 = 40 \text{ (a allel)}$$

$$Aa - 40 \text{ (A allel), } 40 \text{ (a allel)}$$

$$A - 40$$

$$a - 40 + 40 = 80$$

$$q(a) = 1 - p(A); q(a) = 1 - 0,33 = 0,67$$

$$p^2(AA) + 2pq(Aa) + q^2(aa)$$

$$0,33^2(AA) + 2 \times 0,33 \times 0,67(Aa) + 0,67^2(aa)$$

$$0,109(AA) + 0,442(Aa) + 0,449(aa)$$

Öz-özünden tozalanma şertinde:

Köpelişiň koeffisiýenti – 4

$$20 \times 4 = 80 \text{ (aa genotipli osoblaryň nesilleri)}$$

$$40 \times 4 = 160 \text{ (Aa genotipli osoblaryň nesilleri)}$$

**Aa** genotipli osoblaryň nesillerindäki genotipleriň gatnaşygy:



$$\frac{2^{n+1} - 2}{2} AA : 2Aa : \frac{2^{n+1} - 2}{2} aa$$

$$\frac{2^{2+1} - 2}{2} AA : 2Aa : \frac{2^{2+1} - 2}{2} aa$$

$$\frac{2^3 - 2}{2} AA : 2Aa : \frac{2^3 - 2}{2} aa$$

$$3AA : 2Aa : 3aa$$

**Aa** genotipli osoblaryň nesilleri:

$$AA = 160/8 \times 3 = 60$$

$$Aa = 160/8 \times 2 = 40$$

$$aa = 160/8 \times 3 = 60$$

80 + 60 = 140 (ähli osoblara görä **aa** genotipli nesiller)

Ähli osoblaryň nesillerindäki genotipleriň gatnaşygy:

$$60AA : 40Aa : 140aa$$

$$3AA : 2Aa : 7aa$$

**Jogaby:**

1. Panmiksiýa şertlerinde genotipleriň gatnaşygy:

$$0,109(AA) + 0,442(Aa) + 0,449(aa)$$

2. Öz-özünden tozanlananda genotipleriň gatnaşygy: **3AA : 2Aa : 7aa**

### Barlag meseleleri

197. Adamyň rezus «+» alamaty rezus «-» görä dominantdyr. Bu görkeziji boýunça adamlaryň populýasiýasynyň 368 sanysy rezus «-». Populýasiýanyň genetiki gurluşyny kesgitläň.

198. Adamyň albinizmine jogap berýän gen resessiw gen arkaly kesgitlenilýär, kadaly pigmentleriň bolmagy dominant alamatdyr. Seljerme edilýän adamlaryň populýasiýasynda 20000 adam bolup, olaryň 412-si albinoslardyr. Bu populýasiýanyň genetiki gurluşyny kesgitläň.

199. Itleriň aýagynyň gysga bolmagy kadaly aýaklylyga görä dominantdyr. Gelip çykyşy näbelli bolan itleriň populýasiýasynda 245 sany gysga aýakly, 24 sany kadaly aýakly itler bar. Itleriň bu populýasiýasynyň genetiki gurluşyny kesgitläň.





200. Adamlaryň gan toparlary **MN** ulgam esasynda genleriň doly däl dominirleme häsiýetinde nesle geçýär. Demirgazyk buzly ummanynyň kenarynda ýaşayan eskimoslarda barlag edilip, olaryň 475 sanysy **MM** gan toparly, 85 sanysy **MN**, 5 sanysy **NN** gan toparly bolupdyr. Berlen populýasiýanyň genetiki gurluşyny kesgitläň.

201. Goldştin sygyrlarynyň gyzyl reňkliligi ak reňklileriň üstünden doly däl dominirlenýär. Geterozigot sygyrlar çal reňkli bolýar. Sygyrlaryň bu tohumynyň populýasiýasynda 3780 sany çal, 4169 sany gyzyl, 756 sany ak reňkli osoblary bar. Diýeli, berlen populýasiýada genotipleriň gatnaşygy saklanýar. Bu populýasiýanyň genetiki gurluşyny kesgitläň.

202. Günbatar Ýewropa döwletlerindäki adamlaryň 90%-niň gulagynyň içindäki bölünip çykýan madda sary reňkli şepbik görnüşde bolup, galan 10%-iňki bolsa çal reňkli gaty madda görnüşindedir, sebäbi onda az mukdarda lipid saklanýar. Gulakdan bölünip çykýan maddanyň çal we gaty bolmagy resessiw alamatlardyr. Demirgazyk Hytaýda we Koreýada gulakdan bölünip çykýan maddanyň sary şepbik ergin bolmagy örän seýrek duş gelýär, ýagny 4,2% we 7,6%. Bu alamat boýunça Koreýadaky, Demirgazyk Hytaýdaky, Günbatar Ýewropadaky adamlaryň populýasiýasynyň genetiki gurluşyny kesgitläň.

203. Adamlaryň süýji keseli autosom-resessiw gen boýunça nesle geçýär. Berlen populýasiýada bu kesele jogap berýän resessiw geniň duş gelmek ýygylgy 22,5 %. Onda populýasiýada süýji keseline jogap berýän geniň heterozigot görüjileriniň duş gelmek ýygylgyny kesgitläň.

204. Amowratik idiotiýa (Teý-Saksyň keseli) autosom resessiw gen arkaly nesle geçýär. Bu keseliň netijesinde adamlaryň aňynyň, görüjiligiň, hereket funksiýalarynyň peselmegi ýüze çykýar. Resessiw gomozigotlar ýaş döwründe heläk bolýarlar. Ýewropada bu keseliň täze doglan çagalarda duş gelmek ýygylgy 0,04%-e deň. Ýewropa ýaşajylarynyň amawrotik idiotiýa boýunça populýasiýasynyň genetiki gurluşyny kesgitläň.

205. Ýer togalagyndaky adamlaryň gan toparlary A, B, O ulgam boýunça dürli ýygylkda duş gelýär. Bir populýasiýada bu üç alleliň diňe ikisi duş gelýär. Amerikan indeýleriniň uta taýpasynda we Gün-



batar Awstraliýadaky nowako hem-de aborigen taýpalarynda B (III), AB (IV) gan toparlary bolmaýar, emma olarda O (I), A (II) gan toparlary duş gelýär. Buşmenlerde O (I) we B (II) gan toparlary duş gelýär. Seljerme edilen populýasiýalarda O (I) gan toparynyň duş gelmek ýygylgy utalarda – 97,4 %, awstraliýaly aborigenlerde – 48,1 %, nawakolarda – 77,8 % buşmenlerde – 83 %. Her bir populýasiýanyň genetiki gurluşyny kesgitläň.

206. Şäheriň panmiktik populýasiýasynda soňky 10 ýylyň dowamynda 93000 çaga doguldy. Olaryň 350 sanysy patologiki J ressesiw gene eýedir. a) Bu geniň dominant we ressessiw allelleriniň duş gelmek ýygylgyny; b) berlen populýasiýada ressessiw alleli geterozigot görterijileriň duş gelmek ýygylgyny; c) populýasiýanyň genetiki gurluşyny kesgitläň.

207 **Aa** genotipi öz-özünden tozanlanýan osoblaryň  $F_7$ -nji nesliniň genotipleriniň ýygylgyny kesgitläň. Köpelişiň koeffisiýenti 16-a deň.

208. Nohut ösümliginiň gülüniň gyzyly reňkli bolmagy ak reňkililige görä dominantdyr. Alyndy: 1) 1 sany **AA** genotipli we 2 sany **aa** genotipli ösümlik; 2) 1 sany dominant alamaty boýunça gomozigot we 2 sany geterozigot ösümlik; 3) 2 sany gomozigot gyzyly gülli we 1 sany geterozigot ösümlik. Eger köpelişiniň koeffisiýenti 8-e deň bolsa,  $F_4$ -nji nesliň genotipleriniň gatnaşygyny kesgitläň.

209. Bugdaýyň 30 sany tohumy ekildi. Ýagny 10 sany tohumy **AA**, 10-sy **Aa** we 10 sany tohumy **aa** genotipli. Bugdaý öz-özünden tozanlanýan ösümlik. 10 ýyldan soň genotipleriň gatnaşygy nähili bolar?

210. Iki sany populýasiýa şu aşakdaky genotipli ýygylyklara eýe: 1-njisi – 0,24**AA**, 0,32**Aa** we 0,44**aa**, 2-njisi – 0,33**AA**, 0,14**Aa** we 0,53**aa** (5-nji nesilde) öz-özünden tozanlananda  $F_5$ -nji nesliň genotipleriniň gatnaşygyny kesgitläň.

211. Osoblaryň 3 topary bellidir: 1) 60 sany osob **PP**, 40 sanysy **pp** genotipli; 2) 50 sany osob **PP**, 30-sy **Ppx**, we 20-si **pp** genotipli; 3) 30 sany osob **PP**, 40-sy **Pp** we 30-sy **pp** genotipli. Her bir populýasiýanyň  $F_2$ -nji neslindäki **PP**, **Pp**, **pp** genotipleriň, a) panmiksiýada we b) osoblar öz-özünden tohumlananda, onuň gatnaşygyny kesgitläň.



## TEST SORAGLARYNYŇ JOGAPLARY

### Jyns bilen baglanyşykly alamatlaryň neslegeçijiligi Jyns genetikasy

15. a	23. a	31. c	39. c
16. b	24. d	32. c	40. c
17. b	25. d	33. c	41. b
18. d	26. a	34. a	42. d
19. d	27. a	35. a	43. b
20. b	28. b	36. b	44. b
21. d	29. b	37. a	45. d
22. a	30. a	38. a	

### Genleriň tirkelmegi we krossingower Genetiki kartalar

28. b	33. c	38. d	43. c
29. b	34. d	39. d	44. c
30. c	35. d	40. b	45. a
31. d	36. c	41. a	46. b
32. d	37. c	42. c	47. a

### Populýasiýanyň genetikasy

12. a	16. c	20. c	24. c
13. c	17. b	21. c	25. b
14. c	18. c	22. c	26. a
15. c	19. a	23. c	27. c
			28. b



### Meseleleriň jogaplary:

1. 1) Ähli ösümlikler fertil bolýar;  
2) 1 (fertil) : 1 (steril) bolýar;  
3) Ähli ösümlikler steril bolýar;  
4) Ähli ösümlikler fertil bolýar.
2. Atalyk ösümligiň genotipi **SIT<sup>S</sup>Rfrf** ýa-da **SIT<sup>N</sup>Rfrf**, enelik ösümligiň genotipi **SIT<sup>S</sup>rfrf**.
3. 1) Çaknyşdyrylýan ösümlikleriň genotipi: **SIT<sup>S</sup>rfrf**, **SIT<sup>S</sup>Rfrf** ýa-da **SIT<sup>N</sup>Rfrf**;  
2) F<sub>1</sub>-däki nesilleri özarasynda çaknyşdyryp alnan gibridleriň fenotipi 3 : 1 gatnaşykda fertil we steril bolýar.
4. 1) **SIT<sup>S</sup>rfrf** genotipli ösümligiň fertilligini dikeltmek üçin **SIT<sup>S</sup>Rfrf** ýa-da **SIT<sup>N</sup>Rfrf** genotipi ösümlikler bilen çaknyşdyrmaly.
5. 1) Fertil ösümlikleriň ýüze çykmak ähtimallygy 50%;  
2) Ösümlikleriň ýüze çykmak ähtimallygy 100%.
6. 1) Steril ösümlikleriň ýüze çykmak ähtimallygy 100%;  
2) Steril ösümlikleriň ýüze çykmak ähtimallygy 100%.
7. 1) 3 (ýarym steril) : 1 (steril);  
2) ählisi ýarym steril;  
3) 9 (fertil) : 6 (ýarym steril) : 1 (steril);  
4) 3 (fertil) : 1 (ýarym steril);  
5) ählisi fertil;  
6) ählisi steril bolýar.
8. 1) Steril we ýarym steril ösümlikleriň gatnaşygy 3 : 1;  
2) ählisi ýarym steril;  
3) fertil we ýarym steril ösümlikleriň gatnaşygy;  
4) ählisi fertil bolýar.
9. 1) Steril nesilleriň ýüze çykmak ähtimallygy 1/8;  
2) Steril nesilleriň ýüze çykmak ähtimallygy 0.
10. 1) fertil nesilleriň ýüze çykmak ähtimallygy 1/2;  
2) fertil nesilleriň ýüze çykmak ähtimallygy 0.
11. 1) Nesilleriň 50%-i enelik ösümlik bolýar;  
2) Atalyk ösümlikleriň ählisi inli ýaprakly bolýar;  
3) Enelik ösümlikleriň ählisi inli ýaprakly bolar;  
4) F<sub>2</sub>-däki nesilleriň 75% -i inli ýaprakly bolmak ähtimallygy bar;  
5) Atalyk ösümlikleriň 50% inçe ýaprakly bolar.



12. 1) Ösümlükleriň 50%-i inli ýaprakly bolar;  
 2) Enelik ösümlükleriň 50%-i inli ýaprakly bolar;  
 3) Atalyk ösümlükleriň 50%-i inçe ýaprakly bolar;  
 4) Gibridleriň 25%-i inçe ýaprakly bolar;  
 5) Atalyk ösümlükleriň 50%-i inli ýaprakly bolar.
13. 1) Pişikleriň 25%-i açyk sary reňkli bolar;  
 2) Açyk sary urkaçy jynsly pişijekler bolmaýar;  
 3) Urkaçy jynsly pişijekleriň ýarysy (50%-i) pyşdyl reňkli bolar;  
 4) Nesilleriň 50%-i (ýarysy) gara reňkli bolar;  
 5) Erkek jynsly pişijekleriň ýarysy gara reňkli bolar.
14. 1) Erkek jynsly pişikleriň – nesilleriň 50%-i açyk sary reňkli bolar;  
 2) Urkaçy jynsly pişikleriň 50%-i pyşdyl reňkli bolar;  
 3) Erkek jynsly pişikleriň ählisi açyk sary reňkli bolar;  
 4) Pişikleriň ýarysy pyşdyl reňkli bolar;  
 5) Erkek jynsly pişikleriň ýarysy gara reňkli bolar.
15. 1) Nesilleriň, takmynan, 9 sanysy gyzyly reňkli bolar;  
 2) 4 dürli genotip ýüze çykar;  
 3) Takmynan, 9 sanysy ak reňkli bolar;  
 4) Takmynan, 10 sanysy, ýagny erkek jynsly balyjaklaryň ýarysy gyzyly reňkli bolar;  
 5) Takmynan, 21 sanysy, ýagny nesilleriň ýarysy ak reňkli bolar.
16. 1) 2 dürli gametany emele getirýär;  
 2) Çagalaryň 50%-iniň kadaly görüjilige eýe bolmak ähtimallygy bar;  
 3) Gyzjagazlaryň 50%-iniň kadaly görüjilige eýe bolmak ähtimallygy bar;  
 4) Oglanjyklaryň 50%-iniň näsag bolup dogulmak ähtimallygy bar;  
 5) Gyzjagazlaryň ählisi sagdyn, oglanjyklaryň 50% näsag bolup dogulmak ähtimallygy bar.
17. 1) Gyzjagazlaryň ählisinde der mázleri bolar;  
 2) Oglanjyklaryň 50%-iniň der mázleriniň ýok bolup dogulmak ähtimallygy bar;  
 3) Gyzjagazlaryň 50%-iniň geterozigot bolup dogulmak ähtimallygy bar;  
 4) Oglanjyklaryň birisiniň kadaly der mázlerine eýe bolmak ähtimallygy bar;



- 5) Gyzjagazlaryň birisiniň kadaly der mäslerine eýe bolmak ähtimallygy bar.
- 18.** 1) Gibridleriň 25%-iniň ala ýelekli bolmak ähtimallygy bar;  
 2) Takmynan 9 sany horazyň ýarysynyň (4 ýa-da 5) ala ýelekli bolmak ähtimallygy bar;  
 3) Takmynan 33–34 sany gara ýelekli towuklaryň bolmak ähtimallygy bar;  
 4) Takmynan 33–34 sany (nesilleriň 25%-i) ala ýelekli horazlaryň bolmak ähtimallygy bar;  
 5) Horazlaryň ählisi ala ýelekli bolar.
- 19.** 1) Maşgaladaky çagalaryň 3-siniň sagdyn bolmak ähtimallygy bar;  
 2) Gyzjagazlaryň 1-i gomozigot sagdyn, 2-njisi geterozigot sagdyn bolýar;  
 3) Geljekde gomozigot sagdyn gyz durmuşa çykandan soň, ondan bolan gyzlar geterozigot sagdyn, ogullar bolsa doly sagdyn bolýar. Geterozigot sagdyn gyzyň bolsa gyzlary geterozigot sagdyn we kesel, ogullary doly sagdyn hem-de kesel bolmagy mümkin;  
 4) Oglanjyklaryň 50%-iniň gemofilik bolmak ähtimallygy bar;  
 5) Gomozigot sagdyn gyzdan diňe sagdyn çagalar, geterozigot sagdyn gyzdan gomozigot sagdyn gyz, geterozigot sagdyn gyz, doly sagdyn oglanjyk we kesel oglanjyk bolmagy mümkin.
- 20.** 1) 3 dürli genotip ýüze çykar;  
 2) Takmynan 24 jüýje ýumurtgadan çykmazdan öň öler;  
 3) Ölen jüýjeleriň ählisi hem urkaçy jynsly bolar;  
 4) Takmynan 48–49 jüýje erkek jynsly bolar;  
 5) Takmynan 24-si diri urkaçy jynsly bolar.
- 21.** 1) Doguljak gyzjagazlaryň ählisi geterozigot sagdyn, oglanjyklaryň ählisi kesel bolar;  
 2) 50% gyzjagazlaryň kesel, 50% sagdyn (geterozigot), 50% oglanjyklaryň kesel, 50% sagdyn bolup dogulmak ähtimallygy bar;  
 3) 50% gyzjagazlaryň gomozigot sagdyn, 50% geterozigot sagdyn, 50% oglanjyklaryň sagdyn, 50% kesel bolup dogulmak ähtimallygy bar.



22. 1) Horazlaryň ýarysynyň ak ýelekli, ýarysynyň ala ýelekli, towuklaryň ýarysynyň gara ýelekli, ýarysynyň ak ýelekli bolmak ähtimallygy bar;  
 2) Horazlaryň 50% ala ýelekli, 50% gara ýelekli, towuklaryň 50% ak ýelekli, 50% gara ýelekli bolmak ähtimallygy bar;  
 3) Horazlaryň ählisiniň ak ýelekli, towuklaryň ählisiniň gara ýelekli bolmak ähtimallygy bar.
23. 1) Gyzjagazlaryň ählisinde der mázleri bolar, oglanjyklaryň ählisinde der mázleri bolmaz;  
 2) Çagalaryň ählisinde der mázleri bolar.
24. 1) Horazlar ala ýelekli, towuklar gara ýelekli bolar;  
 2) Horazlaryň 50%-i ala ýelekli, 50%-i gara ýelekli, towuklaryň 50%-i ak ýelekli, 50%-i gara ýelekli bolar.  
 3) Horazlaryň ählisi ala ýelekli, towuklaryň ählisi ak ýelekli bolar.
25. 1) Urkaçy drozofilalaryň gyzył gözli, erkek drozofilalaryň ýarysynyň gyzył gözli, ýarysynyň ak gözli bolmak ähtimallygy bar;  
 2) Nesilleriň ählisi gyzył gözli bolar;  
 3) Urkaçy siňekleriň gyzył gözli, erkek siňekleriň ak gözli bolmak ähtimallygy bar.
26. 1) Urkaçy we erkek balyklaryň 50%-i gyzył reňkli, 50%-i ak reňkli bolar;  
 2) Urkaçy we erkek balyklaryň ählisi gyzył reňkli bolar;  
 3) Urkaçy balyklaryň ählisi gyzył, erkek balyklaryň ählisi ak reňkli bolar.
27. 1) Gyzjagazlary sagdyn, oglanjyklary kesel bolar;  
 2) Çagalaryň ählisi sagdyn bolar.
28. Çaknyşdyrylýan osoblar:  $XXbb \times XYBB$   $F_1$ -nji nesiller mele reňkli,  $F_2$ -nji nesilleriň 75%-i mele reňkli, 25%-i açyk gök reňkli bolar.
29. 1) Urkaçy pişikler pyşdyl reňkli, erkek pişikler açyk sary reňkli bolar;  
 2) Urkaçy pişikler pyşdyl reňkli, erkek pişikler gara reňkli bolar;  
 3) Urkaçy pişikleriň 50%-i açyk sary, 50%-i pyşdyl, erkek pişikleriň 50%-i açyk sary, 50%-i gara reňkli bolar;



- 4) Urkaçy pişikleriň 50%-i pyşdyl, 50%-i gara, erkek pişikleriň 50%-i aýyk sary, 50%-i gara reňkli bolar;
30. 1) Gyzlaryň 1/2 bölegi daltonik, 1/2 sagdyn bolar. Ogullaryň 1/2 bölegi daltonik, 1/2 sagdyn bolar;
- 2) 50% ogullarynyň kesel bolup dogulmak ähtimallygy bar;
- 3) Gyzlarynyň 50%, ogullarynyň 50% daltonik bolup dogulmak ähtimallygy bar;
- 4) Ejäniň genotipi  $X^BX^b$ , kakanyň genotipi  $X^bY$ ;
- 5) Gyzjagazlaryň 50% daltonik, 50% sagdyn, oglanjyklaryň hem 50% daltonik, 50% sagdyn bolup dogulmak ähtimallygy bar;
- 6) a) çagalaryň ejesiniň genotipi  $X^BX^b$ ;
- b) daltonik gyzyň dogulmak ähtimallygy 50%.
31. Horazlaryň ählisi kümüşsow, towuklaryň ählisi altynsow alabeder bolar.
32. Horazlaryň ählisi wibrirleme keseline eýe bolar.
33. 1) Gemofilik ogullaryň dogulmak ähtimallygy 50% (ähli nesilleriň 25%-i);
- 2) Oglunyň sagdyn bolmak ähtimallygy 50%, gyzynyň sagdyn bolmak ähtimallygy 50%;
34.  $F_1$ -däki towuklaryň ählisi gara ýelekli bolar.
35. 1) Urkaçy siňekler gyzyl gözli, erkek siňekler ak gözli bolar;
- 2) Erkek siňekleriň 50% (ähli nesilleriň 25%-i) ak gözli bolmak ähtimallygy bar.
36. Towuklaryň 50%-inde bu geniň letal häsiýetiniň ýüze çykmak ähtimallygy bar.
37. 1) Erkek adamyň ejesi  $X^BX^b$ , kakasy  $X^BY$  ýa-da  $X^bY$  genotipli bolmagy mümkin;
- 2) Sagdyn gyz : sagdyn oğlan : albinizm boýunça sag, gemofiliýa boýunça kesel gyz : iki alamat boýunça hem kesel oğlan. 1:1:1:1 gatnaşyklar doglup biler;
- 3) Sagdyn kadaly pigmentasiýa ogullaryň dogulmak ähtimallygy 50% (ähli nesilleriň 25%-i);
38. 1) a) Erkek we urkaçy kanareýkalaryň ählisi ýaşyl ýelekli kekeçli bolar;
- b) 1 erkek kanareýka ýaşyl ýelekli kekeçli, 1 erkek kanareýka ýaşyl ýelekli kekeçsiz, 1 erkek kanareýka mele ýelekli ke-





keçli, 1 erkek kanareýka mele ýelekli kekeçsiz bolar. Erkek we urkaçy kanareýkalaryň ählisi ýaşyl ýelekli kekeçli bolar;  
 2) Erkek kanareýkanyň genotipi  $X^B X^b aa$ , urkaçy kanareýkanyň genotipi  $X^b YAA$ ;  
 3) Erkek kanareýkanyň genotipi  $X^B X^b Aa$ , urkaçy kanareýkanyň genotipi  $X^b Yaa$ .

39. 1) Ala ýelekli ak reňkli ýaprak kekeçli gysga aýakly, ala ýelekli goňur reňkli ýaprak kekeçli gysga aýakly, ala ýelekli ak reňkli ýaprak kekeçli kadaly aýakly, ala ýelekli goňur reňkli ýaprak kekeçli kadaly aýakly, gara ýelekli ak reňkli ýaprak kekeçli gysga aýakly, gara ýelekli goňur reňkli ýaprak kekeçli gysga aýakly, gara ýelekli ak reňkli ýaprak kekeçli kadaly aýakly, gara ýelekli goňur reňkli ýaprak kekeçli kadaly aýakly bolar;

2) Towugyň genotipi  $bbSSRrCc$ , horazyň genotipi  $BbSsrrcc$  bolar;

3) Towugyň genotipi  $bbSSRRCC$ , horazyň genotipi  $BBssrrcc$  bolar;

4) Nesilleriň 50%-i ala ýelekli gysga aýakly, 50%-i gara ýelekli gysga aýakly bolar;

5) Gysga aýakly ala ýelekli, gysga aýakly gara ýelekli nesillere garaşsa bolar;

6) Towugyň genotipi  $ccBb$ , horazyň genotipi  $CcBB$  bolar.

40. 1) Maşgalada doguljak gyzlaryň ählisi sagdyn, oglanlaryň 50%-i gipertriozly we daltonizm boýunça sagdyn, 50% gipertriozly hem-de daltonik bolup dogulmak ähtimallygy bar;

2) Gyzjagazlaryň 50%-i sagdyn, 50% daltonik, oglanjyklaryň 50% gipertriozly daltonizm boýunça sag, 50% gipertriozly we daltonik bolup dogulmak ähtimallygy bar.

41. Maşgalada doguljak oglanjyklaryň ählisi berlen alamata eýe bolar, gyzjagazlarda bolsa bu alamat ýüze çykmaz.

42. Oglanjyklar gipertriozly bolar, gyzjagazlarda bolsa bu alamat ýüze çykmaz.

43. 1) Gyzjagazlaryň 75%-i daltonizm boýunça sag mele gözli, 25% daltonizm boýunça sag gök gözli, oglanjyklaryň 75% daltonik gipertriozly, barmaklarynyň arasy perdeli mele



gözli, 25% daltonik gipertriozly barmaklarynyň arasy perdeli gök gözli bolup dogulmak ähtimallygy bar;

2) Gyzjagazlaryň 25% sagdyn mele gözli, 25% sagdyn gök gözli, 25% daltonik mele gözli, 25% daltonik gök gözli, oglanjyklaryň 25% daltonizm boýunça sag gipertriozsyz barmaklarynyň arasy perdeli mele gözli, 25% daltonizm boýunça sag gipertriozsyz barmaklarynyň arasy perdeli gök gözli, 25% daltonizm boýunça sag gipertriozsyz barmaklarynyň arasy perdeli mele gözli we 25% daltonizm boýunça sag gipertriozsyz barmaklarynyň arasy perdeli gök gözli bolup dogulmak ähtimallygy bar;

3) Gyzjagazlar göteriji sagdyn gök gözli, oglanjyklar daltonik, gipertriozly, barmaklarynyň arasy perdeli gök gözli bolýar.

44. 1) Çagalaryň ählisiniň gemofiliya boýunça sagdyn, emma reňk saýgarmazlyk boýunça bir gyzjagazyň we bir oglanjygyň kesel bolup dogulmak ähtimallygy bar;

2) Gyzjagazlaryň 3/16 böleginiň, oglanjyklaryň hem 3/16 böleginiň daltonizm boýunça kesel, gyzjagazlaryň 1/16 böleginiň, oglanjyklaryň hem 1/16 böleginiň daltonizm we reňk saýgarmazlyk boýunça kesel bolup dogulmak ähtimallygy bar.

45. 1) a) HH ýa-da HH'; b) H'H'; ç) HH; d) HH';

2) a) Şahsyz urkaçy mallara, şahly we şahsyz öküzçelere garaşmak bolar;

b) Diňe şahly mallara garaşmak bolar.

46. 1) AAXX – tüýsüz gyzjagaz, AaXX – kadaly saçly gyzjagaz, AaXY – tüýsüz oglanjyk, AAXY – tüýli oglanjyk, aaXX – tüýli gyzjagaz, aaXY – tüýsüz oglanjyk;

2) AaXY – kadaly saçly gyzjagaz, aaXX – tüýli gyzjagaz, AaXY, aaXY – tüýsüz oglanjyk;

3) AAXX – tüýsüz gyzjagaz, AAXY – tüýli oglanjyk, AaXX – kadaly saçly gyzjagaz, AaXY – tüýsüz oglanjyk.

47. Doguljak oglanjyklaryň ählisi tüýsüz, gyzjagazlar bolsa kadaly saçly bolar.

48. Çaknyşdyrylan osoblaryň genotipi bbXX, BbXY. Çal reňkli ene pişik bilen gara reňkli erkek pişigi çaknyşdyryp, pyşdyl reňkli urkaçy we erkek pişikler alnar.



49. Çaknyşdyrylan ösümlikleriň genotipi **AaXX**, **aaXY**. Kadaly ýaprakly enelik we atalyk ösümlikler çaknyşdyrylanda, kadaly ýaprakly nesiller alnar.

50. Maşgalada daltonik gyz doglup biler.

51. Maşgalada oglunyň daltonik bolmagy ejesinden **X** hromosom arkaly geçýär.

52. Erkek adamyň aýalynyň uýasy gemofiliýa boýunça geterozigot sagdyn, olaryň kakasy sagdyn, ejesi geterozigot sagdyn bolup, gemofiliýaly **X** hromosomy gemofilik ogly dogran aýal ejesinden alýar. Şeýlelikde, indiki doguljak çagalarynda gemofiliýanyň ýüze çykmagyndan howatyrlanýan erkek adamyň aýaly gomozigot (**X<sup>G</sup>X<sup>G</sup>**) sagdyn bolsa, çagalarda 100% kesel ýüze çykamaz. Eger geterozigot (**X<sup>G</sup>X<sup>g</sup>**) sagdyn bolsa, onda 50% kesel oglunyň dogulmak ähtimallygy bar.

53. Digeterozigot sagdyn gyzlaryň we gemofiliýa boýunça sagdyn daltonik ogullaryň dogulmak ähtimallygy bar.

54. 50% doly sagdyn oglunyň we gyzynyň, 25% geterozigot sagdyn gyzynyň, 25% daltonik oglunyň dogulmagy ähtimal.

55. Maşgalada sagdyn oglanjygyň dogulmak ähtimallygy 1/8-e deň.

56. Ogly mele gözlüligi kakasyndan, gemofiliýany ejesinden alýar.

57. Eger erkek adamyň **Y** hromosomynda barmaklarynyň arasyn-da perdäniň bolmagyny kesgitleýän gen bar bolsa, onda bu alamat onuň ogullarynda, oglan agtyklarynda we çowluklarynda-da ýüze çykýar.

58. a) Çagalaryň ählisi sagdyn bolýar;

b) Gyzlary sagdyn (geterozigot), ogullary kesel bolar.

59. 1) Çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipi **X<sup>A</sup>X<sup>a</sup>**, **X<sup>A</sup>Y**;

2) Gyzyl we ak gözli urkaçy, gyzyl hem-de ak gözli erkek osoblary almak bolar.

60. 1) Çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipi **BbXX**, **BBXY**;

2) Nesilleriň genotipi **BbXX**, **bbXX**, **BbXY**, **bbXY**.

61. Sagdyn çagalaryň dogulmak ähtimallygy 75%.

62. Maşgalada doguljak çagalaryň ählisi gulagy tüýli bolar.

63. Gök gözli sagdyn oglan çaganyň dogulmak ähtimallygy 1/16 deň.

64. Ene-atanyň genotipi **X<sup>a</sup>X<sup>a</sup>**, **X<sup>A</sup>Y**.

65. Kesel çaganyň dogulmak ähtimallygy 1/4-e deň.

66. 3/16 sagdyn, 3/16 kesel ogullaryň dogulmak ähtimallygy bar. Ogullarynyň 2/16 (1/8), gyzlarynyň hem 2/16 (1/8) böleginiň ölmek ähtimallygy bar.



**67.** Maşgalada 25% sagdyn, 25% polidaktiýaly gyz, 25% sagdyn gipertriozly we 25% polidaktiýaly we gipertriozly oglan çaganyň dogulmak ähtimallygy bar.

**68.** Ene-atanyň genotipi  $AaX^G X^g$ ,  $AaX^G Y$ .

**69.** Maşgalada doguljak gyzlar sagdyn, oglanjyklaryň 50% sagdyn gipertriozly, 25% ihtiozly we gipertriozly bolup dogulmak ähtimallygy bar.

**70.** Ikinji nesilde gara gözli we gyzyl gözli osoblar 3 : 1 gatnaşykda alnar.

**71.** Maşgalada doguljak gyzlar geterozigot sagdyn, oglanlar bolsa daltonik we tüýli bolar.

**72.** Çaknyşdyrylan osoblaryň genotipi  $AABb$ ,  $aabb$ .

**73.** Nesilde gyzyl we ak gözli urkaçy siňekler, gyzyl hem-de ak gözli erkek siňekler alnar.

**74.** Kümüşsow reňkli horazlar altynsow reňkli towuklar bilen çaknyşdyrylanda alynjak towuk jüýjeler kümüşsow reňkli, horaz jüýjeler altynsow reňkli bolar.

**75.** Horaz jüýjeler ýaşyl, towuk jüýjeler mele reňkli bolar.

**76.** Alynjak nesillerde urkaçy pişikler pyşdyl, erkek pişikler sary reňkli bolar. Erkek pişikler pyşdyl reňkli bolup bilmez, sebäbi olaryň genotipinde bir  $X$  we bir  $Y$  hromosom bolup,  $Y$  hromosomda pişikleriň reňkine jogap berýän geniň allel geni ýok.

**77.** Eger çaknyşdyrylýan tut ýüpek gurçuklarynyň enelik osoblarynyň ýumurtgalary ak, erkek osoblarynyňky gara bolsa, nesillerde enelik osoblaryň ýumurtgalary gara, erkek osoblaryňky ak reňkli bolýar.

**78.** Ogullarynyň 50%-i (umumy çagalarynyň 25%) kesel bolup dogulmak ähtimallygy bar.

**79.** Ogullarynyň ählisinde gulagy tüýlülük alamaty ýüze çykar, gyzlarynda ýüze çykmaz.

**80.** Maşgalada gyzjagazlaryň dişleri garalýan, oglanjyklaryň 50%-i dişleri garalýan, 50%-i ak dişli bolup dogulmak ähtimallygy bar.

**81.** Geterozigot sagdyn gyzjagazlar we doly sagdyn oglanjyklar dünýä iner.

**82.** Maşgalada ogly gara gözlüligi kakasyndan, gemofiliýany ejesinden alýar.



**83.** Maşgalanyň ähli ogullarynda aýagyň ikinji we üçünji bar-maklarynyň arasynda perdäniň bolmak alamaty ýüze çykar.

**84.** 1) Çagalaryň ählisi sagdyn bolar;

2) Gyzlary sagdyn, ogullary näsag bolýar.

**85.** 1) 116;

2)  $\approx 46$ ;

3)  $\approx 317$ ;

4) 4.

**86.** 1)  $\approx 364$ ;

2)  $\approx 45,5\%$ ;

3)  $\approx 4,5\%$ ;

4)  $\approx 364$ ;

5) 4.

**87.** 1) 0;

2)  $\approx 671$ ;

3)  $\approx 42\%$ ;

4)  $\approx 42\%$ ;

5) 8%.

**88.** 1) 120;

2)  $\approx 16$ ;

3) 48%;

4)  $\approx 384$ ;

5) 48%.

**89.** 1) 1;

2)  $\approx 410$ ;

3) 4,1%;

4) 4,1%;

5)  $\approx 82$ .

**90.**  $F_1$ -nji nesilde ösümlikleriň 48,2%-i reňkli endospermli, ýylmanak aleýronly, 48,2% reňksiz endospermli ýygirtly aleýronly, 1,8% reňkli endospermli ýygirtly aleýronly, 1,8% reňksiz endospermli ýylmanak aleýronly bolar.

**91.** 1) **B** we **C** genler bir tirkeg toparyna degişli;

2) a) 3:3:1:1 gatnaşykda sary tohumly murtly, ýaşyl tohumly murtly, sary tohumly murtsuz, ýaşyl tohumly murtsuz ösümlikler alnar;



b) 1:1 gatnaşykda ýygirtly tohumly murtly, ýylmanak tohumly murtly ösümlükler bolar.

ç) 3:3:3:2:2:1:1:1 gatnaşykda sary ýylmanak tohumly murtly, sary ýygirtly tohumly murtly, ýaşyl ýygirtly tohumly murtly, ýaşyl ýylmanak tohumly murtly, ýaşyl ýylmanak tohumly murtsuz, sary ýylmanak tohumly murtsuz, sary ýygirtly tohumly murtsuz, ýaşyl ýygirtly tohumly murtsuz ösümlükler alnar.

92. 1) 1:1 gatnaşykda ker, elliptositoz boýunça sagdyn we elliptositoz keselli eşidýän çagalaryň dogulmak ähtimallygy bar;  
2) 1:1:1:1 gatnaşykda sagdyn, ker we elliptositoz keselli, diňe ker, diňe elliptositoz keselli çagalaryň dogulmak ähtimallygy bar.

93. 1) Dominant alamatlar – kadaly ganatlar (**A**) we kadaly aýaklar (**B**), resessiw alamatlar – gysga ganatlar (**a**) hem-de gysga aýaklar (**b**);

2) 1:1 gatnaşykda gysga ganatly kadaly aýakly hem-de kadaly ganatly kadaly aýakly nesillere garaşsa bolar.

94.  $F_1$ -nji nesliň genotipi: **CrcrDd**  $\frac{Crd}{CrD}$ .  $F_1$ -nji nesliň fenotipi: kadaly ýaprakly kadaly boýly ösümlükler;

2)  $F_a$  nesilde 41% kadaly ýaprakly girdenek boýly, 9% kadaly ýaprakly kadaly boýly, 9% tovlanan ýaprakly girdenek boýly, 41% tovlanan ýaprakly kadaly boýly ösümlükleri alyp bolar.

95. **B** we **C** genleriň arasyndaky uzaklyk 20% krossingower ýa-da 20 morganid.

96. **bp** we **wx** genleriň arasyndaky uzaklyk 3,5% krossingower ýa-da 3,5 morganid.

97. **gl** we **st** genleriň arasyndaky uzaklyk  $\approx 12,4\%$  krossingower ýa-da  $\approx 12,4$  morganit.

98. **C** we **S** genleriň arasyndaky uzaklyk 3,6% krossingower ýa-da 3,6 morganid.

99. 1) Mekgejöwen tohumlarynyň ýylmanaklygy we reňkli bolmagy dominant alamatlar;

2) Dominant genler bir tirkegde ýerleşip, olar sis ýagdaýdadyr;

3) Genleriň arasyndaky uzaklyk 3,49% krossingower ýa-da 3,49 morganid.



**100.** **M** we **N** genleriň uzaklygy **A** we **B** genlere seredende 2,2% krossingower ýa-da 2,2 morganit uly bolup durýar.

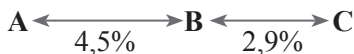
**101.** 1) Birinji çaknyşdyrmada birinji urkaçy drozofilanyň bir hromosomynda **A** we **B** genler, beýleki hromosomynda **a** we **b** genler (sis ýagdaýda), ikinji urkaçy drozofilanyň bir hromosomynda **A** we **b** genler, beýleki hromosomynda **a** we **B** genler (trans ýagdaýda) ýerleşendir.

2) **A** we **B** genleriň arasyndaky uzaklyk 17% krossingowere deň.

**102.** **A** we **B** genleriň arasyndaky uzaklyk 7,4%, **B** we **C** genleriň arasyndaky uzaklyk 2,9%, **A** we **C** genleriň arasyndaky uzaklyk bolsa 10,3% krossingowere deňdir. Şonuň üçin genler şu yzygiderlikde ýerleşendir.



**103.** **A** we **B** geniň arasyndaky uzaklyk (**A** hem-de **C**) + (**C** hem-de **B**) genleriň arasyndaky uzaklygyň jemine deň. Onda genleriň ýerleşiş yzygiderliligi aşakdaky ýaly bolar.



**104.** Hromosomda genleriň ýerleşiş yzygiderligi – **BCAED**.

**105.** Hromosomda genleriň ýerleşiş yzygiderligi – **ABCDE**.

**106.** Genleriň hromosomda ýerleşiş yzygiderligi – **ACB**. **A** we **C** genleriň arasynda 28%, **C** we **B** genleriň arasynda 30% krossingower bolýar.

**107.** Genleriň hromosomda ýerleşiş yzygiderligi – **XYZ**. **X** we **Y** genleriň arasynda 8,4%, **Y** hem-de **Z** genleriň arasynda 14,3% krossingower bolýar.

**108.** Syçanlaryň tüýüniň uzynlygyna we gönüligine jogap berýän genleriň arasyndaky uzaklyk 20,5% krossingowere deň.

**109.** Gysga boýly togalak miweli, uzyn boýly togalak miweli, uzyn boýly armyt şekilli miweli nesilleriň ýüze çykmak ähtimallygy bar.

**110.** Mekgejöweniň tohumynyň ýylmanaklygyna we şekiline jogap berýän genleriň arasyndaky uzaklyk 3,49% krossingowere deň.



**111.** Gemofiliya we daltonizme jogap berýän genleriň arasynda krossingower geçmese, daltonizm boýunça sag, gemofiliya boýunça kesel gyzyň hem oglanyň, daltonizm boýunça kesel, gemofiliya boýunça sag oglanyň hem gyzyň dogulmak ähtimallygy bar. Eger krossingower geçse, doly sagdyn gyzyň we oglanyň, doly kesel gyzyň hem-de oglanyň, daltonizm boýunça sag, gemofiliya boýunça kesel gyzyň hem oglanyň, daltonizm boýunça kesel, gemofiliya boýunça sag oglanyň hem gyzyň dogulmak ähtimallygy bar.

**112.** Maşgalada gije körlük boýunça sagdyn, reňk saýgarmazlyk boýunça kesel we gije körlük boýunça kesel, reňk saýgarmazlyk boýunça sagdyn çagalaryň dogulmak ähtimallygy bar.

**113.** Nesilleri boýunça kesgitläp bolar, emma meseläniň şertinde nähili nesilleriň alnandygy görkezilmändir.

**114.** Drozofilalary çaknyşdyryp alnan 11289 nesilden 677 sanysy krossower osoblar bolýar.

**115.** Drozofilalary çaknyşdyryp alnan nesillerde  $\approx 967$  sany krossower osob ýüze çykar.

**116.** Aýalyň genotipi  $X^D_G X^d_g$  ýa-da  $X^D_g X^d_g$  bolar.

**117.** Tekiz ganatly, gyzyň bedenli, göz torlary kiçi bolan, tekiz ganatly, gyzyň bedenli, göz torlary uly bolan, tekiz ganatly, gara bedenli, göz torlary kiçi bolan, diş-diş ganatly, gyzyň bedenli, göz torlary kiçi bolan, diş-diş ganatly, gara bedenli, göz torlary kiçi bolan, tekiz ganatly, gara bedenli, göz torlary uly bolan, diş-diş ganatly, gyzyň bedenli, göz torlary uly bolan, diş-diş ganatly, gara bedenli, göz torlary uly bolan nesillere garaşsa bolar.

**118.** Alamatlar dominirleme esasynda nesle geçýär. **A** we **B** genleriň arasyndaky uzaklyk 30,46% krossingowere ýa-da 30,46 morganide deň.

**119.** Krossower osoblaryň sany 241.

**120.** Enelik we atalyk ösümlikleriň genotipi **AaBb**, **aabb**. **A** we **B** genleriň arasyndaky uzaklyk 3,79% krossingowere ýa-da 3,79 morganide deň.

**121.** Syçanlaryň aýagynyň we gulagynyň uzynlygyna jogap berýän genleriň arasyndaky uzaklyk 13,76% krossingowere ýa-da 13,76 morganide deň.

**122.** Siňekleriň bedeniniň we gözleriniň reňkine jogap berýän genler jyns bilen bagly hromosomlar arkaly nesle geçýär. Urkaçy siňeğiň genotipi  $x^{ab}x^{ab}$ , erkek siňeğiň genotipi  $x^{AB}y$  bolýar.





**123.** Mekgejöweniň öserleriniň hlorofilli bolmagyna we fertillige jogap berýän genleriň arasyndaky uzaklyk  $\approx 16,9\%$  krossingowere deň.

**124.**  $ec^+$  we  $cv$  genleriň arasyndaky uzaklyk  $\approx 1,3\%$  krossingowere deň.

**125.** Gyzył gözli urkaçy we erkek, ak gözli urkaçy hem-de erkek siňekler alnar.

**126.** Ýaşyl reňkli urkaçy we erkek, mele reňkli urkaçy hem-de erkek ördekler alnar.

**127.** Urkaçy pişik çagajyklar pyşdyl reňkli, erkek pişik çagajyklar sary reňkli bolar. Erkek pişikler pyşdyl reňkli bolup bilmeýärler. Sebäbi olaryň genotipinde bir sany **X** hromosom bolýar.

**128.** Ak reňkli gomozigot urkaçy jynsly tut ýüpek gurçuklaryny gara reňkli erkek tut ýüpek gurçuklary bilen çaknyşdyranlarynda, gara reňkli urkaçy jynsly we ak reňkli erkek jynsly nesiller alynýar.

**129.** Maşgalanyň ähli ogullarynda gipertrioz ýüze çykar.

**130.** Maşgalada 3:3:1:1 gatnaşykda 3 sany gara dişli gyzzagazyň, 3 sany gara dişli oglanjygyň, 1 sany ak dişli oglanjygyň, 1 sany ak dişli gyzzagazyň dogulmak ähtimallygy bar.

**131.** Doly sagdyn ogullaryň we gemofiliýa hem-de daltonizm boýunça geterozigot sagdyn gyzlaryň dogulmak ähtimallygy bar.

**132.** Kesel çagalaryň dogulmak ähtimallygy 12,5 %-e deň.

**133.** Maşgalada doguljak oglan çagalaryň ählisi gipertriozly bolar. Gije körlük we daltonizm kesellerinden ejir çekýän çagalaryň dogulmak ähtimallygy 1/4-e deň.

**134.** 1) Oglanlaryň ählisi aýagynyň barmaklarynyň arasy perdeli bolar. Daltonizm boýunça sagdyn, gije körlükden ejir çekýän gyzy we oglan, daltonizm boýunça kesel, gije körlükden sagdyn gyzy hem-de oglan çagalara garaşmak bolar;

2) Oglanlaryň ählisiniň aýagynyň barmaklarynyň arasy perdeli bolar. Kadaly görüjiligi bolan gyzy we oglan, iki alamat boýunça-da kesel gyzy hem-de oglan çagalara garaşmak bolar;

3) Oglanlaryň ählisiniň aýagynyň barmaklarynyň arasy perdeli bolar. Daltonizm boýunça sagdyn gije körlükden ejir çekýän gyzy we oglan, daltonik sagdyn gyzy hem-de oglan, kadaly görüjiligi bolan gyzy we oglan, iki alamat boýunça-da kesel gyzy hem-de oglan çagalara garaşmak bolar;



4) Oglanlaryň ählisiniň aýagynyň barmaklarynyň arasy perdeli bolar. Daltonizm boýunça sagdyn gije körlükden ejir çekýän gyz we oglan, daltonik sagdyn gyz hem-de oglan, kadaly görüjiligi bolan gyz we oglan, iki alamat boýunça-da kesel gyz hem-de oglan çagalara garaşmak bolar.

**135.** 1) Kadaly görüjiligi bolan mele gözli gyz, kadaly görüjiligi bolan gök gözli gyz, kadaly görüjiligi bolan mele gözli, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, mele gözli daltonik, gije körlükden ejir çekýän, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, kadaly görüjiligi bolan gök gözli, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, gök gözli daltonik, gije körlükden ejir çekýän, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan çagalara garaşmak bolar;

2) Mele gözli kadaly görüjiligi bolan gyz, gök gözli kadaly görüjiligi bolan gyz, daltonizm boýunça sagdyn, gije körlükden ejir çekýän, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli we mele gözli daltonik gije körlük boýunça sagdyn aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, gök gözli daltonizm boýunça sag, gije körlükden ejir çekýän, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, gök gözli daltonik, gije körlük boýunça sagdyn, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan çagalaryň dogulmak ähtimallygy bar;

3) 37,5% mele gözli kadaly görüjiligi bolan gyz, 12,5% gök gözli kadaly görüjiligi bolan gyz, 11,25% mele gözli kadaly görüjiligi bolan aýagynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, 11,25% mele gözli daltonik gije körlükden ejir çekýän, aýagynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, 7,5% mele gözli daltonik gije körlük boýunça sagdyn, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, 7,5% mele gözli daltonizm boýunça sagdyn, gije körlükden ejir çekýän, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, 3,75% gök gözli kadaly görüjiligi bolan aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, 3,75% gök gözli daltonik we gije körlükden ejir çekýän, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, 2,5% gök gözli daltonik gije körlük boýunça sagdyn, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan, 2,5% gök gözli daltonizm boýunça sagdyn, emma gije körlükden ejir çekýän, aýaklarynyň barmaklarynyň arasy perdeli oglan çagalara garaşmak bolar;



4) Oglanlaryň ählisiniň aýagynyň barmaklarynyň arasy perde-li bolar. 37,5% mele gözli, kadaly görüjiligi bolan gyz, 12,5% gök gözli, kadaly görüjiligi bolan gyz, 7,5% mele gözli, kadaly görüjiligi bolan oğlan, 7,5% mele gözli, daltonik, gije körlükden ejir çekýän oğlan, 11,25% mele gözli, daltonik, gije körlük boýunça sagdyn oğlan, 11,25% mele gözli, daltonizm boýunça sagdyn, gije körlükden ejir çekýän oğlan, 2,5% gök gözli, kadaly görüjiligi bolan oğlan, 2,5% gök gözli, daltonik, gije körlükden ejir çekýän oğlan, 3,75% gök gözli, daltonik gije körlük boýunça sagdyn oğlan, 3,75% gök gözli, daltonizm boýunça sagdyn, gije körlükden ejir çekýän oğlan çagalaryň dogulmak ähtimallygy bar.

**136.** Maşgalada näsag çagalaryň dogulmak ähtimallygy 25%-e deň. Ýagny, ogullaryň biri gemofilik bolýar.

**137.** 1) Alamat autosom – ressesiw ýagdaýda nesle geçýär.

2) Alamat autosom – dominant ýagdaýda nesle geçýär.

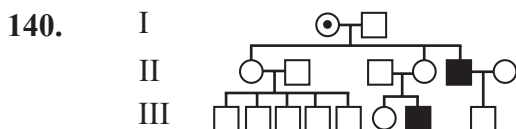
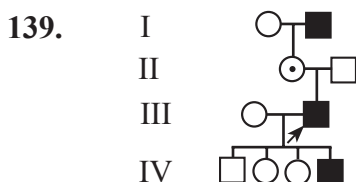
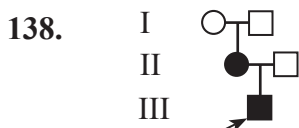
3) Alamat autosom – ressesiw ýagdaýda nesle geçýär.

4) Alamat autosom – dominant ýagdaýda nesle geçýär.

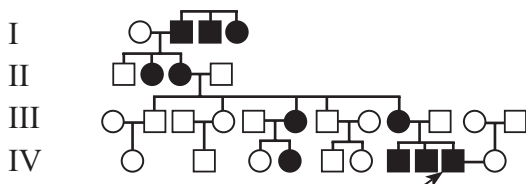
5) Alamat X hromosom bilen bagly ressesiw ýagdaýda nesle geçýär.

6) Alamat autosom – ressesiw ýagdaýda nesle geçýär.

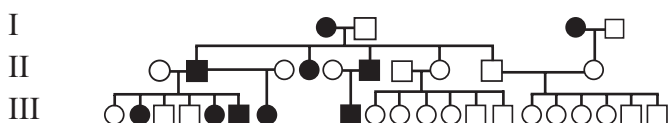
7) Alamat autosom – dominant ýagdaýda nesle geçýär.



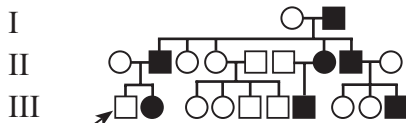
141.



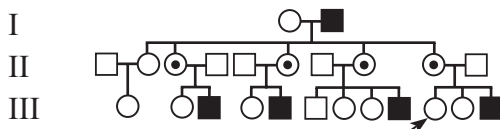
142.



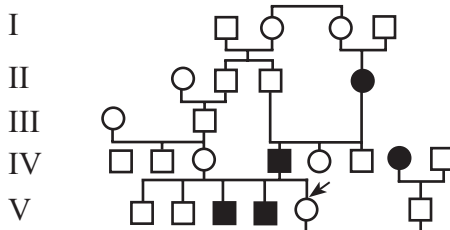
143.



144.

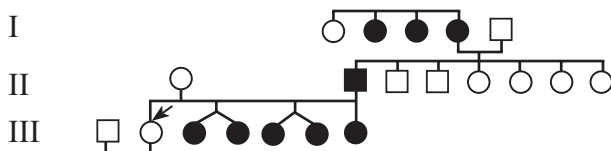


145.



Alamat autosom – resessiw ýagdaýda nesle geçýär. Alkoptonuriýa keselli çaganyň dogulmak ähtimallygy 0,25%.

146.

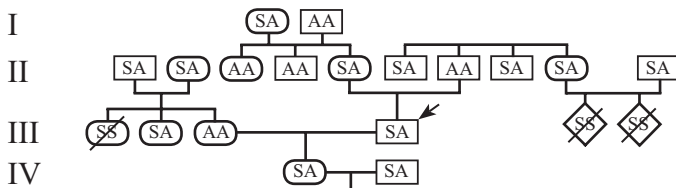


**147.** Altybarmaklylyk alamaty autosom – dominant ýagdaýda nesle geçýär. Proband resessiw geni görteriji gyz. Eger bu gyz şu reses-

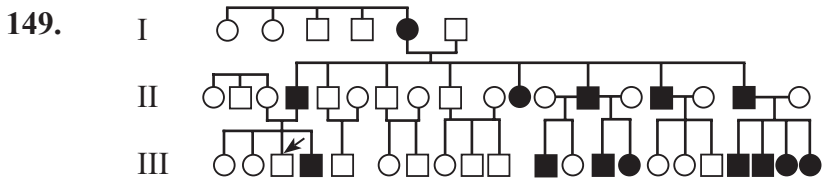


siw geni göteriji kadaly erkek adama durmuşa çyksa, onda çagalaryň ählisi başbarmakly bolar.

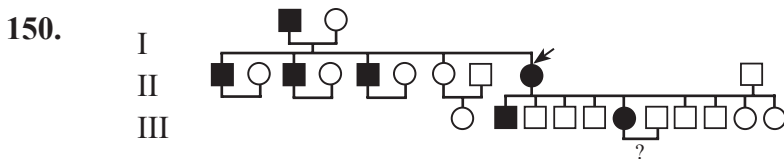
**148.** Orak şekilli anemiýany (S) gemoglobine jogap berýän mutant gen ýüze çykarýar. Kadaly anemiýasyz adamlaryň genotipi AA, anemiýanyň agyr görnüşinden ejir çekýän adamlaryň genotipi SS, ýeňil görnüşinden ejir çekýänleriňki bolsa SA.



Anemiýanyň agyr görnüşinden ejir çekýän çagalaryň dogulmak ähtimallygy 1/4-e, ýagny 25%-e deň.



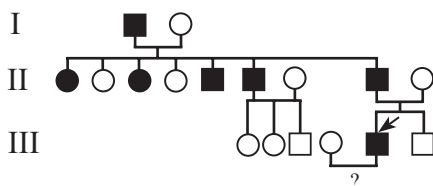
Alamat autosom – dominant ýagdaýda nesle geçýär. Eger proband sagdyn aýal (resessiw geni göteriji) bilen durmuş gursa, onda näsag çagalaryň dogulmak ähtimallygy 0-a deň.



Alamat autosom – resessiw ýagdaýda nesle geçýär. Eger erkek adam berlen gen boýunça gomozigot (**AA**) bolsa, onda näsag çagalaryň dogulmak ähtimallygy 0-a deň. Eger erkek adam geterozigot (**Aa**) bolsa, onda näsag çagalaryň dogulmak ähtimallygy 1/2, ýagny 50%-e deň.



151.



Alamat autosom – dominant ýagdaýda nesle geçýär. Dyrnaklaryň we dyz çanagynyň defektli bolmak sindromyndan ejir çekýän çagalaryň dogulmak ähtimallygy  $1/2$ , ýagny 50%-e deň.

**152.** Alamat autosom – resessiw ýagdaýda nesle geçýär.

**153.** Epilepsiya X hromosom bilen bagly bolan resessiw alamat.

**154.** Alamat autosom – resessiw ýagdaýda nesle geçýär.

**155.** **Alamat autosom – dominant ýagdaýda nesle geçýär.**

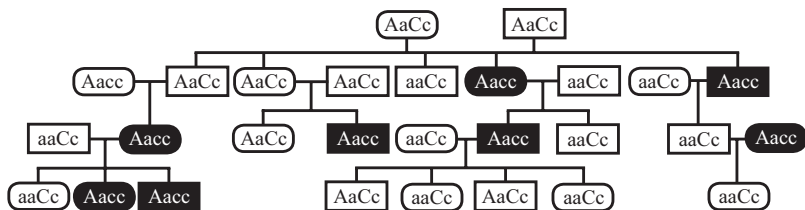
**156.** Neslegeçijiligiň autosom – resessiw görnüşi.

**157.** Neslegeçijiligiň autosom – resessiw görnüşü.

**158.** Neslegeçijiligiň autosom – dominant görnüşü. Garyndaşlyk seljermesiniň çyzgydynda görnüşü ýaly (I, 1) we (I, 2) durmuş guranlaryň 6 neslinden 4-si “külembike barmagynyň egilip durmak” alamatyna eýe bolupdyr. Bu bolsa berlen alamaty dominant diýip kabul etmäge esas döredýär. Erkeklerde we aýal maşgalalarda berlen alamatyň deň ýygýlykda duşmagy ony autosom nesle geçijilige degişli edýär.

**159.** Neslegeçijiligiň autosom – dominant görnüşü. Maşgalabasylyaryň biri berlen alamat boýunça geterozigot bolupdyr.

**160.** Berlen alamatyň neslegeçijiligi iki allelede ýazylyp bilner: **A** – gözleriň kiçi bolmagy (autosom dominant alamat), **a** – kadaly gözler; **C** – **A** geniň alamatynyň ýüze çykmagyny basyp ýatyrýan gen (dominant epistaz), **c** – alamatyň ýüze çykmagyna täsirini ýetirmeýän gen. Genotipleriň simwollarda görkezilişi:



**161.** ■ – autosom – dominant alamat. Sebäbi bu alamat 50% ähtimallıkda ýüze çykýar.

■ – alamat X jynsy hromosom bilen baglylykda nesle geçýär.



162. II we III gan toparly bolýar.

163. Çagalary ejesiniň gan toparyna eýe bolup biler.

164. II we III gan toparly bolup biler.

165. Bäbejik birinji maşgalanyňky bolar.

166.  $1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28$  genotip ýüze çykyp biler.

167. Mele gözli I gan toparly çaganyň dogulmak ähtimallygy 3/16-e deň.

168. II gan toparly sagdyn çaganyň dogulmak ähtimallygy 3/8-e deň.

169. Nesilleriň 1/3 bölegi gysga, 1/3 bölegi guýruksyz, 1/3 bölegi kadaly guýrukly bolar.

170. Çaknyşdyrylýan towşanlaryň genotipi **Cc** we **C<sup>h</sup>c**; genotipi **CC<sup>h</sup>**, **Cc**, **C<sup>h</sup>c**, **cc** bolýar.

171. Çaknyşdyrylýan osoblaryň genotipi **Aa** – aguti reňkli, nesilleriň genotipi **AA** – gimalaý reňkli, **Aa** – aguti reňkli, **aa** – albinos bolar.

172. Sebäbi hromosomyň **ABCD** genleri saklaýan böleginde inwersiýa geçýär.

173. Nesilleriň 1/2 bölegi anomaliýaly, 1/2 bölegi kadaly bolýar.

174. 15-nji jübüt hromosomyň bir birligi (bir taýy) 21-nji hromosom translokasiýa bolýar.

175. 15 15/21 21 21 – Daunyň sindromy, 15 15/21 21 – translokasiýaly kadaly, 15 15 21 21 – kadaly, 15 15 21 – ölýär.

176. Eger mekgejöweniň kadaly ösümliginiň 2-nji hromosomyn-daky genleri harplar bilen belgilesek, şu aşakdaky ýaly tertipde ýazyp bileris:

A   B   C   D  
—●—●—●—●—

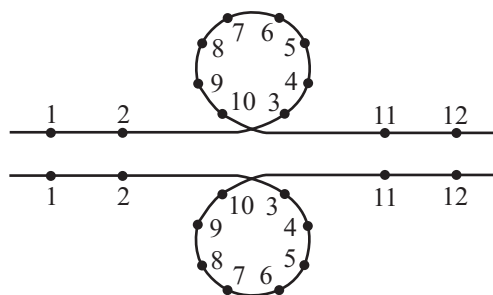
Liniýalaryň birinde inwersiýa ýüze çykdy.

A   C   B   D  
—●—●—●—●—

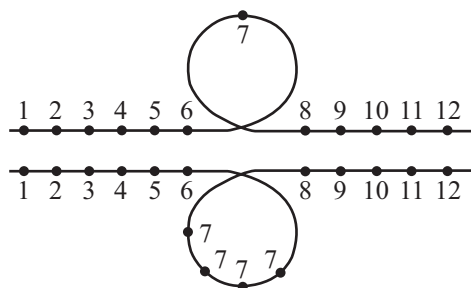
Inwersiýa bolan hromosomda konýugasiýa bolmaýar, sebäbi homologiki hromosomdaky genler biri-birine gabat gelmeýär.

177. Konýugasiýa şu aşakdaky ýaly bolýar (inwersiýa geçen bölekler halka emele getirýär):

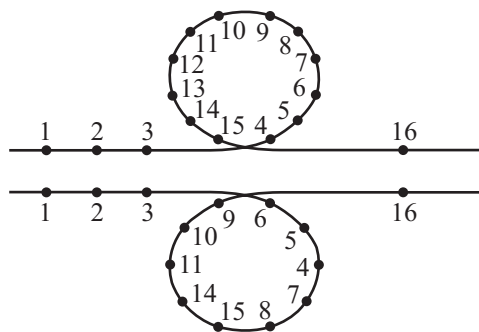




178.



179.



180.

Hromosom	Tertip belgisi	Üýtgeýjiligiň görnüşü
a b c d e f g	I	Kadaly
a b x e f y z	V	Inwersiýa
a b f e d c c g	III	Dublikasiýa
a b x e y z	VI	Delesiýa
a b f e d c g	II	Inwersiýa
a b f e x y z	IV	Translokasiýa





**181.** 1)  $q = 0,64$ ; 2)  $q = 0,56$ ; 3)  $q = 0,38$ ; 4)  $q = 0,87$ .

**182.** 1)  $p = 0,5$ ;  $q = 0,5$ ; 3)  $p = 0,5$ ,  $q = 0,5$ ;  
2)  $p = 0,5$ ,  $q = 0,5$ ; 4)  $p = 0,5$ ,  $q = 0,5$ .

**183.**  $p = 0,5$ ,  $q = 0,5$ .

**184.** 1)  $p = 0,8$ ,  $q = 0,2$ ; 7)  $p = 0,36$ ,  $q = 0,64$ ;  
2)  $p = 0,7$ ,  $q = 0,3$ ; 8)  $p = 0,44$ ,  $q = 0,56$ ;  
3)  $p = 0,9$ ,  $q = 0,1$ ; 9)  $p = 0,8$ ,  $q = 0,2$ ;  
4)  $p = 0,375$ ,  $q = 0,625$ ; 10)  $p = 0,87$ ,  $q = 0,13$ ;  
5)  $p = 0,3$ ,  $q = 0,7$ ; 11)  $p = 0,77$ ,  $q = 0,23$ ;  
6)  $p = 0,25$ ,  $q = 0,75$ ; 12)  $p = 0,84$ ,  $q = 0,16$ .

**185.** 1)  $0,2 (AA) + 0,64 (Aa) + 0,16 (aa)$ ;  
2)  $0,6 (AA) + 0,32 (Aa) + 0,08 (aa)$ ;  
3)  $0,4225 (AA) + 0,455 (Aa) + 0,1225 (aa)$ ;  
4)  $0,5625 (AA) + 0,375 (Aa) + 0,0625 (aa)$ ;  
5)  $0,16 (AA) + 0,48 (Aa) + 0,36 (aa)$ ;  
6)  $0,04 (AA) + 0,32 (Aa) + 0,64 (aa)$ ;  
7)  $0,1 (AA) + 0,18 (Aa) + 0,81 (aa)$ ;  
8)  $0,09 (AA) + 0,42 (Aa) + 0,49 (aa)$ ;  
9)  $0,36 (AA) + 0,48 (Aa) + 0,16 (aa)$ ;  
10)  $0,36 (AA) + 0,48 (Aa) + 0,16 (aa)$ .

**186.** 1)  $p = 0,8$ ,  $q = 0,2$ ; 4)  $p = 0,3$ ,  $q = 0,7$ ;  
2)  $p = 0,7$ ,  $q = 0,3$ ; 5)  $p = 0,2$ ,  $q = 0,8$ .  
3)  $p = 0,4$ ,  $q = 0,6$ ;

**187.**  $p = 0,5$ .

**188.** Populýasiýada dominant alleliň duş gelmek ýygýlygy 0,8-e deň.

**189.** Populýasiýada dominant alleliň duş gelmek ýygýlygy  $\approx 0,17$ -ä deň.

**190.**  $q(c) = 0,1$ .

**191.** Populýasiýada dominant gomozigotlaryň duş gelmek ýygýlygy 0,01-e deň.

**192.** Populýasiýada gomozigot ösümlikleriň duş gelmek ýygýlygy  $\approx 0,657$ .

**193.**  $2qc = 0,162$ .



194. 1) 0,4; 2) 0,6; 3) 0,36; 4) 0,16; 5) 0,48.

195. Albinoslaryň duş gelmek ýygylgy 0,0000000025.

196. Populýasiýada feniltiomoçewinany duýýan adamlaryň duş gelmek ýygylgy 62,5%-e deň bolar.

197. 0,36 (AA) + 0,48 (Aa) + 0,16 (aa);

198. 0,73 (AA) + 0,25 (Aa) + 0,02 (aa);

199. 0,49 (AA) + 0,42 (Aa) + 0,09 (aa);

200. 0,819 (AA) + 0,172 (Aa) + 0,009 (aa);

201. 0,48 (AA) + 0,43 (Aa) + 0,09 (aa);

202. Günbatar Ýewropa adamlarynyň populýasiýasynyň genetiki gurluşy: 0,4624 (AA) + 0,4352 (Aa) + 0,1024 (aa); Demirgazyk Hytaý adamlarynyň populýasiýasynyň genetiki gurluşy: 0,0004 (AA) + 0,0392 (Aa) + 0,9604 (aa); Koreýa adamlarynyň populýasiýasynyň genetiki gurluşy: 0,0016 (AA) + 0,0768 (Aa) + 0,9216 (aa).

203. Populýasiýada şeker diabetiniň genini geterozigot göterijileriň duş gelmek ýygylgy 0,4982.

204. 0,64 (AA) + 0,32 (Aa) + 0,04 (aa).

205. Awstraliýadaky aborigenleriň populýasiýasynyň genetiki gurluşy: 0,0961 (AA) + 0,4278 (A0) + 0,4761 (00). Indeýleriň uta tioresiniň populýasiýasynyň genetiki gurluşy: 0,0001 (AA) + 0,0198 (A0) + 0,9801 (00). Indeýleriň nawaho tioresiniň populýasiýasynyň genetiki gurluşy: 0,0144 (AA) + 0,2112 (A0) + 0,7744 (00). Buşmenleriň populýasiýasynyň genetiki gurluşy: 0,0081 (BB) + 0,1638 (B0) + 0,8282 (00).

206. a)  $p = 0,94$ ,  $q = 0,06$ ;

b) populýasiýada resessiw alleliň duş gelmek ýygylgy 0,1128.

ç) 0,8836 (AA) + 0,1128 (Aa) + 0,0036 (aa).

207. Aa genotipli ösümlükler öz-özünden tozanlananda  $F_7$ -de genotipleriň gatnaşygy 127 (AA) : 2 (Aa) : 127 (aa).

208. 1) Genotipleriň gatnaşygy üýtgeşsiz galýar: 1 (AA) : 2 (Aa);

2) 31 (AA) : 2 (Aa) : 15 (aa);

3) 79 (AA) : 2 (Aa) : 15 (aa).

209. 10 ýyldan soň genotipleriň gatnaşygy: 3071 (AA) : 2 (Aa) : 3071 (aa).

210. Osoblar öz-özünden tohumlananda  $F_5$ -nji nesilde genotipleriň gatnaşygy 1-nji populýasiýada 0,395 (AA) : 0,01 (Aa) : 0,595 (aa), 2-nji populýasiýada 0,3978 (AA) : 0,0044 (Aa) : 0,5978 (aa).



211. 1)

a) Eger panmiksiya bolsa:  $0,36 (AA) + 0,48 (Aa) + 0,16 (aa)$ ;

b) Eger öz-özünden tohumlanma geçse:  $0,6 (AA) + 0,4 (aa)$ .

2)

a) Eger panmiksiya bolsa:  $0,4225 (AA) + 0,455 (Aa) + 0,1225 (aa)$ ;

b) Eger öz-özünden tohumlanma geçse:  $0,6125 (AA) + 0,075 (Aa) + 0,3125 (aa)$ .

3)

a) Eger panmiksiya bolsa:  $0,3025 (AA) + 0,495 (Aa) + 0,2025 (aa)$ ;

b) Eger öz-özünden tohumlanma geçse:  $0,05 (AA) + 0,09 (Aa) + 0,41 (aa)$ .



**Agammaglobunemiýa** – limfatiki dokumanyň we ganda gamma globuliniň bolmazlygy, immunitetiň ýitirilmegi. Çagalar irki çagalyk döwründe ýogalýar. Alamat jyns bilen baglylykda autosom-resessiw ýagdaýda nesle geçýär.

**Akatalaziýa** – ganda we dokumalarda katalazanyň bolmazlygy. Katalaza fermenti madda çalşygynda emele gelýän wodorod peroksidini dargadýar. Alamat autosom-resessiw ýagdaýda nesle geçýär.

**Alkaptonuriýa** – peşew ýoly bilen gomogentizin kislotasynyň bölünip çykmagy. Bu keselden ejir çekýän adamyň kitirdewük dokumasy reňkli bolup, garran döwri artrit ýüze çykýar. Neslegeçijiligiň autosom-resessiw görnüşine degişli.

**Analbuminemiýa** – örän az mukdara çenli albumin beloklaryň konsentrasiýasynyň peselmegi. Bu kesele ýadawlyk, gowşaklyk, çişmek, ganda holesteriniň mukdarynyň artmagy ýaly alamatlar mahsus.

**Anemiýa orak şekilli (drepanositar)** – ganda ýüze çykýan kesel. Gipoksiýa şertde ganyň eritrositleri orak şekilli görnüşe geçýär we A gemoglobini S gemoglobine öwürülýär.

**Aneuploidiýa (geteroploidiýa)** – hromosomlaryň sanynyň kemelmegi ýa-da artyk bolmagy.

**Aniridiýa** – adamyň gözünüň älemgoşar gabyjagynyň bolmazlygy. Neslegeçijiligiň autosom-dominant görnüşine degişli.

**Arahnodaktiliýa** – adamyň barmaklarynyň inçeden uzyn («möý şekilli barmaklar») bolmagyna getirýän alamat. Alamata jogap berýän gen autosom-dominant ýagdaýda nesle geçýär, preýotrop täsiri netijesinde göz hrustaljygynyň hem näsazlygyny ýüze çykarýar.

**Brahidaktiliýa** – gysga barmaklylyk. Köp halatlarda gysga barmaklaryň boýy hem gysga bolýar. Alamat autosom-dominant ýagdaýda nesle geçýär.

**Gemeralopiýa** – gije görüjilik ukybynyň bolmazlygy. Köp halatlarda jyns bilen bagly resessiw alamat, kä halatlarda bolsa autosom-resessiw alamat hökmünde nesle geçýär.

**Gemizigoty** – geniň diňe bir hromosomda bolup, beýleki hromosomda onuň alleliniň bolmazlygy. Mysal üçin, jyns bilen bagly käbir alamatlar diňe X ýa-da Y hromosomda saklanýar.



**Gemofiliya** – ganyň lagtalanmazlygy. Gemofiliya keseliniň birnäçe görnüşi bardyr. Köp halatda gemofiliya **A** duş gelýär. Bu kesel jyns bilen bagly resessiw alamat hökmünde nesle geçýär. Beýleki görnüşleri autosom-resessiw ýa-da autosom-dominant ýagdaýda nesle geçýär.

**Genealogik usul** – maşgalada haýsydyr bir alamatyň yzarlanmagy, öwrenilmegi bilen garyndaşlyk seljermesiniň geçirilmegine aýdylýar.

**Genofond** – populýasiýadaky osoblaryň ýa-da görnüşiniň osoblarynyň genotipindäki genleriniň jemine aýdylýar.

**Gipertrihoz** – erkeklerde gulagynyň tüýli bolmagy. Esasanam, 17 ýaşdan soň ýüze çykýar. Gen **Y** hromosomda ýerleşýär (golandrik alamat).

**Golandrik alamat** – diňe **Y** hromosomda saklanýan genleriň ýüze çykarýan alamaty. Erkek adamlaryň golandrik alamatlary **Y** hromosom bilen bagly bolup, bu alamatlar erkek adamlardan ähli ogullaryna geçýär.

**Göteriji** – haýsydyr bir alamata (ýa-da kesele) jogap berýän resessiw geni we kadaly dominant geni saklaýan indiuid.

**Daltonizm** – reňk saýgarmazlyk (ahromatopiya), gyzyň reňki saýgarmazlyk (protanopiya), ýaşyl reňki saýgarmazlyk (deýteranopiya), gök reňki saýgarmazlyk (tritanopiya). Jyns bilen bagly nesle geçýän resessiw alamat. Autosom resessiw ýagdaýda nesle geçýän görnüşleri-de bar.

**Inbred nika (garyndaşlyk nikalary)** – gan gatnaşykly bolan garyndaşlaryň nikasy.

**Inbriding** – bir maşgaladan bolan osoblaryň çaknyşmagy.

**Kompaund** – bir lokusyň iki mutant alleli boýunça geterozigot organizm.

**Köpçülikleýin allelizm** – populýasiýanyň (ýa-da görnüşiniň) osoblarynda şol bir lokusda ikiden artyk allelleriň bolmagy.

**Mukowissidoz** – aşgazanasty maziň kistofibrozy.

**Mutant** – mutant alleli göteriji organizm.

**Nonens mutasiýalar** – many aňladýan kodona derek kodon-terminatorlary emele getirýän gen mutasiýalar.

**Panmiksiya** – atanaklaýyn çaknyşýan (tozanlanýan) populýasiýada dürli genotipli osoblaryň tötänleýin we erkin çaknyşmagy.

**Proband** – haýsy-da bolsa bir alamaty (keseli) boýunça garyndaşlyk seljermesi geçirilýän indiuid.

**Prokariotlar** – ýadroсыз bir öýjükli organizmler. Prokariotlara bakteriyalar, käbir suwotular degişli.



**Psoriaz** – deriniň torlamagy, kähalatlarda deriniň dartylmagyna getirýär. Alamat autosom resessiw, seýrek ýagdaýda, dominant ýa-da jyns bilen bagly alamat hökmünde nesle geçýär.

**Ptoz (dogabitdi)** – adamyň gözüniň gabagynda myşsalaryň bolmazlygy ýa-da kadaly ösmezligi, ýa nerwiniň näsazlygy zerarly gözleriň ýokarky gabagynyň sallanmagy. Alamat autosom resessiw, seýrek ýagdaýda, dominant ýa-da jyns bilen bagly alamat hökmünde nesle geçýär.

**Retinoblastoma** – gözüň torjagazynyň nerw elementlerinden başlangyç almagy.

**Garyndaşlyk seljermesi** – bir maşgala agzalarynyň birnäçe nesildäki garyndaşlyk baglanyşygyny görkezýän çyzgyt.

**Sibsler** – bir maşgala jübütiniň çagalary (erkek we aýal doganlar).

**Jynsyň singan kesgitlenişi (jynsyň genetiki kesgitlenilmegi)** – jynsyň tohumlanmadan soň kesgitlenmegi. Bu ýagdaýda jynsyň ýüze çykyşy tohumlanmada ýumurtga öýjügi bilen goşulyşýan jynsy hromosoma (X ýa-da Y) bagly bolýar.

**Sindrom** – köp sanly nesle geçýän anomaliýalary häsiýetlendirýän alamatlaryň toplumy.

**Talasemiýa** – mikrositar anemiýa, kuli anemiýasy «ýetişen» gemoglobiniň sinteziniň bozulmagy bilen şertlendirilýär. «Emrional» gemoglobiniň sintezinde eritrositler morfologik taýdan üýtgeýär, saraltmanyň ýüze çykmagy, skeletde üýtgeşmeleriň bolmagy bu keseliň ýüze çykmagydyr.  $\alpha$  we  $\beta$  talasemiýanyň görnüşleri bellidir.  $\beta$  talasemiýada (gomozigotlar) osoblar jynsy taýdan ýetişýän döwrüne çenli ölýärler.  $\alpha$  talasemiýalylar (geterozigotlar) malýariýa durnukly bolýarlar. Esasan-da, Orta Ýer deňiz döwletlerinde giň ýaýrandyr. Alamat autosom doly däl dominirleme esasynda nesle geçýär.

**Totipotentlik** – mitoz hadysasy netijesinde emele gelýän her bir öýjügiň aýratynlygy. Öýjügiň doly genetiki maglumaty saklaýan materiala eýe bolmagy.

**Trisomiýa** – diploid organizmiň hromosoma toplumynda artykmaç hromosomyň bolmagy. Polisomiýanyň bir görnüşi bolup, üç sany artykmaç gomologik hromosomy saklaýar. Trisomiýaly indiuid trisomik diýip atlandyrylýar.

**Fenilketonuriýa** – fenilalanini tirozine öwürýän fermentiň mukdarynyň artykmaç bolmagy. Fenilalanin fenilpiroüzüm kislotasyna okislenýär, ol bolsa peşew bilen daşa çykarylýar. Merkezi nerw ulgamynyň bozulmagy netijesinde aňň gowşamagy ýüze çykýar. Nesle geçijiligiň autosom resessiw görnüşi.



## PEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany we halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. I t. Aşgabat, 2009.
3. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. II t. Aşgabat, 2010.
4. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. III t. Aşgabat, 2012.
5. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. IV t. Aşgabat, 2012.
6. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. V t. Aşgabat, 2013.
7. Türkmenistanyň XIV Halk maslahatynyň resminamalarynyň ýygyndysy. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2004.
8. Türkmenistanyň XX Halk maslahatynyň mejlisi. «Türkmenistan» gazet, 31.03.2007.
9. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Türkmenistanyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). «Türkmenistan» gazet, 13.06.2009.
10. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň 2010-njy ýylyň 14-nji maýynda Türkmenistanyň Ýaşulularynyň maslahatynda sözlän sözi. «Türkmenistan» gazet, 15.05.2010.
11. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň 2011–2030-njy ýyllar üçin milli Maksatnamasy. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.
12. *Hydyrow P., Nazarowa O.* Genetika. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.
13. *Gurbannyýazow B., Çapan A., Habibullaýew E.* Ösümlikleriň genetikasy. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2015.
14. *Абрамова Э.В.* Генетика. Программированное обучение. – М.: Агропромиздат, 1985.
15. *Ватти К.В., Тихомирова М.М.* Руководство к практическим занятиям по генетике. – М.: Просвещение, 1972.
16. *Гуляев Г.В.* Генетика. – М.: Колос, 1984.
17. *Дубинин Н.П.* Горизонты генетики. – М.: Просвещение, 1970.
18. *Киселева З.С., Мягкова А.Н.*, Генетика. – М.: Просвещение, 1977.
19. *Лобашов М.Е., Ватти К.В., Тихомирова М.М.* Генетика с основами селекции. – М.: Просвещение, 1979.
20. *Приходченко Н.Н., Шкурат Т.П.* Основы генетики человека. Ростов-на-Дону: Феникс, 1997.
21. *Болгова И.В.* Сборник задач по общей биологии с решениями. – М.: ОНИКС, Мир и образование, 2006.



## MAZMUNY

Giriş. ....	7
<b>VII BAP. Sitoplazmatiki neslegeçijilik. ....</b>	<b>9</b>
<b>VIII BAP. Jyns bilen baglanyşykly alamatlaryň neslegeçijiligi.</b>	
<b>Jyns genetikasi. ....</b>	<b>23</b>
8.1. Jyns bilen baglanyşykly neslegeçijilik. ....	23
8.2. Jynsy kesgitlemegiň usullary. ....	26
8.3. Jyns bilen çäklenen we jyns bilen bagly alamatlaryň neslegeçijiligi. ....	56
<b>IX BAP. Genleriň tirkelmegi we krossingower.</b>	
<b>Genetiki kartalar. ....</b>	<b>65</b>
Hromosomlaryň genetiki kartasynyň düzülişi. ....	76
<b>X BAP. Garyndaşlyk seljermesi. ....</b>	<b>131</b>
<b>XI BAP. Organizmleriň üýtgeýjiligi. ....</b>	<b>154</b>
Üýtgeýjiligiň esasy görnüşleri. ....	154
<b>XII BAP. Populýasiýanyň genetikasi. ....</b>	<b>178</b>
Test soraglarynyň jogaplary. ....	203
Genetiki adalgalaryň sözlügi. ....	228
Peýdalanylan edebiýatlar. ....	231

