

TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRRLIGI

**Seýitnazar Seýdi adyndaky Türkmen Döwlet mugallymçylyk
instituty**

**Biologiýa we ony okatmagyň usuly kafedrasy
Biologiýa ylmlarynyň kandidaty, uly mugallym Hydyrow
Peýzulla Rozbaýewiç.**

**Magtymguly adyndaky Türkmen Döwlet uniwersiteti
Botanika kafedrasy**

**Biologiýa ylmlarynyň kandidaty, uly mugallym
Nazarowa Ogulsapar Nurnazarowna.**

G E N E T I K A

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw gollanmasy

**Türkmenistanyň Bilim ministrligi
tarapyndan hödürlendi.**

Ýokary okuw mekdepleriniň talypalary üçin okuw kitaby.- A.:
Türkmen döwlet neşirýat gullugy. 2010. 259 sah.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedow:

-Ata Watanymyzyň galkynyş, abraý-mertebesiniň belentliklere göterilýän häzirki döwründe täze sepgitler, beýik ösüşler, ilkinji nobatda, bilimli, ylymly nesliň güýji, zehin baýlygy bilen gazanylýar.

Genetika dersine giriş. Genetikanyň ösüş taryhy.

Genetika organizmleriň esasy iki häsiýetini – neslegeçijiligi we üýtgeýjiligi öwrenýär.

Nesle geçijilik – organizmleriň köpeliş wagtynda öz alamatlary we ösüş aýratynlyklary baradaky maglumatlary nesillerine bermek häsiýetidir. Nesle geçijilik esasynda käbir görnüşler ýüzlerçe million ýyllaryň dowamynda üýtgemän gelipdir. Mysal üçin, häzirki zaman opossumy (*Diduphus*) irki hek döwrüniň opossumyndan az tapawutlanýar, kistepýor balyklaryndan bolan latimeriýa (*Latimeria*) özüniň dewon döwründäki ata-babalaryna meňzeşdir.

Iki nesli baglanyşdyrýan köpri, ýagny nesle geçijiligiň material esasy; jynsy köpelişde ýumurtga we sperma öýjügi; jynssyz köpelişde somatik (beden) öýjükleri bolup durýar. Organizmiň öýjükleri uly osobyň alamatlarynyň taýýar düwünçegini saklamaýar. Olar özlerinde gen diýlip atlandyrylýan alamatlaryň we häsiýetleriň ösüş mümkinçiligini saklaýarlar. Gen nesle geçijiligiň birligidir, ol belok molekulalarynyň strukturasyny kesgitleýär.

Janly organizmleriň häsiýeti hökmünde nesle geçijilik öwrenilende hususy nesle geçijilik we nesleberijilik düşüňjeleri tapawutlandyrylýar. Nesle geçijilige – geniň ýörite belok molekulasyň guralmagy, alamatlaryň ösüşi we organizmiň gurluş meýili bilen şertlenen häsiýetleri degişlidir. Nesleberijilik – organizmiň nesillik alamatlarynyň bir nesilden, beýlekä berliş

hadysasynyň kanunalaýyklyklaryny şöhlendirýär. Nesleberijilik jynsy köpelişde jynsy öýjükler arkaly; jynssyz we vegetativ köpelişde beden öýjükleri arkaly amala aşýar. Şonuň bilen baglylykda organizmlerde alamatlaryň nesleberlişiniň ýollary hem dürli bolup biler.

Genetika organizmleriň üýtgeýjiligi hem öwrenýär. Üýtgeýjilik organizmleriň nesillik alamatlarynyň üýtgewsiz daldigini görkezýär. Onuň esasynda genleriň üýtgemegi we olaryň utgaşmagy, şeýle hem organizmiň hususy ösüş hadysasynda geniň täsiriniň ýüze çykyşynyň üýtgemegi ýatýar. Şeýlelik bilen, nesle geçijilik nesilleriň dowamynda organizmleriň diňe bir meňzeşligini däl, eýsem tapawudyny hem özünde jemleýär. Nesle geçijilik we üýtgeýjilik Ýer ýüzünde organiki dünýäniň ewolýusiýasyny üpjün edýän esasy bir-birine bagly bolan hereketlendiriji güýçdir.

Nesle geçijilik we üýtgeýjilik häzirki wagtda janly materiýanyň dürli derejelerinde: molekulýar, hromosoma, öýjük, organizm, populýasiýa – öwrenilýär. Bu barlaglar birnäçe ýollar arkaly amala aşyrylýar. Şolaryň esasysyny hem genetiki analiz düzýär. Rus alym A.S. Serebrowskiý oňa aşakdaky kesgitlemäni berdi : “Genetiki analiz - bu tejribeleriň we gözegçilik edişleriň sistemasydyr. Bu sistemanyň maksady - organizmiň alamatlaryny aýry-aýry elementlere bömek we olara degişli bolan genleri öwrenmek.

Genetiki analizde birnäçe usullardan peýdalanylýar.

1.Gibridologiki analiz usuly – organizmleriň köpelişinde aýratyn alnan alamatlarynyň we häsiýetleriniň nesle geçijilik we nesleberijilik kanunalaýyklyklaryny, şeýle hem genleriň üýtgeýjiligi we olaryň kombinasiýasyny çaknyşdyрма ulgamy arkaly nesilleriň dowamynda analizläp öwrenýär. Bu usulda matematiki statistikanyň elementlerinden hem peýdalanylýar.

2.Sitologiki usul. Bu usul arkaly nesle geçijiligiň material esasy, ýagny “anatomiyasy” öwrenilýär. Öýjük, öýjügiň ýadrosy, hromosomalar içgin barlanylýar.

3.Sitogenetiki usul. Sitogenetiki usulda gibridologiki usul bilen sitologik usulyň utgaşmagy esasynda barlaglar alyp barylýar.

4.Ontogenetiki usul. Bu usulda genetikler organizmiň hususy ösüşine geniň täsirini we onuň ýüze çykyşyny öwrenýärler. Ontogenetikada geniň täsirini seljermek dürli usullar arkaly amala aşyrylýar. Esasanda: – nesillik taýdan dürli dokumalary transplantasiýa etmek, ýadrony bir öýjükden, başga öýjüğe geçirmek; dokumalary ösdürmek usuly; ösüşüň embriologiki seljerilmesi; organizmiň immunologik reaksiýasyny öwrenmek we ş.m.

Genetika ylmy hem öz gözbaşyny, islendik beýleki ylmlar ýaly, amalyýetden alyp gaýdýar. Genetika ylmyň ösüşi öý haýwanlaryny köpeltmegiň we ösümlikleri ösdürmegiň, şeýle hem medisinaýnyň ösüşi bilen baglanşyklydyr. Adamlar irki döwürlerde ösümlikleri we haýwanlary çaknyşdyrmagy ulanyp başlaly bári nesilleriň häsiýetleriniň we alamatlarynyň – çaknyşdyrma üçin saýlanyp alnan ene-ata osoblaryň häsiýetlerine baglydygy bilen gyzyklanyp gelipdirler. Adamlar nesilme-nesil iň gowy tohumlary saýlap alyp we çaknyşdyryp, ugurdaş toparlary soňra tohumlary we sortlary döredipdirler.

Oba-hojalyk önümçiliginiň ösýän talaplary, medeni ösümlikleriň we öý haýwanlarynyň tohumlaryny we sortlaryny gowulandyrmagyň meselelerini: organizmleriň nesle geçijilik we üýtgeýjilik hadysalary bilen utgaşdyryp öwrenmegiň zerurlygyny görkezdi. Tebigatçy alymlara tejribeler geçirmek we olarda alnan maglumatlary dogry umumylaşdyrmak gerek bolup durýardy. XVIII asyryň ikinji ýarymynda XIX asyryň birinji ýarymynda I.Kýolreýter, K.Gertner, O.Sažre, Ş.Noden, T.Naýt ösümlikleri gibridleşdirmek boýunça birnäçe tejribeler geçirip, organizmleriň nesle geçijiligini öwrenmekde öňegidişlikler gazandylar. Ýöne bu ugurda aýgytly ädimi çeh alymy Gregor Mendel ätdi. Brno şäherindäki Awgustin buthanasynyň ruhanysy Iogann Gregor Mendel 1865-nji ýylda ýerli “Tebigatçylar” jemgiýetiniň ýygnaşygynda nohudyň dürli sortlaryny çaknyşdyrmak boýunça

geçiren tejribeleriniň (8 ýyllap) netijelerini habar berdi. Bir ýyldan soň bu jemgyýetiň “Yazgylarynda” Mendeliň işleri “Ösümlük gibridlerinde tejribeler” ady bilen çap edildi. Bu uly bolmadyk işde Mendel öndengörüjilik bilen nesle geçijiligiň esasy kanunalaýyklyklaryny beýan etdi.

Nesle geçijilik faktorynyň diskretligini we gibrid organizmde olaryň birleşýändigini we organizmde olaryň biriniň agdyklyk edýändigini we gibridler gameta emele getirende olaryň täzeden gametalara aýrylyp gidýändigini görkezdi. G.Mendel organizmleriň nesle geçijiliginiň genetiki analiziniň esasy prinsiplerini işläp düzmekde ilkinji bolup matematikanyň çaklama analiz usullaryny peýdalandy we çaknyşdyrmada gibridleriniň dargamasynyň san gatnaşyklarynyň esasy kanunalaýyklyklaryny anyklady. Nesle geçijiligiň bu kanunalaýyklyklarynyň ylmy teoretiki we ösümlükleri gibridleşdirmegiň durmuşdaky amaly ornaşmagy babatynda, şeýle hem seleksiýa maksatlary üçin uly ähmiýeti bardyr.

Mendel genetika ylmynyň esasy goýujydyr. Ol öz açyşlary bilen, döwürdeşlerinden 50 ýyl öňe gitdi. Şonuň üçin onuň işlerine döwürdeşleri tarapyndan ýeterlik baha berilmedi we köp wagtlaýynda belli bolman galdy.

1884-nji ýylda G.Mendel näbelli ruhany hökmünde aradan çykdy. XIX asyryň ahyrynda ösümlükleri gibridleşdirmek boýunça tejribeler ähli ýurtlarda giň gerim bilen alnyp barylýardy. 1900-njy ýylda üç sany alym K.Korrens Germaniýada, E.Çermak Awstriýada we G.De-Friz Gollandiýada dürli ösümlükleri gibridleşdirmek boýunça tejribeler geçirip biri-birinden habarsyz Mendeliň alan netijelerini alypdylar. Mendeliň kanunlarynyň täzeden açylan ýyly bolan bu ýyl genetika ylmynyň hem dörän wagty hasap edilýär. Nesle geçijilik we üýtgeýjilik baradaky ylma iňlis alymy W.Betson 1906-njy ýylda genetika (“genetics” – grekçe gelip çykyşyna degişli) diýip at berdi.

XIX asyryda biologiýa ylmynada edilen beýik açyşlaryň biri hem ewolýusiýa we öýjük teoriýalarynyň açylmagydyr. Bu açyşlaryň ikisi hem genetika ylmynyň ösmegi üçin esas bolup

hyzmat etdi. Öz gezeginde ewolýusiýa teoriýasynyň ösdürilmegi üçin neslegeçijilik we üýtgeýjilik kanunalaýyklyklarynyň çuňňur öwrenilmegi zerurdy.

Genetika ylmynyň ösüş taryhyny üç döwre bölmek mümkin.

Birinji döwür – (1900–1910-njy ýyllar) genetikanyň ösüşinde Mendeliň açyşlarynyň tassyklanmagy bilen baglansyklydyr. XX asyryň ilkinji onýylygynda dürli ösümlüklerde we haýwanlarda geçirilen gibridleşme Mendeliň açyşlarynyň uniwersaldygyny we jynsy ýol bilen köpelyän ähli organizmlerde üçin ulanarlyklydygyny görkezdi. Golland alymy Gugo De Friziň öňe süren (1901-1903ýý.) mutasiýa teoriýasy genetikanyň soňky ösüşi üçin ähmiýetli boldy. Daniýaly genetik Ş.W.Iogannsen (1903) noýbanyň populýasiýasynda we arassa liniýasynda alamatlaryň nesle geçişini öwerenmek boýunça tejribeleriň esasynda gen, genotip, fenotip ýaly düşüňjeleri işläp düzdi we genetika ylmyna girizdi.

Ikinji döwür – (1911–1953-nji ýyllar) nesle geçijiligiň material esasynyň anyklanmagy bilen baglansyklydyr. Baryp, genetikanyň ösüşiniň ilkinji döwürlerinde (1902-1907ýý.) T.Boweri, U.Satton we E.Wilson nesle geçijiligiň hromosoma teoriýasyny esaslandyrypdyrlar. Amerikan genetigi T.Morganyň we onuň okuwçylarynyň 1910-njy ýyldan başlap geçiren ylmy işleri nesle geçijiligiň hromosoma teoriýasyny döretmäge mümkinçilik berdi.

Bu döwürde mutasiýalary emeli ýol bilen döretmek boýunça G.A.Nadson we G.S.Filippow, G.Mýoller, L.Stadler, A.A.Sapegin we L.N.Delone köp işler etdiler. N.I.Wawilow organizmleriň nesle geçýän üýtgeýjiliginde gomologik hatarynyň kanunyny işläp düzdi. 1920-1930-njy ýyllarda S.Raýt, J.Holdeýn we R.Fişer tarapyndan populýasiýada bolup geçýän hadysalary öwrenmek üçin genetiki-matematiki usullary peýdalanmagyň esaslary goýuldy.

Üçünji döwür – 1953-nji ýyldan başlanýar. Bu döwüriň ylmy üstünlikleri takyk ylymlaryň (himiýa, fizika, matematika we

ş.m) barlag usullaryny we prinsiplerini genetikada ulanmak bilen baglanyşyklydyr. Elektron mikroskopiýasy, rentgenostruktur analiz, tizlikli sentrifugirmek, radioaktiw izotoplar usuly, arassa vitamin preparatlaryny ulanmak we başgalar barlaglarda giňden ulanylyp başlandy. Barlaglarda esasy genetiki obýektler hökmünde mikroorganizmler giňden ulanyldy. 1959-njy ýylda iňlis alymy J.Uotson, F.Krik we amerikan alymy M.Uilkins DNK-nyň gurluş modelini anykladylar. Genetikler genetiki kody açdylar, belok sinteziniň reduplikasiýa teoriýasyny döredtiler.

Genetik N.K.Kolsow ilkinji bolup neslegeçijiligiň fiziki-himiki esaslary barada çuň pikirlerini aýtdy. Ol Mendeliň nesillik faktorlarynyň – nesillik molekulalarynyň ütlüşleridigini we şondan informasiýalaryň “okalyandygyny” öňden görüjilik bilen belledi.

1922-nji ýylda N.I.Wawilow neslegeçijiligiň gomologik hatary kanunyny açdy. Bu kanuna görä ösümlikleriň we haýwanlaryň gelip çykyşy boýunça ugurdaş görnüşlerde nesle geçýän üýtgeýjiligiň meňzeş hataryny saklaýarlar. N.I.Wawilow bu kanuny peýdalanyň, medeni ösümlikleriň gelip çykyş merkezlerini kesgitledi.

1925-nji ýylda G.A.Nadson we G.S.Filippow kömeleklerde ionlaşdyryjy radiasiýanyň mutagen täsiriniň bardygyny tejribe üsti bilen gökezdiler.

Gen teoriýasyny işläp düzmekde A.S.Serebrowskiniň we N.P.Dubininiň eksperimental we teoretiki işleri möhüm ähmiýete eýedir. Olar 30-njy ýyllaryň başlarynda ilkinji bolup geniň çylşyrymly (merkezi) gurluş teoriýasyny esaslandyrdylar.

Ýu.A.Filipçenko 20-nji ýyllarda bugdaýyň sümüüllerinde döreýän mutasiýalary öwrendi.

S.S.Çetwerikowyň 1926-nji ýylda çap edilen “Häzirki zaman genetikasy nukdaý nazaryndan ewolýusiýa hadysasynyň käbir pursatlary barada” diýen işi genetikanyň ösüşinde täze möhüm ugruň – populýasion genetikanyň döremegine getirdi.

S.G.Nawaşin 1910-njy ýylda liliýa ösümliginde generativ öýjügiň bölünüşini we tozan turbajygynda spermalaryň emele gelşini doly öwrendi we gülli ösümliklerde ikileýin tohumlanmany

açdy. Şeýle hem ol tohumlar birnäçe ýyllap saklananda mutasiýanyň ýygylgynyň (esasan hem hromosomanyň gurluşy bilen baglanyşkly) artýandygyny görkezdi.

G.D.Karpeçenko we M.S.Nawaşin ilkinji bolup amfidiploid ösümlikleri döretdiler. Mysal üçin, G.D.Karpeçenko turp (*Raphanus sativus*) bilen kelemi (*Brassica oleracea*) çaknyşdyryp nesil berýän urugara gibridi dörettdi.

B.L.Astaurov tut ýüpek gurçugynyň kebeleginde emeli partenogenez arkaly diňe urkaçy bolan nesilleri aldy. Şeýle hem, ol tut ýüpek gurçugynyň *Bombyx mori* x *B. mandarina* görnüşara gibridinde ilkinji bolup emeli ýol bilen allopoliploidi dörettdi. Ondan başga-da, ol tut ýüpek gurçugynda androgen osoblary hem almagy başardy.

M.Ýe.Lobaşew dürli organizmlere himiki mutagenleriň täsiri barada, hromosoma mutasiýalary hakynda köp işleri etdi. P.P.Lukýanenko güýzlük bugdaýyň Bezostaýa 1 (gylçyksyz 1) sortuny dörettdi.

Genetika häzirki zaman biologiýa ylmlarynyň iň öndebaryjylarynyň biridir. Häzirki wagtda genetika takyk ylmlaryň barlag usullaryndan we prinsiplerinden peýdalanýar, şeýle hem onuň beýleki biologiki ylmlar bilen baglanyşygy berkdir. Genetikanyň özünde hem adaty bolmadyk çaltlyk bilen differensirlenme bolup geçýär we onuň käbir bölümleri hem-de ugurlary özbaşdak ylma öwrülýär. Ýagny, gysga döwrüň içinde umumy genetika, haýwanlaryň genetikasy bilen bilelikde sitogenetika, adamyň genetikasy, medisina genetikasy, kosmiki genetika, populýasiýanyň genetikasy, ewolýusion genetika, biohimiki genetika, mikroorganizmleriň genetikasy, wiruslaryň genetikasy, beden öýjükleriň genetikasy, matematiki genetika, molekulýar genetika, fiziologiki genetika, individual ösüşiň genetikasy, özüni alyp barşyň genetikasy we başg. dördi. Bu ylmlaryň köpüsi häzirki wagtda çalt depgin bilen ösýärler.

Biologiýa ylmyň esasy wezipesi janly tebigaty öwrenmekdir. Genetika şol janly tebigatyň nesle geçijilik we üýtgeýjilik häsiýetini öwrenýär. Ýöne, bu iki proses hem köpeliş

bilen baglanyşyklydyr. Köpeliş netijesinde organizmleriň ösüşi madda çalşygy prosesi, janly maddalaryň yzygider sintezi bolup geçýär. Diýmek, neslegeçijiligiň we üýtgeýjiligiň esasynda çylşyrymly biohimiki we fiziologiki prosesler ýatýar. Şeýlelikde genetika biohimiýa we fiziologiýa bilen ýakyndan baglanyşyklydyr. Eger, organizmiň indiividual ösüşi genler arkaly kesgitlenýän bolsa, onda genleriň täsirine hem ontogeneziň umumy kanunalaýyklyklaryndan üznä düşünmek bolmaz. Şoňa göräde genetika embriologiýa bilen hem baglanyşyklydyr. Biologiýany we himiýany, fizikany we matematikany häzir umumy bir wezipäni – organiki tebigatda aýratyn işçi birlik höküminde öýjükler ulgamynyň funksionirlenişini öwrenmeklik meselesini çözmeklik birleşdirýär. Öýjükde reduplikasiýa esasynda janly maddalaryň sintezlenmegi bolup geçýär. Bu bolsa genetikany dürli ylymlar bilen baglanyşdyrýar.

Nesle geçijilik üýtgeýjilik we seçgi ewolýusiýanyň esasy hereketlendiriji güýjidir. Bu bolsa genetikanyň ewolýusion teoriýa we seleksiýa bilen baglanyşyklydygyny görkezýär.

Genetiki maglumatlar köpsanly möhüm biologiki kanunalaýyklyklary düşündirmekde uly ähmiýete eýedir. Populýasion genetikanyň maglumatlary janly organizmleriň ewolýusiýasynyň esasy kanunalaýyklaryny ösdürýär we olary tassyklaýar. Häzirki wagtda molekulýar genetikanyň üstünlikleri esasynda janly dünýäniň material esasyň birliginiň ajaýyp subutnamasy alyndy.

Genetikanyň amaly ähmiýeti hem örän uludyr. Genetika neslegeçijiligiň we üýtgeýjiligiň kanunalaýyklyklaryny öwrenip, seleksiýa üçin täze ýollary açýar.

1931-nji ýylda M.I.Hadžinow we M. Rods tarapyndan mekgejöwende sitoplazmatik erkeklik sterilligi açyldy. Soňra bu hadysa soganda, gant şugundyrynda we başga görnüşli ösümliklerde ýüze çykaryldy. Bu ösümlikleriň gibrid tohumyny öndürmek erkeklik sterilligini peýdalanmak prinsipine esaslanandyr.

Seleksionerler gant şugundyrynyň triploid sortyny döretmek arkaly, onuň gantlylygyny 1,0–1,5 %-e çenli ýokarlandyrdylar.

Genetika köp sanly saglygy saklaýyş meselelerini çözmekde hem möhümdir. Nesle geçýän keselleriň sebäplerini bilmeklik irki döwürlerde keseliň önüni almaga we bejermäge mümkinçilik berýär.

Häzirki wagtda iň aýylganç howplaryň biri atom urşunyň howpydyr. Atom partlamasy netijesinde döreýän şöhleler adamda dürli şikesleriň döremegine, nesle geçýän keselleriň ýüze çykmagyna getirýär. Hatda, rentgen şöhleleri bilen köp gezek şöhlelenen aýallarda şikesli çagalaryň dogulmagyna syn edilýär. Diýmek ionlaşdyryjy şöhleleriň az mukdary hem hromosoma mutasiýalaryny döredýär.

Genetika derman önümçiliginde hem uly rol oýnaýar. Dürli mutagenleriň täsirinde önümliligi ýokary bolan antibiotikleri bölüp çykarýan mikroorganizmleriň şamlary alyndy. Häzirki wagtda “çiş” ýa-da kanser keseli adamzat üçin howply keseldir. Bu keselden münlerçe adamlar heläk bolýarlar. Genetikleriň bellemegine görä çiş keseliň döremegine somatik öýjükleriň nesillik aparatynyň bozulmasy sebäp bolýar. Genetika ylmyň ösüşi gelejekde bu bozulmanyň sebäbini anyklamaga mümkinçilik berer.

Tebigaty goramak meselesi hem genetikler üçin möhümdir. Sebäbi, genetikleriň tagallalary, barlaglary arkaly önümçilikde we oba hojalygynda peýdalanylýan köp maddalaryň mutagen täsiriniň bardygyny görkezildi.

Genetikanyň önünde durýan ýene bir mesele hem adam we haýwan iýmiti bolan beloklaryň (proteinler) önümçiliginde molekulýar genetikanyň gazananlaryny ornaşdyrmak bolup durýar.

Häzirki zaman tebigat ylmlarynyň önünde durýan iň ägirt wezipeleriň biri hem belok molekulasyň sintezini kesgitleýän we gözegçilik edýän geniň energiýasyna eýe bolmak, jansyz materiýadan janly öýjügiň modelini döretmek we öýjügiň köpeliş

prosesini ele almak bolup durýar. Adamzat bu meseleleri çözende, onuň tebigatyň üstünden häkimliligiň çägi bolmaz. Organiki maddalary almaklygyň we täze formalary döretmegiň hil taýdan täze mümkinçilikleri açylar. Adam Ýer şarynda ýaşayşyň hakyky konstruktory bolar. Eýýäm, bu ugurda ägirt üstünliklere ýetildi. Köp genler emeli usulda sintezlendi. Şonuň üçin häzirki döwürde genetiki inženeriýanyň meseleleri has möhüm bolup durýar.

Barlag üçin soraglar.

1. Genetika dersi nämäni öwredýär?
2. Genetiki barlaglarda haýsy usullardan peýdalanylýar?
3. Genetika ylmyň ösmegine goşant goşan alymlary sanap beriň?
4. Genetikanyň esasy bölümleri haýsylar?

NESLE GEÇİJİLİĞİN MATERIAL ESASLARY

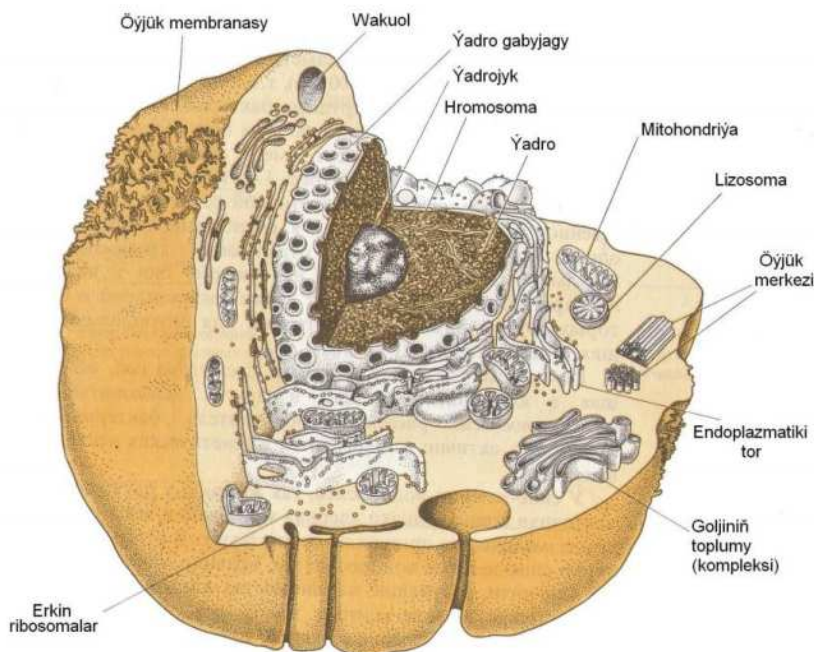
Nesle geçijiligiň material esaslary. Jynsyz köpeliş.

Nesle geçijiligiň material esasy bolup öýjük ýadrosynda ýerleşen hromosomalar hyzmat edýärler. Hromosomalar ähli nesillik informasiýany özünde jemleýärler we nesillere geçirýärler. Nesilleýin alamatlar görnüşler köpelende berilýärler. Tebigatda köpelişiň üç görnüşi jynsy we jynsyz, wegetatiw köpeliş bardyr. Köpeliş prosesinde öýjükde hromosomalar bölünmelidir. Olar öýjügiň ýadrosynda ýerleşýärler (sur. 1). Öýjük ýadrosy bolan organizmlere *eukariotlar*, bolmadyklara *prokariotlar* diýilýär.

Prokariotlaryň hromosoma materiallary öýjügiň sitoplazmasynda ýerleşýär. Prokariotlara bakteriýalar we gök-ýaşyl suwotylar girýärler. Öýjük ýadrosy öýjügiň merkezinde ýerleşýär, ol öýjükde 10-12% göwrümi eýeleýär. Ýadronyň daşynda ýadro bardasy bolýar. Ýadronyň içinde hromatin, ýadrojyk we ýadro şiresi (kariolimfa) ýerleşýär.

Ýagtylyk mikroskopynda ýadro şiresinde hromatin ýumajyklary, sapak şekilli strukturalary görüp bolýar, olar hromosomalardyr.

Ýadrojagazyň içinde köp mukdarda ribonuklein kislotalary saklanýar, ýagny olarda ribosomal RNK sintezlenýär, hem-de ribosomalar emele gelýär.



Sur. 1. Elektron mikroskopynda haýwan öýjüginň gurluşynyň görnüşi.

Jynssyz we jynsly köpelişň esasynda öýjügiň bölünmegi ýatýar. Öýjügiň bölünmegi iki sany esasy etapdan: ýadronyň bölünişinden kariokinezden we sitoplazmanyň bölünişinden sitokinezden durýar.

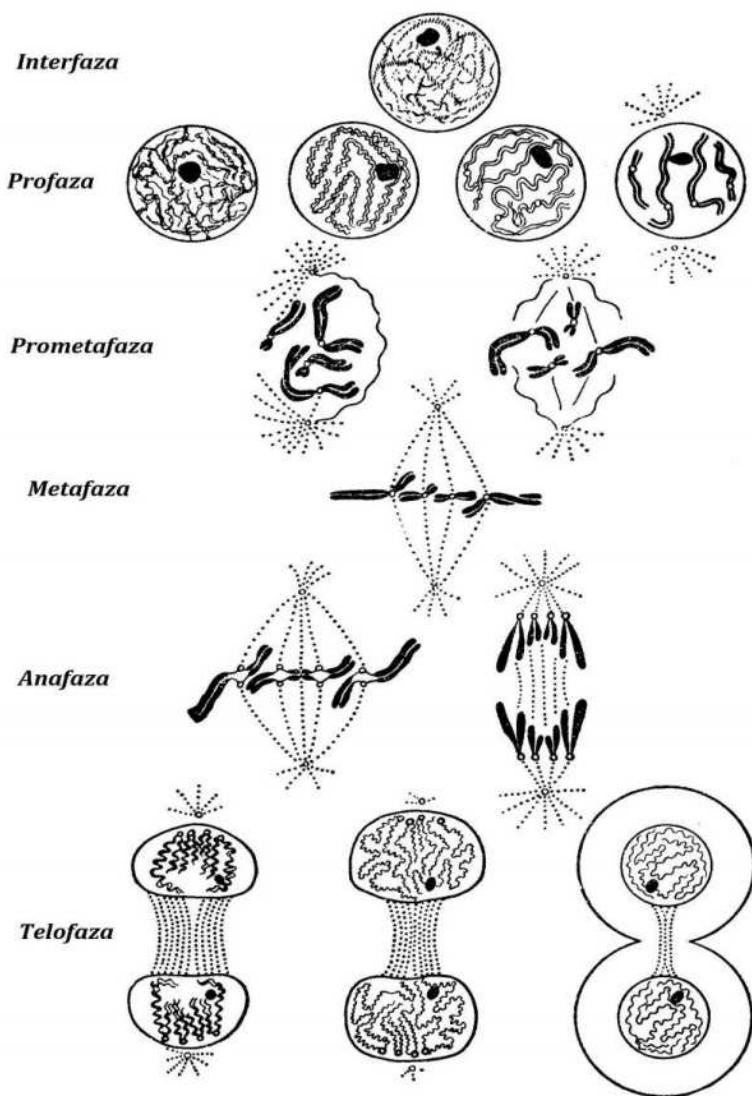
Öýjük özüniň ýaşaýş siklinde alty sany yzygider stadiýany başdan geçirýär: interfaza, profaza, prometafaza, metafaza, anafaza we telofaza. Şu stadiýalaryň (döwürleriň) ählisi birigip bütewi mitotik sikli emele getirýärler (sur. 2).

Öýjügiň iki bölünmesiniň aralygyndaky döwürde ýadro interfaza halyna bolýar. Interfazada öýjügiň ýaşaýş işjeňligi we bölünmegi üçin zerur bolan maddalar sintezlenýär.

Mitozyň birinji fazasy bolan profazada hromosomalar spirallaşýarlar, ýagtylyk mikroskopynda seredilende olar ikileýin sapaklar görnüşinde görünýärler. Bu ýagdaý hromosomalaryň interfazada ikilenýändiginiň ýa-da reduplikasiýa geçýänliginiň subutnamasydyr, munda her bir enelik hromosoma özüne meňzeş ýaş täze hromosomany düzýär. Profazada ikilenen hromosomalar bir-birinden aýrylyşmaýarlar, sebäbi olar sentromeralary arkaly özara baglanyşykly bolýarlar.

Profazada hromosomalar has-da güýçli spirallaşýarlar we netijede olar gysga we galyň bolyarlar. Bu döwürde hromosomalar ýadronyň tutuş ähli göwrümini eýeleýärler.

Interfazanyň başlarynda öýjük merkezi ýa-da sentriollar ikilenýärler, profazada olar polýuslara tarap çekilip başlaýarlar. Sentiollaryň arasynda inçe bölünme ik sapaklarynyň dessesi emele gelýär, bilelikde bulara *ahromatin apparaty* hem diýilýär.



Sur. 2. Haýwan öýjüginde mitozyň fazalarynyň çyzgysy.

Bölünmek sapajyklarynyň düzümine aktin belogy girýär, ol ýygrylmaklyk bilen bagly bolan hereketlere gatnaşýan ýöriteleşen belokdyr.

Profazanyň ahyrynda ýadrojygyň düzümi dargaýar, ýadro bardasy ereýär, netijede hromosomalar sitoplazmanyň we nukleoplazmanyň emele getiren umumy massasynda saklanýarlar.

Prometafazada hromosomalar öýjügiň ekwatorial tekizligine tarap hereket edýärler. Bu hereket we hromosomalaryň ekwatorada deň paýlanmagy metakinez adyny aldy.

Metafazada hromosomalar ekwatorial tekizlikde, bölünme ik sapaklarynyň okuna perpendikulýar ýagdaýda ýerleşýärler. Bu tekizlikde ýerleşen hromosomalar ekwatorial plastinkany emele getirýärler. Her bir hromosomanyň sentromerasy ekwatorial tekizlikde ýerleşýär, onuň galan bölümleri ekwatoradan daşrakda hem uzalyp ýerleşýär. Bu ýagdaýda hromosomalaryň gurluşyny öwrenip, olaryň sanyny sanap bolýar.

Anafazada sentromeralar bölünýärler we hromosomalar dürli polýuslara tarap aýrylyşýarlar. Ilkibada hromosomalaryň sentromera uçastoklary biri-birini itekleşýärler, we soňra sentromeralary öňe gönügen hromosomalar hem özara aýrylyşýarlar. Anafazada ene öýjügiň hromosomalarynyň sanyna, hil düzümine doly laýyk gelyän hromosomalar polýuslara aýrylýarlar.

Telofazada ýaş hromosomalar despirallaşýarlar we görünme aýratynlygyny ýitirýärler. Öýjükde ýadro gabygy emele gelyär. Soňra ýadrojyk hem dikeliýär.

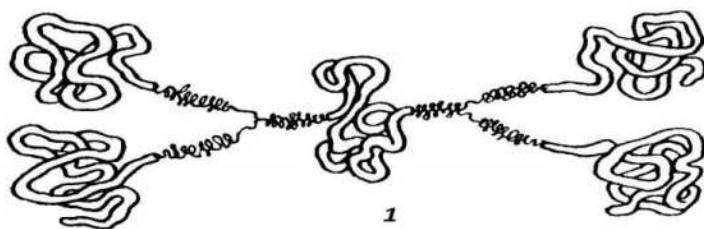
Ýadro bölünenden soňra öýjügiň sitoplazmasynyň bölünmegi – sitokinez başlanýar. Haýwan öýjüklerinde enelik öýjügiň sitoplazmasy ekwator boýnça ikiýan çetinden orta tarap inçeliýär we öýjük ikä bölünýär. Ösümlik öýjüklerinde öýjük bölünmegi ik sapaklarynyň gatnaşmagynda fragmoplastyň hasabyna, merkezden öýjügiň ikiýan çetine tarap bolup geçýär. Şunuň bilen mitoz gutarýar.

Amitoz. Ýadronyň ahromatin sapaklaryny emele getirmezden, göni bölünmegine *amitoz* diýilýär. Bölünüş ýadronyň iki bölüme inçelmegi netijesinde bolup geçýär, kähalatlarda bir ýadrodan birnäçe ýadro emele gelýär. Amitoz käbir ýöriteleşen we patologiki dokumalarda, meselem: ýer almasynyň krahmal emele getiriji öýjüklerinde, myşsa öýjüklerinde, regenerasiýa geçen mahalynda, “çiş” öýjüklerinde, ýönekeýlerde we beýlekilerde duş gelýärler.

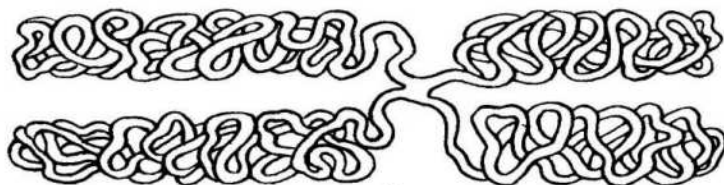
Endomitoz. Endomitoz hadysasynda öýjügiň hromosomalarynyň ikilenmegi bolup geçýär, ýöne ýadro bölünmeýär. Bu zerarly öýjükde hromosomalaryň sany başdakysyndan onlarça esse köpeliýär. Endomitoz haýwanlaryň we ösümlikleriň dürli dokumalarynyň intensiw işleýän öýjüklerinde duş gelýär. Kähalatlarda hromosomalaryň emele gelmegi, öýjükde olaryň sanynyň ikilenmezligi bilen bolup geçýär. Her bir hromosoma köp gezek ikilenýär, ýöne ýaş hromosomalar özaralarynda bagly bolup galýar. Bu hadysa *politeniýa* diýilýär.

Politen hromosomadaky sapajyklaryň sany 1000-2000-e çenli ýetip bilýär. Şu halda gigant hromosomalar emele gelýär.

Politeniýa hadysasyna käbir differensirlenen dokumalaryň öýjüklerinde gözegçilik edilipdir, bu hadysa öýjük ýadrosynyň aýratyn funksiýalary bilen baglydyr (sur. 3, 4).

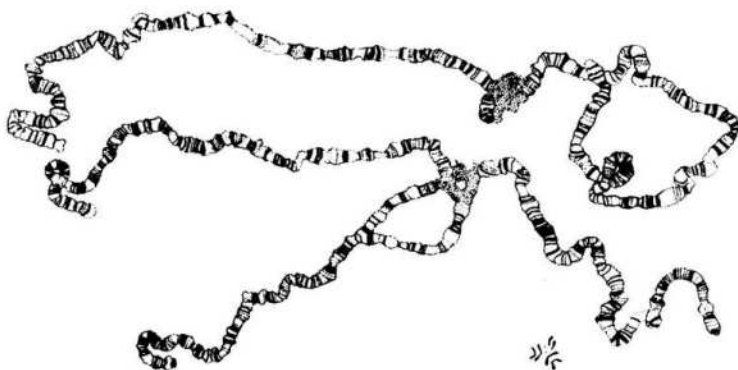


1



2

Sur. 3. Hromosomanyň bir sapakly halyndaky gurluşy:
1 – interfazada hromosomanyň ikilenýän halatyndaky görnüşi;
2 – metafaza hromosomasy.



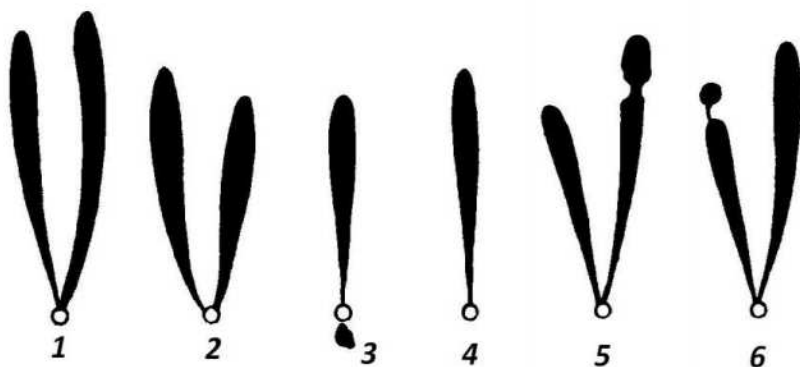
Sur. 4. Drozofila siňeginiň tüýkülik mázleriniň we nerw düwünleriniň öýjükleriniň ýadrosyndaky hromosomalaryň otnositel ululyklary.

Hromosomalaryň morfologiki gurluşyny mitozyň anafazasynda we metafazasynda görüp bolar. Bu döwürde hromosomalaryň biri-birinden formasy we ululygy boýunça tapawutlanýandygy gowy bildirýär. Her bir hromosomanyň formasy ilkinji inçelmäniň we onda ýerleşen sentromeranyň ýagdaýy bilen kesgitlenýär. Sentromeranyň ýerleşýän ýeri dürli hromosomalarda dürlüçedir, ýöne ol her bir hromosoma üçin tipiki we hemişelikdir. Hromosomalaryň sentromeralara ýakyn ýerine *proksimal*, daşragyna *distal* bölümi diýilýär.

Birinji inçelmeden başgada hromosomalarda ikinji inçelmeler hem bolar. Ol hromosomada ýadrojygyň emele gelmegi bilen baglydyr we ol inçelmelere ýadrojygy emele getirijiler diýlip at berilýär. Hromosomanyň bu uçastogy çyşyrymly gurlan bolup, ol ribosomal RNK-nyň sintezine jogapkärdir. Hromosomanyň goşmaça uçastogyna onuň *hemrasy* diýilýär.

Metafazada sentromeralara bölünme ik sapaklary birigýär. Sentromeradan gidýän iki egni deň bolan hromosoma metasentriki, bir egni gysgaragyna submetasentriki, bir egni has gysgasyna akrosentriki, ikinji eginsizine telosentriki, ikinji inçelmesi bolan hromosoma sentriki ýa-da hemraly hromosoma diýilýär (sur.5).

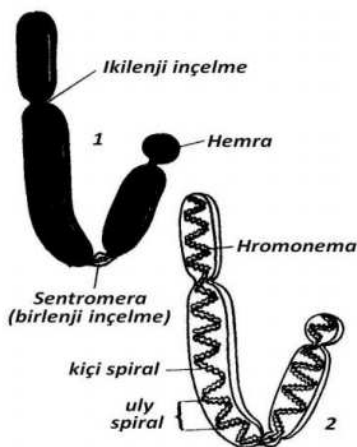
Dürli hromosomalar diňe morfologiýasy boýunça däl eýsem ululygy boýunça hem tapawutlanýarlar. Olaryň uzynlygy 0,2-50 mkm, diametri 0,2-5 mkm çenli bolýar.



Sur. 5. Metafazada hromosomalaryň görnüş boýunça toparlary:

- 1) metasentrik (deňeginli); 2) submetasentrik (deňeginliligi kem-küs bozulan);
- 3) akrosentrik (dürlü eginli); 4) telosentrik (ikinci eginini saklamaýan); 5) sentrik, ikinji ýognalmaly; 6) hemrally. Sentromerlar togalaklar görnüşinde şekillendirilýär.

Hromosomalaryň
strukturasy mitozyň
profazasynda oňat görünüär.
Profazanyň başynda
hromosomalar inçejik ikileýin
sapajyklar görnüşinde bolyar.
Metafaza döwrüne ýagtylyk
mikroskopynyň kömegi bilen
seredilende hromosomanyň 4
sany sapak-dan – ýarym
hromatidlerden durýandygyny
görüň bolýar (sur. 6).



Sur. 6. Metafaza hromosomanyň gurluşy:
1. morfologiýasy; 2. hromatidiň içki strukturasy.

Elektron mikroskopynyň kömegi bilen öwrenilende, her bir hromosomanyň köp sapakly hromonemalardan durýandygy görünýär. Rentgenostruktura analiziniň maglumatlaryna görä inçe sapajyklaryň diametri 3nm-e barabardyr. Bu hromosoma modeline görä her bir hromosomada 64 sany inçe sapajygy bolýar. Hromosomadaky hromonemalar mitoza taýýarlyk döwründe spirallaşýarlar we metafazada doly spirallaşýarlar, şonuň üçin hem kompakt bolýarlar. Hromomeralaryň spirallaşmagy iki hili: maýda we iri tertipde bolýar. Spirallaşmanyň iki görnüşi hem bir wagtda bolup geçýär.

Telofazada hromonemalaryň despirallaşmagy bolup geçýär we interfazada hromonemalar doly towdan açyýarlar. Spirallaşmak we despirallaşmak häsiýeti, mitotiki siklde kanuny proses bolup durýar.

Metafazada hromosomalaryň göwrüminiň ulalmagy diňe olaryň spirallaşmagy bilen bagly bolman, eýsem kondensasiýa – sapaklaryň dykyz ornaşmagy we olaryň dürli maddalar bilen örtülmeşi, ýa-da matriksiň – gabygyň emele gelmeşi bilen hem baglydyr. Matriks esasan ýadrojagazyň maddalarynyň hasabyna emele gelýär we telofaza çenli saklanýar.

Profazada hromosomanyň uzaboýuna garamtyl reňkli dänejikleriň ýa-da hromomeralaryň bardygy bildirýär, olaryň her bir hromosomada ýerleşşi hemişelikdir, dürli hromosomalarda bolsa başgaçadyr.

Esasy reňkleýjiler bilen reňklenilende we fiksirlenende hromosomanyň dürli uçastoklary, dürli reaksiýa berýärler.

Intensiw reňk alýan hromosoma uçastoklaryna *geterohromatin*, beýleki gowşak reňk alýanlaryna *euhromatin* diýlip at berilýär. Geterohromatin uçastoklary hromosomanyň uzaboýuna ýaýraýarlar, ýöne olar onuň köplenç sentromera ýakyn ýerlerinde we uçlarynda ýerleşýärler. Hromosomalaryň käbir görnüşleri diňe geterohromatin uçastoklaryndan durýar, bu uçastoklar mydama güýçli spirallaşan halda bolýarlar we şonuň içinde gowy reňklenýärler.

Differensirlenen reňlemek usullary geterohromatiniň bir dürli dældigini görkezdi. Konstitutiw hromosomada öýjük sikliniň ähli döwürlerinde bolýan we fakultatiw, öýjük sikliniň belli bir bölümünde ýa-da gomologiki hromosomalaryň birinde ýüze çykýan geterohromatinleri bölüp bolýar. Euhromatin uçastoklary interfazada despirallaşýarlar, bu bolsa olaryň ýokary metaboliki aktiwligini görkezýär. DNK-ny renaturasıya we denaturasıya etmek, kesgitli gurluşly DNK we RNK molekulalaryny gibridleşdirmek usullaryny we beýlekileri öwrenmek geterohromatiniň euhromatinden diňe bir spirallaşma derejesi bilen däl, eýsem himiki düzümi boýunça-da tapawutlanýandygyny görkezdi. Geterohromatinde DNK-nyň nukleotidleriniň gaýtalanýan gysga zyzgiderlikleri, *replikalary* saklanýar, şunuň ýaly DNK *satellit(hemra)DNK* diýilýär. Euhromatinde DNK-nyň nukleotidleriniň unikal uzyn zyzgiderlikleri bolýar.

Gigant (uly) hromosomalarda, hromosomalaryň differensirlenmesini oňat görüp bolýar, olar adatdaky metafaza hromosomalardan 100-200 esse uzyn, hromonemalary 1000 esse köpdür.

Hromosomalaryň şeýle strukturasy iki ganatlylaryň liçinkalarynyň içegesinde, malpigiý damarlarynda, tüýkülik mázlerinde hem-de bir öýjüklilerde we käbir ösümlüklerde (antipodlarda we sinergidlerde) duş gelýär.

Gigant hromosomalarynyň politenligi endomitozda ýüze çykýar. Bu halda 2 hromenema 9 zyzgider ikenmeden soň, bir-birine dykyz degip duran 1000-e golaý sapagy emele getirýär.

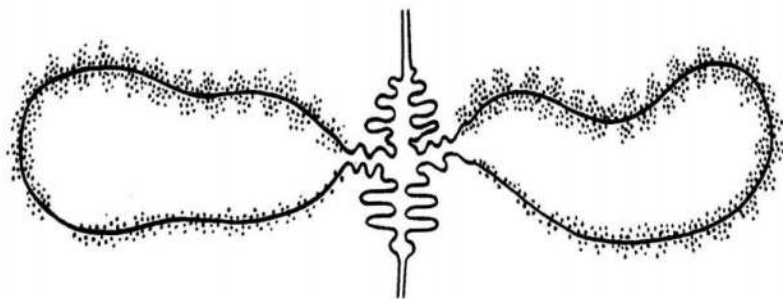
Tipiki gigant hromosomalara drozofila siňekleriniň liçinkalarynyň tüýkülik mázlerinde syn edip bolýar.

Hromosomalar konýugasiya ukuplydyr. Hromonemalaryň köp sanly hromomeralary, bir-birine degip duran uçastoklary, diskлары emele getirýär. Disklaryň ölçegi we morfologıyası dürlüçedir, ýöne her bir aýry alnan hromosoma üçin hemişelikdir. Olar hromosomalary identifisirmek üçin gowy marker bolup durýar. Disklaryň arasynda hromosomalaryň politenligi gowy bildirýär. Hromosomalaryň funksionirlenmegi bilen

baglanyşyklylykda ondaky diskalaryň gurluşy ontogeneizde üýtgeýär.

Hromosomalaryň inçe gurluşyny tanamaga mümkinçilik berýän modelleriniň ýene biri “Çyra süpürgiçleri” (şotkalary) tipdäki hromosomalardyr. Bu hromosomalar aýna probirkalaryny ýuwmaklykda peýdalanylýan we gadymyýetde kerosin lampalaryny arassalamakda ulanylýan şotkalary ýatladýarlar. Bu hromosomalaryň aýry-aýry uçastoklary simmetriki halkalary emele getirýärler. Hromosomalaryň şeýle çyra süpürgiçlerini (şotkalaryny) ýatladýan hallary balyklaryň, amfibiýalaryň, süýrenjileriň we guşlaryň oosit öýjüklerinde duş gelýär (sur. 7).

Gigant hromosomalardan tapawutlylykda “Çyra süpürgiçleri” (şotkalary) politen däldirler, eýsem olar güýçli despirallaşan hromonemalary saklaýarlar. Despirallaşma derejesiniň (hromosomalaryň) depgini oositleriň kemala gelýän döwründe, hromosomalaryň metaboliki işjeňliginiň artmagy bilen baglydyr

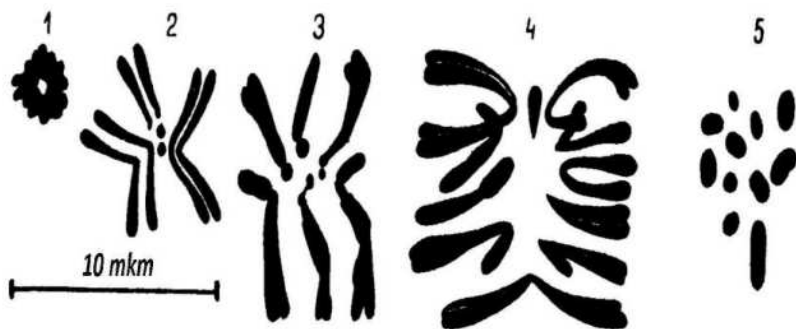


Sur. 7. “Çyra süpürgiçleri “ diýip atlandyrylýan hromosomalaryň aýratyn alnan halkasynyň şekili.

Hromosomanyň himiki düzümi baradaky maglumatlara geniň tebigatyna , nuklein kislotalaryna degişli bölümlerde serediler.

Ösümlik we haýwan görnüşine mahsus bolan hromosoma toplumyna *kariotip* diýilýär. Organizmleriň her bir görnüşine mahsus öz kariotipi bolýar (sur. 8).

Diatom suwotularyna, miwe siňegine, çekirtgelere, tomzaklara mahsus kariotipler 8-nji suratda görkezilendir.



Sur. 8. Ösümlikleriň we haýwanlaryň dürli görnüşleriniň kariotipleri:

1. diatom suwotusy – *Cocconcis placentula*; 2. Miwe siňegi – *Drosophila melanogaster*;
3. turp – *Crepis capillaries*; 4. çekirtge – *Gomphocerus rufus*;
5. tomzak – *Gerris lateralis*.

Kariotipde hromosomalaryň jübütligini anyklap bolýar. Şeýle jübütlik tohumlanyş döwründe zigotanyň emele gelmegi bilen baglydyr, hromosomanyň ýarysyny ýumurtga öýjügi, ýarysyny spermatozoid berýär.

Ýetişen jyns öýjükleriniň hromosomalarynyň sanyna *gaploid* – n toplumy diýilýär. Somatiki öýjükleriň hromosomalarynyň ikileýin toplumyna *diploid* – $2n$ diýilýär. Jübüt hromosomalara *gomologik hromosomalar* diýilýär.

Kariosistematika ösümlük we haýwan görnüşlerine mahsus hromosoma toplumyny öwrenýär we görnüşleriň arasyndaky filogenetiki baglanyşyklary ýüze çykarmaklyga giň mümkinçilik açýar.

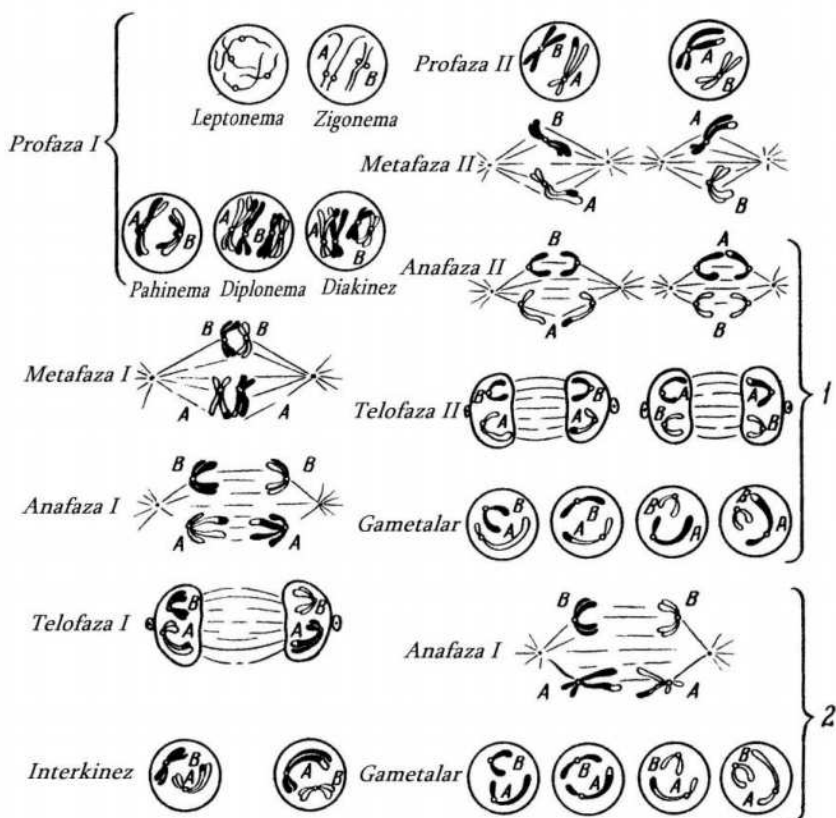
Barlag üçin soraglar.

1. Prokaroit we eukaroit organizmleriň hromosoma toplumyna deňeşdirme häsiýetnama beriň
2. Öýjük sikli haýsy stadiýalardan durýar?
3. Hromosomanyň morfologik gurluşyny düşündiriň
4. Kariotip diýlip nämä aýdylýar?

Jynsy köpeliş iň sitologik esaslary.

Jynsy köpeliş diýip enelik we atalyk jyns öýjükleriniň goşulmagyndan, ýagny tohumlanan ýumurtga öýjügiň dűwűnűge iň emele gelip, ondan tűze nesliň ösmegine aýdylyar. Haýwanlaryň we ösűmlikleriň jynsy köpelişinde nesillik alamatlaryň beriliş i diňe jyns öýjűkleri arkaly amala aşıar. Şonuň üçin, jynsy köpeliş bilen köpeliýän ähli organizmler jynsy öýjűkleri – gametalary emele getirýarler. Jynsy öýjűkleriň emele gelmegi bolsa öýjűk bölűnmesiniň aýratyn bir görnűş i bolan meýoz bilen baglanşyklydyr.

Meýoz iki öýjűk bölűnmesinden durup, onda hromosomalaryň sany iki esse azalyar, netijede beýleki öýjűkleriň seredende gametalarda hromosomalaryň sany iki esse azalyar. Tohumlanyş döwrűnde iki gametanyň birleşmeginden hromosomalaryň kadaly sany dikeldilyar. Meýoz bölűniş i ilkinji gezek 1888-nji ýylda açyldy. Ol mitozdan düýpli tapawutlanýar. Differensirlenmegiň belli bir döwrűnde bişip ýetişmedik başlangyç öýjűklerde jyns öýjűkleriniň döremegine getirýän meýoz prosesi başlanýar. Meýoz iki sany yzygider öýjűk bölűnmesinden: reduksion we ekwasion bölűnişden durýar. Reduksion bölűnişde hromosomalaryň sany iki esse azalyar, ekwasion bölűnişde hromosomalaryň sany deňleşip, gaploid düzűmde bolýar. Reduksion we ekwasion bölűnişler birnäçe fazalardan durýar. Reduksion we ekwasion bölűnişleriň ikisiniň hem meňzeş fazalardan durýanlygy sebäpli olary rim san belgileri bilen belleýarler (sur. 9).



Sur. 9. Meýoz bölünişiniň geçişiniň shemasy.

A we B – gomologik hromosomalaryň dürli jübütleri: Gametalar emele gelende 1 we 2 gomologik däl hromosomalarynyň kombinirlenmeginiň mümkin bolan iki ýoly.

Meýoz bölünişiniň fazalary aşakdakylardan durýar:

Interfaza	Profaza I	Interkinez	Profaza II
	leptonema		Metafaza II
	zigonema		Anafaza II
	pahinema		Telofaza II
	diploonema		
	Metafaza I		
	Anafaza I		
	Telofaza I		

Birinji bölünişiniň profazasy örän çylşyrymly geçip, ol baş sany basgançakdan ýa-da stadiýadan durýar.

Leptonema stadiýasynda ýadronyň torly strukturasy ýitip hromosomalar uzyn, inçejik sapak görnüşinde bolýarlar. Elektron mikroskopynda öwrenilende her bir hromosomanyň iki sany biri-birine ýakyn ýerleşen sapakdan durýandygy belli edildi. Bu bolsa hromosomalaryň interfazada ikilenýändiginiň subutnamasydyr. Bu stadiýada hromosomalar doly spirallaşmandygy sebäpli, olaryň ikileýin ýerleşendigi ýagtylyk mikroskopynda görünmeýär we görüňän hromosomalaryň sany diploid düzümlü bolýar.

Zigonemada gomologik hromosomalar özleriniň meňzeş uçastoklary bilen biri-birine dartylyp ugraýarlar. Köplenç halatlarda gomologik hromosomalaryň birleşmegi, olaryň uç tarapyndan başlanýar. Hromosomalar ähli uçastogy bilen biri-birine degşip durýarlar. Şu halda gomologik hromosomalaryň özara dartýşmagyna *konýugasiýa* ýa-da *sinapsis* diýilýär.

Pahinemada doly konýugirlenen hromosomalaryň spirallaşmagy dowam edip, hromosomalar has gysgalýarlar we ýognaýarlar.

Gomologik hromosomalarda spirallaşma prosesi bir wagtda (sinhron) gidýär. Hromosoma jübütiniň bu halynda bir sentromera birleşen iki sany ýaş hromatidler gowy görünýärler. Iki

sany konjugirlenen gomologik hromosomalar biwalenti emele getirip, olar dört sany hromatidden durýarlar.

Dört hromatid tetrada şekilini emele getirýär, bu stadiýada hromosomanyň inçe gurluşyny öwrenmek amatly bolýar.

Pahinemanyň soňunda we diplonema stadiýasynda hromosomalaryň towlanmagy bolup geçýär. Bu ýagdaýda gomologik hromosomalar biri-birinden itekleşip başlaýarlar. Itekleşmek birmeňzeş zaryadlanan sentromerlerden başlanyp iki tarapa ýaýraýar. Soňra özara daşlaşan hromosomalar biri-biriniň daşyna öwrülip ýene-de towlanýarlar.

Netijede, hiazmalar diýlip atlandyrylýan X – görnüşli şekiller emele gelýär.

Eger-de öýjükdäki hromosomalaryň haýsy hem bolsa bir jübütinde gomologik hromosomalar morfologiki taýdan tapawutlanýan bolsalar, onda gomologik hromosomalaryň öz uçastoklaryny çalyşyp bilýändigini görmek bolýar. Meselem drozofila siňeginde (*Drosophila melanogaster*) we mekgejöwende (*Zea mays*) bu hadysany aňsat görüp bolýar.

Profazanyň ahyrky stadiýasy bolan **diakinezde** hromosomalar güýçli spirallaşyp ýognaýarlar we gysgalýarlar. Netijede biwalentler emele gelýär we öýjükde olaryň näçedigini sanap bolýar. Biwalentleriň mukdary gaploid sana deň bolýar. Diakinezde ýadrojyk we ýadronyň gabygy ereýär. Şunuň bilen profaza I gutarýar.

Metafazada I –de gomologik hromosomalaryň sentromerleri bölünme ik sapagynyň ekwatorial tekizligine gönükdirilýän we metafaza plastinkany emele getirýärler.

Anafazada gomologik hromosomalar garşylykly polýuslara gönükdirilýän. Şonuň üçin hem, ýaş ýadrolarda hromosomalaryň sany iki esse azalýar. Gomologik hromosomalaryň dürli jübüti biri-birinden garaşsyzlykda dürli polýuslarda gidip bilerler. Gomologik hromosomalaryň özleri bolsa, biri-birine garaşlydyr, ýagny olaryň biri bir polýusa gitse, onda beýlekisi hökman garşydaky polýusa gitmelidir.

Gomologik hromosomalaryň beýleki jübütleriniň biri-birine garaşsyzlygy sebäpli hromosomalaryň dürli utgaşmasy emele gelip biler. Hromosomalaryň garaşsyz kombinirlenýändigini ilkinji gezek K.Karozers 1917-nji ýylda sitologiki barlaglarda görkezdi.

Soňra bu ýagdaýyň köp barlanylýan organizmlerde duş gelyändigini subut edildi we onuň ähli görnüşlere mahsus uniwersal mehanizmdigi anyklanyldy.

Käwagtarda dürli sebäplere görä, ähli öýjüklerinde hromosomalaryň ýarym sanyna eýe bolan organizmler emele gelyär. Şeýle nesillere gaploidler diýlip at berilýär. Olarda jyns öýjükleri emele gelende meýoz geçýär, ýöne ol kadaly halda geçmeýär. Şeýle ýagdaýda gomologik hromosomalar konjugirlenmeýärler we anafaza I-de 0 – dan n –e çenli bolan düzümdäki hromosoma sanly öýjük emele gelip bilýär.

Gomologik hromosomalaryň hiazmalary anafaza I-e çenli saklanýar, bu bolsa anafaza I-de her bir biwalentdäki hromosomalaryň garşylykly polýuslara has dogry çekilmegini üpjün edýär. Eger anafaza I-e çenli gomologik hromosomalaryň hiazmalary bolmadyk bolsady, onda olaryň ikisi hem şol bir polýusa giderdi. Bu bolsa hromosomalaryň dürli polýuslara deň sanda çekilmezligini we jynsy köpelişde hromosoma düzüminiň hemişeligini üpjün edip bilmezdi.

Profaza I-ň yzyndan gysga döwürli telofaza I başlanýar. Telofazada ýadro gabygy, ýadrojyk emele gelyär. Telofazanyň gutarmagy bilen gomologik hromosomalar dürli ýadrolara düşýärler.

Telofaza I-den soňra elmydama sitokinez bolup durmaýar. Netijede bir öýjükde iki sany ýadro bolýar.

Soňra interkinez başlanýar. Interfazadan tapawutlanyp, interkinezde hromosomalaryň reproduksiýasy we DNK-nyň replikasiýasy bolmaýar. Hromosomalar ikileýin ýagdaýynda bolup,olar ýaş hromatidlerden durýarlar. Meýozyň profaza II-si mitozyň profazasyndan tapawutlanmaýar.

Meýozyň metafaza II-sinde hromosomalar sentromerleri bilen ekwatorial tekizlikde hatara düzülýärler.

Anafaza II-de hromosomalaryň sentromerleri bölünýär we her bir hromatid özbaşdak hromosoma öwrülip, garşylykly polýuslara çekilip başlaýar.

Telofaza II-de hromosomalar polýuslara doly çekilip gutarýarlar we ýadronyň bardasy, ýadrojyk emele gelýär. Onuň yzyndan sitokinez geçip, sitoplazma bölünýär. Netijede, meýoz bölünişe başlan her bir öýjükden 4 sany öýjük emele gelýär. Olarda hromosomalar ýarym düzümde bolýar. Öýjük organoidleri ýaş öýjüklere dürli sanda düşüp bilerler.

Meýozyň I profazasynda hromosomalaryň özlerini aýratyn alyp barmaklary we reduksiýasy jyns öýjükleriniň gaploid ýadrolaryndaky atalyk we enelik hromosomalarynyň dürli gatnaşykda bolmak mümkinçiligini döredýär. Eger-de, skerda ösümliginde (*Crepis capillaris*) öýjükde hromosomanyň sany $2n=6$ bolsa, hromosomalaryň gatnaşmagynyň sany $2^3=8$ deňdir, adamda $2n=46$, mümkin bolan gatnaşyk 2^{23} deň bolar.

Jynssyz köpelişiň esasy bolup durýan mitoz bölüniş , jynsy köpelişiň esasy bolup durýan meýoz bölünişden güýçli tapawutlanýar.

Esasy tapawut meýozyň I profazasynda bolup geçýär. Meýozyň I profazasynda biri enelik, beýlekisi atalyk jyns öýjükleri tarapyndan getirilen gomologik hromosomalar jübütlere birleşýärler we öz uçastoklaryny çalyşýarlar.

Mitozda bu hadysa ýokdur. Reduksion bölünişiň metafazasynda ekwatorial tekizlikde *biwalentler* diýlip atlandyrylýan gomologik hromosomalaryň jübütleri ýerleşýär. Mitozyň ekwatorial plastinkasynda bolsa, aýry-aýry hromosomalar ýerleşýärler. Anafazada I-de polýuslara gomologik hromosomalar çekilýärler, ýagny her gomologik jübütiň biri – bir polýusa, ikinjisi – beýleki polýusa çekilýär. Netijede, emele gelen öýjüklerde hromosomalaryň sany gaploid bolýar. Mitozda garşylykly polýuslara ýaş hromosomalar çekilýär we emele gelen öýjüklerde hromosomanyň sany diploid bolýar.

Mitozda öýjük bölünmesiniň her bir sikli hromosomanyň reproduksiýasy bilen baglanyşyklydyr. Meýozyň iki bölünmesi interfazada bolup geçýän bir hromosoma reproduksiýasy bilen baglanyşyklydyr.

Meýoz jyns öýjükleriniň ösüşiniň bir döwri bolup durýar. Meýozdan soň jyns öýjükleriniň – gametalaryň formirlenmek döwri başlanýar. Jyns öýjükleriniň emele gelmeginiň ähli prosesine *gametogenez* diýilýär.

Meýozyň genetiki ähmiýeti şu aşakdakylardan durýar.

1. Meýoz - hromosomalaryň sanlarynyň görnüş hemişeligin saklanýan mehanizmdir.
2. Enelik we atalyk hromosomalaryň tötänleýin täzeden utgaşmagy – perekombinasiýasy netijesinde meýoz gametalaryň genetiki taýdan dürlüligini üpjün edýär.
3. Gomologik enelik we atalyk hromosomalaryň öz uçastoklaryny çalşmagy netijesinde meýoz täze genetiki düzümi bolan hromosomalaryň emele gelmegini üpjün edýär.

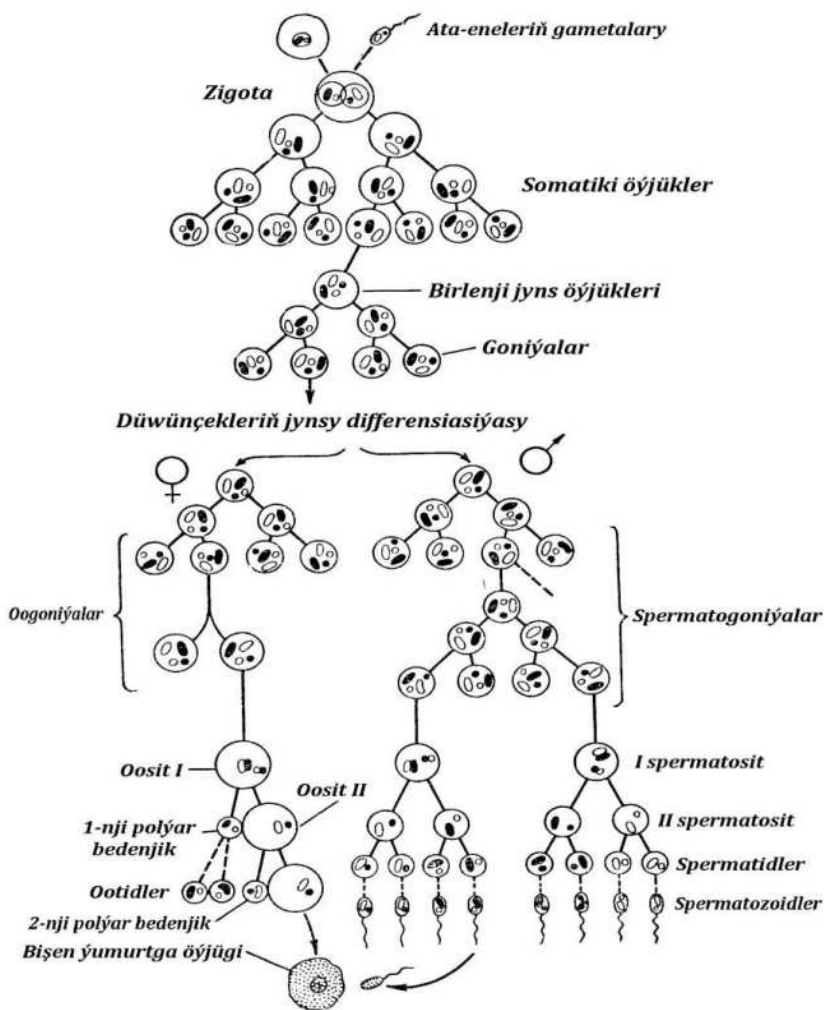
Jynsy köpeliş janly organizmleriň köpelişiniň iň bir uniwersal usuly bolup durýar. Jynsy köpelişiň amala aşmagy üçin jyns öýjükleriniň (haýwanlarda ýumurtga öýjügiň we spermatozoidiň, ösümliklerde ýumurtga öýjügiň we spermanyň), ýagny gametalaryň emele gelmegi hökmanydyr. Haýwanlarda we ösümliklerde gametalaryň emele gelmegine *gametogenez* diýilýär. Ýumurtga öýjügiň emele gelmegine *owogenez*, spermatozoidiň (spermanyň) emele gelmegine *spermatogenez* diýilýär. Bu prosesleriň geçişi ösümliklerde we haýwanlarda meňzeş prinsipde bolsa hem belli bir derejede tapawutlarada eýedir. Edil şonuň ýaly ösümlikleriň we haýwanlaryň görnüşlerinde hem özaralarynda tapawutlar ýüze çykýar.

Haýwanlaryň gametogenezi. Haýwanlarda jyns öýjükleri edil somatik (beden) öýjükleri ýaly düwünçek öýjüklerinden emele gelýär. Düwünçek ösüşi döwründe başlangyç öýjükleri belli bir toparyndan jyns öýjükleri we jyns mázleri emele gelýär. Jyns mázleriniň şunuň ýaly ir emele gelmegi nesillik alamatlary

saklaýan jyns öýjükleriniň başlangyçlarynyň organizmde has ir emele gelýändigini görkezýär. Dürli haýwanlarda jyns öýjükleriniň emele gelmegi ontogeneziň dürli döwürlerinde bolup geçýär. Düwünçek ösüşinde emele gelen jyns mázleri diňe kämillik ýaşyna ýetilenden soň öz işini ýerine ýetirip başlaýarlar.

Tohumlykda münlerçe silindr şekilli tohum kanallary bolup, şolaryň her birinde millionlarça spermatozoidler emele gelip bilýär. Bu kanallaryň diwary birlenji, ýöriteleşmedik spermatogoniýalar diýlip atlandyrylýan jyns öýjükleri bilen örtülendir. Düwünçek ösüşi döwründe we çagalyk döwründe spermatogoniýalar mitoz ýoly bilen bölünýärler, netijede tohumlygyň göwrümi ulalýar.

Ýumurtga öýjükleri hem düwünçek ösüşi döwründe ýetişmedik jyns öýjüklerinden duran ýumurtgalykda emele gelýär. Ýetişmedik jyns öýjükleri oogoniýalar diýlip atlandyrylýar. Bu öýjükleriň ählisi hromosomalaryň diploid düzümini saklaýarlar. Bu öýjükler hem mitoz ýoly bilen köpeliýärler. Görşümüz ýaly, jyns öýjükleriniň başlangyjy ontogeneziň has irki döwründe, ýagny düwünçek ösüşi döwründe goýulýar. Nesillik alamaty geçirmekde jynsy öýjükleriň möhümdigi bellidir. Barlaglar, ene-atalardan nesillere öz alamatlaryny, häsiýetlerini ýagny nesillik alamaty geçirýän jyns öýjükleriniň has ir düwünçekde, ýöriteleşýändigini görkezýär. Ilkinji jyns öýjükleri bölünip, goniýalary emele getirýärler. Ilkibada iki jynsyň goniýalary meňzeş bolýar, soňra olar ýöriteleşip erkeklerinde – spermatogoniýalara, urkaçylarynda – owogoniýalara (oogoniýalara) öwürüýärler (sur. 10).



Sur. 10. Atalyk (spermatogenez) we enelik (oogenez) jyns öýjükleriniň ösüşiniň deňeşdirmе çyzgysy.

Spermatogoniýalar we owogoniýalar birnäçe gezek mitoz ýoly bilen bölünip hromosomalaryny diploid sanda saklaýarlar. Ýöne olaryň ululygy kiçelýär. Bu bölünişiň yzysüre olar bölünmegini bes edýärler. Soňra jyns öýjükleri ösüş döwrüne başlaýarlar we olaryň ölçegleri ulalýar. Bu ösüş basgançagynda hromosomasy diploid düzümde bolan atalyk jyns öýjüklerine *birinji derejeli spermatosit* (spermatosit I), enelik jyns öýjüğine *birinji derejeli oosit* (oosit I) diýilýär.

Enelik we atalyk jyns öýjükleriniň bişip ýetişiş döwüri hem tapawutlandyrylýar.

Spermatogenez. Bu döwürde birinji derejeli spermatosit meýoz bilen bölünmäge başlaýar. Meýoz bölünişe *bişip ýetişiş döwri* diýilýär. Bişip ýetişiş döwrüniň birinji (reduksion) bölünişi netijesinde ikinji derejeli spermatosit emele gelýär. Olar gaploid düzümlü bolýarlar. Ikinji (ekwasion) bölünüşden soňra her spermatosit II-den iki sany öýjük emele gelip, olara spermatidler diýlip at berilýär. Diýmek, bir sany diploid birinji derejeli spermatositden, meýoz bölünişi netijesinde gaploid dört spermatid emele gelýär.

Spermatidleriň spermatozoide öwürülmek prosesine *spermiogenez* diýilýär. Bu prosese ýadronyň we sitoplazmanyň ähli bölümleri gatnaşýar. Ýetişen spermatozoidiň kellesi, boýny we guýrugy bolýar. Spermatidiň ýadrosy spermatozoidiň kellesinde ýerleşýär. Atalyk öýjügindäki dürli organoidler öz strukturalaryny üýtgedip, hereketi üpjün edýän organelalara öwürülýärler.

Spermatozoidiň ýadrosynyň himiki düzümi ösümlikleriňkä meňzeş bolýar, käwagtlarda olarda giston beloklaryna derek protaminler bolýar. Spermatozoidiň ýadrosynyň hromosomalarynyň gaploid sanda bolýandygy üçin, onuň DNK-synyň mukdary beden öýjükleriniňkiden iki esse az bolýar.

Elektron mikroskopyň kömegi bilen spermatozoidiň ýadrosynyň parallel ýerleşen dezoksiribonukleoproteid molekulalaryndan durandygy we olaryň hem krisstallik gurluşynyň bardygy belli edildi. Şunuň ýaly gurluşynyň bolmagy,

olaryň nesillik habary geçirýänligi we saklaýanlygy üçin ýörite biohimiki uýgunlaşma hökmünde ýüze çykypdyr. Sebäbi spermatozoid erkek organizmden daşa çykandan soň dürli täsirlere sezewar bolýar. Ýetişen we ýetişmedik jyns öýjükleriniň daşky täsirlere dürli duýujylygyny ýüze çykarýandygyny barlaglar arkaly subut edildi.

Owogenez. Enelik jyns öýjügi bolan ýumurtga öýjüginin ösüşine *owogenez* diýilýär. Ol spermatogenez bilen meňzeş hem bolsa, düýpli tapawutlaryda bardyr. Birinjiden, birinji derejeli owositleriň (owosit I) ösüş başgançagy spermatosit I ösüşinden has dowamlydyr, sebäbi bu döwürde geljekki ýumurtga öýjügi bolan owositde iýmit maddalarynyň toplanmagy bolup geçýär. Käbir haýwanlarda şu başgançakda “çyra şotkasy ýa-da süptürgiji” görnüşindäki hromosomalar emele gelýärler.

Ikinjiden, owosit I-den meýoz bölünşi netijesinde dört sany ootid emele gelýänem bolsa, olaryň diňe biri (ýumurtga öýjügi) mundan beýläk ösüşini dowam etdirmäge we tohumlanmaga ukuplydyr. Gaploid hromosoma düzümlü üç sany owotid ýeterlikli sitoplazma ätiýaçlygynyň ýoklugy sebäpli, doly bahaly özbaşdak öýjüge öwrülip bilmeýär. Olaryň emele gelşi aşakdaky ýaly bolup geçýär. Bişip ýetişmek döwrüniň birinji bölünmesinde owosit II bilen polýar bedenjik emele gelýär. Başgaça, oňa *ugrukdyryjy* ýa-da *reduksion bedenjik* hem diýilýär. Polýar bedenjik bölünip iki sany owotidi emele getirýär. Bişip ýetişiş döwrüniň ikinji bölünmesi netijesinde ýumurtga öýjügi we ikinji polýar bedenjik emele gelýär.

Şeýlelikde, meýoz bölünşi netijesinde emele gelen dört öýjügin diňe biri ýumurtga öýjüginä öwrülýär.

Munuň jynsy köpelişde nesle geçijiligi düşünmekde uly ähmiýeti bardyr. Meýozda enelik we atalyk hromosomalarynyň dürli utgaşmagy bolan öýjükler emele gelýär. Oogoneziň ahyrynda emele gelen ähli nesillik utgaşmalaryň diňe biri, ýaşaýşa ukuplylygyny saklap galar.

Ösümliklerde gametogeneziň aýratynlyklary.
Ösümliklerde jyns öýjükleriniň emele geliş prosesi iki döwre

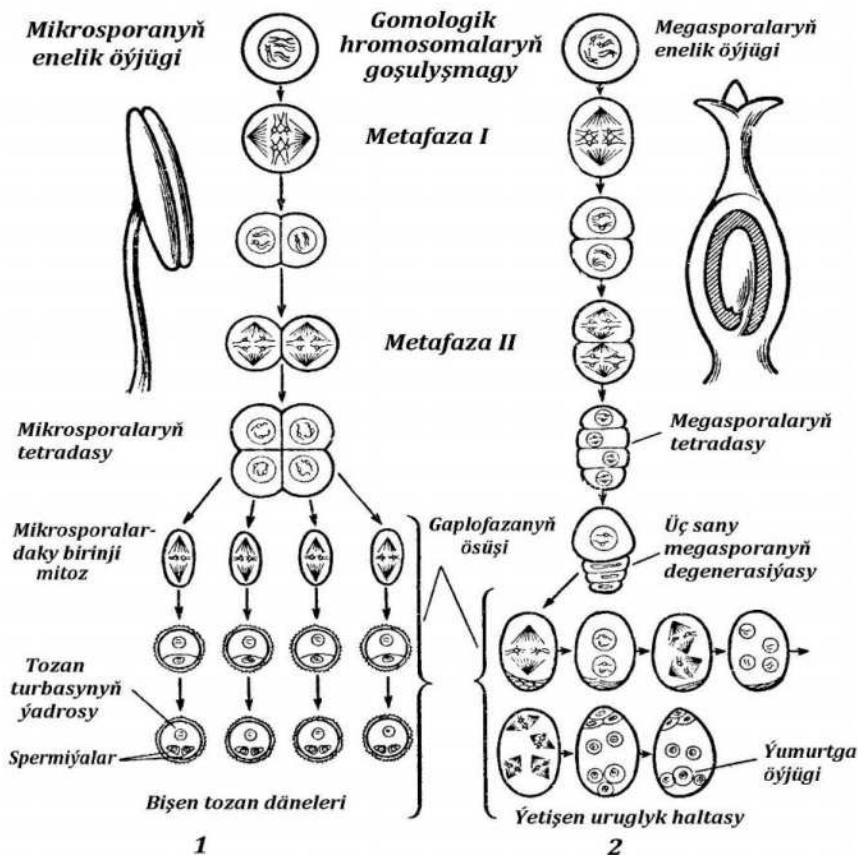
bölünýär, birinjisi – *sporogenez* – gaploid öýjükleriniň emele gelmegi bilen geçýär, ýa-da sporalar emele gelyär, ikinji döwri – *gametogenez* – bişip ýetişen gametalaryň emele gelmek prosesidir.

Ösümliklerde mikrosporanyň emele gelmegine *mikrosporogenez*, megasporanyň (makrospora) emele gelmek prosesine *mega-* ýa-da *makrosporogenez* diýilýär.

Mikrosporogenez haýwanlaryň spermatid emele gelyänçä bolan spermatogenezine, megasporogenez olardaky , oosit II emele gelyänçä bolan oogenezeine meňzeşdir.

Ösümlikleriň gametogenezi haýwanlaryňka meňzeş hem bolsa, birneme tapawutlanýan ýol boýunça geçýär (sur. 11).

Mikrosporogenez we mikrogametogenez. Bu hadysa ýapyk tohumly ösümlikleriň mysalynda seredip geçeliň. Ýaşajyk tozanlygyň arheosporiýa diýlip atlandyrylýan subepidermal dokumasynyň her bir öýjügi birnäçe gezek bölünenden soňra tozanlygyň enelik öýjüğine öwrülýär, ol meýozyň ähli fazalaryny geçýär. Netijede dört sany gaploid mikrosporalar emele gelyär. Olar aýratyn torbada dört dördten ýerleşýärler we tetrada sporasy diýlip atlandyrylýar. Tetradalar bişip ýetişende aýratyn mikrosporalara dargaýarlar. Şunuň bilen mikrosporogenez gutarýar. Bir ýadroly mikrosporalar emele gelenden soňra mikrogametogenez başlanýar.



Sur. 11. Gülli ösümlüklerde tozan däneleriniň we uruglyk haltasynyň emele gelşi.

1 – atalyk jyns öýjükleriniň bişip ýetişşi; 2 – enelik jyns öýjükleriniň bişip ýetişşi;

Mikrosporanyň birinji mitoz bölünişi netijesinde wegatatiw we generatiw öýjükler emele gelýär. Şondan soň wegatatiw öýjük we onuň ýadrosy bölünmýär. Wegatatiw öýjükde generatiw öýjügiň bölünmegini we miweligiň sütünjiginde tozan trubkasynyň ösüşini üpjün etmek üçin ätiýaçlyk maddalar

toplanýar. Sitoplazmanyň az mukdaryny özünde saklaýan generatiw öýjük ýene bölünýär. Bu bölüniş tozan däneşiginde ýada tozan trubkasynda geçýär. Netijede, iki sany atalyk jyns öýjügi emele gelip, olar haýwanlaryň spermatozoidinden tapawutlylykda hereketlenmäge ukypsyzdyr we spermalar diýlip atlandyrylýar. Şeýlelikde, gaploid hromosoma düzümlü bir sany sporadan iki sany mitoz bölünüşiniň netijesinde üç öýjük emele gelip, olaryň ikisi sperma, biri bolsa wegatatiw öýjükdir.

Ösümlikler tozan dänelerini, tohumlandyrmak üçin gerek bolan sanyndan birnäçe esse köp emele getirýär. Mysal üçin, mekgejöweniň bir ösümliginde ortaça 25 mln-a çenli tozan dänesi emele gelýär, tohumlanyşda her gülüň miweliginiň tumşugyna olaryň takmynan 20 – 25 müň sanysy gabat gelýär.

Dürli görnüşlerde tozan däneleriniň ýaşaaýş dowamlylygy dürli bolýar. Bugdaýyň, süläniň, arpanyň, mekgejöweniň tozan däneleri amatly şertlerde 3 – 5 gije gündiziň dowamynda ýaşaaýş bolan ukybyny saklaýar. Almalarda we beýleki käbir miwelilerde bolsa tozan däneleri 20 gije gündiz we ondan hem köp wagt guraman saklanýar.

Tozan däneşikleriniň emele gelýän döwri ösümlikler sowuga, topragyň guraklygyna, iýmit maddalarynyň ýetmezçiligine, amatsyz fotoperioda örän duýgur bolýarlar. Bugadaýda we sülede howanyň temperaturasy 0°C-dan peselende doly nesilsizlik ýüze çykýar. Generatiw öýjügiň bölünmek prosesi we tozan trubkasynda spermalaryň emele gelşi ilkinji gezek 1910-njy ýylda liliýa ösümliginiň gülünde S.G.Nawaşin tarapyndan giňden öwrenildi.

Megasporogenez we megagametogenez. Ýaşajyk tohum pyntygynyň subepidermal gatlagyndan köplenç halatlarda bir sany arheosporial öýjük emele gelýär. Arheospora öýjügi ösüp, enelik öýjügi bolan megospora öwrülýär. Megaspora enelik öýjügiň meýoz ýoly bilen bölünmegi netijesinde tetrada megasporasy emele gelýär. Onuň her öýjügi gaploid düzümlü bolýar. Olaryň diňe biri ýaşaaýşyny dowam etdirip, galanlary ýaşaaýş ukybyny

ýitirýärler. Bu öýjükleriň hallary haýwanlaryň ýumurtga öýjüginä bişip ýetişişindäki polýar bedenjikleriniňkä meňzeşdir.

Megasprogenezden soň megagametogenez bolup geçýär. Ýaşasýsny dowam edýän megaspora ösýär. Soňra onuň ýadrosy mitoz bilen birnäçe gezek bölünýär. Şonda öýjügiň özi bölünmän uruglyk haltasyny emele getirýär. Dürli ösümliklerde şeýle mitozlaryň sany birden üçe çenli bolup biler. Ösümlikleriň köpüsinde (ýapyk tohumlylaryň 70 göteriminde) üç bölünüş bolup, 8 sany birmeňzeş ýadro emele gelýär. Bölünüş döwründe ýadrolar polýar ýagdaýy eýeleýärler, ýagny olaryň dördüsi mikropilä, ýagny spermalaryň girýän ýerine ýakyn ýerleşýär, beýleki dördüsi bolsa garşylykly halazol polýusda ýerleşýärler. Soňra ýadrolar töweregine sitoplazma alyp, özbaşdak öýjüklere öwürülýärler.

Mikropiliň ýanynda ýerleşýän üç öýjük – ýumurtga öýjügi we iki sany sinergid ýumurtga aparatyny emele getirýär. Sinergidler tohumlanyş prosesinde kömekçi işini ýerine ýetirip, çalt dargap gidýärler. Dördünji ýadro uruglyk haltasynyň merkezine gidip, şol ýerde mikropiliň garşy tarapyndan gelen bir ýadro bilen birleşýärler. Birleşen gaploid ýadrolardan diploid ýadro emele gelip, oňa uruglyk haltasynyň *merkezi ýadrosy* diýilýär. Mikropile garşy tarapdaky polýusda galan üç öýjüğe *antipodlar* diýilýär. Antipodlar hem edil sinergidler ýaly zigotanyň ösmeginde kömekçi işini ýerine ýetirýärler we çalt dargap gidýärler.

Şeýlelikde, uruglyk haltasynda üç gezek mitoz bölünüşiniň netijesinde 8 sany birmeňzeş gaploid ýadro emele gelip, olaryň diňe biri ýumurtga öýjüğine öwürülýär.

Dürli ösümliklerde bu proses dürliçe geçýär, Bizniň sereden mysalymyзда uruglyk haltasy bir gaploid sporadan başlanýan bolsa, käbir ösümliklerde iki ýa-da dört sporadan başlangyç alýar. Monospora tipinde dört megasporadan biri galyp, galanlary reduksion bedenjikleri ýaly, ýok bolup gidýär. Uruglyk haltasynyň ösüşiniň beýleki görnüşlerinde mitoz bölünüşine taýýar bolan megasporanyň dürli mukdary saklanýar.

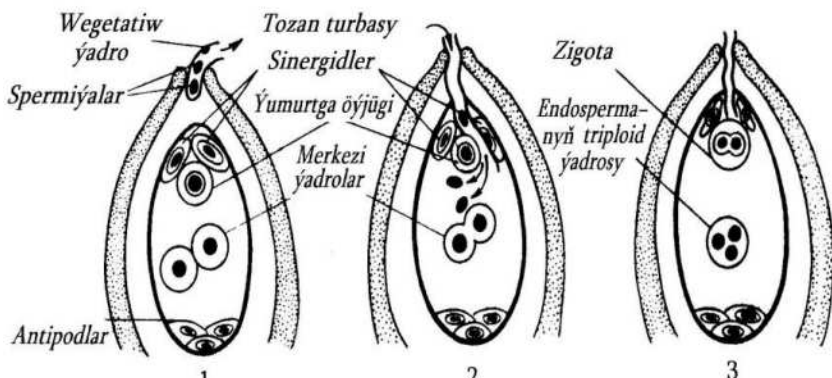
Filogenezde ýa-da taryhy ösüşde ösümlükleriň we haýwanlaryň aýrybaşgalaşmagynyň (diwergensiýa), öýjükli gurluşyň gelip çykyşynyň has irki döwründe bolup geçendigine seretmezden, olaryň gametogeneziň meňzeşlikleriniň, ewolýusiýa paralelleriniň bolandygyna şaýatlyk edýär.

Tohumlanyş diýip enelik we atalyk jyns öýjükleriniň birleşmegi arkaly ýumurtga öýjüginä ösüşe oýandymaklyga aýdylýar. Tohumlanyş yzyna gaýtmaýan prosesdir. Bir gezek tohumlandyrylan ýumurtga täzedan tohumlandyrylyp bilinmez. Singamiýa (enelik we atalyk jyns öýjükleriniň birleşmegi) we kariogamiýa (olaryň ýadrolarynyň birleşmegi) tohumlanyş prosesiniň mazmunyny düzýär.

Haýwanlarda tohumlanyş prosesi birnäçe fazalara bölünýär. Birinji faza spermatozoidiň ýumurtga öýjüginä üstüniň islendik nokadyna birleşmegi ýa-da mikropile arkaly onuň içine girmegi bilen başlanýar. Oňa ýumurtganyň *aktiwleşdirilmek fazasy* diýilýär. Ikinji fazada spermatozoid enelik ýadro bilen birleşmäge taýýarlanýar, ýadrosy interfaza görnüşine geçýär, oňa *atalyk pronukleus* diýilýär. Birleşmäge taýýar enelik öýjüginä ýadrosyna *enelik pronukleus* diýilýär. Tohumlanyşda iki gaploid pronukleus birleşip bir ýadroly zigotany emele getirýär. Şeýlelikde hromosomalaryň diploid düzümi dikelýär.

Ösümlüklerde tohumlanyş haýwanlaryňka meňzeş geçse-de, käbir aýratynlyklarda eýedir.

Mikrogametogeneizde emele gelen iki sperma tozan turbasy arkaly uruglyk haltasyna düşýär. Spermalaryň biri ýumurtga öýjüginä gaploid ýadrosy bilen birleşýär. Şu proses hem tohumlanyşdyr, netijede zigotada hromosomalaryň diploid sany dikelýär. Zigotadan tohumyň düwünçek bölümi ösýär. Ýapyk tohumly ösümlüklerde tohumda uruglykdan başga goşmaça endosperma ösüp, ol iýmitlik maddalaryň atýajyny saklaýar. Endosperm ikinji spermanyň diploid merkezi ýadro bilen goşulşmagyndan emele gelip, hromosomalaryň üçleýin toplumyny saklaýar.



Sur. 12. Gülli ösümliklerde ikileýin tohumlanmanyň geçişiniň shemasy:

1. tozan turbasynyň uruglyk haltasyna aralaşmagy; 2. tozan turbasynyň düzüminiň uruglyk haltasyna goýulmagy; 3. tohumlanmadan soň uruglyk haltasynyň görmüşü.

Bir spermanyň ýumurtga öýjügi bilen, beýlekisiniň merkezi ýadro bilen birleşmegine *ikileýin tohumlanyş* diýilýär (sur. 12).

Monospermiýa – (bir sperma bilen bir ýumurtga öýjügiň tohumlanmagy) köp haýwanlara we ösümliklere häsiýetlidir. Ýumurtga öýjügi birnäçe spermatozoidiň girmegi – (polispermiýa) oňurgasyzlarda (mollýuskalarda ýa-da ýumşak bedenlilerde, iňnebedenlilerde, mör-möjeklerde) giň ýaýrandyr. Käbir oňurgalylarda (balyklarda, gurbagalarda, süýrenijilerde, guşlarda) hem (polispermiýa) duşýar. Polispermiýa tohumlanyşy ösümliklerde şugundyra, gowaçada, greçihada, temmäkide we başg. ýüze çykaryldy. Ýumurtga öýjügi birnäçe spermatozoidiň girmegine seretmezden onuň diňe biri enelik pronukleus bilen birleşýär. Galanlary ereýär. Ýöne, ösümliklerde spermalar sinergidler, antipodlar bilen birleşip, uruglyk haltasynda birnäçe düwünçegiň (poliembrioniýa) emele gelmegine alyp barýar. Ýumurtga öýjügi birnäçe spermatozoidiň girmegi enelik pronukleusa saýlap tohumlanmaga (birleşmäge) mümkinçilik

döredýär. Bu proses organizmlerde erkin çaknyşmagy çäklendirýär we ewolýusiýada izolýasiýanyň uýgunlaşma mehanizmleriniň biri bolup durýar.

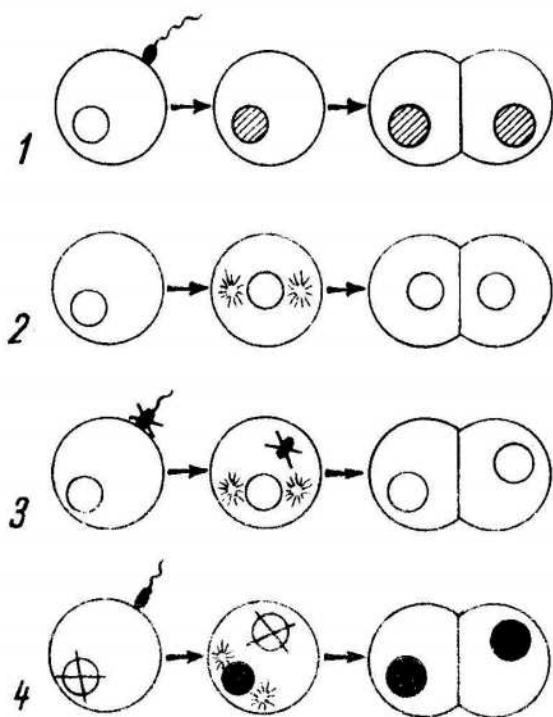
Tebigatda jynsy köpelişniň kadaly däl görnüşleri hem duşýar. Oňa ösümlikleriň we haýwanlaryň partenogenez, ginogenez, androgenez jynsy köpelişlerini deňişli etmek bolar.

Partenogenez – tohumlanmadyk ýumurtga öýjüginde düwünçegiň ösmegidir. Tebigy partenogenez pes gurlan leňneçşekillilere, kolowratkalara, perdeganatlylara (bal arysý, arylar) we başg. häsiýetlidir. Şeýle hem partenogenez guşlarda (hindi towugy) we süýrenijilerde (gaýa suwulgany) bellidir. Partenogenezi dürli täsir edijileri ýumurtga öýjüğine gönükdirip, emeli ýol bilen hem döredip bolar. Tebigatda somatik (diploid) we generativ (gaploid) partenogenez tapawutlandyrylýar. Somatik partenogeneze – ýumurtga öýjügi reduksion bölünmeýär, ýa-da iki gaploid ýadro (awtokariogamiýa) özara birleşýär. Generativ partenogenez arkaly bal arysynyň (*Apis mellifera*) erkek jynslary ösýär.

Ösümliklerdäki partenogeneze *apomiksis* diýilýär. Ösümliklerde köplenç halatlarda ýumurtga öýjüginde düwünçek ösüp diploid (meýozsyz) apomiksis geçýär. Käbir apomiktlerde doly bahaly tohumyň emele gelmegi üçin *pseudogamiýa* – uruglyk haltasynyň tozan turbasy tarapyndan aktiwleşdirilmegi gerek bolup durýar. Pseudogamiýada tozan turbasyndaky spermalaryň biri uruglyk haltasyna düşüp dargaýar, beýlekisi merkezi ýadrony tohumlandyryp, ondan endosperm emele gelýär. Bu partenogeneze düwünçek enelik alamatlary, endosperm bolsa enelik hem-de atalyk alamatlaryny saklaýar.

Ginogenez partenogenez bilen örän meňzeşdir. Ginogeneze ýumurtga öýjügiň ösüşini oýandyran spermatozoidir, ýöne onda tohumlanýş bolup geçmeýär. Ginogenez togalak gurçuklarda, diri çaga dogurýan *Molliesia formosa* balygynda, kümüş karasda (*Platycoecilus*) we käbir ösümliklerde – lýtikde (*Ranunculus auricomus*), gyrtýçda (*Poa*

pratensis) duşýar. Ginogenez eneden berilýän neslegeçijiligi öwrenmekde ähmiýetlidir (sur. 13).



Sur. 13. Jynsy köpelişň dürli görnüşleri:

1. kadaly tohumlanys; 2. partenogenez;

3. ginogenez; 4. androgenez.

Androgenez. Androgenezde ýumurtga öýjüginň ösüşi diňe atalyk ýadronyň we enelik sitoplazmanyň hasabyna bolup geçýär. Tohumlanysyň öňýanynda enelik ýadronyň ölmegi bilen androgenez bolup geçýär. Eger, ýumurtga öýjüğine bir spermatozoid girse, düwünçek gaploid ýadroly bolup, onuň ýaşayşa ukyplylygy pes bolýar. Hromosomanyň diploid sany

dikelende, androgen zigotanyň ýaşayşa ukyplylygy (dikelyär) kadalaşýar. Polispermiýada iki atalyk pronukleus birleşip diploid ýadrony emele getirýär. Androgen osoblaryň ýetişen ýagdaýyna çenli ösüşi tut ýüpek gurçugynda (*Bombyx mori*) we gabrobrakonlarda (*Habrobracon juglandis*) duşýar. Şeýle hem androgenez, kadadan çykma hökmünde käbir ösümlüklerde (temmäki, mekgejöwen we başga.) ýüze çykaryldy.

Barlag üçin soraglar.

1. Meýozyň fazalaryny sanap beriň.
2. Meýozyň genetiki ähmiýetini düşündiriň.
3. Owogeneziň, spermatogeneziň, sporogeneziň, megagametogeneziň geçişinde nähili umumylyklar we tapawutlar bar?
4. Ýapyk tohumlylarda tohumlanyşyň geçişini düşündiriň.

II BÖLÜM

ALAMATLARYŇ NESLE GEÇIJILIGINIŇ KANUNALAYYKLYKLARY

Monogibrid çaknyşdyrmada nesle geçijilik.

Gibridiologiki usul 1865-nji ýylda çeh alymy Gregor Mendel tarapyndan işlenip düzüldi. Gibridiologiki seljerme usulynyň esasy aýratynlyklarynyň biri birnäçe arkada üýtgemeýän nesilleriň alynmaklygydyr.

Bu usulyň birinji möhüm aýratynlygy, onda bir görnüşň çäginde (nohut – *Pisum sativum*) alternatiw alamtalaryň gülgüne we ak gülleriniň reňkiniň, ýylmanak we ýygtyrtly tohumlaryň şekiliniň nesle geçijiligi yzarlanylýar. Ikinjiden, her bir nesilde alamtalaryň nesle geçijiliginiň doly san gatnaşygy hasaba alynýar.

Gibridologiki usulyň üçünji aýratynlygy gibril ösümlükleriň (alternatiw alamaty) mukdar taýdan seljerilmesiniň birnäçe arka nesillerde hasaba alynmaklygydyr.

Dördünji aýratynlygy - her bir gibril ösümlügiň nesliniň hususy seljermä sezewar edilmekligidir.

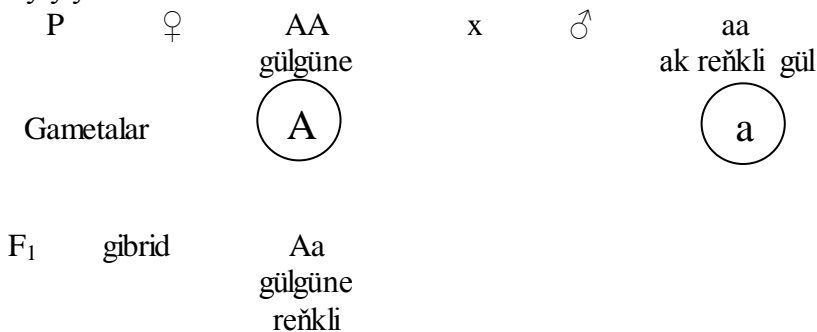
Çaknyşdyrmany ýazmaklykda birnäçe düzgünlerden peýdalanmaly bolýar. Çaknyşdyrma belgisi \times görnüşinde belgilenýär. Çaknyşdyrmanyň çyzygysy ýazylanda ilkinji enelik jyns ýazylyar. Enelik jyns ♀, atalyk jyns ♂ belgisi bilen bellenilýär. Çaknyşdyrylýan ata-ene organizmler P latyn harpy bilen bellenilýär. Dürli alamatly iki taýyň çaknyşdyrmaýyndan alnan nesile *gibril nesil*, osoba bolsa *gibril* diýilýär. Gibril nesil F harpy bilen belgilenýär we olaryň nesil sany indeksinde F_1 , F_2 , F_3 görnüşinde ýazylyar.

Monogibril çaknyşdyrmada bir jübüt alternatiw alamaty boýunça tapawutlanýan ata-eneler çaknyşdyrylyar. Meselem: atalyk ösümlük gülgüne enelik ösümlük ak reňkli gülli, ýa-da tersine bolup bilýär.

G.Mendel öz tejribelerini öz-özünden tohumlanýan nohut ösümliginde geçiripdir, onuň çyzygysyny aşakdaky görnüşde ýazyp bolar:

A – gülgüne reňkli gül – dominant alamat, ýagny nesilde agdyklyk edýär.

a – ak reňkli gül – resessiw alamat, ýagny nesilde basylyp ýatyrylyar.



F ₁		
Gametalar		
♀ ♂	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

İkinci nesil F₂ hibrid

AA
gülgüne

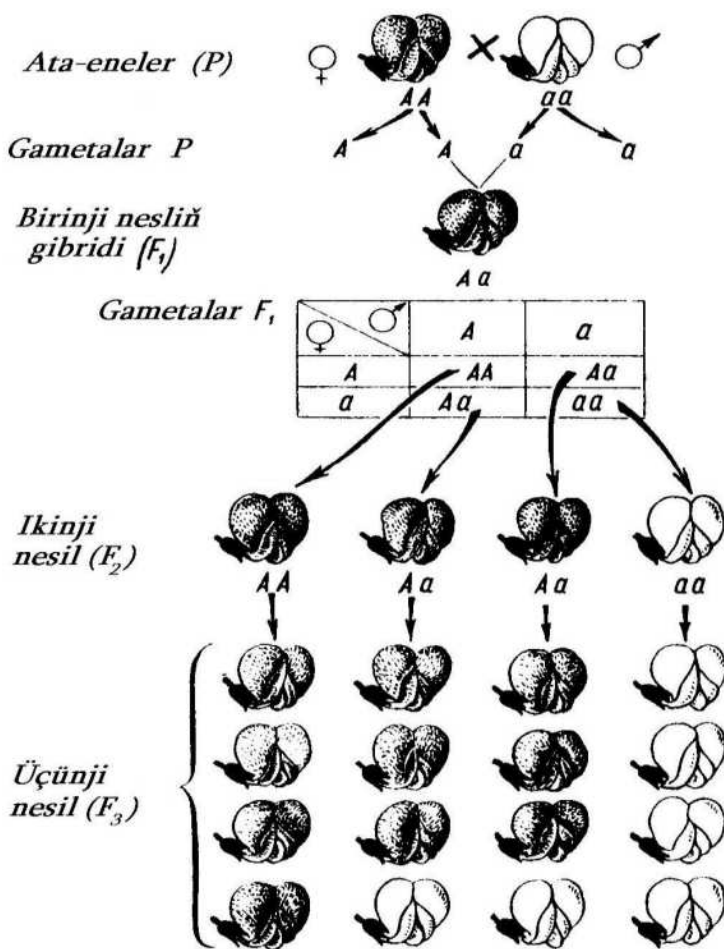
Aa
gülgüne

Aa
gülgüne

aa
ak renkli gül

Üçüncü nesil F₃ hibrid

$$\left\{ \begin{array}{llll} AA & AA & AA & aa \\ AA & AA & AA & aa \\ AA & AA & AA & aa \\ AA & Aa & Aa & aa \end{array} \right.$$



Sur. 14. Nohudyň gülüniň açyk gyzyl we ak reňkiliginiň nesle geçişi:

A – açyk gyzyl reňkilik faktory; *a* – gülň ak reňkilik faktory.

Nohutda gülüniň gülüne we ak reňkiniň nesle geçişini seljereliň.

14-nji suratdan görnüşi ýaly F₁ neslin ählisi gülüne reňkli bolýar, ýa-da diňe dominant alamatly nesil alynýar. Bu hadysa ähli

ösümlüklerde, haýwanlarda we adamda belli edildi. Şonuň üçin oňa G.Mendel gibridlerini *birinji nesliniň birmeňzeşlik kanuny* diýip at berýär. Häzirki döwürde oňa **Mendeliň birinji kanuny** diýilýär. Eger-de birinji neslin gibrideri öz-özünden tozanlandyrylsa F_2 -de iki ata-enäniň hem alamatyny saklaýan gülgüne we ak gülleri bolan nesil alynýar. Ikinji nesilde resessiw we dominant alamatlarynyň ýüze çykmaklygynyň kanunalaýyklygyna *dargama* diýilýär. Dargama tötänleýin bolman eýsem, ol kesgitli mukdar kanunalaýyklaryna boýun egýär, F_2 nesilde alnan ösümlükleriň $\frac{3}{4}$ bölegi gülgüne, $\frac{1}{4}$ bölegi ak reňkli bolýar, ýagny nesilde 3:1 görnüşde dargama ýüze çykýar. Diýmek, F_1 gibriderde resessiw alamat ýitmeýärde, diňe basylyp ýatyrylýar we F_2 nesilde ýüze çykarylýar. F_2 nesilde dominant we resessiw alamatlaryň dargamagyna, *dargama kanuny* ýa-da **Mendeliň ikinji kanuny** diýilýär. F_3 -nji nesilde gülgüne reňkli güli bolan nohutlaryň $\frac{2}{3}$ bölegi F_2 nesildäki ýaly 3:1 dargama berýär, diňe 1 gülgüne ösümlük we 1 ak gülli ösümlük dargama bermeýär.

G.Mendel bu ýerden alamatlaryň özi dälde nesillik faktory nesle geçýär diýen netijä gelýär. Nesillik faktory bolup hromosomalar hyzmat edýärler, ýöne G.Mendeliň döwründe hromosomalaryň düzümi gurluşy mälim bolmandyr.

Alternatiw alamatlary kesgitleýän gen jübütine *allelomorf* diýilýär. Bu jübütlik hadysasyna (Aa – ata we eneden alynan) *allelizm* diýilýär. Her bir gen iki ýagdaýda A ýa-da a bolýar, şonuň üçin olar bir gen jübütini emele getirýärler, jübütiň her bir aýry bölegine *allel* diýilýär. Meselem: nohudyň gülüniň reňkiniň gülgüne we ak reňkli bolmagy dominant we resessiw alamatdyr, deňişlilikde olar bir genin iki allellerdirler.

Alamatlaryň daşky ýüze çykmak häsiýetine ýa-da umumy daşky alamatlaryň jemine *fenotip* diýilýär.

Alamatlaryň ösmegini kesgitleýän nesillik başlangyçlaryň jemine *genotip* diýilýär. Seredilen mysalymyzda enelik ösümlük we F_1 gibrid birmeňzeş fenotipli, ýöne durli genotiplidir (AA , Aa).

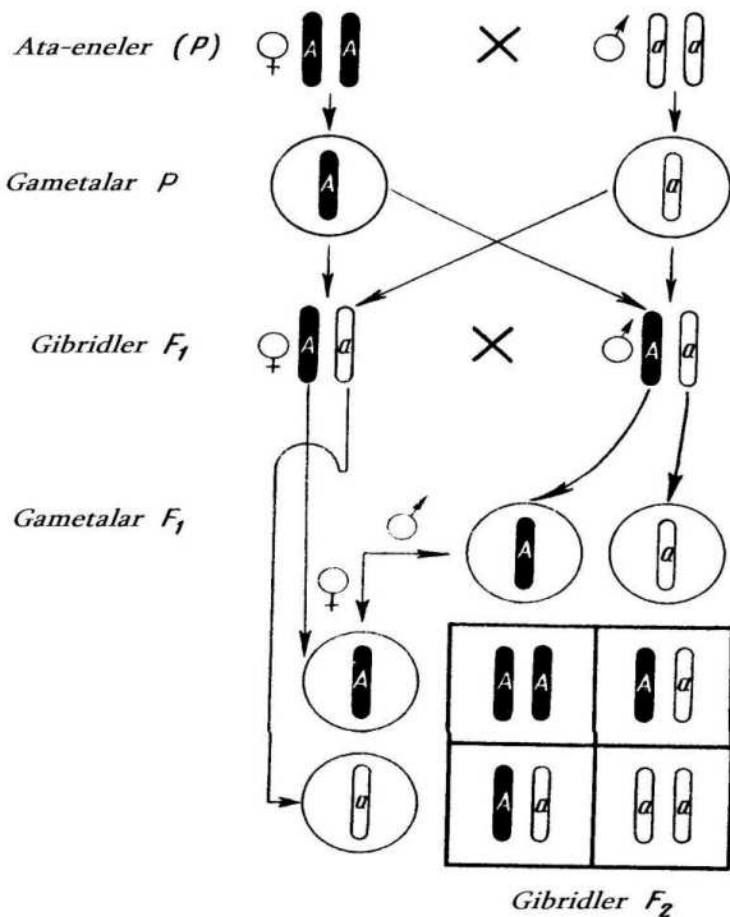
Bir geniň meňzeş allelleri (AA, aa) saklaýan organizmlere *gomozigotlar* diýilýär.

Bir geniň dürli allelleri saklaýan organizmlere (Aa) *geterozigotlar* diýilýär.

14-nji suratda beýan edilen çaknyşdyrmada AA, aa ata-ene organizmler gomozigotlar, gibrid Aa geterozigotlardyr.

İňlis genetigi R.Pennet gametalaryň dürli görnüşleriniň utgaşmasyny hasaplamagy ýenilleşdirmek üçin, ýazgylary gözenek görnüşinde bellemegi teklip edýär. Soňundan ol Pennetiň gözenegi ady bilen ylmy edebiýatlara girýär. Bu gözenekde çep tarapdan dikligine enelik gametalar, ýokardan keseligine atalyk gametalar ýerleşdirilýär. Gözenegiň özüne gametalaryň utgaşmagy ýazylyar. Olaryň utgaşmagy zigotalaryň genotipi bilen gabat gelýär. Öz-özünden tozanlanmada F_2 -de genotipi boýunça dargama $1AA : 2Aa : 1aa$ görnüşi alýar. Genotip boýunça dargama fenotip boýunça dargama bilen gabat gelmeýär. Şonuň üçin F_3 -de gomozigot nesil AA we aa dargamaýar, geterozigot Aa bolsa 3:1 fenotipiki dargama sezewar bolýar.

Monogibrid çaknyşdyrmada hromosomalaryň özünü alyp barylary sitologik usullar arkaly öwrenilende Mendeliň 1-nji we 2-nji kanunynyň dolý amala aşyrylýandygy belli edildi (sur. 15).



Sur. 15. Monogibrid çakynışdyrmada gomologik hromosoma jübütiniň nesillere berlişiniň shemasy:

A – gülgüne reňklilik faktory, a – gülüň ak reňklilik faktory.

Geterozigotada A gameta sap bolup, a allelden hiç zat saklamaýar, öz gezeginde a gameta A allelden sapdyr. Gibridiň gametalarynda alternativ alamatlaryň allel jübütleriniň garyşmazlyk hadysasyna, gametalaryň saplygy baradaky düzgün diýilýär.

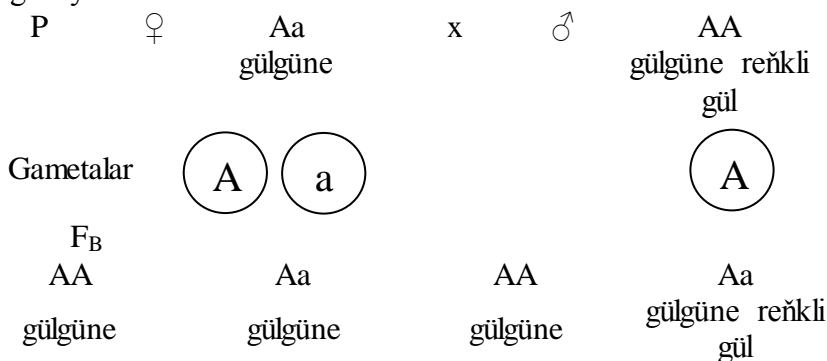
Gibridiň häsiýetlerine dominant alamatlary enäniň ýa-da atanyň saklaýandygyny barlamak üçin *resiprok* çaknyşdyrmadan peýdalanylýar. Resiprok çaknyşdyrmada dominant we resessiw alamatlary saklaýan organizmler hem ene, hem ata alamaty hökmünde ulanylýar.

Şu aşakdaky çaknyşdyrma

♀ AA x ♂ aa – göni çaknyşdyrma

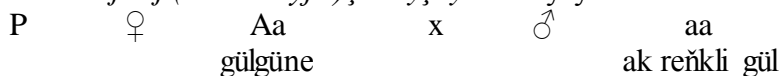
♀ aa x ♂ AA – ters çaknyşdyrma görnüşinde hem ulanylýar. Ýöne köplenç resiprok çaknyşdyrmada birmeňzeş netijeler alnýar.

Gibridiologiki seljermelerde gibridiň ata-ene formalarynyň biri bilen çaknyşdyrmaklyk gerek bolup durýar. F₁ gibridiň gomozigot ata ýa-da ene forma bilen çaknyşdyrylmagyna *yzyna gaýdyjy çaknyşdyrma* ýa-da *bekkross* diýilýär we F_B bilen belgilenýär.

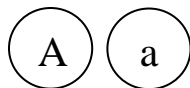


Şu çaknyşdyrmada genotipiki dargama 2AA : 2Aa görnüşde bolýar, fenotipiki dargama bolsa ýüze çykmaýar, ýagny ähli güller gülüne reňkli bolýar.

Eger-de gibrid resessiw gomozigota bilen çaknyşdyrylsa onda oňa *seljeriji (analizleýji) çaknyşdyrma* diýilýär.



Gametalar



$$F_B \quad \underbrace{Aa \quad aa \quad Aa \quad aa}_{1Aa : 1aa}$$

gülgüne ak reňkli gülli nohut.

Seljeriji çaknyşdyrmanyň üsti bilen gibridiň genotipini barlap bolýar, sebäbi gomozigot AA nesil bilen çaknyşdyrylanda gibridiň iki alleli hem geterozigot Aa ýa-da dominant gomozigot AA görnüşde doly ýüze çykýar.

G.Mendel öz kanunlaryny 1865-njy ýylda açýar, ýöne onuň bu açýşlaryna döwürdeşleri düşünmeýärler. Bu kanunlar 30 ýyldan soň, sitologlar tarapyndan mitozyň we meýozyň hem-de tohumlanmanyň öwrenilmegi bilen baglanyşykda nesillik faktorlarynyň ýa-da hromosomalar öwrenilip häsiýetleri ýüze çykarylandan soň dogry diýlip tassyklanylýdyr.

1900-njy ýylda G.De Friz, K.Korrens we E.Çermak biribirinden garaşsyz dürli ösümlik görnüşlerinde barlag geçirip Mendeliň kanunlaryny gaýtadan açdylar. Ýöne alymlar bu açýşyň hakyky eýesiniň adyny dikeltidiler. Mendeliň kanunlarynyň gaýtadan açylmagy genetika ylmynyň döremegine we ösmegine uly goltgy bolup hyzmat etdi.

Ösümlikleriň we haýwanlaryň birnäçe görnüşlerinde köp alamatlar doly däl halda dominirlenýärler. Munda F_1 gibriddde (Aa) ata-ene alamatlarynyň ikiside ýüze çykmaýar, eýsem aralyk alamat emele gelýär. Meselem: ýer tudanasynyň (*Fragaria vesca*) miweleri gyzyl we ak reňkleri çaknyşdyrylanda şu aşakdaky ýaly nesiller alynýar (sur. 16).

P	♀	AA	x	♂	aa
		gyzyl			ak ýer tudana miwesi

Gametalar

A

a

F₁ gibrid

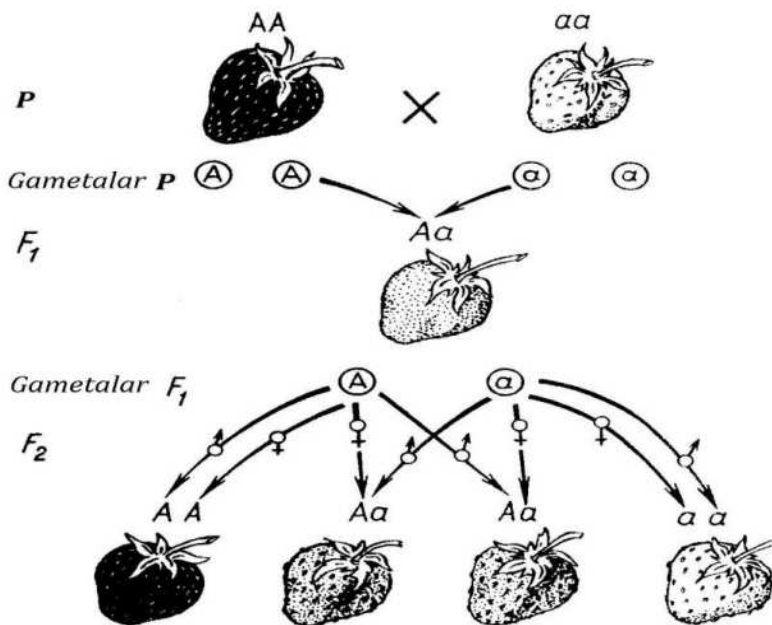
Aa
gyrmyzy ýer
tudana
miwesi

F₂
AA
gyzyl

Aa
gyrmyzy

Aa
gyrmyzy

aa
ak



Sur. 16. Ýer tudanasynda miwesiniň reňkiniň doly däl dominirlenme arkaly nesle geçijiligi:

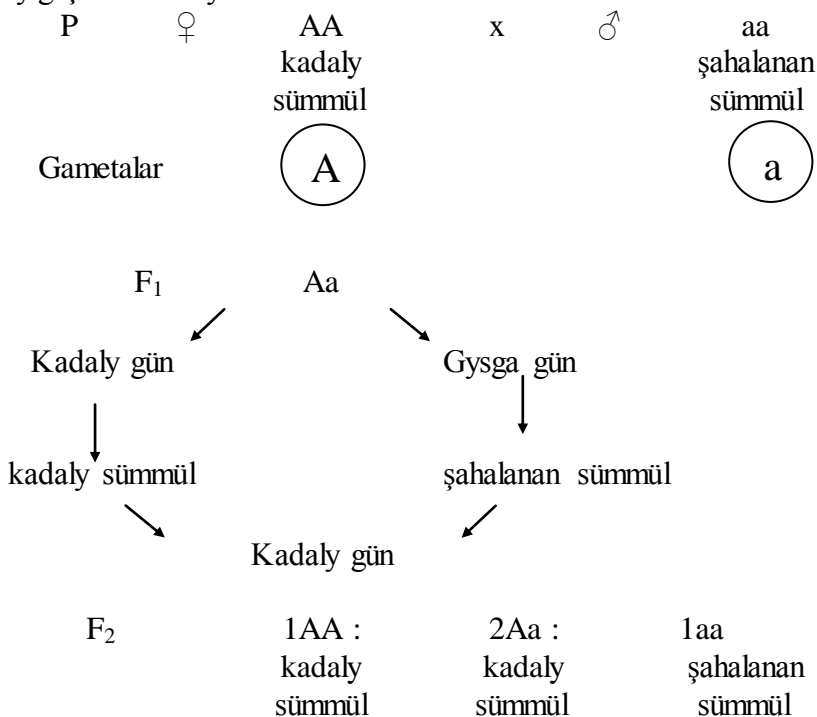
AA – gyzyl; aa – ak; Aa – gyrmyzy reňk.

Doly däl dominirlenme giň ýaýran hadysadyr, oňa towuklaryň ýelekleriniň reňkiniň, adamyň saçynyň buýralygynyň

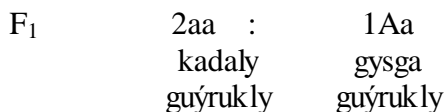
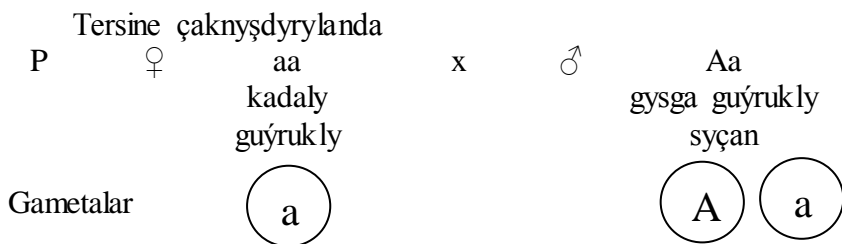
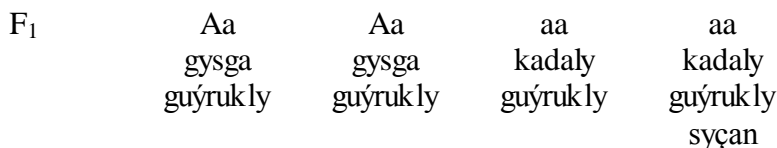
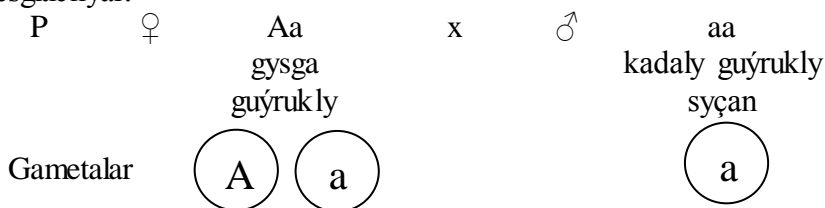
we beýleki köp ösümlikleriň haýwanlaryň hem-de adamlaryň morfologiki we fiziologiki alamatlarynyň nesle geçijiliginde syn edip bolýar.

Adamyň we käbir öý haýwanlarynyň gan toparlary öwrenilende F_1 gibridde alternatiw alamatlar deň derejede ýüze çykýarlar, muňa *kodominirlenme* diýilýär. Eger-de ene organizmiň gan topary A, ata organizmiňki B bolsa, çagalarynda AB bolup bilýär. Bu ýerde dominirlenme bolýanlygyna garamazdan F_1 gibrid birmeňzeşdir, hem-de Mendeliň I kanuny ýerine ýetirilýär, ýagny uniwersaldyr.

Dominirlenmäniň mehanizmi daşky şertleriň täsirinde üýtgäp durýar. Meselem: bugdaýda (*Triticum*) adaty şertlerde kadaly sümmüllik dominirlenýär, gün ýagtylygynyň gysga gününde şahаланan sümmüllik dominirlenýär, ýöne genotipde üýtgeşme bolmaýar.

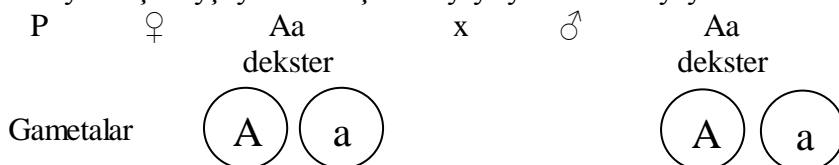


Nesillerde dargama kanuny doly ýüze çykar ýaly şertler bozulan halatynda, Mendeliň kanunlaryndan käbir gysarmalar ýüze çykýar. Tohumlanmada gametalar deň ähtimallykda birikmese-de dargama kanuny bozulyp biler. Meselem: syçanlarda (*Mus musculus*) gysga guýruklylygyň ýüze çykyşynyň nesle geçişinde muny yzarlap bolar. Olarda gysga guýruklylyk A dominant allel bilen, kadaly guýruklylyk a resessiw allel bilen kesgitlenýär.



Bu ýerde gametalar kadaly ýagdaýda emele gelýär, ýöne a gametaly ýumurtga öýjügi köplenç a gametaly sperma öýjügi bilen birigýär, ýagny tohumlanmada selektivlik ýüze çykýar.

Dargama zigotalaryň deň däl ýaşayyş ukyphlygynda hem ýüze çykyp biler. Angliýada iri şahly mallaryň (*Bos taurus*) dekster diýip atlandyrylýan tohumy ösdürilýär. Bu tohum beýleki tohumlardan örän dykyz beden gurluşy bilen tapawutlanýar, göleler geterozigot allele eýe bolýarlar. Kadaly gölelere bolsa kerri diýlip at berilýär, ýagny olar resessiw allelidirler; Dekster tohum öz arasynda çaknyşdyrlanda aşakdaky ýaly nesiller alynýar.



F ₁	1AA : „Buldog“	2Aa : dekster	1aa kerri
----------------	-------------------	------------------	--------------

Göleleriň $\frac{1}{4}$ “Buldog” tohumly bolup, düwünçek döwründe ýa-da dogulan badyna skeletiniň, şol hatarda kelle çanagyň skeletiniň gowşak ösmegi netijesinde ölýärler we 2:1 dargamany emele getirýärler.

Dargamanyň üýtgemesi alamatyň ýüze çykyş häsiýetine baglylykda hem ýüze bolup biler.

Mekgejowende A gen ösümlikde ýaşyl reňki, a – gen sary reňki kesgitleýär. Ýöne sary reňk otnositel pes ýyglykda ýüze çykýar. Şonuň üçin tohumlar baharda gögerse nesillerde dargama 3 ýaşyl, 1 sary görmüşde bolýar.

F₂ gibrid tomusda gögerse ähli ösümlikler ýaşyl reňkli bolýarlar we nesilde dargama ýüze çykmaýar.

Ýokarda gürrüňi edilen dargamalar G. Mendeliň kanunynyň bozulmagyny aňlatmaýar, diňe oňa dürli kanuny ýa-da tötänleýin şertleriň täsiriniň ýetýändigine şaýatlyk edýärler.

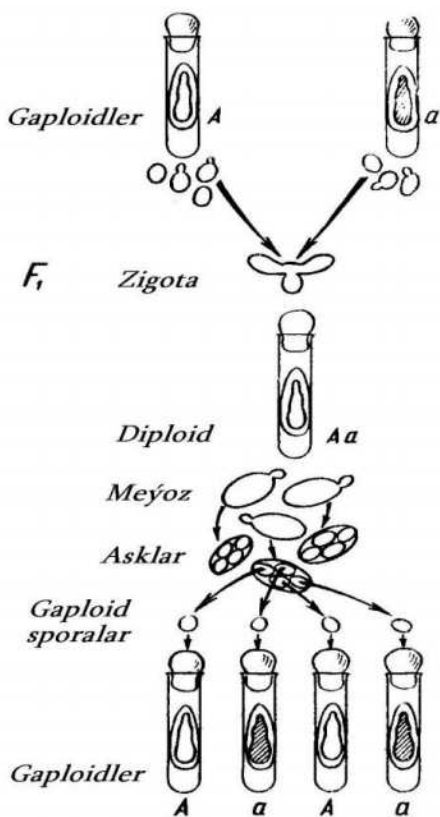
Käbir kömeleklerde we pes gurlan organizmlerde ýekeleýin tetradanyň çäginde dargamanyň geçişini seljerip bolýar. Köp sanly kömeleklerde, mohlarda, suwotularda tohumlanyşdan soň meýoz ýüze çykýar. Şonuň üçin diploid döwrüň dowamlylygy gysgalýar, gaploid döwür bolsa uzak dowamlydyr, onda resessiw we dominant alleliň täsiri aýdyň ýüze çykýar. Pes gurlan organizmleriň bu häsiýeti gametalaryň aýratyn alamatlar boýunça dargamasyny seljermäge we olardan ösüp kemala gelyän gaploid osoblary belli etmäge mümkinçilik berýär.

Tetrada seljermesi. Tetrada seljermesi usuly Mendeliň dargama kanunynyň, meýozyň mehanizmi bilen şertlenendigini subut etmeklige mümkinçilik berýär. Mundan ugur alsak bu kanunlaryň mukdar dälde, eýsem biologiki kanunalaýyklykdygyna düşüňip bolýar. Tetrada seljermesi pes gurlan kömeleklerde heň kömelegi bolan *Neurospora crassa*—da we hamyr maýa kömelegi *Saccharomyces cerevisiae*—de üstünlikli peýdalanyldy. Bu kömeleklerde meýoz netijesinde 4 sany askospora ýa-da torba spora emele gelyär, olar bir sany torbada (askda) ýerleşýärler. Tejribehanada manipulyatoryň kömegi bilen torbalardaky sporalary bölüp aýryp we aýratynlykda ösdürip bolýar.

Hamyr maýa kömeleginde tetrada seljermesiniň geçişi şu aşakdaky ýalydyr (sur. 17).

Bu kömelek görnüşinde gyzyly we ak reňkli koloniýalary duş gelýär. Bu alternatiw alamatlar jübüt alleller: A –ak, a –gyzyly reňkli koloniýa, bilen kesgitlenýär. Gametalar goşulyşanda Aa diploid zigota emele gelýär. Ol hem meýoza girişýär we her bir askda gaploid sporalaryň tetradasy emele gelýär.

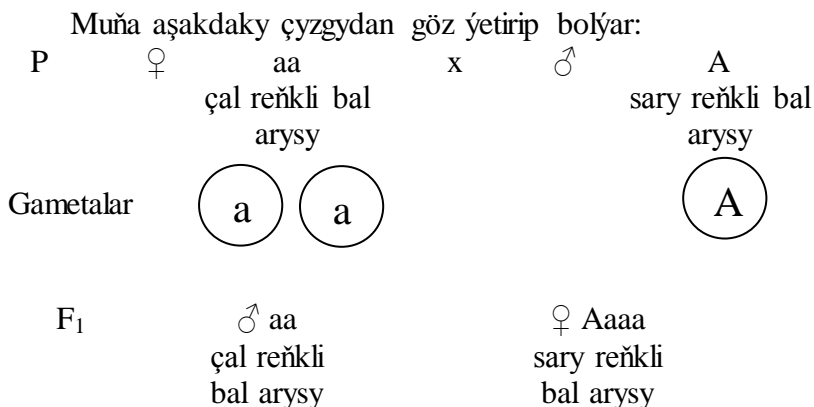
Askalary kesip, her bir spora aýry-aýrylykda ýymitli gaplarda ýerleşdirilse, gaploid öýjükler bölünip başlaýar we 4 sany koloniýany emele getirýär, ýagny 2 sany gyzyly 2 sany ak reňkli koloniýa döreyär, nesillerde 1A : 1a dargama emele gelýär (sur. 17).



Tetrada seljermesinden görnüşü ýaly monogibrid çaknyşdyrmada genleriň dargamasy meýotiki bölünüş netijesidir. Partenogenezde dargama başga häsiýete eýe bolýar. Bal arylarynda (*Apis mellifera*) gaploid ýumurtga öýjügender tohumlananda urkasy ♀, tohumlanmasa erkek ♂ jynsly nesiller emele gelýär. Netijede alamatlaryň nesle geçişiniň häsiýeti hem üýtgeýär.

Sur. 17. Hamyr maýa kömeleginiň *Saccharomyces* koloniýasynyň reňkiniň nesle geçijiliginiň tetrada analizi.

A – ak; a – gyzyly.



Çal reňkli ene bal arysy (aa), sary reňkli (A) erkek bal arysy bilen çaknyşdyrylanda F₁-de gibrid (Aa) sary reňkli ene bal arysy alynýar. Diýmek ýaş köpelişde partenogenetiki nesil enesine meňzeş bolýar.

Androgenezde partenogeneze ters hadysa syn edilýär, sebäbi munda zigota ýumurtga öýjügiň sitoplazmasynyň we spermatozoidiň hasabyna ösýär, hem-de onuň genotipi atanyň genotipi bilen kesgitlenýär. Meselem: tut ýüpek gurçugyň urkaçysynda (*Bombyx mori*) ýumurtgasy AA geni goňur reňklilik alamatyny saklaýar. Tejribehanada ýokary ýylylygyň täsirinde ýumurtga öýjügiň ýadrosy ösdürilip gyzył reňkli tohumly (aa) erkekleri bilen çaknyşdyrýarlar. Netijede tohumyň reňki (a) gyzył reňkli bolýar, ýagny erkeginden alnan alamat nesle geçýär. Şeýlelik bilen androgenezde atalyk alamat nesle geçýär.

Jynsy köpeliş kadaly däl görnüşleriniň ählisinde Mendeliň kanunlaryndan gýşarma ýüze çykýar.

Jynssyz köpelişde mitoz bölünişi bolup geçýär. Ýer tudanasynda miwesiniň gyzył reňki (AA), ak reňkiň üstünden (aa) doly däl dominirleýär, geterozigot nesil (Aa) gymyzy reňkli miweli bolýar. Geterozigota öz-özünden tozanlandyrylanda 1AA gyzył : 2Aa gymyzy : 1aa ak dargama ýüze çykýar. Eger-de geterozigot ösümlik murtjagazlarynyň kömegi bilen köpeldilende

ýaş ösümlükler mitotiki bölüniş netijesinde döreyär we ähli ösümlükler (aa) genotipli, gyrmyzy reňkli bolýar. Vegetatiw ýol bilen köpeldilen ösümligiň nesline, onuň alynan görnüşine meňzeş bolýanlygy üçin *klonlar* diýilýär.

Aýdylanlardan netije çykarsak G.Mendel organizmleriň alamatlarynyň nesillerde çaknyşdyrma geçirilende, ýitirilmän eýsem saklanyp galýandygyny anyklapdyr. Bu bolsa organizmleriň uýgunlaşma häsiýetleriniň nesillerde tebigy seçginiň täsirinde kem-kemden çaknyşdyrma arkaly toplanýandygyny düşündirýär we ewolýusion hadysalaryň sebäbini düşündirýär.

Barlag üçin soraglar.

1. Gibriidiologik seljerme usulynyň aýratynlyklaryny düşündiriň.
2. G.Mendeliň dominirlenme we dargama kanunlarynyň mazmunyny beýan ediň.
3. Seljeriji çaknyşdyrmanyň ähmiýetini düşündiriň.
4. Doly däl dominirlenme hadysasyna degişli mysallar getiriň.

Digibrid we poligibrid çaknyşdyrmada nesle geçijilik.

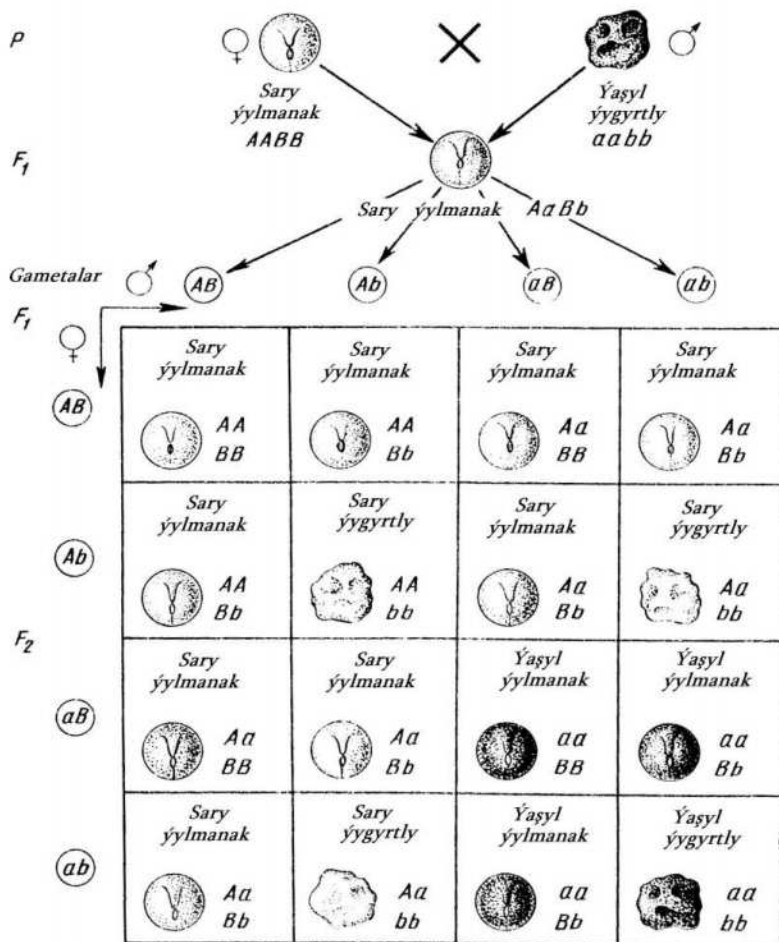
Iki jübüt alternatiw alamaty boýunça tapawutlanýan organizmleriň çaknyşdyrylmagyndan alynýan gibride digeterozigota, şeýle çaknyşdyrma bolsa *digibrid çaknyşdyrma* diýilýär.

G.Mendel digibrid çaknyşdyrma üçin nohudyň bir wagtda iki jübüt alamaty boýunça tapawutlanýan iki gomozigot neslini alypdyr. Enelik ösümlik ýylmanak, sary reňkli tohumly, atalyk ösümlik ýygirtly, ýaşyl reňkli tohumly bolupdyr.

Bu çaknyşdyrmada F_1 -de ýylmanak şekilli nohut tohumy ýygirtlylygyň üstünden, tohumyň sary reňki ýaşylyň üstünden dominirleýär.

Muny yzarlamak üçin B – ýylmanak; b – ýygirtly

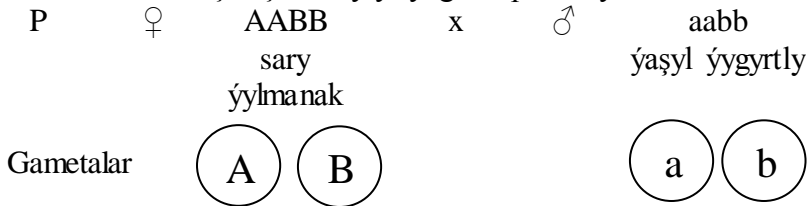
A – sary; a – ýaşyl reňkli nohut diýlip belläliň. Bu ýer-de allel däl genler başga harplar bilen belgilenmelidir (sur. 18).



Sur. 18. Nohut ösümliginiň tohumynyň reňkiniň we formasynyň nesle geçijiligi:

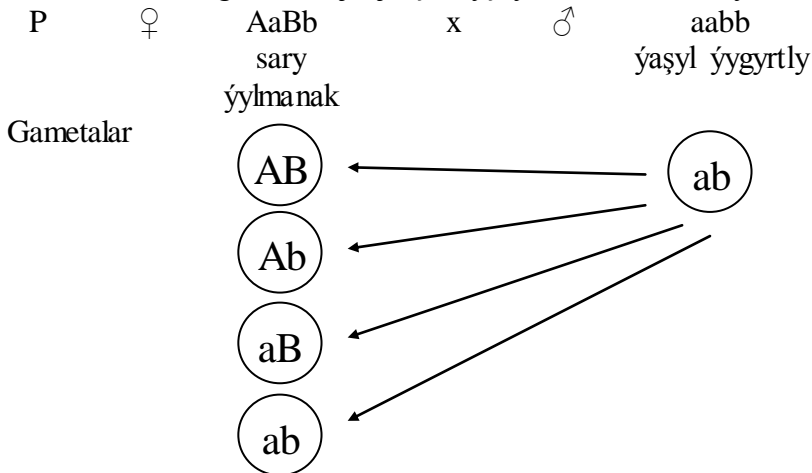
A – sary, a – ýaşyl, B – ýylmanak, b – ýygýrtly.

Ata-eneler şu aşakdaky ýaly genotipli bolýar.



F₁ A a B b
 sary ýylmanak
 nohut

Mendel F₁ gibridi seljeriji çaknyşdyrma sezewar edýär.

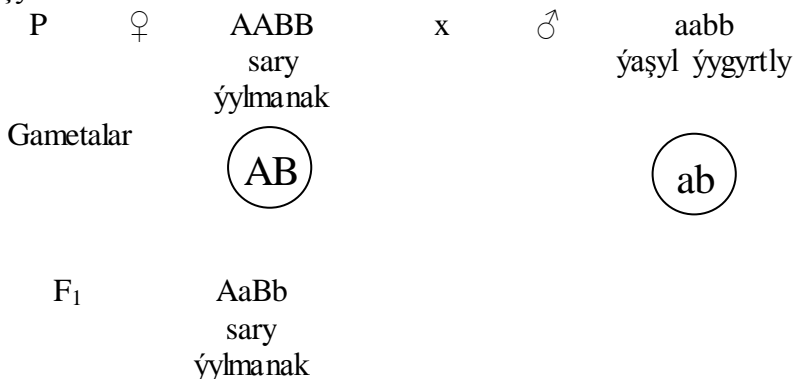


F₁ A a B b A a b b a a B b a a b b
 sary sary ýaşyl ýaşyl
 ýylmanak ýgyrtly ýylmanak ýgyrtly

G.Mendel aýry-aýry alamatlary boýunça seljerende F₁-de ortaça 106 ýylmanak, 102 ýygirtly, 104 sary, 104 ýaşyl nohut tohumyny alypdyr .

Bu nesilde F₁-de 1:1 dargama ýüze çykýar. Çaknyşdyrma netijesinde alamatlaryň täze utgaşmalarynyň emele gelmegine *kombinativ üýtgeýjilik* diýilýär. Bu üýtgeýjilik haýwanlaryň täze tohumlaryny, ösümlükleriň täze sortlaryny almak üçin çaknyşdyrma geçirilende giňden peýdalanylýar.

G.Mendel F₁ gibridi öz-özünden tozanlandylanda 556 nohut tohumyny alyp, şolardan 315 ýylmanak sary, 101 ýygirtly sary, 108 ýylmanak ýaşyl we 32-si, ýygirtly ýaşyl bolupdyr. Ol digeterozigotada her bir jübüt alleliň özüni nähili alyp barýandygyny anyklamak üçin alamaty aýratyn sanamak usulyny peýdalanyndyr. F₂-däki 556 tohum iki topara bölünýär: daşky şekili boýunça 423 ýylmanak we 133 ýygirtly, reňki boýunça 416 sary we 140 ýaşyl, şundan ugur alsak nesilde 3:1 dargama bolup geçýär.



F₂

Game talar ♀ ♂	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB sary ýylmanak	AABb sary ýylmanak	AaBB sary ýylmanak	AaBb sary ýylmanak
Ab	AABb sary ýylmanak	Aabb sary ýygýrtly	AaBb sary ýylmanak	Aabb sary ýygýrtly
aB	AaBB sary ýylmanak	AaBb sary ýylmanak	aaBB ýaşyl ýylmanak	aaBb ýaşyl ýylmanak
ab	AaBb sary ýylmanak	Aabb sary ýygýrtly	aaBb ýaşyl ýylmanak	aabb ýaşyl ýygýrtly

Matematiki usul bilen Pennetiň gözenegine görä alleller
hasaplanylýanda $\frac{3}{4} * \frac{3}{4} = \frac{9}{16}$ sary ýylmanak

$$\frac{3}{4} * \frac{1}{4} = \frac{3}{16} \text{ ýaşyl ýylmanak}$$

$$\frac{1}{4} * \frac{3}{4} = \frac{3}{16} \text{ sary ýygýrtly}$$

$$\frac{1}{4} * \frac{1}{4} = \frac{1}{16} \text{ ýaşyl ýygýrtly nesil alynýar.}$$

$$\text{Aýry-aýry tötänlikler köpeldilende fenotipiki } \frac{9}{16} : \frac{3}{16} : \frac{3}{16} : \frac{1}{16} =$$

= 9 ýylmanak sary : 3 ýylmanak ýaşyl : 3 ýygýrtly sary : 1 ýygýrtly ýaşyl nesil emele gelýär, ýagny

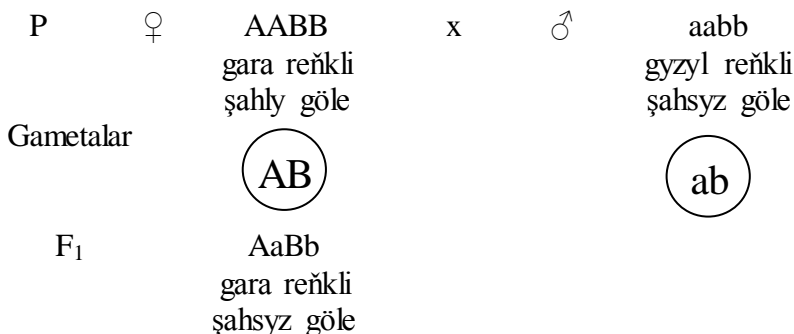
Pennetiň gözenegindäki ýaly dargama alynýar.

F₂-de allelomorf däl almatlaryň iki täze utgaşmasy nesilde sary ýygrytly we ýaşyl ýylmanak nohudyň ýüze çykmagyna getirýär, ýagny kombinativ üýtgeýjilik ýüze çykýar.

Çaknyşdyrmada almatlaryň jübütiniň garaşsyz nesle geçmegi ýa-da erkin kombinirlenmegi ýa-da utgaşmasy **Mendeliň III kanuny** adyny aldy.

Almatlaryň garaşsyz nesle geçişiniň ýene-de bir mysalyny iri şahly mallarda derisiniň reňkiniň we şahlylygynyň nesle geçişinde görüp bolýar .

Berlen: A – gara reňkli göle
a – gyzyl reňkli göle
B – şahsyz göle
b – şahly göle



F₂-de

Gametalar ♂ ♀	AB	Ab	aB	ab
AB	AABB gara şahsyz	AABb gara şahsyz	AaBB gara şahsyz	AaBb gara şahsyz
Ab	AABb gara şahsyz	Aabb gara şahly	AaBb gara şahsyz	Aabb gara şahly
aB	AaBB gara şahsyz	AaBb gara şahsyz	aaBB gyzyl şahsyz	aaBb gyzyl şahsyz
ab	AaBb gara şahsyz	Aabb gara şahly	aaBb gyzyl şahsyz	aabb gyzyl şahly

Digibrid çaknyşdyrmada genotipiki dargama şu aşakdaky ýalydyr.

1AA BB, 2Aa BB, 2AA Bb, 4Aa Bb, 1AA bb, 2Aa bb, 1aa BB, 2aa Bb we 1 aa bb.

F₂-de emele gelyän 1:2:2:4:1:2:1:2:1 dargama iki sany monogibrid çaknyşdyrmadaky dargamanyň 1AA : 2Aa : 1aa we 1BB : 2Bb : 1bb jeminden ybaratdyr.

Diýmek digibrid çaknyşdyrma alleleriň her bir jübüti boýunça 1:2:1 dargamany şöhlelendirýär.

Doly dominirlenmede gomozigotlar fenotipi boýunça geterozigotalardan tapawutlanmaýar. Meselem: AABB, AABb we AaBb-den tapawutsyzdyr. Genetikada meňzeş fenotiplere *fenotipiki radikallar* diýilýär. Fenotipiki radikal genotipiň fenotipi aňladýan bölegini düzýär. Ýokardaky 4 genotip üçin fenotipiki radikal A – B - hasaplanýar.

F₂ – de fenotipiki radikal :

9A–B– : 3A–bb : 3aaB– : 1aa bb görmüşde bolýar.

Sitologlar meýozda gomologiki däl hromosomalaryň özüni alyp barşy bilen genleriň garaşsyz utgaşmasynyň arasynda parallelizmiň barlygy hakyndaky garaşýy öňe sürdüler. bu bolsa nesle geçijiligiň hromosoma nazarýetiniň döredilmeginde ilkinji basgançak boldy.

Meýoz bölünişiň I profazasynda gomologik hromosomalar konýugasiýa geçýärler, anafazada bolsa gomologik hromosomalaryň biri saga, beýlekisi bolsa çepe tarap çekilýärler, şol pursatda gomologik däl hromosomalar öýjügiň polýuslaryna dartylanda biri-birinden garaşsyz erkin kombinirlenýärler. Tohumlanyş mahalynda gaploid düzüimli gametalar goşulyşyp zigota emele getirende meýozda bir-birinden aýrylyşan gomologik hromosomalar täzeden birikýärler we netijede hromosomalaryň diploid sany dikelýär. Düşünmek üçin her hromosoma bir sany gen saklaýar diýip hasap edeliň. Digibrid çaknyşdyrmada hromosomalaryň özüni alyp baryş ýagdaýyna syn edeliň (sur. 19). Suratda gomologik däl hromosomalar dürli ululykda, bir jübüti uzyn, beýlekisi gysga şekillendirildi.

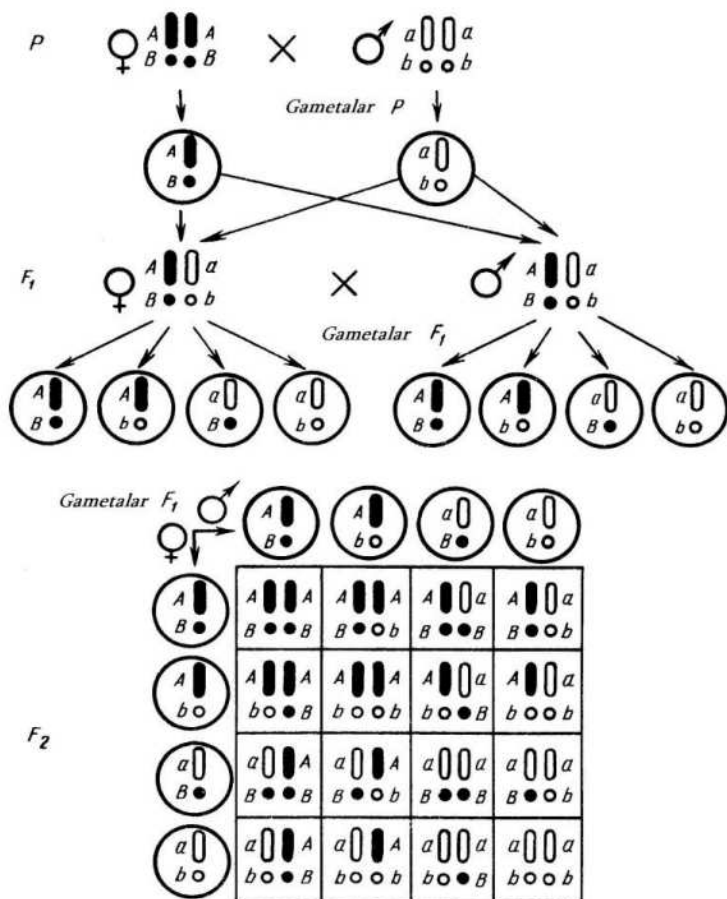
Uzyn hromosomalar A ýa-da a, gysgalary B ýa-da b alleli saklaýarlar, ýagny bu iki jübüt alleller gomologik däl hromosomalarda ýerleşýärler. Gomologik hromosomalarda genleriň ýerleşişini aşakdaky ýaly tertipde bolar:

A
a

Digeterozigotanyň formulasyny (AaBb) bolsa şeýle görmüşde ýazyp bolar:

AB
a b

Şundan ugur alsak gametalary:
A B, a b görnüşde görkezip bolýar.



Sur. 19. Digibrid galkynyşdyrmada gomologik we gomologik däl hromosomalaryň nesillere geçirilmeginiň shemasy.

Gibrid organizmlerde AaBb meýoz prosesinde, anafazada her bir jübüt gomologik hromosomalar polýuslara tarap dartylýarlar, gomologik däl hromosomalar bolsa polýuslarda ähli mümkin bolan ýagdaýlarda tötänleýin kombinirlenýärler. Atalyk we enelik gametalar emele gelende digeterozigotada dört dürli utgaşma AB, aB, Ab, ab mümkindir.

Tohumlanyşda gametalaryň birikmegi tötänleýin utgaşma arkaly ähli gametalar üçin deň ähtimallykda bolup geçýär. 19-njy suratdan görnüşi ýaly F_2 -de zigotalaryň ähli mümkin bolan görnüşleri ýüze çykýar. Bu edil 9:3:3:1 görnüşli çaknyşdyrmadaky ýaly gatnaşykda bolup geçýär.

Sitologiýanyň we genetikanyň bu gazananlary ylmy sinteziň netijesidir, sitologiýa we genetika bu umumylaşdyrmalara, netijelere dürli wagtda, biri-birinden garaşsyz geldiler.

Jübüt alternatiw alamatlaryň garaşsyz utgaşmak prinsipi F_2 -de fenotipiki dargamany suratlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Monogibrid çaknyşdyrmada $(3+1)^1 = 3:1$, 2 klas.

Digibrid çaknyşdyrmada $(3+1)^2 = 9:3:3:1$, 4 klas.

Trigibrid çaknyşdyrmada $(3+1)^3 = 27:9:9:9:3:3:3:1$, 8 klas fenotip emele gelýär.

Şunuň ýaly ýol bilen gibridleriň birinji neslinde emele gelýän gametalaryň görnüşleriniň sanyny, F_2 -de gametalaryň kombinasiýalarynyň sanyny hasaplap bolýar. Monogibridde (A) (a) 2 dürli gameta emele gelýär, 2; digibridde $2^2=4$, 4 dürli; trigibridde $2^3=8$, 8 dürli gameta alynýar. F_1 emele gelýän gametalaryň sany 2^n formula bilen aňladylýar.

Gibridlerde döreyän gametalaryň görnüşleri bilen olardan emele gelýän genotipleriň utgaşmalarynyň sany deň gelmeýär. Meselem: monogibridde gametalaryň iki dürlüsi we $4^1=4$ sany utgaşma emele gelýär (tablisa 1).

1AA : 2 Aa : 1 aa, 4^1

Digibridde $4^2 = 16$, trigibridde $4^3 = 64$ utgaşma alynýar.

Tablisa 1.

Çaknyşdyrmanyň dürli görnüşlerinde gibridlerde gametalaryň emele gelmeginiň we olaryň nesillerde dargamasynyň mukdar kanunalaýyklyklary.

Hasaba alynýan hadysa	Çaknyşdyrmanyň görnüşü.		
	monogibrid	digibrid	poligibrid
F ₁ –de gibridiň emele getirýän gametalarynyň görnüşleriniň sany.	2	2 ²	2 ⁿ
F ₂ –de emele gelyän gametalaryň utgaşmalarynyň sany.	4	4 ⁴	4 ⁿ
F ₂ –däki fenotipleriň sany.	2	2 ²	2 ⁿ
F ₂ –däki genotipleriň sany.	3	3 ²	3 ⁿ
F ₂ –däki fenotipiki dargama	3+1	(3+1) ²	(3+1) ⁿ
F ₂ –däki genotipiki dargama	1+2+1	(1+2+1) ²	(1+2+1) ⁿ

Adamda bar bolan 23 jübüt hromosomanyň her haýsysy 1 jübüt alleli saklaýar diýip çaklasak, onda gibridiň gametalarynyň görnüşleriniň sany 8 388608-e barabar bolýar, olaryň mümkin bolan utgaşmalarynyň sany – 70368 744177664-e ýeter. Ýokarda agzalan mysallar alamatlaryň garaşsyz utgaşmalarynyň, nesillerdäki köpdürlüligiň baş çeşmesidigini görkezýär.

Barlag üçin soraglar.

1. Digeterozigot nesiller özara çyknyşdyrylanda gametalaryň utgaşyş ýollaryny düşündiriň.
2. G. Mendeliň III kanunynyň mazmunyny beýan ediň.
3. Digibrid çaknyşdyrmanyň düzgünleriniň sitologik barlaglar esasynda subut edilişini düşündiriň.
4. Gibridleriniň dürli görnüşlerinde fenotipik we genotipik dargamanyň umumy formulasyna görä hasaplamalary geçiriň.

Allel däl genleriň özara täsirinde nesle geçiş.

Digibrid çaknyşdyrmada fenotipiki dargama 9:3:3:1 görnüşde, hromosomada genler özara täsirleşmedik halatynda bolýar. Almatyň kemala gelmegi hususy ösüşiň dowamynda bolýar we bir geniň täsirinde däl-de genotipiň genleriniň jeminiň täsirinde, daşky gurşaw bilen baglanyşykda bolup geçýär. Şonuň üçin hem nesle geçijiligiň kanunlary fenotip boýunça seljerilende diňe bir hromosomalaryň we olaryň genleriniň paýlanmak we utgaşmak häsiýetini öwrenmän, eýsem ontogeneizde genleriň özara täsirini hem öwrenmek zerurdyr.

Gen organizmiň alamatlaryny determinirleýän, funksional häsiýetlere eýedir. Öňden beýan eden maglumatlarymyzdan mälim bolşy ýaly, gen öz täsirinde diskrettdir, ol aýratyn biohimiki reaksiýanyň bolmagyny ýa-da bolmazlygyny kesgitleýär, mundan bolsa, organizmiň kesgitli alamatynyň ösmegi ýa-da basylyp ýatyrylmagy baglydyr. Eger-de birnäçe gen haýsydyr bir alamaty kesgitlese (adamyň gözüniň reňki, bugdaý sümmüliniň uzynlygy we başg.), olar özarasýnda täsirleşmelidir.

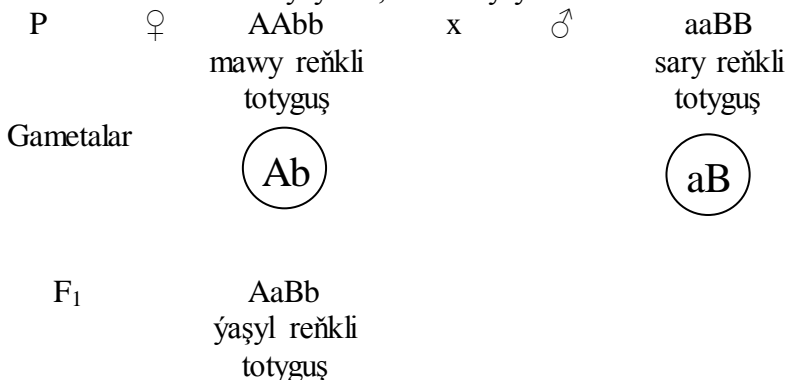
Dürli görnüşlere degişli organizmler üçin kabul edilen, genleriň ýörite atlandyrylyşy bardyr. Genleri belgilemek üçin, şol geniň kesgitleýän alamatynyň adynyň ilkinji bir ýa-da iki harpy peýdalanylýar. Genleriň atlary köplenç iňlis ýa-da latyn dilinde berilýär. Meselem: towuklarda (*Gallus domesticus*) girdenek boýlulugy kesgitleýän geniň resessiw alleli dw (dwarf -girdenek), onuň kadaly boýlulugy aňladýan dominant alleli Dw, mekgejöweniň endospermasynyň sary reňkini aňladýan geniň resessiw alleli Y (Yellow –sary) harpy bilen belgilenýär. Kähalatlarda dominat allel “+”, belgisi bilen, meselem: dw⁺, y⁺ bilen belleniýär.

Genleriň özara täsiriniň 3 sany görnüşi mälimdir.

Komplementarlylyk. Iki ýa-da birnäçe dominat geniň genotipde bilelikde bolanlarynda (A–B–), her geniň aýry-aýry täsiri bilen deňeşdirilende (A– bb ýa-da aa B–), başga täze alamatyň ýüze çykyşyny şertlendirmekligine *komplementarlyk* diýilýär. Genleriň komplementar özara täsirinde nesillerde 9:3:3:1, 9:7, 9:3:4 görnüşli fenotipik dargamalar bolup biler. Komplementar özara täsirdäki **9:3:3:1 dargama** aşakdaky ýaly bolýar:

Totyguşlarda (*Melophittacus undulatus*) ýelekleriniň reňki mawy we sary bolýar. Bu iki reňk ýaşyl reňke görä resessiw, ak reňke görä dominantdyr. Mawy reňkli totyguşlar, sary reňkliler bilen çaknyşdyrylanda F₂-de 4 sany fenotipiki topara: 9 ýaşyl, 3 mawy, 3 sary, 1 – ak reňkli totyguş dargama bolýar.

Berlen: A – mawy ýelek, B – sary ýelek.



Soňra şu genotipli gibridler özara çaknyşdyrylanda F₂-de aşakdaky dargama alynýar:

F₂ 9A–B– : 3 aaB– : 3A–bb : 1aabb

ýaşyl sary mawy ak reňkli totyguş.

Çaknyşdyrmadan alynan nesilleriň dargamasynda görşümiz ýaly, dürli genleriň dominat alleleri bir genotipe düşende komplementarlylyk ýüze çykýar.

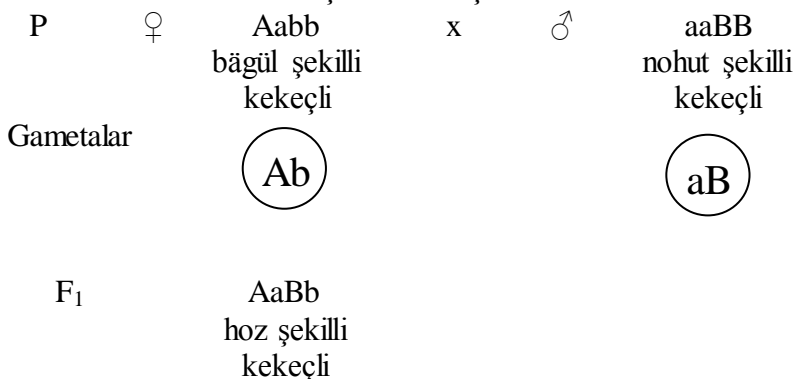
Biohimiki seljerme geçirilende, ýaşyl reňkiň pigmentiniň mawy we sary reňkiň pigmentleriniň garyşmagyndan emele gelýändigini belli edildi. B allel dominant bolup, aa BB genotipde ýeleğiň sary reňkini, A allel dominant bolup AA bb genotipde mawy reňkini ýüze çykarýar.

F₁ – de bolsa Aa Bb dominant alleller birigýärler we ýaşyl reňk ýüze çykýar, F₂ – de aabb genotipde ak reňk ýa-da reňksizlik ýüze çykýar.

Komplementarlylygyň bu görnüşine towuklaryň kekejiniň şekiliniň nesle geçijiliginde hem syn edilýär.

Berlen: A – bagül şekilli kekeç

B – hohut şekilli kekeç.



Hoz şekilli kekeçli genotipleri bolan nesiller özara çaknyşdyrylanda F₂-de aşakdaky dargama alynýar.

F₂ 9 A – B – : 3 A – bb : 3 aa B – : 1 aa bb

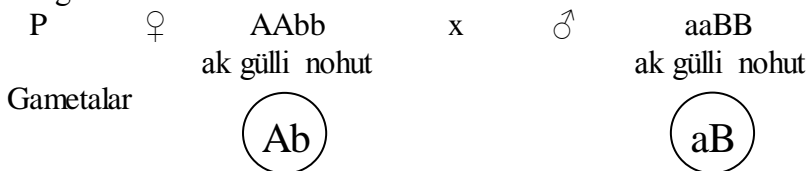
hoz şekilli bägül şekilli nohut şekilli ýaprak
şekilli kekeçli nesil.

Bulardan başgada komplementarlylygyň şu görnüşini norkalaryň ýüňüniň reňkiniň, burçuň miwesiniň reňkiniň nesle geçijiliginde we başg. ýüze çykýar.

9:7 görnüşli dargama. Komplementarlylygyň bu görnüşinde her bir dominant geniň dürli hromosoma jübütine

düşenligi sebäpli özbaşdak fenotipi bolmaýar. Meselem: bag nohudynda gülüniň reňki şu aşakdaky görnüşde nesle geçýär:

Berlen: A – B ak güller, AB – “purpur” ýa-da goýy gyzyl reňkli güller

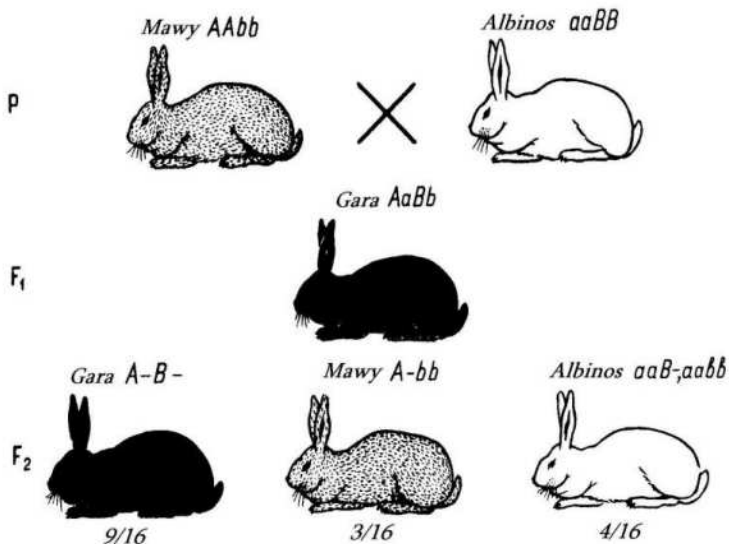


F₁ AaBb
 „purpur“ ýa-
 da goýy
 gyzyl reňkli
 gülli nohut

F₁ genotipli nesiller özara çaknyşdyrylanda F₂-de aşakdaky dargama alynýar:

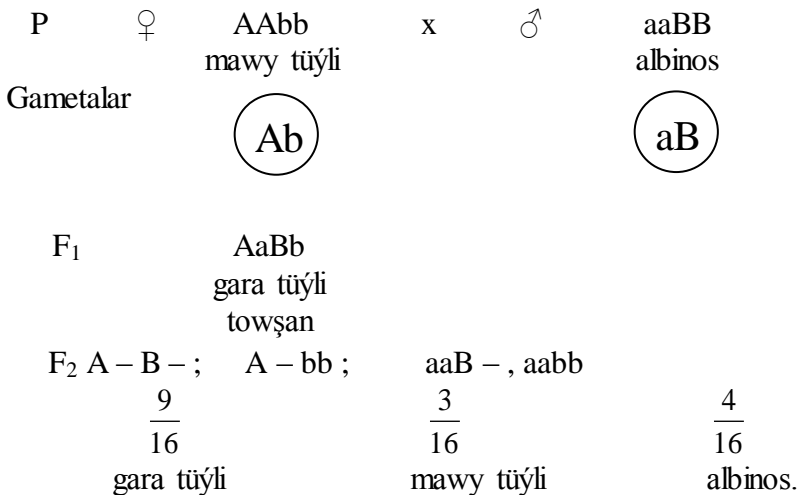
F ₂	9 A – B –	:	7 (A – bb, aaB –, aabb)
	purpur (goýy gyzyl)gülli nohut		ak gülli nohut.

9:3:4 görnüşli dargama. Iki geniň dominant we resessiw alleleri özbaşdak ýüze çykanlarynda, deňişlilikde F₂-de dargamanyň häsiýeti-de üýtgeýär. Meselem: öý towşanlarynyň tüýüniň – mawy, gara we ak reňki şu aşakdaky ýaly nesle geçýär (sur. 20).



Sur. 20. Öý towşanlarynda ýüňleriniň reňkiniň nesle geçişi (komplementarlyk). Ýüňüň reňki: A – reňklenmesi; a – reňksiz-albinizm; B – gara; b – mawy.

Berlen: A – reňkiň bolmagy. a – reňksiz. B – gara reňk. b – mawy reňk.



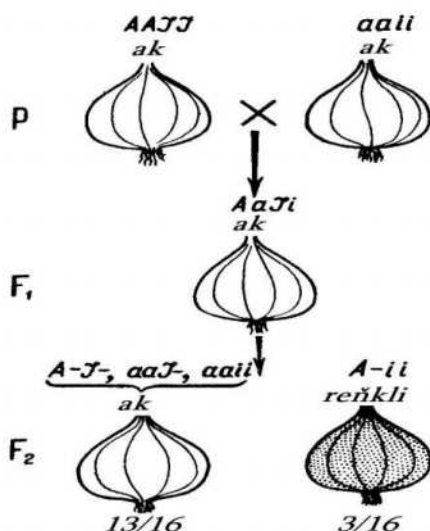
Genetik alymlar komplementarlygyň bu görnüşiniň mehanizmini öwrendiler. A – gen tirozinaza fermentiniň sintezini üpjün edýär, ol hem melanin pigmentiniň biosintezini sazlaýar, onuň resessiw alleli a işjeňligi pes fermenti öndürýär. Netijede aa genotipli towşanlar albinos tüýlüdir. B – gen pigmentiň şekilini öz barlagynda (kontrollýgynda) saklaýar. B – dominant allel melanosit öýjügiň kadaly şekilini şertlendirýär, şonuň üçin onuň sintezleýän fermenti gara bolýar. b – allel melanositiň şekilini üýtgedýär, ondaky pigment harsaň tokga ýygnanýar we mawy reňkli bolup kabul edilýär.

Ýöne melanositiň şekilin-den garaşsyzlykda aa genotipli towşanlar pigment emele getirmäge ukupsyzdyrlar.

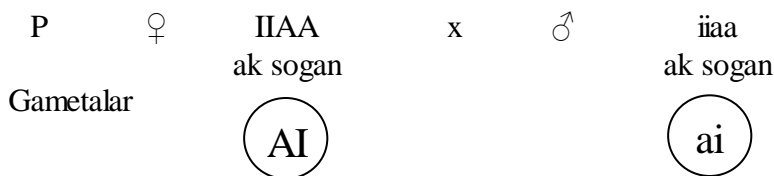
Genleriň epistaz özara täsiri , bir jübüt allel dominant geniň täsiriniň, beýleki bir jübüt allel dominant gen tarapyndan basylyp ýatyrylmagynyň netijesinde döreýär , ýagny bir geniň täsirini başga gen basyp ýatyrýar.

Meselem: $A > B$, $B > A$, $a > B$, $b > A$. Genetikada beýleki genleriň täsirini basyp ýatyrýan genlere *supressorlar* ýa-da *ingibitorlar* diýilýär. Epistaz dominant we resessiw görnüşde bolup biler. Supressor genler haýwanlarda, ösümlüklerde we mikroorganizmlerde hem bellidir. Olar I ýa-da S harpy bilen bellenýär. **Dominant epistazda** bir dominant gen, beýleki geniň täsirini basyp ýatyrýar.

Genleriň epistaz özara täsirindäki 13:3 dargama. Soganyň (*Allium cepa*) iki sany ak reňkli soganlykly formasy çaknyşdyrylanda, F_1 gibrid ak soganlykly bolýar. F_2 –de 13 sany ak, 3 sany gyzyl sogan alynýar (sur. 21).



Sur. 21. Soganyň *Allium cepa* düýbüniň (lukowisasynyň) reňkiniň nesle geçişi (epistaz): A – reňklenmegi; a – reňksizlik, I – reňki basyp ýatryrýjy gen, i – reňkiň ýüze çykmagyny basyp ýatyrmaýan gen.



F₁ $Ii Aa$
ak sogan

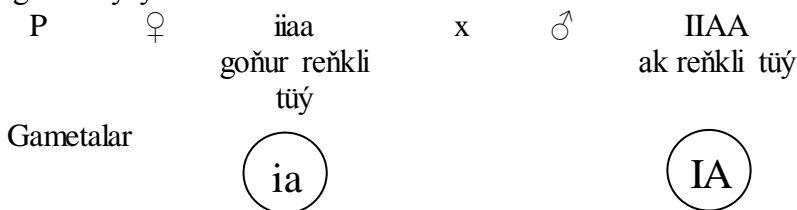
F₂ $I - A -$, $I aa -$, $ii aa$ 13; $ii - A$ 3
 $\frac{13}{16}$ sany ak, $\frac{3}{16}$ sany gyzyl sogan bolýar.

Dargamanyň häsiýeti soganlygynyň reňkiniň iki gen tarapyndan kesgitleýändigini görkezýär. Diýmek, çaknyşdyrylan

ösümlikleriň birinde gizlin ýagdaýda gyzyly reňkiň geni saklanýar, ýöne onuň täsiri inhibitor geni tarapyndan basylyp ýatyrylýar. Degişlikde şu genotipli ösümlikde ak reňklilik aýratyn alnan reňksizlik geni tarapyndan däl-de, eýsem reňkliligi basyp ýatyrýan gen arkaly kesgitlenýär.

A – allel soganyň reňklenen bolmagyny, a – reňksizligi, I – reňkliligiň inhibitoryny, i – allel reňki basyp ýatyrmaýan geni aňladýar. Onda ata-ene ösümlikler IIAA we iiaa genotipli bolýar. F₁ gibrid IiAa genotipi alyar. Bu ösümlikler reňksiz bolýar. F₂-de $\frac{13}{16}$ ösümlik reňksiz, $\frac{3}{16}$ ösümlik reňkli soganylykly bolýar.

12:3:1 dargama. Dominat epistaz F₂-de fenotipi boýunça 12:3:1 dargama hem berip biler. Bu halatda resessiw gomozigot genotip özboşlygy fenotipe eýe bolýar. Meselem: ak reňkli tüýli bolan itler goňur reňkli itler bilen çaknyşdyrylanda F₁ ak reňkleri alynýar, F₂-de $\frac{12}{16}$ sany ak reňkli, $\frac{3}{16}$ gara we $\frac{1}{16}$ goňur reňkli dargama alynýar.



F₁ IiAa
ak reňkli tüý

F ₂ I – A – , I – aa ;	ii A – ;	ii aa
$\frac{12}{16}$ ak	$\frac{3}{16}$ gara	$\frac{1}{16}$ goňur

Bu çaknyşdyrmada: A – gara reňkliligi, a – goňur reňkliligi, I – reňkiň inhibitoryňy, i – inhibitoryň ýoklugyny aňladýar.

Epistazyň şuna meňzeş görnüşi kädiniň miwesiniň reňkiniň, dowarlaryň ýüňüniň reňkiniň nesle geçijiliginde we beýleki halatlarda duş gelýär. Bir geniň resessiw alleliniň, gomozigot halda, beýleki geniň dominant ýa-da resessiw alleliniň $aa>B-$ we $aa>bb$, ýüze çykmagyna mümkinçilik bermezligine *resessiw epistaz* diýilýär.

Nesillerde fenotipik 9:3:4 dargama genleriň komplementar täsiri hökmünde seredildi. Ýöne bu haly, resessiw epistaz hökümünde hem garap bolar.

Öý towşanlarynda mawy, gara we ak reňkiň nesle geçişindäki mysalda $aa>B-$, $aa>bb$, görnüşde resessiw epistaz geçýär, sebäbi a –gen gomozigot halda pigmentiň emele gelmegini saklaýar we B geniň täsiriniň ýüze çykmagyna päsgel berýär.

Digibrid çaknyşdyrmada genleriň komplementar özara täsiri ýüze çykanda fenotipiki 9:7 dargamada. ikileýin resessiw epistaza degişlidir. Sebäbi her bir geniň resessiw alleli gomozigot halda bir wagtda resiprok ýagdaýda komplementar geniň dominant alleliniň täsirini, ýagny $aa B-$ - ni, $bb A-$ -ny basyp ýatyrýar.

Genleriň polimeriýa täsiri. Organizmlerde mukdar alamatlarynyň ösüşini kadalaşdyrýan allel däl genleriň özara täsirine *polimeriýa* diýilýär. Polimer genler hakyky alleller däldiler, olar birmeňzeş, bir ugur boýunça täsir edýärler. Organizmlerde mukdar taýdan baha berilýän alamatlara, haýwanyň agramy we ösüş depgini, guşuň ýumurtgalarynyň sany, uzunlygy, gül täjiniň ýapraklarynyň sany, mekgejöweniň başyndaky däneleriň hatary, miweleriniň agramy, ösümligiň tohumynda, kök miwelerinde saklanýan witaminleriň beloklaryň mukdary we beýlekiler degişlidir.

Genotipinde dürli sanda bolan bir geniň allelleriniň täsiri özboluşly aýratynlyklara eýedir. Meselem: mekgejöweniň

dänesiniň endospermünde A witamininiň saklanyş mukdary y geniň dominant allelleriniň mukdaryna baglydyr. Endosperm öýjükleri hromosomayň 3 essesini ýa-da toplumyny saklaýar. Degişlilikde, çaknyşdyrma ýoly bilen mekgejoweniň endosperminiň 4 dürli genotipini alyp bolýar.

Dürli genotiplerdäki mekgejowende saklanýan A witamininiň mukdary aşakdaky ýaly bolýar:

Endosperm y y y 0,05 (işjeňlik birligi).

Endosperm Yy 2,25

Endosperm YYy 5,00

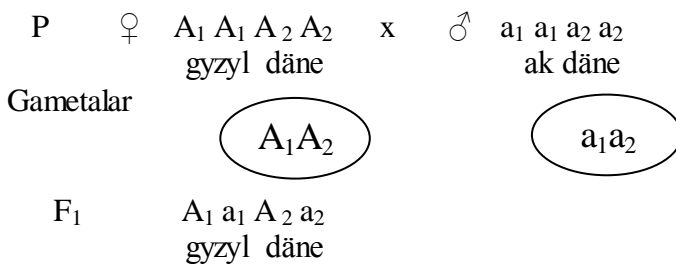
Endosperm YYY 7,50

Bu maglumatlara görä dominat Y geniň bir birligi takmynan A witamininiň 2,25–2,50 işjeňlik birligine gabat gelýär. Geniň sanynyň artmagy bilen onuň täsiri jemlenýär ýa-da kumulirlenýär. Şwesiýaly genetik G.Nilson–Ele 1908-nji ýylda bugdaýyň gyzyly we ak däneli sortlaryny çaknyşdyryp F_2 -de 3:1 dargamany alypdyr.

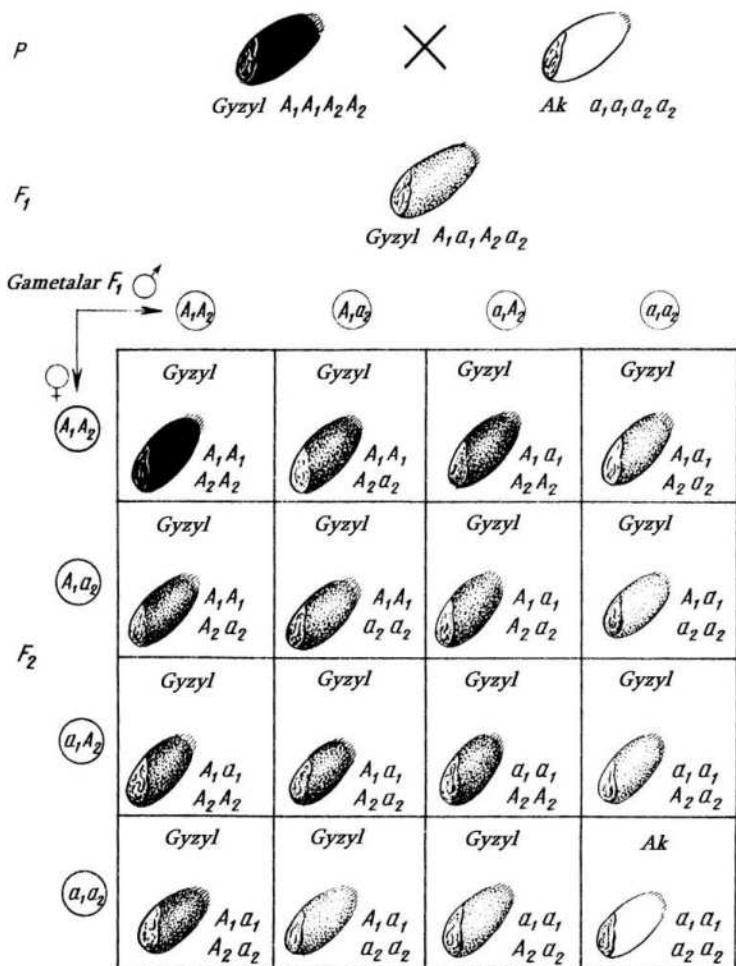
Ýöne, bugdaýyň bu alamatlary boýunça tapawutlanýan başga liniýalary çaknyşdyrylanda F_2 -de $\frac{15}{16}$ gyzyly, $\frac{1}{16}$ ak reňkli dänäniň emele gelmegine getirýän dargama syn edilýär.

Birinji topar nesillerde dänäniň reňki garamtyldan açyk gyzyly çenli aralykda üýtgeýär (sur. 22).

Dänäniň reňkiniň garamtyl gyzyldan, açyk gyzyly çenli bolmagyny şöhlelendirýän çaknyşdyrmanyň ýazylyşy:



Gametalar ♂ ♀	$A_1 A_2$	$A_1 a_2$	$a_1 A_2$	$a_1 a_2$
$A_1 A_2$	$A_1 A_1 A_2 A_2$ gyzył дәне	$A_1 A_1 A_2 a_2$ gyzył дәне	$A_1 a_1 A_2 A_2$ gyzył дәне	$A_1 a_1 A_2 a_2$ gyzył дәне
$A_1 a_2$	$A_1 A_1 A_2 a_2$ gyzył дәне	$A_1 A_1 a_2 a_2$ gyzył дәне	$A_1 a_1 A_2 a_2$ gyzył дәне	$A_1 a_1 a_2 a_2$ gyzył дәне
$a_1 A_2$	$A_1 a_1 A_2 A_2$ gyzył дәне	$A_1 a_1 A_2 a_2$ gyzył дәне	$a_1 a_1 A_2 A_2$ gyzył дәне	$a_1 a_1 A_2 a_2$ gyzył дәне
$a_1 a_2$	$A_1 a_1 A_2 a_2$ gyzył дәне	$A_1 a_1 a_2 a_2$ gyzył дәне	$a_1 a_1 A_2 a_2$ gyzył дәне	$a_1 a_1 a_2 a_2$ ak дәне



Sur. 22. Bugdaýyň dānesiniñ reňkiniñ nesle geçişi (polimeriya).

F₂-de A₁ A₁ A₂ A₂ genotip dänäniň has intensiw reňkini kesgitleýär, $\frac{4}{16}$ däne A₁A₁A₂a₂ 3 dominant alleli; $\frac{6}{16}$ däne

A₁a₁A₂a₂ 2 dominant alleli; $\frac{4}{16}$ däne A₁a₁a₂a₂ 1 dominant alleli

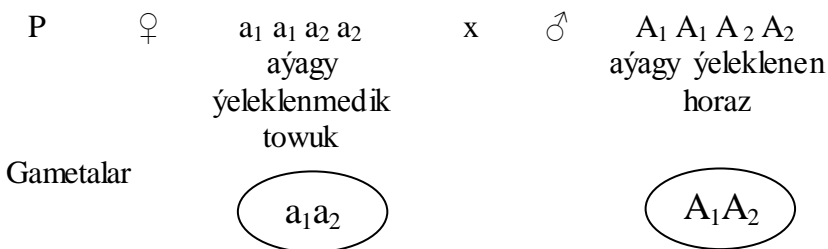
saklaýar. Bu genotipler açyk gyzyldan agymtyl gyzyr reňke çenli aralyk reňki alýar. Diýmek, genotipde dominant alleliň sany dänäniň reňkiniň ýitiligini kesgitleýär. Genleriň täsiriniň bu görnüşine *kumulýativ polimeriýa* diýilýär. F₂ 1: 4: 6: 4: 1.

Adamlarda deriniň pigmentasiýasy, boýlarynyň uzynlygy polimer genler arkaly nesle geçýär. Garaýagyz adam, ak derili gyz bilen nikalaşsa, çagalarynyň reňki aralyk (mulat) bolýar. Mulatlar nikalaşsalar olaryň çagalarynyň beden reňki garadan ak reňke çenli dürli öwürgünleri alyp biler, sebäbi bu maşgalalarda reňk iki jübüt alleliň utgaşmagynyň hasabyna kesgitleýär.

Polimeriýany öwrenmekligiň diňe bir nazary taýdan däl, eýsem amaly ähmiýeti hem bardyr. Ösümliklerde we haýwanlarda hojalyk taýdan gymmatly alamatlar bolan, sygyrlarda süýdň ýaglylygy, towuklaryň ýumurtga guzlaýylygy, bugdaýyň sümmülleriniň uzynlygy, şugundyryň kök miwesinde gandyň mukdary we beýleki köp sanly alamatlar polimeriýa görnüşinde nesil yzarlaýarlar.

Polimer alamatlaryň ýüze çykyşy organizmiň ösüşiniň şertleri bilen kesgitleýär. Meselem, sygyrlaryň önümliligi, dowlalaryň ýüňüniň uzynlygy olaryň bakylyşynyň, saklanylyşynyň ýagdaýy bilen baglydyr. Gowaçanyň gozalarynyň sany, mekgejöweniň başynyň uzynlygy, ýer almasynyň klubeniň ölçegi, olara berilýän mineral dökünleriň hiline, suwarylyşyna we beýlekilere baglylykda kesgitleýär.

Kumulýativ däl polimeriýa. Birmeňzeş täsirli genler mukdar alamatlary bilen birlikde, alternatiw alamatlaryň ýüze çykmagyny hem aňladyp biler. Meselem: towuklaryň aýaklarynyň ýeleklenmesiniň nesle geçişine garap geçeliň.



F₁ $A_1 a_1 A_2 a_2$
aýagy ýeleklenen

F₂ $A_1 - A_2 -$; $A_1 - a_2 a_2$, $a_1 a_1 A_2 - \frac{15}{16}$ sanysy aýagy ýeleklenen,

$a_1 a_1 a_2 a_2 \frac{1}{16}$ sanysy aýagy ýeleklenmedik.

Aýagy ýeleklenen we ýeleklenmedik towuklaryň tohumy çaknyşdyrylanda F₁-de alynan jüýjeleriň aýaklary ýeleklenen bolýar. Ikinji nesilde $\frac{15}{16}$ sany towugyň aýagy ýeleklenen, $\frac{1}{16}$ sanysynyň aýagy ýeleklenmedik bolýar. Şu ýerden görnüşi ýaly, aýagy ýeleklenen tohumyň genotipi iki jübüt dominant allel gen tarapyndan ($A_1 A_1 A_2 A_2$), ýagny ýeleklenmedik tohum $a_1 a_1 a_2 a_2$ genotip bilen kesgitlenilýär.

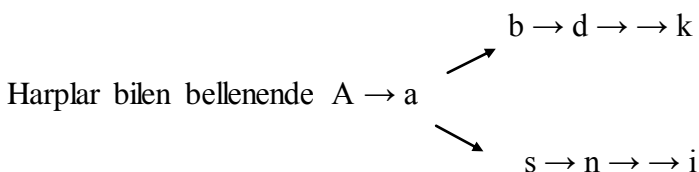
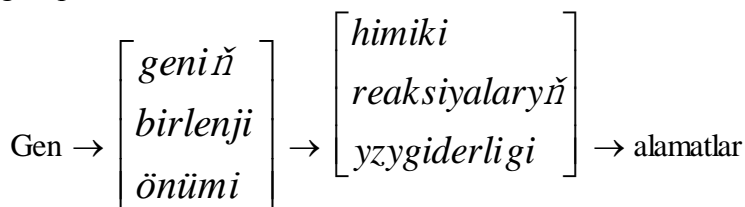
F₁-nji gíbrid $A_1 a_1 A_2 a_2$ genotipli bolýar. Iki geniň dominant allelleriniň haýsy hem bolsa biriniň genotipde bolmagy, towuklaryň aýagynyň ýelekliligini kesgitleýär. Şonuň üçin $A_1 - A_2 - (\frac{9}{16})$, $A_1 - a_2 a_2 (\frac{3}{16})$ we $a_1 a_1 A_2 - (\frac{3}{16})$ genotipler aýagyň ýelekli bolmagyna laýyk gelyär, $a_1 a_1 a_2 a_2 (\frac{1}{16})$ genotip aýagyň ýeleksizligini kesgitleýär.

Bu çaknyşdyrmada her geniň dominant alleli towugyň aýagynyň birmeňzeş ýeleklenmegini aňladýar, olaryň sanynyň

artmagy alamatyň ýüze çykmagyny üýtgetmeýär. Şonuň üçin alamatyň döremegi üçin iki geniň haýsydyr biriniň dominant alleliniň bolmagy ýeterlikdir. Genleriň özara täsiriniň bu görnüşine *kumulýativ däl polimeriýa* diýilýär.

Genleriň pleýotrop täsiri. Bir geniň bir wagtyň özünde birnäçe alamatyň ösmekligini kesgitlemegine, geniň *pleýotrop täsiri* ýa-da *pleýotrop effekti* diýilýär. Bu ýerde geniň köpçülikleýin täsiri ýüze çykýar. Pleýotropiýa, allel däl genleriň özara täsirine garşy bolan hadysadyr.

Genleriň pleýotrop täsirini şu aşakdaky görnüşde göz önüne getirip bolar:



Geniň köpçülikleýin täsiriniň mysalyna garap geçeliň.

Adamda resessiw nesle geçýän anemiýa (az ganlylyk) keseli duş gelýär.

Bu keselde ilkinji näsazlyk gemoglobiniň molekulasyndaky aminokislotalaryň ýerleşiş ornunyň çalyşmagy zerarly ýüze çykýar.

Gemoglobiniň molekulasynda ýüze çykýan, uly bolmadyk üýtgeме adamyň ýürek-damar, nerw, iýmit bishiriş, bölüp çykaryş

ulgamynyň işiniň çuňňur bozulmalaryna alyp barýar. Netijede anemiýa keseli boýunça gomozigot adamlar çagalyk döwründe ýogalyrlar.

Genleriň täsiriniň çuňňur öwrenilmegi, juda köp sanly genleriň pleýotrop effektiniň barlygyny görkezdi.

Barlag üçin soraglar.

1. Genleriň komplementar özara täsiriniň mazmuny nämeden ybarat?
2. Genleriň komplementar özara täsirinde fenotipik dargamanyň görnüşlerini mysallar arkaly düşündiriň.
3. Genleriň epistaz täsiriniň mazmunyny we onuň görnüşlerini beýan ediň.
4. Genleriň polimeriýa täsirini öwrenmekligiň amaly ähmiýetini düşündiriň.
5. Genleriň köpçülikleýin pleýotrop täsiri barada mysallar getirň.

Jyns bilen baglanyşykly nesle geçişň kanunalaýyklyklary.

Jynsy köpeliş janly organizmleriň köp toparlaryna mahsusdyr. Jynsy köpeliş bir görnüşň nesilleriniň arasynda nesillik maglumatlaryň çalyşmagyny we populýasiýada kombinatiw üýtgeýjiligiň kesgitli derejesiniň saklanmaklygyny üpjün edýär.

Prokariot we eukariot organizmlerde jynsy prosesň geçmegi iki jynsyň üsti bilen amala aşyrylýar. Ýagny aýrajynslylyk duş gelip, ene we ata osoblar özbaşdak ýaşaýarlar. Yöne kähalatlar da ösümliklerde we haýwanlarda, iki jyns bilelikde bir osobda duş gelýär. Biologiýada bir osobda iki jynsyň bolmagyna *germafroditizm* diýilýär. Jynsy köpelişň biologiýasyny öwrenmek “aýrajynslylyk”, “jyns”, “jynsy dimorfizm”, “jyns alamatlary” ýaly düşüňjeler bilen baglanyşyklydyr.

Jyns bu organizmiň nesil öndürmekligini we nesillik maglumatlaryny (informasiýany) bermekligini üpjün edýän alamatlarynyň we häsiýetleriniň jemidir.

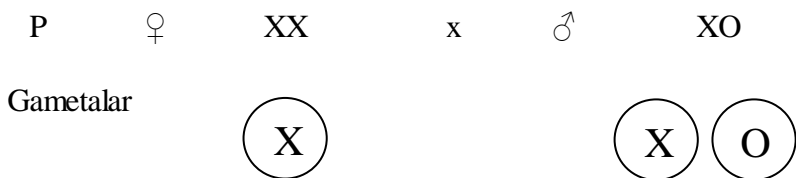
Jynsy dimorfizm – dürli jynsyň osoblarynyň arasyndaky morfologik, fiziologik we biohimik alamatlar boýunça tapawutlary aňladýar. Prokariotlarda jynsy dimorfizm gowşak ösendir, bakteriýalaryň “erkeklik” öýjüklerinde “urkaçylyk” öýjüklerinden tapawutlylykda DNK–nyň fragmenti höküminde jyns faktory bolýar, ol sitoplazmatik struktura görnüşinde ýa-da hromosoma integrirlenen, görnüşinde bolýar. Suwotularda, kömeleklerde we käbir biröýjüklilerde (infuzoriýalarda) birnäçe jynsy formalary bolýar. Suwotularda “plýus” we “minus” formalary “atalyk” we “enelik” öýjükleriň işini ýerine ýetirýär. Jynsy köpeliş bu çekijilik “güýji” boýunça tapawutlanýan bir görnüşli iki öýjügiň arasynda hem geçip biler. Infuzoriýalarda 8 dürli jynsy formasy

tapawutlandyrylýar, olar fenotipik taýdan birmeňzeş, ýöne dürli genetik we fiziologik häsiýetlere eýe bolýarlar.

Bir jynsy beýlekisinden tapawutlandyryan alamatlary iki topara birlenji we ikilenji jyns alamatlaryna bölýärler.

Birlenji jyns alamatlary gametalaryň emele gelmegini we tohumlanýş döwründe olaryň birikmegini üpjün edýär. Muňa jyns mázleriniň kesgitli görnüşiniň we köpeliş bilen bagly synalaryň bolmagy hem-de beýleki alamatlar girýär. Ikilenji jyns alamatlaryna – dürli jynsyň osoblarynyň arasyndaky fenotipiki tapawutlary kesgitleýän morfologik we fiziologik alamatlaryň we häsiýetleriň jemi degişlidir. Bu alamatlar gametogenez we tohumlanýş prosesi bilen gönüden göni bagly däldir. Olaryň köpelişdäki ähmiýeti gyýtaklaýyndyr (tüy örtüginin görnüşi, sesiň tembri, haýwanlaryň nika reňkleri we beýlekiler). Ikilenji jynsy alamatlaryň kemala gelmegi jynsy gormonlaryň täsiri bilen, ýagny jynsy mázleriň işi bilen baglydyr.

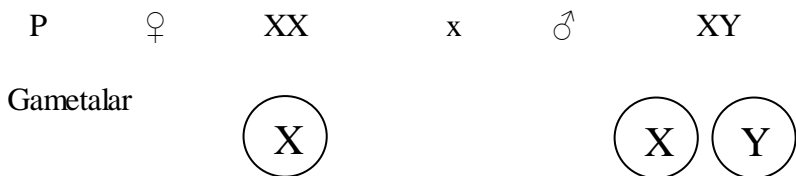
Genetikler mör-möjeklerde meýozyň geçişini öwrenenlerinde *Protenor* urugyna degişli ýasmyklaryň gametalarynda saklanýan hromosomalaryň mukdary boýunça dürli bolan iki toparyny ýüze çykardylar. Alymlar birinji toparyň öýjüklerde 7, ikinjisinde 6 sany hromosoma tapypdyrlar. Gametalardaky 6 hromosoma jübüt, 1 sanysy bolsa tak, taýsyz bolupdyr. Ol hromosoma *jynsy hromosoma* ýa-da X – hromosoma diýip at beripdirler. Galan beýleki hromosomalary *autosomalar* diýip belläpdiler. Autosomalar organizmde jynsy kesgitlemäge gatnaşmaýarlar. Şeýlelik bilen ýasmyklaryň öwrenilen *Protenor* urugynda urkaçylarynyň beden öýjüklerinde 12 autosoma (12 A) we 2X – hromosoma, jynsy öýjükleri 6A+X hromosoma saklaýarlar. Erkekleriniň diploid düzümi 12A+XO hromosomany (O – hromosomanyň ýoklugy) saklaýar, gametalary bolsa 6A+X we 6A+O hromosomalary bolýar. Jynsy köpeliş prosesinde X hromosomany saklaýan gametalar birikse urkaçy osob, eger-de ene tarapdan 6A+X gameta we ata tarapdan 6A+O gameta bilen goşulyssa nesilde erkek jynsly osob alynýar:



F₁ XX XO

Jyns boýunça 1 : 1 dargama ýüze çykýar.

Sitogenetikler *Lygaeus* urugyna degişli ýasmyklaryň spermatogoniýalarynda beýleki öýjükleriň hromosomalaryndan şekili we ölçegi boýunça tapawutlanýan bir jübüt hromosomany tapdylar. Bu jübütiň birine X, beýlekisine Y hromosoma diýip at berdiler. Şeýle halda ene osoblar ýumurtga öýjüginde 6A+X hromosomany, erkekleri spermalarynda iki dürli gametany: 6A+X we 6A+Y saklaýarlar. Nesillerde alynýan osobyň jynsy – enäniň gametasynyň, atanyň haýsy gametasy bilen birigýänligine baglydyr:



F₁ XX XY

Jyns boýunça 1 : 1 dargama ýüze çykýar.

Jynsy hromosoma arkaly kesgitlemegiň ýokarda öwrenilen iki halatynda hem urkaçy osoblar bir görnüşli gametalary emele getirýärler. Şonuň üçin oňa *gomogamet jyns* diýilýär. Erkek osoblar iki görnüşli gametany emele getirýär, ol geterogamet jynsdyr. *Protenor* ýaly jynsy kesgitlemek ýaşyl çekirtgelerde, ýasmyklarda duş gelýär. Jynsy kesgitlemegiň *Lygaeus* ýaly jynsy kesgitlemek görnüşi bolsa, köp organizmlerde şol sanda adamda hem bolýar.

Hromosoma arkaly jynsy kesgitlemegiň *Protenor* we *Lygaeus* görnüşinden başga-da ýene-de iki görnüşü öwrenilendir. Bu görnüşde, öňkülerden tapawutlylykda urkaçy jyns geterogamet, erkek jyns gomogametdir (tablisa 2).

Tablisa 2.

Jynsyň hromosoma arkaly kesgitlenişi.

Jynsy hromosoma arkaly kesgitlemegiň görnüşleri	Genotipler		Gametalaryň görnüşü	
	♂	♀	♂	♀
Erkek jynsyň geterogametligi	XO	XX	X,O	X
Protenor	XY	XX	X,Y	X
Lygaeus				
Urkaçy jynsyň geterogametligi	XX	XY	X	X,Y
Tut ýüpek gurçugy	XX	XO	X	X,O
Güýe				

Jynsy hromosoma arkaly kesgitlemegiň tut ýüpek gurçugy görnüşü guşlarda, kebeleklerde, süýrenijilerde, ýerde-suwda ýaşayanlarda, käbir ösümlüklerde gabat gelýär. Güýe görnüşü diňe güýelerde duş gelýär.

Öýjük ýadrosyndaky hromosoma genetik taýdan inert bolup, jynsy kesgitlemäge düýpli täsir etmeýär.

1916-njy ýylda K.Bridžes drozofila siňeklerinde XO tipli osoblary tapypdyr. Olar (tipiki) adatdaky ýaly erkek osoblar bolup, ýöne nesilsizdirler. Siňekleriň XXY jynsy hromosomal osoblary kadaly nesilli urkaçy osoblardyr.

Birneme soňrak, 1922-nji ýylda, K.Bridžes drozofila siňekleriniň triploid hromosoma düzümlü kadaly nesil berýän urkaçy osoblaryny ýüze çykardy. Ol triploid urkaçy siňekleri diploid erkek osoblar bilen çaknyşdyrypdyr we nesilde aralyk jyns alamatly osoblary alypdyr.

Kadaly hromosoma toplumly urkaçy osoblarda $2n = 2A + 2X$. X hromosomalaryň we autosomalaryň toplumynyň san gatnaşygy 1-e $\left(\frac{2X}{2A}\right)$ deňdir.

Hromosomalaryň şu gatnaşygynda we nesilde X hromosomanyň sany artanda osoblar urkaçy jynsly bolýarlar: $2A+3X \left(\frac{3X}{2A} = 1,5\right)$ – ýokaryurkaçy, $3A+3X \left(\frac{3X}{3A} = 1,0\right)$ triploid urkaçy. Drozofila siňekleriniň erkeklerinde $2n=2A+XY$ jynsy hromosomalaryň we autosomalaryň toplumynyň gatnaşyk koeffisiýenti 0,5-e deňdir. Bu koeffisiýentiň bahasynyň azalmagy bilen osoblar erkek jynsly bolup galýarlar:

$3A+XY \left(\frac{X}{3A} = 0,33\right)$ – ýokaryerkek; eger-de

koeffisiýentiň bahasy 0,5-den artsa $3A+2X \left(\frac{2X}{3A} = 0,66\right)$ – aralyk jynsly osoblar alynýar.

Ýokardaky maglumatlardan görüşimiz ýaly drozofila siňeklerinde jyns, jynsy hromosomalaryň utgaşmasy bilen däl-de, autosomalaryň toplumlarynyň we jynsy hromosomalaryň sanynyň özara gatnaşygy (balansy) bilen kesgitlenilýär.

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

Genetikada jynsy kesgitlemegiň üç sany görnüşi: progam, singam, epigam tapawutlandyrylýar. Jynsyň tohumlanyşdan ön kesgitlenmegine *progam jyns kesgitlenişi* diýilýär. Käbir görnüşlerde (ýasy gurçuklarda, kolowratkalarda) jynsyň kesgitlenmegi meýozdan we tohumlanyşdan has ön bolup geçýär. Bu ýagdaýda urkaçy osoblarda oositleriň dürli ösüş tizlikli iki görnüşi döreýär. Ýokary tizlik bilen ösýän oositlerden urkaçy jynsly gurçuklar, haýal ösýänlerden erkek osoblar emele gelýärler. Bu halatda jynsy hromosomalaryň san gatnaşygy jynsy

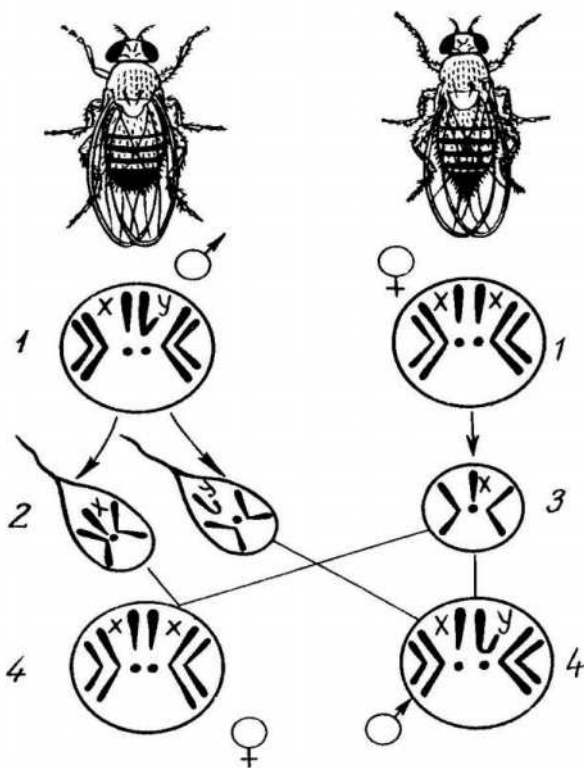
kesgitlemekde ähmiýetsizdir, sebäbi oositler diploid düzümlü bolýarlar.

Jynsy kesgitlemegiň *singam* görnüşinde jyns tohumlanyş döwründe, zigotada jynsy hromosomalaryň utgaşmasyna laýyklykda kesgitleýär (sur. 23).

Kadaly şertlerde jynsyň determinirlenme gi bir bahalydyr: urkaçy tipli jynsyň hromosomalarynyň utgaşmasy bolan osoblarda, urkaçy jynsy kesgitleýän

genler agdyklyk edýär, erkeklik jynsy hromosomalary bolan nesil-lerde – erkek jynsyň genleri esasy ähmiýetlidir. Urkaçy

osoblaryň ilkinji jynsy gonadalaryndaky daşky kortikal gatlagy ösüşýärler we mázler ýumurtgalyga öwrül-ýär; erkek osoblarda içki medulýar gatlak ösüşýär we ondan tohumlyklar döreýär.



Sur. 23. *Drosophila* siňeklerinde jynsy kesgitlemegiň shemasy. Hromosoma düzümleri:

1 – beden öýjükleriniňki, 2 – spermatozoidleriniňki, 3 – ýumurtga öýjükleriniňki, 4 – nesilleriniňki.

Şol pursatdan başlap jynsy mázler gormonlary bölüp çykaryp başlaýar. Jynsy gormonlar köp haýwanlarda ikenji jyns alamatlarynyň kemala gelmegini kadalaşdyrýar.

T.Ýamamoto 1953-nji ýylda medaki diýlip atlandyrylýan akwarium balyklarynda, jynsy önünden kesgitlemegi başardy. Bu balyklaryň erkekleri hemişe gyzyr reňkli, urkaçylary bolsa ak reňklidir. Gyzyr reňkiň geni dominant R gen, Y hromosomada lokallaşandyr, ak reňkiň resessiw geni r, X hromosomada lokallaşýar (bu balyklarda erkek jyns geterogametdir). T.Ýamamoto tejribelerinde sekiz aýyň domamynda erkek osoblaryň ýymitine urkaçylyk jyns gormonlaryny goşup beripdir, netijede olaryň ählisi gyzyr reňkli urkaçy balyga öwürilipdir hem-de kadaly nesil beripdirler.

Ýagyş gurçuklarynda, mollýuskalarda we ösümliklerde ikijynslylyk ýa-da germafroditizm kadaly ýadgaý bolup hasaplanýar. Germafrodit organizmlerde atalyk we enelik gametalar emele gelip bilýär, ýöne olaryň özleri genetiki taýdan bir dürlüdürler.

Köp sanly mör-möjeklerde, guşlarda jynsy anomaliýanyň aýratyn bir görnüşi *ginandromorfizm* duş gelýär. Ginandromorf osoblaryň sag we çep tarapy, ýa-da öňki we yzky tarapy, urkaçy hem-de erkek jynsyňky bolýar.

Ginandromorfizm XX düzümlü tohumlanan ýumurtga öýjügi bölünende blastomerleriň biriniň X hromosomasyny ýitirmegi sebäpli ýüze çykýar. Netijede bedeniň bir böleginiň öýjükleri XX düzümlü, beýlekisi XO bolýar. Bu hadysa gormonlaryň jynsy kesgitlemäge gatnaşmadyk halatlarynda ýüze çykýar.

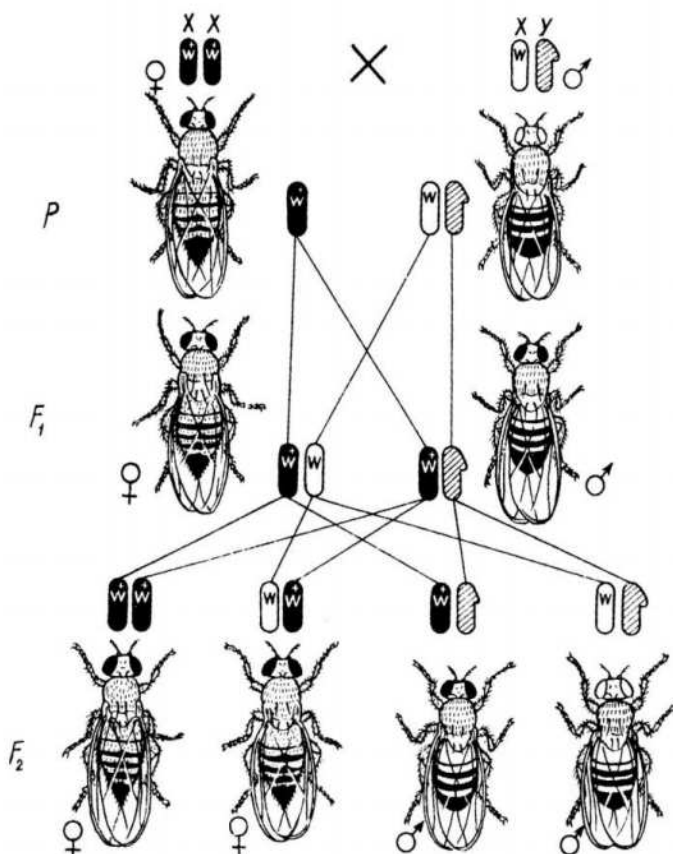
Epigam jyns kesgitlenişinde osobyň jynsy tohumlanýşdan soň belli bolýar. Bu ýol bilen jyns kesgitlenilende genotip bilen birlikde daşky gurşawyň täsiri hem uly ähmiýete eýedir. Meselem: kyrkbogunyň aýra jynsly nişlerinde, hyýarlarda dürli daşky täsirlere arkaly tejribede miweli gülleriniň sanyny köpeldip ýa-da azaldyp bolýar.

Deňiz gurçugy bolan *Bonelia viridis*-iň jynsy boýunça indifferent liçinkalary, ýaşaýyş şertlerine baglylykda erkek ýa-da urkaçy jynslara öwürlip bilýärler. Olaryň erkin ýüzüp ýaşayanlary urkaçy osoblara, enesiniň hortumyna ýapyşyp ýaşayanlary (enäniň hortumynda ýerleşen mázleriň gormonynyň täsirinde) erkek jynsly osoblara öwürülýärler.

Jyns bilen baglanyşykly alamatlaryň nesle geçişini T.Morgan öwrendi. Ol ak gözli erkek drozofila siňegini, gyzyl gözli urkaçy siňek bilen çaknyşdyrypdyr. Nesiller gyzyl gözli bolupdyr. Soňra gibrid osoblar özaralarynda çaknyşdyrylanda nesilde 3 gyzyl gözli : 1 ak gözli dargama alnypdyr. F_2 –de fenotipik dargama jynsa baglylykda geçipdir, ähli urkaçy siňekler gyzyl gözli, erkekleriniň ýarysy gyzyl, ýarysy ak gözli bolupdyr (sur. 24). T.Morgan şunuň esasynda ilkinji bolup alamatlaryň nesle geçişi, jynsy hromosomalaryňky bilen gabat gelýär diýen garaýyşy öňe sürýär. Genotipiň jynsdan bu baglylygyny, genleriň jynsy hromosomalarda ýerleşenligi bilen düşündirip bolýar. Bu halatda nesle geçijiligiň häsiýeti hromosomalaryň meýozda özüni alyp baryşy bilen we olaryň tonumlanyşdaky utgaşmasy bilen şertlenendir.

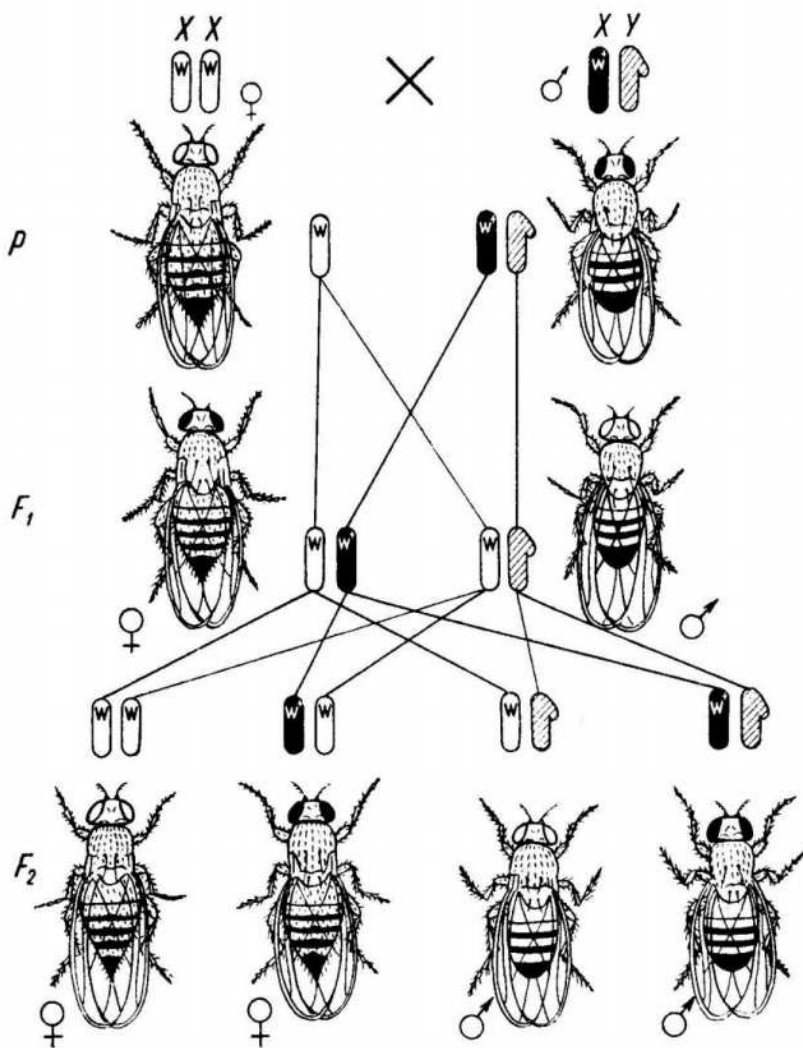
Jynsy hromosomalarda ýerleşen genler arkaly kesgitlenýän alamatlara, *jyns bilen baglanyşykly alamatlar* diýilýär. Şunuň ýaly alamatlaryň nesle geçijiligi, onuň dominantlygyndan ýa-da resessiwliginden hem-de jynsy kesgitlemegiň hromosoma görnüşinden baglydyr. Drozofila siňeginde Y hromosoma X hromosomadan tapawutlylykda nesillik taýdan inertdir. X hromosomadaky genleriň köpüsi Y hromosomada ýokdur. Şonuň üçin X hromosomadaky genler Y hromosomada, allelini saklamaýar. Degişlilikde, genleri jynsy hromosomada ýerleşen alamatlar özboluşly nesle geçmelidirler.

Atalyk jyns geterogamet bolanda jyns bilen baglanyşykly alamatlaryň nesle geçişi. Drozofila siňeginde gözüň ak reňkiniň geni W , X hromosomada lokallaşandyr, onuň dominant

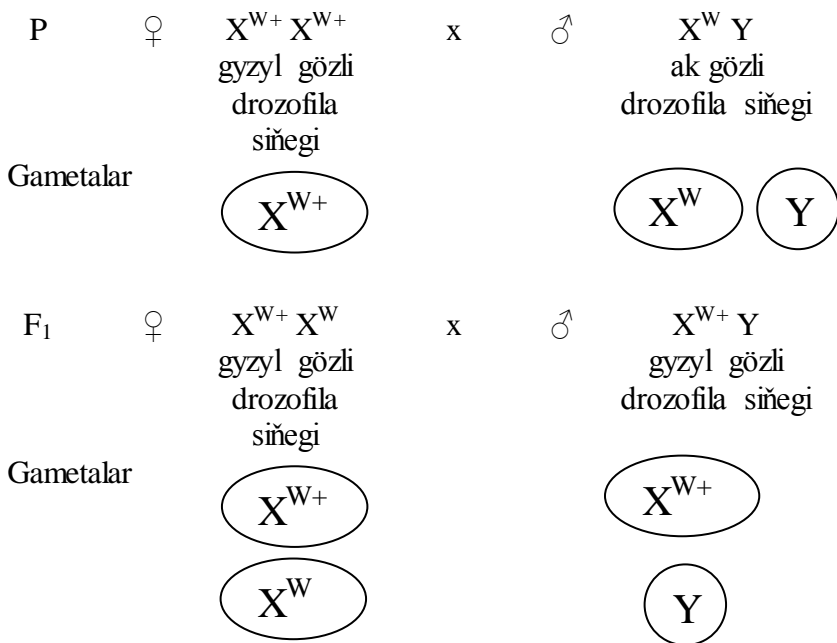


Sur. 24. *Drosophila* siňeklerinde alamlaryň jyns bilen baglanyşykly (gözleriň reňki) nesle geçişi. Göni çaknyşdyrma.
Genler W⁺ - azyvl. W – ak reňkli gözler.

alleli W⁺ gözüň gyzył reňkini kesgitleýär. Gyzył gözli urkaçy siňekler, ak gözli erkek siňek bilen çaknyşdyrylanda F₁ gibridler gyzył gözli bolýar (sur. 25):



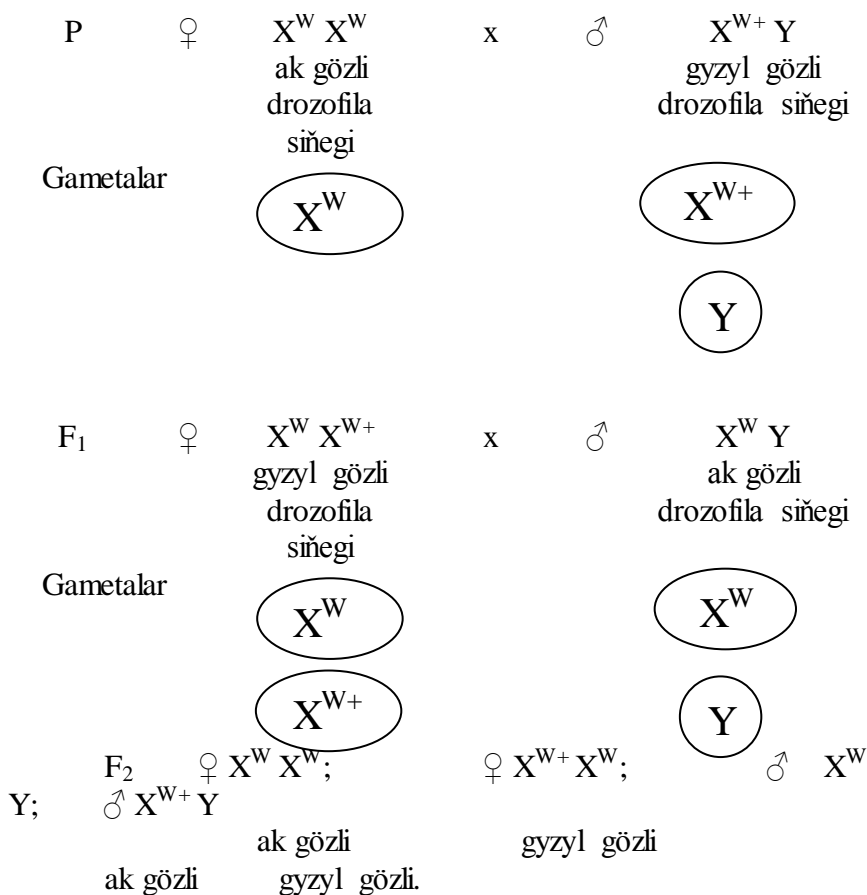
Sur. 25. *Drosophila* siňeklerinde alamtalaryň jyns bilen baglanyşykly (gözleriň reňki) nesle geçişi. Ters (resiprok) çaknyşdyrma.



F₁ ♀ $X^{W+} X^{W+}$; ♀ $X^W X^{W+}$; ♂ $X^{W+} Y$; ♂ $X^W Y$
gyzyl gözli gyzyl gözli gyzyl gözli ak
gözli.

F₂ –de fenotipik 3:1 dargama ýüze çykýar. Ýagny 3 sany gyzyl gözli, 1 sany ak gözli siňek alynýar. Erkek drozofila siňekleriň ýarysy gyzyl gözli, ýarysy ak gözli bolýar.

Tersine çaknyşdyrma geçirilende F₁ gíbridde atanaklaýyn — (kriss – kross) nesle geçiş bolýar. Ýagny enäniň alamaty ogluna, atanyň alamaty gyzyna geçýär. Bu nesle geçiş diňe alamatyň ösmegine jogapkär geniň jynsy hromosomada lokallaşan mahalynda mümkindir.



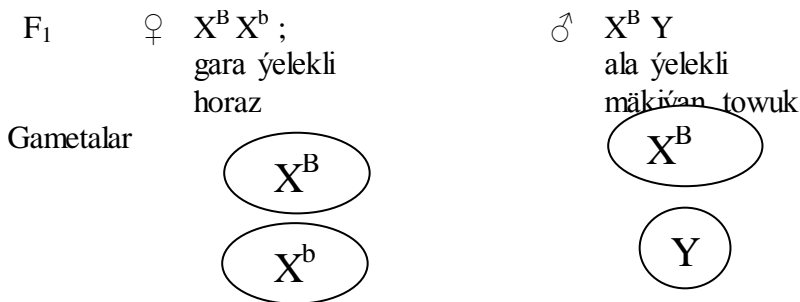
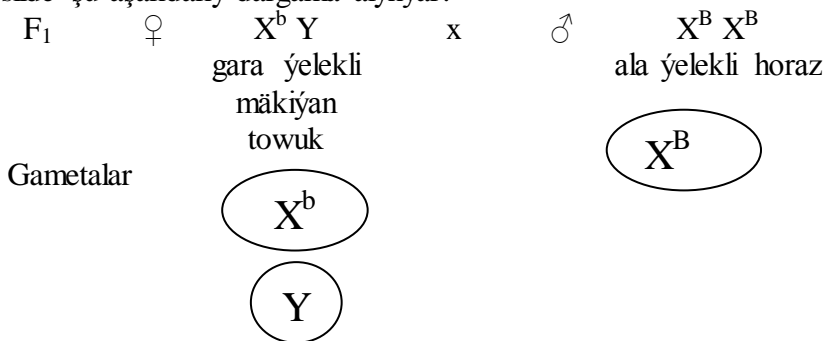
Bu tersine geçirilen çaknyşdyrmada F₂-de urkaçy we erkek osoblaryň arasynda 1:1 dargama alynýar.

Drozofila siñeginde $X^W Y$ genotipde ak gözlüligiň resessiw alleli ýeketäk bolsa-da ýüze çykýar. Genotipiň şu ýagdaýyna *gemizigota*, şeýle genotipli organizme *gemizigot* diýilýär.

Adamda hem jyns bilen baglanyşykly alamatlaryň nesle geçijiligine syn edilýär. Bulara, hususanda resessiw genler bilen kesgitlenýän daltonizm (reňk saýgarmazlyk), gemofiliýa (ganyň

uýamazlygy) ýaly keseller degişlidir. Adamda erkek jyns geterogametdir, şonuň üçin bu keseller erkek adamlarda ýüze çykýar, aýal maşgalar geterozigot halda bu genleri görerijiler bolup durýarlar.

Enelik jyns geterogamet bolanda jyns bilen baglanyşykly alamatlaryň nesle geçişi. Towuklarda ýeleginiň gara reňkiniň geni b X hromosomada lokallaşandyr, onuň dominant alleli B ýelegiň ala (rýabaýa) reňkiniň nesle geçmegini kesgitleýär. Gara mäkiýan towuk bilen ala horaz çaknyşdyrylanda nesilde şu aşakdaky dargama alynýar:

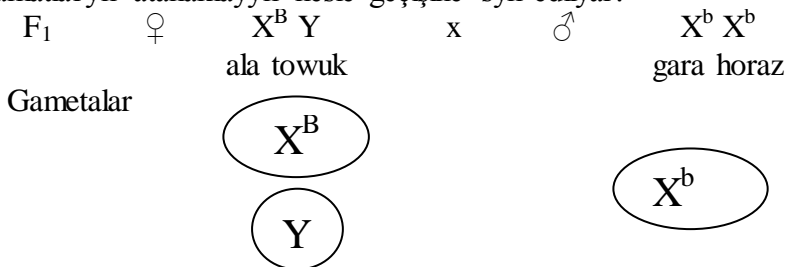


F_2 ♂ $X^B X^B$; ♂ $X^B X^b$; ♀ $X^B Y$; ♀ $X^b Y$;
 ala ala ala gara

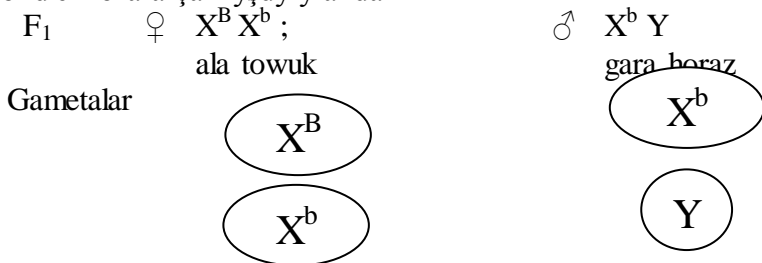
F_1 – de ähli nesiller ala bolýar.

F_2 – de fenotipik 3:1 dargama alynýar.

Towuklarda ýokardaky tersine çaknyşdyrma geçirilende alamlaryň ataklaýyn nesle geçişine syn edilyär:



Gibridler özara çaknyşdyrylanda

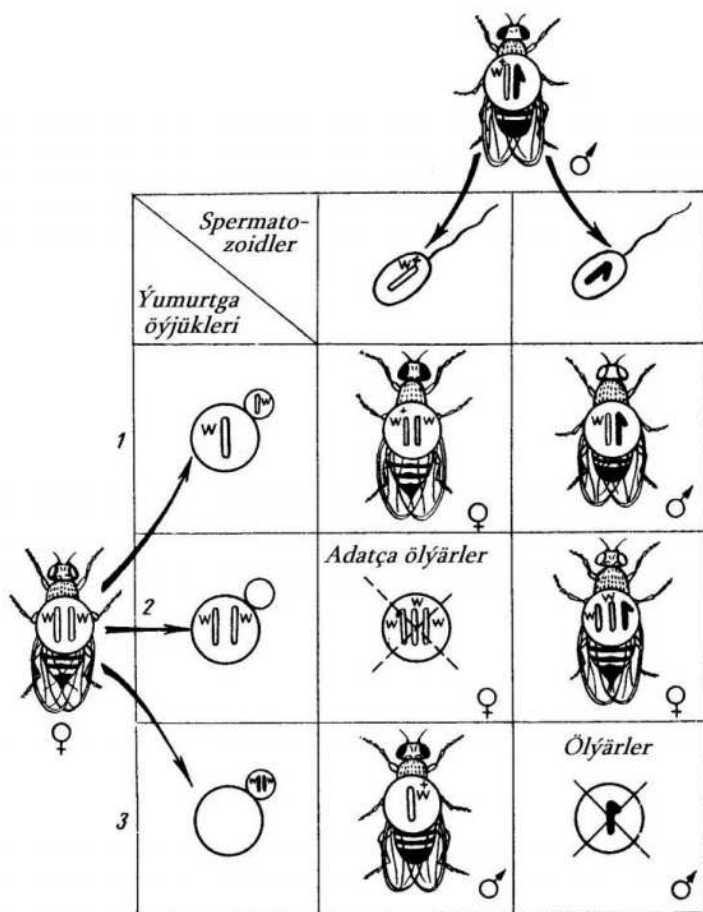


F_2 ♂ $X^B X^b$; ♂ $X^b X^b$; ♀ $X^B Y$; ♀ $X^b Y$

ala gara ala gara

nesillerde F_1 –de 1:1, F_2 –de hem 1:1 dargama alynýar.

X hromosoma aýrylyşmadyk halatynda nesle geçijiligiň öz aýratynlyklary bardyr. Gözüň reňki boýunça drozofila siňeginde aşakdaky görnüşde nesillerde nesle geçijilik ýüze çykýar (sur. 26).



Sur. 26. Drosophila siňeklerinde X – hromosomalaryň aýrylyşmadyk halatynda alamatlaryň jyns bilen baglanyşykly (gözleriň reňki) nesle geçişi:

W^+ - gyzyl reňkli, w – ak reňkli göz: 1 – X-hromosomalaryň özara kadaly aýrylyşmagy; 2 – iki X hromosomanyň hem ýumurtga öýjüginde galmagy, 3 – iki X hromosomanyň polýar bedenjiklere geçmegi.

Hromosomalaryň aýrylyşmazlyk hadysasy köp sanly haýwanlarda, ösümliklerde we adamda belli edilipdir.

Barlag üçin soraglar.

1. Jynsy köpelişiniň biologik ähmiýetini düşündiriň.
2. Jynsy hromosomalar autosomalardan nähili tapawutlanýarlar.
3. Jynsy kesgitlemegiň genetik usullaryny sanaň.
4. Drozofila siňeginde jyns bilen baglanyşykly alamatlar nähili ýol bilen nesle geçýärler?

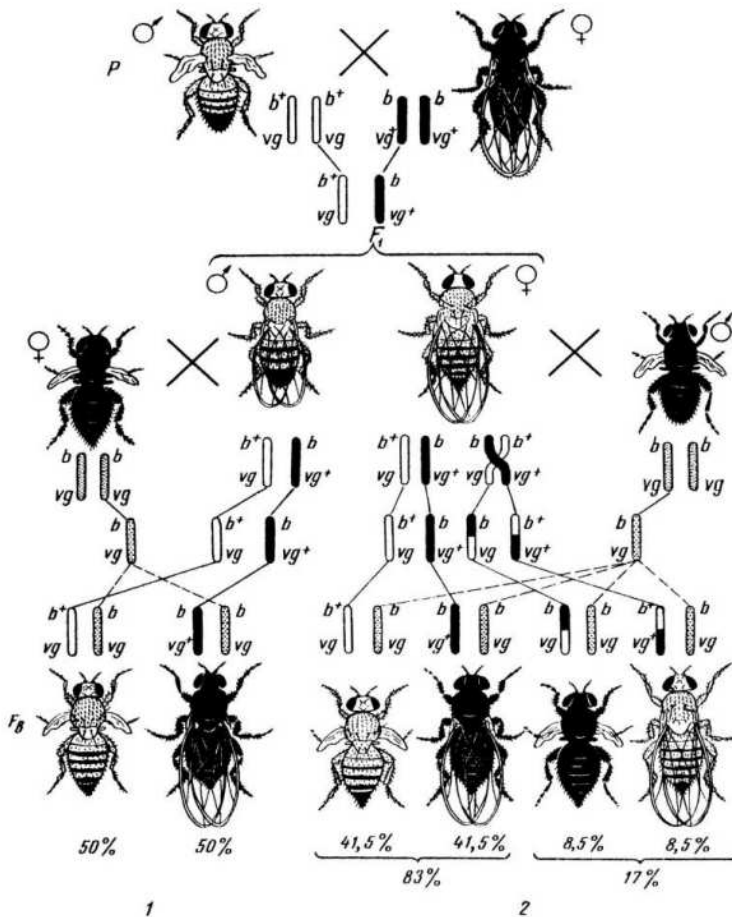
Baglanyşykly nesle geçiş. Krossingower.

Nesle geçijiligiň hromosoma nazaryýeti amerikaly alym T.Morgan tarapyndan döredilýär. Bu nazaryýetiň düýp mazmuny genleriň hromosomalarda ýerleşenligini doly subut edilýänligidir. T.Morgan öz işgärleri görnükli genetikler K.Bridžes, A.Stertewant bilen birlikde ylmy barlaglary alyp barypdyr. Olar drozofila miwe siňeklerinde tejribeler geçiripdirler. Bu kiçjik drozofila siňekleriniň barlag geçirilýän görnüş hökmünde saýlanylyp alynmagy, alymlaryň gözegçilikleriniň şowly bolmagyna mümkinçilik beripdir. Sebäbi olar örän çalt köpeliýän görnüşler bolup 10-12 günde bir nesli kemala gelýär (sur. 27).

Biziň bilişimiz ýaly digeterozigota halynda iki jübüt alamat garaşsyz nesle geçende gametalaryň 4 görnüşini emele getirýär.

a) AB b) A b c) a B d) a b

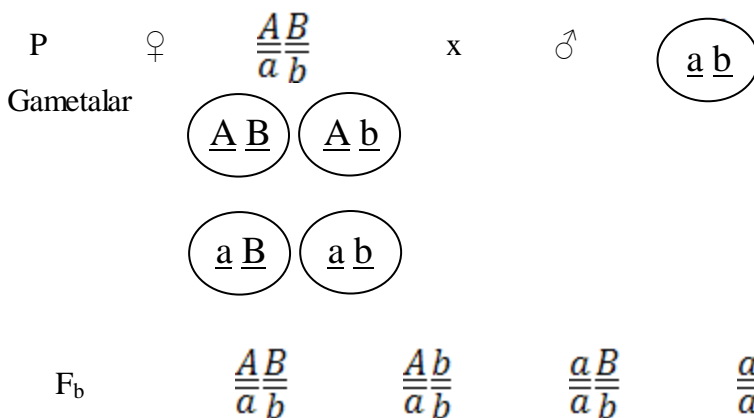
Digeterozigot nesil seljeriji çaknyşdyрма geçirilende şu aşakdaky ýaly nesiller alynýar.



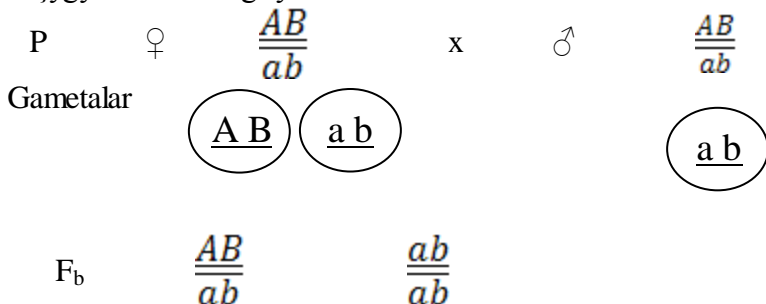
Sur. 27. Drosophila siñeklerinde baglanyşykly almatlaryň nesle geçişi:

1 –krossingower geçmedik ýagdaýynda, 2 – krossingower geçen ýagdaýynda.

F₂- da ene siñekler şekillendirilen, erkek siñekler hem şol bir fenotipe eýedirler: b⁺ - çal, b – garamtyl reňkli bedenli, vg⁺ – kadaly, vg – göýdük ganatly.



Bu çaknyşdyrmadan alynan nesillerde fenotipik dargamanyň san gatnaşygy 1:1:1:1 bolýar. Şonuň ýaly alamatlaryň garaşsyz utgaşmasy, gametalarda genleriň erkin paýlanylmagy hem-de alamatlara jogap berýän genleriň dürli hromosoma jübütlerinde ýerleşen mahaly mümkin bolup biler ýöne, iki jübüt genleriň alleleri, bir jübüt hromosomada ýerleşen halatynda gametalaryň emele gelýän döwründe genleriň erkin utgaşmagy çäklenýär. Bu halatda digibrid nesil iki görnüşli gametany emele getirýär. Ol seljeriji çaknyşdyrma geçirilende F_b nesiller 1:1 san gatnaşygynda emele gelýär:



Görşümüz ýaly ýokardaky çaknyşdyrmada genler bilelikde nesle geçýärler. Bir jübüt hromosomada ýerleşen genleriň

bilelikde nesil yzarlamak hadysasyna, *genleriň baglanyşykly nesle geçişi* diýilýär.

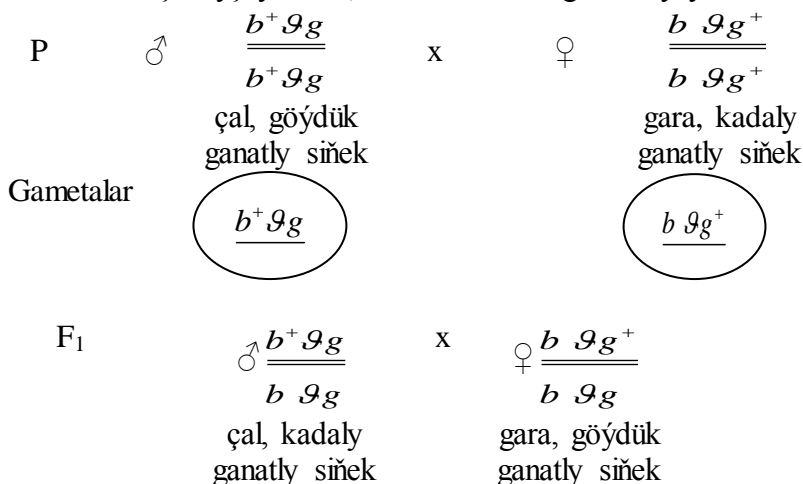
Drozofila siňekleriniň bedeniniň gara reňkiniň resessiw geni b – (black), onuň ýabany çal reňkini kesgitleýän dominant alleli – b^+ , ganatlarynyň kemter ýa-da göýdük ösmegini aňladýan genini \mathcal{G} , - “vestigial” kadaly ganatlylygyň genini – \mathcal{G}^+ bilen bellenýär. Çal bedenli, göýdük ganatly $\left(\frac{b^+ \mathcal{G}}{b \mathcal{G}} \right)$ drozofila siňegi

bilen gara bedenli kadaly ganatly $\left(\frac{b \mathcal{G}^+}{b \mathcal{G}^+} \right)$ drozofila siňegi

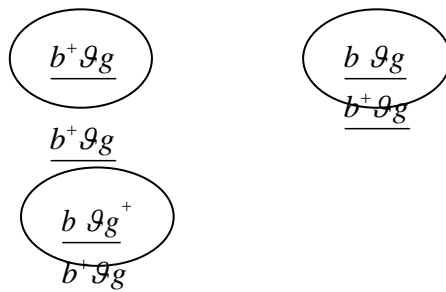
çaknyşdyrylanda F_1 gíbrid $\left(\frac{b^+ \mathcal{G}}{b \mathcal{G}^+} \right)$ çal bedenli kadaly ganatly

bolýar (sur. 27).

Alynan gíbride seljeriji çaknyşdyrma geçireliň. Gíbrid erkek siňekler, iki resessiw geni boýunça gomozigot urkaçy siňekler bilen çaknyşdyrlanda, nesilde 1:1 dargama alynýar:



Gametalary



$$F_b \quad \frac{b^+ g}{b g} \quad \times \quad \frac{b g^+}{b g}$$

çal reňkli göýdük ganatly 50% gara reňkli kadaly ganatly 50%

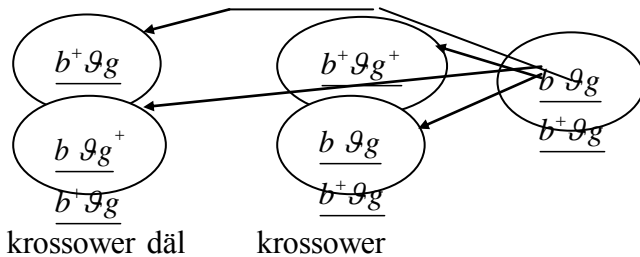
Egerde F_1 – de alynan digeterozigot urkaçy siňek, resessiw gomozogot erkek siňek bilen çaknyşdyrylanda F_b – de aşakdaky ýaly täze gen utgaşmalary alynýar:

$$P \quad \text{♀} \quad \frac{b^+ g}{b g^+} \quad \times \quad \text{♂} \quad \frac{b g}{b g}$$

çal reňkli kadaly
ganatly siňek

gara reňkli göýdük
ganatly siňek

Gametalary



F_b	$\frac{b^+ \mathcal{G} g}{b \mathcal{G} g};$	$\frac{b \mathcal{G} g^+}{b \mathcal{G} g};$	$\frac{b^+ \mathcal{G} g^+}{b \mathcal{G} g};$	$\frac{b \mathcal{G} g}{b \mathcal{G} g}$
	çal reňkli göýdük ganatly	gara reňkli kadaly ganatly	çal reňkli kadaly ganatly	gara reňkli göýdük ganatly
	41,5%	41,5%	8,5	8,5%
	83 %		17 %	

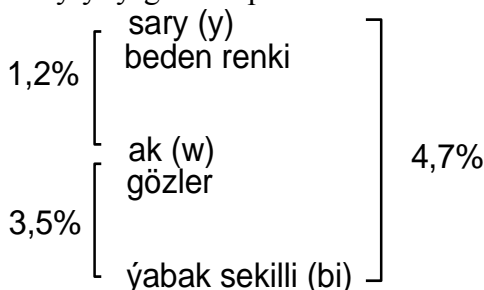
Seljeriji çaknyşdyrmanyň netijesinde F_b nesilleriň arasynda gara bedenli göýdük ösen ganatly, we çal bedenli kadaly ganatly öňden garaşylmaýan alamatlary özünde jemleýän nesiller ýüze çykýar. Sebäbi gomologik hromosomalarydaky genleriň arasynda krossingower geçýär we netijede olaryň orunlaryny çalyşýarlar.

Krossingower geçen hromosomasy bolan gametalara *krossower*, geçmediklerine *krossower däl gametalar* diýilýär.

Krossingoweriň ýygylgy krossower gametalaryň gatnaşmagynda emele gelen nesilleriň sanynyň, seljeriji çaknyşdyrmada alynan nesillere bolan gatnaşygyna görä ölçenilýär we görerimlerde aňladylar. Krossingoweriň her görerimi genleriň arasyndaky aralygyň birligini düzýär.

T.Morgan genler hromosomada göni çyzyk boýunça ýerleşendir diýip belleýär, krossingoweriň ýygylgy bolsa genleriň arasyndaky aralygyny görkezýär. Krossingower näçe ýygylgydan geçýän bolsa, genler hromosomada bir-birinden şonça-da daşda ýerleşendir, eger-de krossingower näçe seýrek geçse genler bir-birine ýakyn ýerleşendirler. Muny subut etmek üçin T.Morgan y-W-bi (y – bedenli sary reňki, W – ak gözli, bi – ýabak şekilli ganat) “yellow” “white” “bifid” üç baglanyşykly resessiw geni boýunça geterozigot urkaçy drozofila siňegini bu genleri boýunça gomozigot erkek siňekler bilen çaknyşdyrypdyr. Ol nesilde y we w genleriň atanaklaşmagyndan emele gelen 1,2% , w we bi genleriň krossingower geçmeginden 3,5%, y we bi-niň arasynda

4,7% krossower nesil alypdyr. Alynan netijeler çyzgy görmüşinde şu aşakdaky ýaly görkezilip bilner:



Çyzgydan görşümüz ýaly y we bi genleriň arasyndaky uzaklyk (y-w) hem-de (w-bi) aralyklaryň jemine deňdir, şundan ugur alyp, biz genler hromosomada yzygider, göni çyzyk boýunça ýerleşendir diýip aýdyp bileris. Her bir gen hromosomada kesgitli orny-ýeri eýeleýär.

Genleriň hromosomada köp sanly bolýanlygyndan, olaryň göni çyzykly tertipde ýerleşýänliginden we her bir geniň hromosomada kesgitli ýeri eýeleýänliginden ugur alyp, T.Morgan iki gomologik hromosomanyň arasyndaky atanaklaşma bir wagtyň özünde birnäçe nokatlarda geçip biler diýen pikiri orta atýar. Ol bu garaýşyny drozofila siňeklerinde geçiren tejribelerinde dolý tassykladypdyr.

Hromosomanyň bir ýerinde geçen krossingowere, *ýekeleýin*, bir wagtda iki nokatdakysyna *ikileýin*, üç bolsa, *üçleýin*, eger-de köp ýerinde bolsa, oňa *köpçülikleýin krossingower* diýilýär (sur. 28).

Eger-de üç sany baglanyşykly genler bilen tapawutlanýan mekgejöweniň iki formasy özara çaknyşdyrylanda: 1-nji formasynda ýapraklary ösüp çykan wagty sary (*v*) we ýalpyldawyk (*gl*), ýapraklary kertilen (*sl*), ikinjisinde ösüntgileri ýaşyl (*v*⁺) we ýalpyldamaýan (matowyý) (*gl*⁺), ýapraklary kadaly

v⁺ gl⁺ sl⁺

(*sl*⁺) bolanda, F₁ gibrid *v gl sl* genotipli bolýar. Bu gibridiň ösüntgileri ýaşyl we ýalpyldamaýan, ýapraklary kadalydyr.

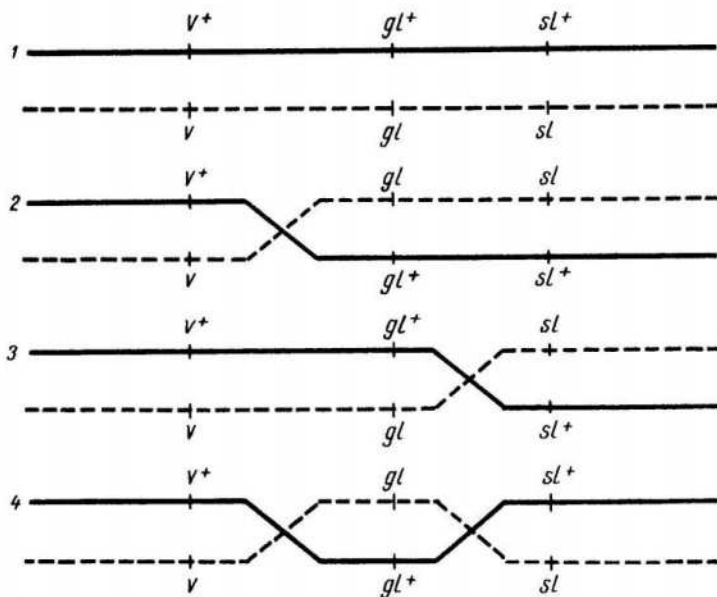
Analizleýji çaknyşdyrma geçirilende şu 3 genň arasynda üçleýin krossingoweriň geçýänligini görüp bolýar (tablisa 3)

Tablisa 3.

Analizleýji çaknyşdyrmada mekgejöweniň baglanyşykly genleriniň trigeterozigot neslindäki dargamasy.

Gibridleriň gametalary		F_B ösümlikleriň genotipleri	Jübüt klaslaryň belgisi	Ösümlik- leriň sany	Ösüm- likleriň %-i.
Krossower däler	$\frac{\vartheta^+ gl^+ sl^+}{\vartheta gl sl}$	$\frac{\vartheta^+ gl^+ sl^+}{\vartheta gl sl}$	1-nji	235	69,6
	$\frac{\vartheta gl sl}{\vartheta gl sl}$	$\frac{\vartheta gl sl}{\vartheta gl sl}$	jemi	270 505	
Birinji bölekdäki ýekeleýin krossingowerde	$\frac{\vartheta^+ gl sl}{\vartheta gl^+ sl^+}$	$\frac{\vartheta^+ gl sl}{\vartheta gl sl}$	2-nji	62	16,8
	$\frac{\vartheta gl^+ sl^+}{\vartheta gl^+ sl^+}$	$\frac{\vartheta gl^+ sl^+}{\vartheta gl sl}$	jemi	60 122	
Ikinji bölekdäki ýekeleýin krossingowerde	$\frac{\vartheta^+ gl^+ sl}{\vartheta gl sl^+}$	$\frac{\vartheta^+ gl^+ sl}{\vartheta gl sl}$	3-nji	40	12,1
	$\frac{\vartheta gl sl^+}{\vartheta gl sl^+}$	$\frac{\vartheta gl sl^+}{\vartheta gl sl}$	jemi	48 88	
Birinji we ikinji ýekeleýin ikileýin krossingowerde	$\frac{\vartheta^+ gl sl^+}{\vartheta gl^+ sl}$	$\frac{\vartheta^+ gl sl^+}{\vartheta gl sl}$	4-nji	7	1,5
	$\frac{\vartheta gl^+ sl}{\vartheta gl^+ sl}$	$\frac{\vartheta gl^+ sl}{\vartheta gl sl}$	jemi	4 11	
Hemmesi:				726	100
Bellik: Dik çyzyklar atanaklaşmanyň bolup geçen ýerini görkezýär.					

Alnan 726 ösümlügiň 505 sanysy ata-ene alamatlaryny utgaşdyrýar. Galanlary bolsa krossingoweriň geçenligi zerarly üýtgeşik alamatlara eýe bolýar.



Sur. 28. Mekgejöwende baglanyşykly genleriň rekombinasiýasy:

1 – krossower däl hromosomalar; 2 – V we gl genleriň arasyndaky krossingower; 3 – gl - sl genleriň arasyndaky krossingower; 4 – V - gl we gl - sl genleriň arasyndaky ikileýin krossingower. V – ösüp çykýan ýapraklary sary, gl – ýalpyldyly; sl – ýapraklaryň gýralary kertilen; V^+ – ösüp çykýan ýapraklary ýaşyl (V^+) gl^+ – ýalpyldamaýan, sl^+ – ýapraklaryň gýralary tekiz.

Genler hromosomada göni çyzykly ýerleşen bolsa, onda krossingoweriň ýygylgynyň olaryň arasyndaky aralygy görkezilýändiginden ugur alyp, geniň hromosomadaky ýerleşýän ýerini kesgitläp bolýar.

Geniň ýerleşiş ýagdaýyny, ornuny kesgitlemezden öňürti onuň haýsy hromosomada ýerleşýänligini bilmek zerurdyr. Bir hromosomada ýerleşýän we baglanyşykly nesle geçýän (tirkelen) genler, baglanyşyk (tirkeg) toparlaryny emele getirýärler. Her bir görnüşüň baglanyşyk toparlarynyň mukdary, onuň hromosomalarynyň gaploid düzüminiň sanyna deňdir. Meselem: mekgejöwende (*Zea mais*) hromosomalarynyň gaploid düzümi we baglanyşyk toparlarynyň sany 10-a, nohutda (*Pisum sativum*) 7-ä, drozofila siňeginde (*Drosophila melanogaster*) 4-e, öý syçanynda (*Mus musculus*) 20-ä deňdir.

Geniň ol ýa-da beýleki baglanyşyk toparyna deňişlidigini kesgitlemek düzgüni, şol geniň öňden belli bolan baglanyşyk toparlarynyň genlerine görä nesle geçijilik häsiýetine syrygýar.

Meselem: nohutda bar bolan 7 baglanyşyk toparynyň hersiniň bir sany resessiw geni belli bolsa (b, c, d we başg.) şoňa esaslanyp resessiw a geniň haýsy baglanyşyk toparyna deňişlidigini anyklap bolýar. Resessiw a gen baglanyşyk toparynyň haýsy hem bolsa birine deňişli bolar, galan altý topar genlere görä ol garaşsyz nesle geçer. Iki genotipli osoblary çaknyşdyrylanda:

$$\frac{\underline{A}}{\underline{A}} \frac{\underline{d}}{\underline{d}} \times \frac{\underline{a}}{\underline{a}} \frac{\underline{D}}{\underline{D}} \quad F_2 - \text{de } 9A - D - : 3A - dd : 3aa D -$$

: 1 aa dd dargama alynar. Diňe 7 toparyň, biri, meselem C gen

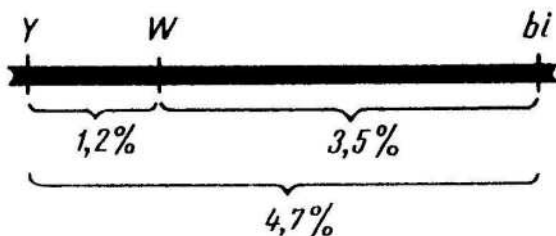
bilen a baglanyşýar. Şu halatda $\frac{\underline{Ac}}{\underline{Ac}} \times \frac{\underline{ac}}{\underline{ac}}$ çaknyşdyrmanyň

netijesinde F_2 nesilde garaşylýan aşakdaky görnüşli gametalar alynar: A – C –, A – cc, aa C –, we aa cc. Ýöne bu çaknyşdyrmadaky dargama 9:3:3:1 görnüşde bolman, eýsem nesillerde ata-ene gametalary: A – cc we aa C – agdyklyk edýän nesiller alynar.

Baglanyşyk topary anyklanandan soň geniň hromosomadaky ornuny tapmak üçin, krossingoweriň netijelerini

hasaba almak ýolundan peýdalanylýar. Hromosomadaky geniň ýerleşýän ýerini tapmak üçin, krossingowerde kesgitlenilýän geniň orny üçünji nokat bolar ýaly edip çaknyşdyrma geçirmek zerurdyr. Hromosomada üç geni belgilemek usulyny peýdalanmak genleriň ýerleşiş tertibini we olaryň arasyndaky aralygy kesgitlemek üçin zerurdyr.

Drozofila siňeginde seredilen mysalda *y* we *w* genleriniň arasyndaky krossingoweriň görterimi 1,2, *w* we *bi* genleriňki – 3,5-e deňdir. *y* we *bi* genleriň arasyndaky krossingoweri bilip (4,7%), aralyklarynyň uzaklygyna görä geniň hromosomadaky ornuny tapyp bileris (sur. 29).

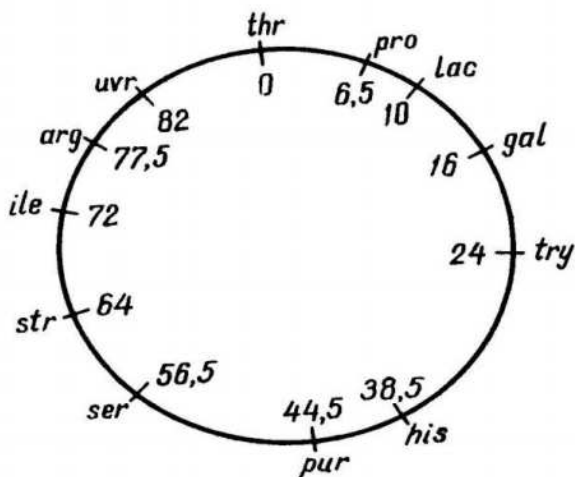


Sur. 29. Genleriň hromosomada lokallaşmasynyň çyzgysy.

Sanlar genleriň arasyndaky krossingoweriň görterimini görkezýär.

Genetiki kartalar.

Hromosomalaryň genetiki kartasy diýip, berlen baglanyşyk toparynda bolan, genleriň yzygider ýerleşişiniň çyzgysyna aýdylyar. Genetiki kartalar tebigatda ýaşayan görnüşleriň diňe az sanlysy drozofila siňegi, mekgejöwen, tomat, syçan, neýrospora kömelegi, içege taýajygy bakteriýasy (sur. 30) we beýlekiler üçin düzülendir. Genetiki kartalar gomologik hromosomalaryň her bir jübüti üçin aýry-aýrylykda düzülýär. Kartalarda baglanyşyk toparlarynyň, tertip sanlary görkezilýär.



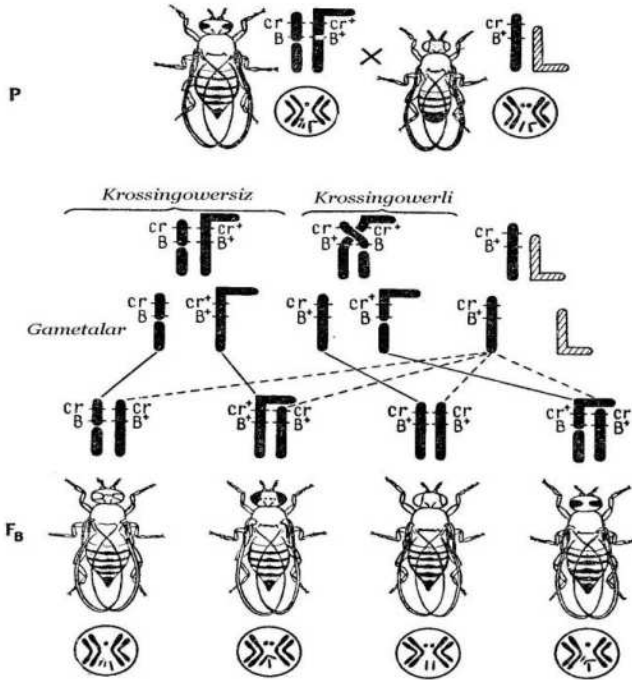
Sur. 30. İçge bakteriýasynyň (*Escherichia coli*) genetiki kartasy.

Genleriň arasyndaky aralyk minutlarda görkezilen. Genleriň belgileri: thr, pro, try, his, pur, ser, ile, arg – treonine, proline, triptofana, gistidine, purine, serine, izoleýsine, arginine jogap berýanlar; lac, gal – laktozany we galaktozany ajatmaklyga ukypsylygy; str, uvr – streptomisiniň, ultramelewşe şöhleleriň täsirine dumuklylyk genleri.

Kartalary düzmek üçin köp sanly genleriň nesle geçijiligiň kanunlaryny öwrenmek zerurdyr. Genetik alymlar tarapyndan drozofila siňekleriniň hromosomalarynyň 4 baglanyşyk toparynda ýerleşen 500 geni, mekgejöweniň, hromosomalarynyň 10 baglanyşyk toparynda yzygider ýerleşen 400-den gowrak gen ýüze çykaryldy. Genetiki kartada genleriň doly ýa-da gysgaldylan atlary hem-de hromosomanyň bir ujuna görä aralygy görterimlerde görkezilýär.

Krossingoweriň geçýänligini sitologik taýdan subut etmek üçin K.Ştern seljermäniň aýratyn çyzgysyny tekliý etdi. Ol hromosomalaryň gomologik bölekleriniň arasyndaky çalşygy mikroskopda görüp bolar ýaly etmek üçin, drozofila siňeginiň urkaçy osoblarynyň X hromosomalarynyň birine Y hromosomanyň bir bölegini birikdiripdir, netijede Г şekilli X

hromosoma alynypdyr. Beýleki X hromosoma: sentromerany we cr (carnation) gözleriň gyzył gwozdika reňkiliginiň resessiw genini saklaýan bölekden hem-de gözleriň zolak şekilliliginiň dominant genini B (Bar) saklaýan sentromerasyz bölekden durýar. Şterniň shemasyny aşakdaky ýaly tertipde şekillendirip bolar (sur. 31).



Sur. 31. *Drosophila* siňeginde krossingoweriň geçişiniň sitologiki subutnamasy:

cr^+ –gözleriň gyzył reňki; cr – gözleriň gyzył gwozdika (çüýgölüne) meňzeş reňki;

B^+ – togalak gözler; B – zolak şekilli gözler.

Bu çaknyşdyrmada krossingoweriň geçendigini alynan nesilleriň hromosomalaryny mikroskopda görüp, olardaky Γ şekilli hromosomalaryň ýerleşişini yzarlamak arkaly bilip bolýar.

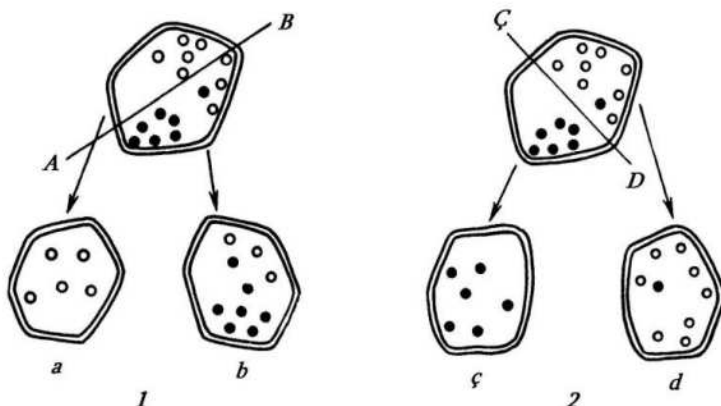
Ýadrodan daşary bolan (sitoplazmatik) nesle geçijilik.

Sitoplazmanyň organoidleri nesle geçijiligiň esasy bolup bilerler. Alamatlaryň şunuň ýaly nesil yzarlaýşyna *sitoplazmatik nesle geçijilik* diýilýär.

Möhüm öýjük organoidi bolan plastidler ösümlik organiziminde uglewodlaryň sintezine gatnaşýar. Plastidleriň düzüminde hususy DNK-sy bolýar we olar bölünmek ýoly bilen köpeliýärler. Ösümlik öýjüginde nesillik habary geçirýän plastidleriň toplumyna *plastom* diýilýär.

K.Korrens gije gözeli ösümliginde (*Mirabilis jalapa*) ak ala ýapraklylygyň nesle geçişini öwrenipdir. Bu görnüşüň alayapraklylarynyň ösüş nokadynda öýjükleriň iki topary: kadaly plastidlileri we hlorofil emele getirmäge ukupsyz plastidleri duş gelýär. Şunuň netijesinde gije gözeline kähallatlarda arassa ýaşyl ýa-da sap ak reňkli şahalar emele gelýär. Tejribelerde ak reňkli ýapragy bolan şahalardan alynan tohumlar ekilende gögermeýär, sebäbi olarda fotosintez geçmeýär. Görşümüz ýaly plastidler ösümlik ýapraklarynyň reňkiniň nesle berilmegine gatnaşýar. Iki görnüşli plastidleri saklaýan zigotadan ösümligiň ýaşyl ýa-da ak böleginiň ösmegi, dürli plastidleriň köpeliş tizligi we olaryň öýjügiň bölünüş döwründe paýlanyşy arkaly kesgitlenýär. Ýaşyl plastidleri alan öýjükler, ýaşyl reňkli dokumalary emele getirer; reňksiz plastidleri saklaýan öýjüklerden bolsa ak reňkli ösümlik synalary döreýär. Eger-de plastidleriň iki hilisini saklaýan öýjük AB çyzyk boýunça bölünse onda olar ak we ala reňkli dokumalary emele getirýärler, Ç – D çyzyk boýunça bölünende ýaşyl we ala reňkli dokumalary bolan ýapraklar alynýar (sur. 32).

Mitohondriýalar öýjükde dem alyşa gatnaşýarlar. Olar bölünmek arkaly köpeliýärler. Elektron mikroskopynda mitohondriýalarda hususy DNK-nyň barlygy anyklanyldy. Bölünmek netijesinde ýaş öýjükler, ene öýjügiň mitohondriýalarynyň ýarysyny alýarlar



Sur. 32. Öýjük bölünmesinde ak we ýaşyl plastidleriň tötänleýin paýlanyşynyň shemasy:

1 – iki öýjügiň emele gelmegi, a – ak reňkli, b – ala reňkli, 2 – iki öýjügiň emele gelmegi ç – ýaşyl reňkli, d – ala reňkli AB we ÇD – öýjükleriň bölüniş çyzygy.

Käbir kömeleklerde (hamyr maýa, neýrospora) mitohondriýasynyň sitohromoksidaza fermentiniň işjeňliginiň peselmegi bilen baglanyşykly, olaryň işleýşinde düýpli nesilleýin özgerişler, ýagny kadaly dem alyşyň bozulmagy bolup geçýär.

B.Efussi genetiki barlaglar netijesinde hamyr maýa kömeleginiň (*Saccharomyces cerevisiae*) öz-özünden dem alyşy bozulan girdenek koloniýaly şamlaryny tapypdyr. Bu koloniýalaryň gaploid hromosoma düzümlü hamyr maýa kömeleginiň wegetativ köpelmeginiň hasabyna emele gelyňligi üçin, olara wegetativ girdenek koloniýalar diýlip at berilipdir. Şu koloniýalar bilen bir hatarda fenotipi – ösüşi we dem alyşy bozulan, birinjä meňzeş, ýöne girdeneklik alamaty boýunça dargama berýän koloniýalar tapylypdyr. Olara dargama berýän girdenek şamm diýlip at berilipdir.

Wegetativ we dargama berýän girdenek şamlar genetiki taýdan seljerilende dargama berýän girdenek şekilliligiň

fenotipiniň ýadronyň geni tarapyndan kesgitlenýänligi belli boldy, sebäbi çaknyşdyrmada torbasporalar 1:1 görnüşde dargama berýärler. Wegetativ girdenek we kadaly hamyr maýa kömelekleri özara çaknyşdyrylanda alnan diploid zigotanyň kadaly mitohondriýalary bolýar we olaryň torbasporalaryndan ownuk koloniýalar emele gelmeýärler. Diýmek, şunuň ýaly şekilli kömek koloniýalaryň genomlary birmeňzeşdir, diňe olaryň sitoplazmalarynda tapawutlary bardyr. Meýozda bolsa görnüşüň sitoplazmasyna görä dargama ýüze çykmaýar. Biziň ýokarda seredip geçen tejribelerimizde sitoplazmatiki nesle geçijiligiň doly subutnamasyny görüp bolýar.

Barlag üçin soraglar:

1. Baglanyşykly (tirkelen) nesle geçişi öwrenmek üçin drozofila siňekleriniň haýsy alamatlary yzarlanýar?
2. Krossingower hadysasynyň mazmunyny düşündiriň.
3. Geniň hromosomadaky ýerleşýän ýeri nähili kesgitlenýär?
4. Sitoplazmatik nesle geçijilige umumy häsiýetnama beriň.

ÜYTGEÝJILIGIŇ GENETIKASY

Üýtgeýjilik, onuň sebäpleri we öwreniliş usullary.

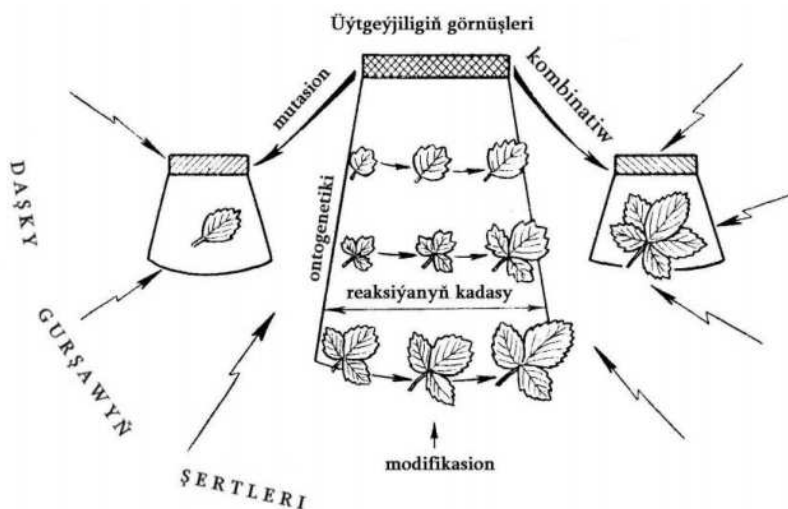
Prokariot we eukariot organizmlere iki alternatiw häsiet, üýtgeýjilik hem-de nesle geçijilik mahsusdyr.

Nesle geçijilik, görnüşiniň alamatlaryny we häsiýetlerini durnukly nesle geçirýär. Üýtgeýjilik organizmiň daşky gurşawyň şertleriniň täsirine uýgunlaşmagyna mümkinçilik berýär. Üýtgeýjilik iki topara: nesle geçýän we nesle geçmeýän üýtgeýjilige bölünýär.

Organizmiň häsiýetleriniň we alamatlarynyň üýtgemegi geniň ýa-da öýjügiň genetiki aparatynyň beýleki elementleriniň, özgerişleri bilen bagly ýüze çyksa oňa *genotipik üýtgeýjilik* diýilýär. Bu üýtgeýjilik mutasiýalar diýlip atlandyrylýar. Mutasiýalar, böküş görnüşinde birden aýry-aýry jyns öýjüklerinde döreýärler we nesillerde saklanýarlar. Meselem: gomozigot ak, öý towşanlarynyň neslinde gara tüýlülileriniň, gylçykly bugdaýdan gylçyksyzynyň, ýaşyl hlorella suwotusyndan, sarymtyl-ýaşyl reňklisiniň emele gelmegi mutasiýalaryň täsiri sebäpli bolýar.

Çaknyşdyrma netijesinde genleriň dürli utgaşmasy ýa-da kombinasiýasy, genleriň özara täsiriniň bar mahalynda, nesillerde täze alamatlaryň döremegine getirýär. Bu üýtgeýjilige *kombinativ üýtgeýjilik* diýilýär.

Mutasion we kombinativ üýtgeýjilikler organizmiň genotipiniň üýtgemegi arkaly ýüze çykýar, şonuň üçin hem genotipik üýtgeýjilige deňşdiriler (sur. 33).



Sur. 33. Üýtgeýjiligiň klassifikasiýasy.

Indiividual ösüş prosesinde organizmiň morfologik, fiziologik, biohimik we beýleki alamatlarynyň kanuny özgerişleri bolup geçýär. Ontogenezde ýüze çykýan bu üýtgeýjilikleriň wagty we tertibi genotip tarapyndan kesgitlenýär. Şunuň ýaly üýtgeýjilige *ontogenetik üýtgeýjilik* diýilýär. Tut ýüpek gurçugynyň we gurbaganyň öwrülişikli ösüşini ontogenetiki üýtgeýjilige mysal edip bolar. Ontogenetik üýtgeýjilikde, genotipikiden tapawutlylykda, organizmiň ýaş tapawutlaryna garamazdan, birmeňzeş genotipi saklanýar. Şunuň ýaly üýtgeýjilige *fenotipik üýtgeýjilik* diýilýär.

Üýtgeýjiligiň dürli görnüşleriniň özara baglylygyna ýer tudanasynyň ýapraklarynyň (urug *Fragaria*) üýtgeýjiginiň mysalynda garap geçeliň.

33-nji suratdan görşümüz ýaly merkezde (dikligine) ýapragyň ontogenezde kemala gelşinde ýekeleşýinden, üçleşýen çenli, üýtgeýjiligi görkezilendir. Bu ontogenetik üýtgeýjilikdir. Ýöne ontogeneziň islendik pursadynda üýtgeýjiligiň ýüze çykmak derejesi dürlüçe bolup biler. Ýer tudanasynyň bir üleşli ýapragynyň dürli ululykda bolmagy we birnäçe sanly dişjagazlary

saklamagy mümkündür. Görnüşiň alamatlarynyň bu üýtgeýjiligine *modifikasion üýtgeýjilik* diýilýär. Modifikasion üýtgeýjilikde organizmiň genotipi üýtgemeyär. Şonuň üçin ol fenotipik üýtgeýjiligi emele getirýär.

Eger-de ata-ene osoblarynyň gametalarynda, geniň üýtgemesi bolup geçse şeýle zigotadan emele gelyän ösümligiň ýapraklary, ontogeneziň ähli döwründe bir üleşli bolar. Bu üýtgeýjilige *mutasion üýtgeýjilik* diýilýär. Çaknyşdyrmada emele gelyän genleriň dürli utgaşmasy ýa-da kombinasiýasy ýertudanasynyň baş üleşli ýapragynyň emele gelmegine getirip biler. Bu kombinativ üýtgeýjilikdir.

Mutasion üýtgeýjilik. Mutasiýa adalgasy ilkinji gezek G. de Friz tarapyndan 1880-nji ýylda öňe sürüldi. Ol özüniň “Mutasion teoriýa” diýen işinde mutasiýalaryň böküş görnüşinde ýüze çykyandygyny hem-de peýdaly we zyýanly häsiýetleriniň bolýandygyny belleýär. Ol, bir gezek ýüze çykan mutasiýanyň şol osobda gaýtadan hem döräp bilýändigini görkezýär. G. de Friziň mutasion teoriýasynyň esasy kemçiligi mutasiýalaryň gönüden-göni täze görnüşleri emele getirip bilýär diýip nädogry pikiri öňe sürenligindedir. Bu garaýşynda, ol görnüşiň emele gelmek prosesinde tebigy seçginiň täsirini inkär edýär.

Mutasiýalary klassifikasiýalaşdyrmaga genetikerler dürliçe çemeleşýärler.

N.P.Dubininiň we M.Ýe.Lobaşewiň mutasiýalaryň klassifikasiýasy hakyndaky garaýyşlary doly ykrar edilendir.

Generativ we somatik mutasiýalar. Jyns öýjüklerinde ýüze çykyan mutasiýalara *generativ mutasiýalar* diýilýär. Başga dokumalarda döreýän mutasiýalara *somatik mutasiýalar* diýlip at berilýär.

Organizmiň alamatlarynyň we häsiýetleriniň üýtgemesini ýüze çykarýan mutasiýalar, mutant geni saklaýan gameta zigotany emele getirmäge gatnaşan mahalynda döräp biler. Eger-de, mutasiýa dominant bolsa, täze alamat ýa-da häsiýet, şol gametadan emele gelen geterozigot organizmde hem ýüze çykar. Mutasiýa resessiw bolsa, onda mutant gen öz täsirini birnäçe arka

nesilleriň dowamynda ýüze çykaryp bilmeýär. Täze alamat diňe resessiw gen gomozigot halyna geçen mahalynda (F_2 , F_3 we başg.) ýüze çykýar.

Generatiw mutasiýa, organizmde spermatogoniýalaryň we oogoniýalaryň köpeliş döwründe ýüze çykarsa, onda mutant gen jyns öýjükleriniň ýarysynda saklanýar.

Köp sanly nesil berýän osoblarda (güllü ösümlikler, mör-möjekler, syçanlar, öý towşanlary we beýlekiler) birnäçe birmeňzeş, generatiw mutasiýalara syn edip bolýar. Şunuň ýaly mutasiýalara “desseleýin” mutasiýalar diýip at berýärler.

Spermatozoid ýa-da ýumurtga öýjügi stadiýasynda dörän mutasiýa, ýekeleýin ýagdaýynda galýar, ýagny mutasiýany saklaýan gametadan emele gelen osob mutant bolýar.

Generatiw mutasiýalar jynsy köpelişde döreýär we nesle geçýär hem-de ewolýusiýada uly ähmiýete eýedir.

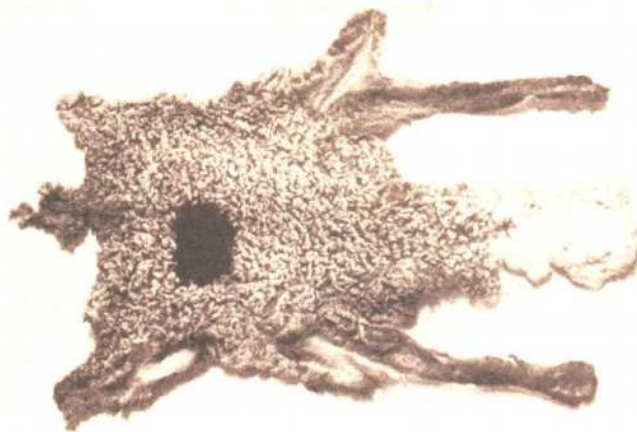
Somatik mutasiýalar mozaiki halda ýüze çykýarlar. Mutant dokumaly uçastoklary saklaýan osoblara mozaikalar ýa-da himeralar diýlip at berilýär. Somatik dokumalaryň öýjükleriniň, hromosoma düzüminiň diploidligi üçin, diňe mutant alleliň gomozigot halda bolan wagtynda, onda mutasiýa ýüze çykyp biler.

Somatik mutasiýa netijesinde garaköli bagana berýän goýunlaryň goňur reňkli derisiniň üstünde gara reňkli oýumlary emele gelýär. Şunuň ýaly mutasiýalar ösümliklerde, haýwanlarda, adamda hem kähalatlarda duş gelýär (sur. 34).

Jynssyz ýol bilen köpelişen organizmleriň ewolýusiýasynda we seleksiýasynda somatik mutasiýalar uly ähmiýete eýedir. Meselem: wegetatiw ýol bilen köpelişen miweli we ir-ýemişli ösümliklerde dörän islendik somatik mutasiýa, täze mutant alamatly ösümliگی emele getirip biler.

Mutasiýalaryň fenotipi boýunça klassifikasiýasy hem tapawutlandyrylýar. Genotip organizmiň ösüşinde morfologik, fiziologik we biohimik prosesleriň yzygider zynjyryny kesgitleýär.

Mutasiýalar organizme edýän täsirine görä şertli morfologik, fiziologik we biohimik üýtgeýjiliklere bölünýärler.



Sur. 34. Garaköli baganada somatiki gara togalak görnüşi menegiň emele gelmegi.

Morfologik mutasiýalar, synalaryň, dokumalaryň ýa-da öýjügiň aýratyn strukturalarynyň gurluşynyň hem-de häsiýetleriniň üýtgemegi sebäpli döreyärler. Iri şahly mallaryň we dowarlaryň aýaklarynyň gysga bolmagyna, mör-möjekleriň gözsizligine we ganatsyzlygyna, süýdemdirijileriň derisiniň ýüňsüzligine, ösümlikleriň dürli synalarynyň tüýjagazlary saklamazlygyna, adamyň boýunyň has gysga ýa-da äpet uzyn bolmagyna syn edilýär, olar morfologik mutasiýalara degişlidir.

Fiziologik mutasiýalar organizmdäki fiziologik prosesleriň üýtgemegini ýüze çykarýarlar. Meselem: syçanlaryň aýlawly “wals” oýnunyň hereketleriniň döremegine getirýän özgerişler fiziologik mutasiýalardyr.

Biohimik mutasiýalar organizmde saklanýan belli bir kesgitli, himiki maddalaryň sintezini hil ýa-da mukdar taýdan üýtgedýärler. Bu mutasiýalaryň netijesinde organizmdäki madda çalşygy bozulýar. Biohimik mutasiýalar, mikroorganizmlerde has gowy öwrenilendir.

Adamda fenilketonuriýa keseli dörende fenilalanin aminokislotasyndan tiroziniň sintezlenmek prosesiniň bozulmagy we onuň bilen özara baglylykda ganda fenilpürozüm kislotasynyň

mukdarynyň artmagy zerarly birnäçe reaksiýalaryň zynjyry blokirlenýär, hem-de ahyrky netijede adamlarda aňynyň gowşak ösmekligine alyp barýar.

Adaptiw ähmiýetine görä-de mutasiýalaryň klassifikasiýa salynýar. Adaptiw ähmiýeti boýunça peýdaly, bitarap (neýtral) we zyýanly mutasiýalar tapawutlandyrylýar.

Organizmiň ýaşayyş ukuplylygynyň peselmegi we onuň ösüşiniň saklanmagy hem mutasiýalar bilen baglydyr. Olara ýarymletal we letal mutasiýalar degişlidir.

Osoblaryň ýaşayyş ukuplylygyny artdyran, olaryň adaptiw mümkinçiliklerini giňeldýän we nesil berijiligini ýokarlandyran özgerişler mutasiýalardyr. Muňa kömelekleriň öýjüklerinde, antibiotikleriň sinteziniň artmaklygyna getirýän mutasiýalar mysal bolup biler. Şeýle mutasiýalar öýjükleriň aman saklanyp galmak mümkinçiligini artdyrlarlar. Şunuň ýaly mnutat osoblaryň nesli biotehnologiýada we derman senagatda giňden ulanylýar.

Gen we hromosoma mutasiýalary.

Täsire sezewar bolan genetiki materialyň göwrümi boýunça, mutasiýalary esasy üç topara bölýärlar : gen, hromosoma we genom mutasiýalary.

Gen mutasiýalary ähli organizmlerde duş gelýärler. Olar aýry-aýry öýjüklerde geçýärler we böküş görnüşinde aýratyn alnan osoblarda ýüze çykýarlar. Görnüşini ýabany formalaryna mahsus bolan allelleri *ýabany*, üýtganlerine *mutant tip* diýilýär.

Her bir 100 müň ýa-da 1 million genden bary-ýogy 1-5-sinde mutasiýa geçýär.

Gen mutasiýalary DNK-nyň molekulasyňyň strukturasynyň ütgemegi bilen baglylykda ýüze çykýar. Olar bir ýa-da birnäçe azotly esasyň DNK-nyň düzüminden düşmegi ýa-da goşulmagy, azotly esaslaryň orun çalyşmagy arkaly döreýärler. E.Friz azotly esaslaryň çalyşgynyň iki dürlüsini tapawutlandyrlar: tranzisiýa we transwerziýalar. Tranzisiýa mutasiýasynda bir purin ýa-da pirimidin esasyňyň degişlilikde beýleki purin ýa-da

pirimidin esasy bilen çalşylmagy, meselem: G-S=A-T, A-T=G-S bolup geçýär.

Transwerziýalarda purin esasy pirimidin bilen çalyşýar we tersine:

G-S=S-G; G-S= T-A, A-T=T-A, A-T=S-G amala aşýar.

Transwerziýalar, tranzisiýalar bilen deňeşdirende ýygýgydan duş gelýärler. Kodonyň manysynyň we DNK zynjyryndaky informasiýanyň okalyşynyň bozulmagyna getirýän mutasiýalar hem gen mutasiýalarydyr. Esaslary çalşyran üýtgemeleriň 3 görnüşi tapawutlan-dyrylýar.

1.Ümsümli mutasiýalar (inlisçe - “silent mutation”).Bu mutasiýada nukleotid yzygiderliginiň üýtgemegi netijesinde sinonim kodony emele gelýär, ýagny sol bir aminokislotany şertlendirýän kodon ýüze çykýar.Ümsümli mutasiýanyň netijesinde kodlanan belogyň aminokislotalarynyň yzygiderligi üýtgemeyär.

2.Missens-mutasiýalar, kodonyň manysyny üýtgedýär, netijede belok molekulasynda onuň sintezlenýän pursadynda başga aminokislota goşulýar.

3.Nonsens (manysyz) mutasiýalary, hiç hili aminokislotany kodirlemäge gatnaşmaýan, manysyz kodonlaryň döremegine getirýär. Şeýle kodlar (UAA, UAG, UGA) genetiki maglumatyň okalyşynyň üzülmegine we belok molekulasyň sinteziniň tamamlanylmagyna getirýärler.

Missens we nonsens mutasiýalary azotly esaslaryň orun çalşmagy netijesinde döreyärler. Kodonlaryň mazmunynyň üýtgemegine, DNK-daky azotly esaslaryň düşmegi ýa-da täzesiniň goşulmagy hem getirip biler. Bu mutasiýalaryň ählisi spontan halda öz-özünden ýüze çykýarlar we daşky gurşawyň islendik mutagen faktorynyň täsiri netijesinde döräp bilýärler.

Gen mutasiýalarynyň başga bir görnüşi - okalyşyň süýşmegi bilen geçýän mutasiýalarydyr.Olar DNK-nyň zynjyryndan nukleotidleriň düşmegi ýa-da goşulmagy netijesinde ýüze çykýarlar. Bu mutasiýalar genetiki koduň okalyşynyň süýşmegine getirýärler hem-de manysyz kodonlary döredýärler.

Hromosoma mutasiýalary, hromosomanyň strukturasynyň, genleriň baglanyşyk toparlarynyň bozulmagy we onuň fragmentasiýa prosesleri bilen baglylykda ýüze çykýarlar. Bu mutasiýalar iki topara: hromosoma içindäki we hromosoma ara bölünýärler. Hromosomanyň içindäki geçýän mutasiýalar netijesinde onuň düzümindäki genleriň ýerleşiş yzygiderliligi üýtgeýär. Hromosoma içindäki mutasiýalar öz gezeginde delesiýa, duplikasiýa, inwersiýa we insersiýa görnüşinde bolýarlar.

Delesiýa – hromosomanyň iki nokadyndan üzülmegi arkaly onuň ortaky uçastogynyň ýitirilmegidir. Eger-de hromosomanyň distal, ahyrky uçastogy üzülse, oňa *defišensiýa* diýilýär.

Hromatidalar iki meňzeş ýerinden üzülip soňra özaralarynda birigip, halka şekilli hromosomany emele getirmäge ukuplydyrlar.

Defišensiýalar tebigatda seýrek duş gelýärler. Sebäbi hromosomanyň distal bölümi ýitirilenden soňra, ol özbaşdak ýaşamaga ukupsyzdyr. Delesiýa we defišensiýa netijesinde alnan hromosomanyň ýaşayşa ukuplylygy, onda sentromerasynyň bolan mahalynda mümkindir. Sentromerasyz hromosoma bölüniş mahalynda eliminirlenýär. Iki ganatlylaryň politen hromosomalarynyň somatiki konýugasiýasy mahalynda aberrant hromosomanyň delesiýa geçen uçastogynyň üstünden kadaly hromosoma, özboluşly halkany emele getiriýär, sebäbi şu halatda onuň fragmenti gomologsyz ýa-da taýsyz galýar.

Hromosoma uçastoklarynyň ýetmezçilikleri osobyň ýaşayş ukuplylygyny we nesil berijiligini peseldýär. Köplenç halatlarda delesiýa geçen hromosomalý öýjükler, ösüşiň irki döwürlerinde ölýärler.

Duplikasiýa – mutasiýasy hromosomanyň fragmentiniň ýa-da böleginiň mukdarynyň iki we ondan hem köp esse artmaklygy netijesinde ýüze çykýar. Konýugasiýa geçen mahalynda duplisirlenen hromosoma kadaly hromosomanyň üstünde edil delesiýadaky ýaly halkany emele getirýär. Ýöne olar bu halatda duplisirlenen genleri saklaýarlar. Meselem: kadaly

hromosomada genler ABS tertipde ýerleşen bolsa genleriň biri duplikasiýa geçenden soňra, ABBS ýa-da ABBBS ýagdaý ýüze çykyp biler. Duplikasiýada köplenç hromosomanyň birnäçe geni saklaýan meňzeş uçastoklary ABS ABS ABS gaýtalanýar. Meselem, şeýle duplikasialar adamda, syçanlarda, neýrosporada, aspergilla kömeleklerinde, mekgejöwende we başgalarda duş gelyär. Drozofila siňeklerinde duş gelyän zolak şekilli gözler alamatynyň güýçlenmegi, degişlilikde oňa jogap berýän *bar* genleriň sanynyň artmagy, ýagny duplikasiýa mutasiýasy bilen baglydyr.

Tebigatda genleriň duplikasiýa hadysasy ýygy-ýygdydan duş gelyär, onuň hromosomalaryň we genleriň ewolýusiýasynda, kesgitli orny bardyr.

Inwersiýa mutasiýasynda hromosomanyň üzülen uçastogy 180 gradusa öwrülip öňki ýerine düzülýär. Netijede hromosomadaky genleriň ýerleşiş tertibi özgerýär. Eger-de hromosomanyň haýsy hem bolsa bir uçastogyn-da genleriň kadaly yzygiderliligi ABSD bolsa, BS uçastogyň inwersiýasy netijesinde ol ABSD tertipde ýerleşer.

Inwersiýanyň geçmegi üçin hromosomanyň iki nokadyndan üzülmegi gerekdir. Inwersiýalar köplenç geterozigotalarda duş gelyarlar. Pişikler maşgalasynyň dürli görnüşleriniň hromosoma düzümindäki ýüze çykýan tapawutlar, inwersiýanyň berýän netijeleriniň aýdyň mysalydyr. Bu maşgalanyň ähli wekilleriniň kariotipinde 36 hromosoma bolup, olar bir-birinden dürli hromosomalarynda inwersiýa mutasiýasynyň geçenligi bilen tapawutlanýarlar.

Inwersiýalar organizmiň birnäçe morfologik we fiziologik alamatlarynyň üýtgemegine getirýärler hem-de populýasiýanyň biologik izolýasiýasynyň faktory bolup bilýärler.

Inseriýa (transpozisiýa) mutasiýasynda, hromosoma fragmenti, uzynlygyna ýerini üýtgedýär we geniň lokusy öz ornuny çalyşýar. Netijede geniň organizme edýän täsiri üýtgeýär. A.Stertewant muňa *geniň ýerleşiş ýagdaýyndan baglylygynyň effekti* diýip at beripdir.

Transpozisiýa - bu genleriň bir hromosomanyň içinde ýa-da başga hromosoma göçmegidir. Göçýän genetiki elementler iki tipli bolup bilýarlar :1. *inversiýa* - bu transpozisiýa üçin informasiýany saklaýan DNK-nyň gysgaça yzygiderligidir 2. *transpozon* –DNK-nyň şol informasiýasyna goşmaça , fenotipik alamatyň genlerini saklaýan genetiki elementdir. Transpozonlara başgaça “bökyän genler”, ýa-da mobil dispergirlenen genler (MDG) hem diýilýär. Olary 20-nji asyryň 60-njy ýyllarynda Barbara Mak-Klintok açdy. Bu genleriň ähmiýeti henizem doly düşnüksizdir. Olar genomyň hemişelik durnuksyzlygyny döredýärler.

Gomologik däl hromosomalaryň arasynda, uçastok çalşygy netijesinde ýüze çykýan mutasiýalara, *translokasiýalar* diýilýär. Olar dürli hromosomalarda bir wagtyň özünde üzüliş bolanda, özara hromosoma fragmentleriniň çalşygy netijesinde döreýärler.

Kadaly ýagdaýda bir jübüt hromosoma $\frac{ABSD}{ABSD}$, beýleki jübüti

$\frac{EGFH}{EGFH}$ genleri saklaýar diýip hasap edeliň. Translokasiýa

geçenden soňra genleriň ýerleşiş yzygiderligi $\frac{ABFH}{ABSD}$ we

$\frac{EGSD}{ABSD}$ bolar.

Tebigatda translokasiýa mutasiýalary köp duş gelýärler. Translokasiýa mutasiýasyny saklaýan osoblar, mutasiýa geçmedik bilen çaknyşdyrylanda nesil bermeyärler. Bu bolsa, populýasiýada, izolýasiýanyň döremeginiň genetiki faktory bolup durýar.

Barlag üçin soraglar:

1. Genotip we fenotip diýlip nämä aýdylyar?
2. Üýtgeýjiligiň esasy toparlaryny sanaň.
3. Gen mutasiýalarynyň nähili görnüşleri bar?
4. Translokasiýa mutasiýasynyň geçişiniň mehanizmini düşündiriň.

Genom mutasiýalary.

Her bir görnüşüň öýjük yadrosyndaky hromosomalarynyň sany, formasy we ululygy onuň möhüm sistematik alamaty hasaplanýar. Görnüşüň kariotipiniň ýa-da hromosoma düzüminiň esasy birligi, hromosomalarynyň gaploid sanydyr, onda her jübüt gomologik hromosomadan diňe biri bolýar. Şunuň ýaly, görnüşüň gaploid sanly hromosoma toplumynda saklanýan genleriň jemine *genom* diýilýär. Organizmiň öýjügendäki hromosomalaryň sanynyň üýtgemegi, genom mutasiýalarynyň döremegine alyp barýar.

Öýjügiň hromosomalarynyň gaploid sanyna “esse” bolan ýagdaýda, hromosomalaryň sanynyň artmagy arkaly döreýän, genom mutasiýalaryna *poliploidiýa* diýilýär. Hromosomalarynyň dürli gaploid sanyny saklaýan öýjükler $3n$ – triploid, $4n$ – tetraploid we başgalar diýlip atlandyrylýar. Poliploid öýjüklerden ösüp kemala gelýän organizmlere degişlilikde *triploid*, *tetraploid* we başgalar diýilýär.

Poliploidiýa organizmiň alamatlarynyň düýpli üýtgemegine getirýär. Şonuň üçin hem ewoluýusiýada we seleksiýada üýtgeýjiligiň esasy çeşmesi bolup durýar. Poliploidiýa netijesinde alnan formalar ýokary hasylly bolýarlar.

Bugdaý urugy (*Triticum*) birnäçe görnüşlerden durýar. Şol görnüşler hromosomalaryň sanynyň häsiýetleriniň we alamatlarynyň meňzeşligi boýunça üç sany topara bölünýär. Birinji topara somatiki öýjüklerinde hromosomalaryň diploid sany 14-e deň bolan birdäneliler (*T. monococcum*) girýär. Ikinji topara 28 hromosomaly gaty bugdaý (*T. durum*) degişlidir. Üçünji topara 42 hromosomasy bolan ýumşak bugdaý (*T. aestivum*) mysal bolup biler. Eger-de bugdaýda hromosomanyň esasy sany $n=7$ bolsa onda bir däneliler diploid ($7 \times 2 = 14$), gaty bugdaýlar – tetraploid ($7 \times 4 = 28$), ýumşak bugdaý görnüşleri – geksaploid ($7 \times 6 = 42$) formalarydyr. Poliploidleriň şunuň ýaly hatary süle urugynyň (*Avena*) içinde we beýleki köp sanly ösümlüklerde hem bellidir.

Hromosoma düzümi esasy sanyna, birnäçe esse artýan hatary emele getirýän urugdaş görnüşlere *poliploid hatar* diýilýär. Poliploid hatar iki agzaly we köp agzaly bolup biler.

Awtopoliploidiýa. Bir görnüşň genomynyň, köpelmeginiň esasynda döreýän poliploidlere, *awtopoliploidler* diýilýär.

Awtopoliploidlerde wegetatiw köpeliş we apomiksis şertlerinde, hromosomalarynyň poliploid sany uzak wagtlaý üýtgemän saklanylýar. Jynsy köpelişde bolsa awtopoliploidler nesilýin dürli formalary berýärler we nesilsiz gibrideri emele getirýärler. Seleksiýa işlerinde ösümlikleriň poliploidlerini almak üçin, olary temperaturanyň we ionlaşdyryjy şöhleleriň täsirine sezewar edýärler. Poliploidleri almagyň giň ýaýran usullarynyň biri ösümligiň tozaňlygyny, nişlerini we güllerini kolhizin maddasy bilen täsirleşdirmekdir.

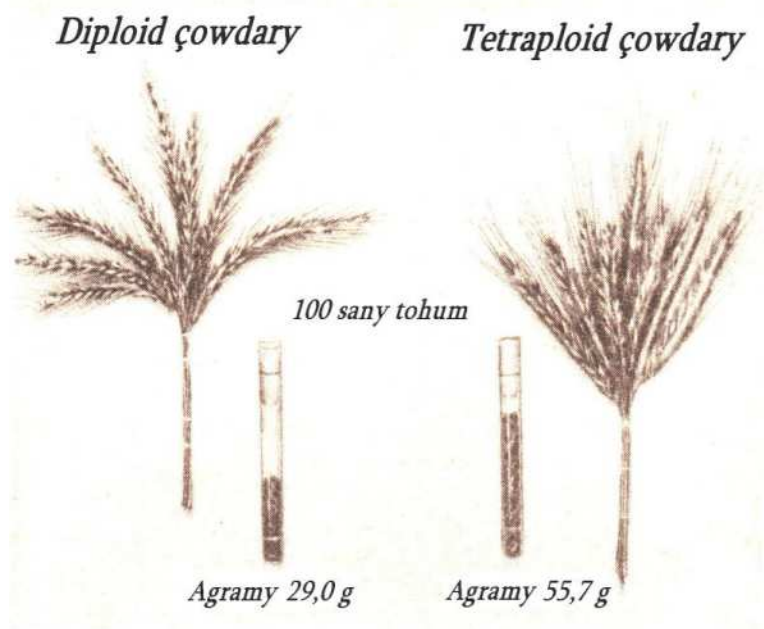
Kolhizin maddasy, öýjük bölünişiniň interfaza döwründe ikilenen hromosomalaryň aýrylyşmagyny kynlaşdyrýar. Himiki täsire (kolhizin) sezewar edilýän organizmde, öýjük bölünişiniň anafaza döwri geçmeýär, we ondaky hromosomalaryň diploid sany saklanýar hem-de $4n$ hromosomalý nesil alynýar.

Poliplodiýa mutasiýasynyň netijesinde öýjügiň ululygy artýar. Öýjügiň göwrüminiň artmagy bilen baglylykda onuň birnäçe fiziologik we biohimik alamatlary hem üýtgeýär. Hususanda öýjükde saklanýan suwuň mukdary artýar, osmos basyşy peselýär, dürli maddalaryň – beloklaryň, hlorofilleriň, ösümlik süýüminiň, auksiniň köp sanly witaminleriň saklanyş mukdary üýtgeýär. Bu bolsa öz gezeginde poliploidlerde ikilenji alamatlary, dasky gurşawyň faktorlarynyň täsirlerine, kesellere durnuklylygy ýüze çykarýar. Poliploidleriň ýokary uýgunlaşma eýe bolmak häsiýetleri, olaryň has ýokary geterozigotlygy

bilen hem kesgitlenýär. Häzirki wagta çenli saklanyp galan gadymy ösümlük toparlarynda, birneme soňrak emele gelen toparlara görä poliploid görnüşler ýygy – ýygydan duş gelýär.

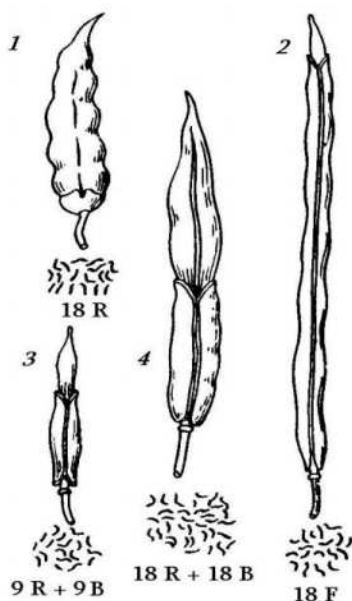
Poliploidiýa organizmiň alamatlarynyň üýtgemegine alyp barýar. 35-nji suratdan görnüşi ýaly çowdarynyň diploid we tetraploid formalary äpet sümüliň, iri dänesiniň bolmagy bilen tapawutlanýar.

Haýwanlarda awtopoliploidiýa mutasiýasy duş gelýär. Bu üýtgeýjilik askaridada, aksolotlda, kebeleklerde duş gelýär.



Sur. 35. Diploid (çepde) we tetraploid (sagda) düzümlü çowdary.

Allopoliploidiýa. Dürli görnüşleriň genomlarynyň köpelmeginiň hasabyna ýüze çykýan poliploidlere, *allopoliplioidler* diýilýär. G.D.Karpeçenko ilkinji gezek turp bilen kelemiň nesil beriji gibradini almagy başardy. Bu ösümlikleriň öýjüklerinde hromosomalaryň birmeňzeş sany ($2n=18$) saklanylýar ýöne olar gomologik däldirler. Kelem-turp gibridi nesilsizdir, sebäbi meýozda gomologik däl hromosomalaryň konýugasiýasy geçip bilmeyärler. Iki sany redusirlenmedik 18 hromosomalý gameta, nesil bilen birikdirilende $4n$ hromosomalý gibridi ($2n = 18$ kelem + $2n = 18$ turp) rafanobrassika (*Raphanus sativus* – turp *Brassica oleracea* – kelem) alynýar (sur. 36). Bu gibriddi meýoz kadaly gecýär we birnäçe arkada nesillilik saklanylýar. Şunuň ýaly gibridlere *amfidiploidler* diýilýär. A.R.Žebrak birdäneli bugdaýy gaty bugdaý bilen çaknyşdyrmak arkaly bugdaýyň 42; -56 we 70- hromosomalý amfidiploidlerini alypdyr. B.L.Astaurov tut ýüpek gurçygynyň iki görnüşini *Bombyx mori* we *B.mandarina* çaknyşdyrmak arkaly emeli poliploid formany almagy başardy.



Sur. 36. Turpyň, kelemiň we onuň gibridleriniň hromosoma düzümleri we miweleri:
1 – turp, 2 – kelem, 3 – diploid gibridi, 4 – amfidiploid, R – turpyň we B – kelemiň hromosomalary.

Daşlaşdyrylan gidridleşdirmede käbir halatlarda tebigatda öň bar bolan formalar peýda bolýar. Bu hadysa *görnüşleriň resintezi* diýilýär.

Geteroploidiýa ýa-da aneuploidiýa. Geteroploidiýa diýip hromosomalaryň sanynyň onuň gaploid sanyna “esse” bolmazdan üýtgemegine aýdylýar. Bu hadysa K.Bridžes tarapyndan ilkinji gezek drozofila siňeklerinde jyns bilen baglanyşykly nesle geçiş öwrenilende ýüze çykarylady. Geteroploidiýa meýozda gomologik hromosomalaryň käbir jübütleriniň aýrylyşmazlygy zerarly döreýär. Netijede bir gametada jübütdeň, şol bada iki hromosoma bolýar, beýlekä biri hem düşmeýär. Emele gelen gametalar zigotada $2n+1$ trisomik, $2n-1$ monosomik, $2n-2$ nulisomik adyny alýar.

Kariotipinde hromosoma sany XXX, XXY, XYY bolan adamlar, jynsy hromosomasy boýunça trisomiklerdir, Daunyň keselinden ejir çekýänler bolsa 21-nji jübüdiň hromosomasy boýunça trisomiklerdir. Jynsy hromosomasy XO bolan adamlary monosomik diýip hasap edip bolar. Geteroploidiýa netijesinde adamda fiziki we akyly taýdan ösüşde köp sanly kemçilikler peýda bolýar. Geteroploidiýa ösümliklerde (bugdaý, temmäki, gowaça, mekgejöwen) we käbir öý haýwanlarynda hem syn edilýär. Bu hadysa baglanyşyk toparlaryny öwrenmekde, hromosomalary markirlmekde we seleksiýa maksatlary üçin peýdalanylýar.

Spontan we indusirlenen mutasiýalar.

Spontan mutasiýalar. Bu mutasiýalara *tebigy mutasiýa prosesleri* diýilýär. Tebigy mutasiýa prosesleri daşarky görünmeýän, ugrukdyrylan täsirleriň netijesinde döreýär.

Tebigy mutagenез barada ylymda birnäçe garaýyşlar öňe sürüldi. N.P.Dubiniň pikirine görä tebigy mutasiýalaryň bolmaklygynyň tizligi, radiasiýanyň tebigy fony arkaly kesgitlenýär. Ol fon bolsa kosmiki we ýeriň radiasiýasyndan hem-de radioaktiv izotoplaryň şöhlelerinden emele gelýär. N.P.Dubiniň bellemegine görä, bu fonuň ululygy ýylyň dowamynda takmynan 0,12-0,23 rada deňdir. Ýöne radiasiýanyň

täsirinde, mutasiýalaryň az mukdary ýüze çykýar; meselem drozofila siňeklerinde 0,1%, adamda 0,25% mutasiýalar tebigy radiasiýa şöhleleriniň täsirinde döreýär.

N.W.Timofeyew – Ressowskiý, K.Simmer we M.Delbrýuk hromosomanyň kesgitli uçastogyn-da atomlaryň ýylylyk hereketiniň energiýasynyň toplanmagy, mutasiýalaryň döremegine getirip bilýändig-i, hakyndaky garaýyşy öňe sürdüler.

S.E.Bresler spontan mutasiýalaryň çeşmesi bolup, DNK-nyň awtoreplikasiýasy wagtyndaky kadaly flýuktuasiýa hyzmat edýär diýen garaýyş öňe sürdi. Bu hadysada DNK-nyň replikasy wagtynda, onuň düzümine matrisadakydan başga, oňa komplementar däl, tötänleýin nukleotidler goşulýarlar hem-de mutasiýany döredýärler.

Genetik alymlar tebigy mutageneziň metabolik teoriýasyny döredtiler, oňa görä mutasiýalaryň sebäbi bolup, organizmdäki madda çalşyk önümleri, metabolitleriň täsirleri hyzmat edýärler. Bu teoriýa eksperimental taýdan subut edildi. Gartaşan organizmlerde, mutasiýalaryň ýygylgynyň has ýokary bolmagy bu teoriýanyň dogrudygynyň aýdyň şaýadydyr. Gartaşan adamlaryň periferik gan öýjükleriniň kulturasyn-da, ýaşlaryňky bilen deňeşdirilende hromosoma mutasiýalary köp bolýar. Uzak wagtlap saklanylan ösümlik tohumlaryn-da hem hromosoma üýtgemegiň ýa-da üýtgeşmeleriň derejesi has ýokarydyr.

M. Demeres 1941-nji ýylda drozofila siňeklerinde, mutasiýa ukyplylygy genotipiň barlagyn-da, kontrolylyn-da, saklanyar diýen netijä geldi. Häzirki wagtda organizmiň mutasiýa ukyplylygyny üýtgedýän aýratyn mutator-genleriň barlygy anyklanyldy. Olar käbir prokariotlarda (*E.coli*, *S.typhimurium*) we eukariotlarda (hamyr maýa kömelekleri, mekgejöwen) tapyldy. Mutator genler, DNK polimeraza fermentiniň işjeňlik (aktiwlik) ukubyňy üýtgetmek arkaly, mutasiýalaryň ýygylgyna täsir edýärler.

Nesle geçýän üýtgeýjilikde gomologik hatarlar kanuny.

N.J.Wawilow, ösümlikleriň dürli sistematik toparlaryn-da nesle geçýän üýtgeýjiligi öwrenip 1920-nji ýylda gomologik hatarlar

kanunyny formulirledi. Onuň düýp mazmuny aşakdakydan ybaratdyr. Biri-birine genetiki ýakyn görnüşler we uruglar nesle geçýän üýtgeýjiligiň meňzeş hatary bilen häsiýetlendirilýärler. Bir görnüşüň çäginde birnäçe formany bilip, şoňa analogik formanyň başga görnüşlerde hem-de ugurlarda tapylmagynyň mümkindigini öňünden aýdyp bolar. Umumy sistemada uruglar we görnüşler bir-birine genetiki taýdan näçe ýakyn bolsa, şonça-da olaryň üýtgeýjilik hatary meňzeşdir. Ösümlükleriň tutuş maşgalalary, ähli uruglaryň we görnüşleriň içinden geçýän kesgitli üýtgeýjilik sikli bilen häsiýetlendirilýärler.

Bu kanunyň mysaly bolup, daneliler maşgalasynyň çäginde (bugdaý, çowdary, arpa, dary, jöwen, mekgejöwen, şaly, gyýak) dänesiniň ýalaňaçlygy we gabyklylygy, sümmüliň gylçyklylygy, gylçyksyzlygy, dänäniň aýna görnüşi ýa-da krahmally konsistensiyasy, ir we giç ýetismekligi, dänesiniň reňkiniň ak, gyzyň, gara bolmaklygy we beýleki alamatlary boýunça nesle geçýän üýtgeýjiligi, hyzmat edip biler. N.J.Wawilow nesle geçýän üýtgeýjiligiň gomologik hatarlar kanunyny aşakdaky ýaly belledi:

$g_1 (a+b+c....),$

$g_2 (a+b+c....),$

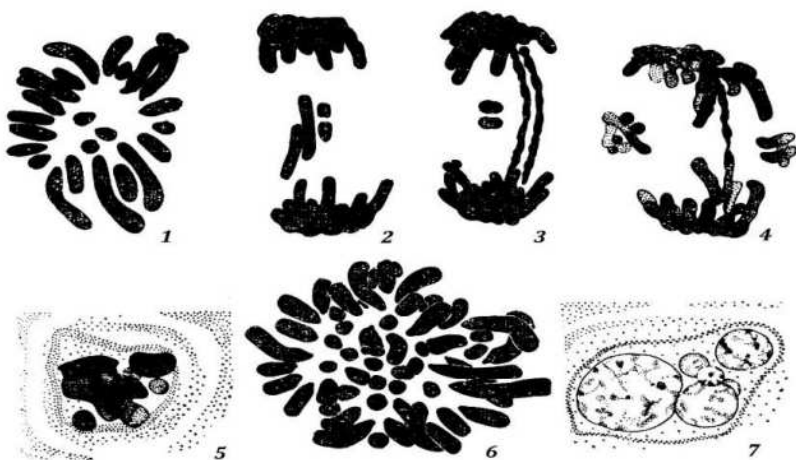
$g_3 (a+b+c....)$ we başg.

Bu ýer-de g_1, g_2, g_3, \dots uruglar we görnüşler; a, b, c – üýtgäp durýan alamatlar (gylçykly gylçyksyz, sümmülli, togalak süýri daneli we ş.m) belgilenilýär. Dürli uruglaryň we görnüşleriň çägindeki geçýän meňzeş mutasiýalar genetiki bir-birine ýakyn toparlary döredýär.

Indusirlenen mutasiýalar. Indusirlenen mutasiýalar daşky gurşawyň we içki faktorlarynyň ýörite täsirleri netijesinde döreýärler. Mutasiýalaryň döremegine temperatura, ultramelewşe we rentgen şöhleleri, himiki maddalar täsir edýärler. Genetikada mutagen faktoryň häsiýetine baglylykda radiasion we himiki mutagenez hadysalary tapawutlandyrylýar.

Radiasion mutageneziniň öwrenilmegi, nesilleýin strukturalara rentgen we beýleki şöhleleriniň täsiriniň ýüze çykarylmagy bilen baglydyr. 1925-nji ýylda G.A.Nadson we

G.S.Filippow hamyr maýa kömeleklerine radiý şöhleleriniň mutagen täsirini ýüze çykardylar. Şondan iki ýyl soňra, G.Meller drozofila siňeklerine rentgen şöhleleri täsir etdirilende olaryň bedeninde geňýän mutasiýalaryň ýygylgynyň çürt kesik ýokarlanýandygyny anyklady. Bu açyşlardan soňra ionlaşdyryjy şöhleleriň mutagen aktiwligini, intensiw öwrenmeklik işi dowam etdirildi. Radiasiýanyň prokariotlaryň we eukariotlaryň organizminde mutasiýalaryň emele gelmek ýygylgyna edýän täsirleri anyklanyldy (sur. 37).



Sur. 37. Rentgen şöhleleri täsir etdirilende *Locusta migratoria*-nyň (göçýän çekirtge) hromosomalarynyň üýtgeýjiligi.

1 – kadaly metafaza plastinkasy ($2n=23$); 2-4 – hromosomalaryň uçlarynyň ýelmeşmegi zerarly anafazada doly aýrylyşmazlygy; 5 – hromosomalaryň tokgalanmagy; 6 – poliploid öýjükleriň emele gelmegi; 7 – mikroýadrolaryň ýüze çykmagy.

Häzirki döwürde radiasiýanyň energiýasy hojalyklarda, senagatda, medisinada, ylymda we başga maksatlar üçin giňden peýdalanylýar. Şonuň netijesinde adamlaryň ionlaşdyryjy şöhleleriň täsirine sezewar bolmak ähtimallygy gün-günden ýokarlanýar. Ionlaşdyryjy şöhleler diňe bir maýyppyga hem-de şöhle keselleri bilen kesellemäge alyp barýan somatik öýjüklere

we dokumalara təsir etmədən eysəm, şol bir wagtyň özünde jyns öýjükleriniň nesilleyin strukturalaryny üýtgedýärler. Netijede ýüze çykýan täze mutasiýalaryň hasabyna adam populýasiýalaryndaky nesilleyin ýüküň derejesini has-da artdyrýarlar. Muňa Hirosima we Nagasaki şäherlerindäki atom partlamalarynyň getiren elhenç pidalary mysal bolup biler.

XX asyryň ortalarynda **radiasion genetika** ylmy döredi. Genetukanyň bu bölümi organizmlere ionlaşdyryjy şöhleleriň genetiki täsiriniň görnüşlerini we olaryň döreýiş mehanizmini öwrenýär. Ionlaşdyryjy şöhlelere elektronlaryň, pozitronlaryň, protonlaryň, mezonlaryň α we β bölekleriň şöhlelenmesi girýär. Olaryň ahlisiniň hromosom strukturalara strukturalara edýän täsirleri birmeňzeşdir. Bu şöhleler hromosom sistemanyň içinden geçip ony oýandyryr we ionlaşdyrýar, netijede hromosomada, şeýle hem DNK-da birnäçe öwrülişikleri hromosoma, gen mutasiýalary ýüze çykarýarlar.

Ultramelewşe şöhleleri aýratynlykda DNK molekulalaryna täsir edijiligi bilen tapawutlanýarlar. Bu şöhleleriň täsirinde nokatlaýyn mutasiýalar we delesiýalar döreýärler.

Himiki mutagenез. Himiki maddalar hem mutasiýalary döredip bilýärler. 1932-nji ýylda W.W.Saharow drozofila siňeklerine ýodyň mutagen täsiriniň bardygyny görkezdi. 1939-njy ýylda I.A.Rapoport etileniminiň mutasion işjeňligini ýüze çykardy. Alty ýyldan soňra Ş.Auerbah we I.Robson ipritiň we uretanyň genetiki taýdan has işjeňligini anykladylar.

Häzirki döwürde himiki birleşmeleriň genetiki işjeňligi üç edilip öwrenilýär. Ylmyň we tehnikanyň pajarlap ösmegi bilen baglylykda janly organizmlere göni we gyýtaklaýyn täsiri bolan himiki birleşmeleriň münlerçesi döredildi. Olaryň köpüsi organizmiň mutagen täsirini ýetirmäge ukyplydyr. Olara pestisidler, nitratlar, azotly kislota, alkilirleýji birleşmeler, fenollar, formaldegid, epoksidler we başgalar degişlidir. Käbir derman preparatlary hem mutagen täsire eýe bolýarlar.

DNK-nyň replikasiýasy döwründe pirimidin we purin esaslarynyň analoglary 5-brom, 5-flor, 5-hlor, 5-ýod-urasil, 2-

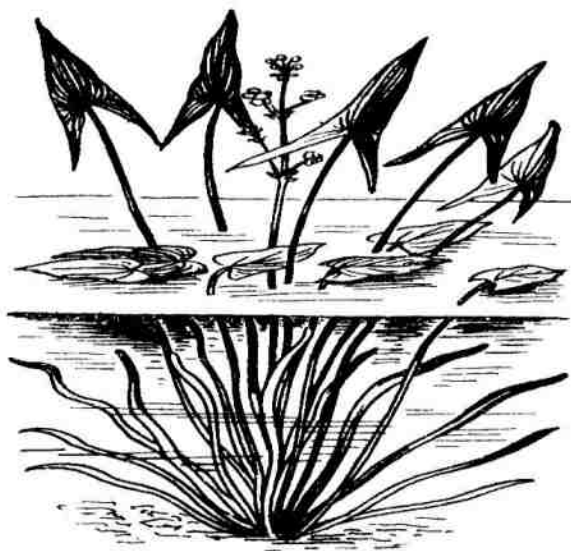
aminopurin täsir etdirilende güýçli mutagen effekt berip bolýar. Bu birleşmeler köplenç halatlarda tranzisiýa mutasiýalaryny ýüze çykarýarlar. Alkoloidler, hinonlar, reňk beriji maddalar delesiýalary, duplikasiýalary, dürli gen mutasiýalarynyň emele gelmegini indusirleýärler.

Modifikasion üýtgeýjilik.

Modifikasion üýtgeýjilikde daşky gurşawyň faktorlary organizmiň fenotipik taýdan üýtgemelerine alyp baryar, ýöne görnüşini genotipiniň ulgamyny bozmaýar. Modifikasion üýtgeýjilik nesle geçmeýän üýtgeýjilikdir. Modifikasiýalar ontogenetik, möwsümleýin we ekologik görnüşinde bolup bilerler. Otnogenetik üýtgeýjilik osobyň ösüş prosesinde oňa mahsus alamatlaryň mydama üýtgäp durmagy halnda ýüze çykýar. Meselem ýerde-suwda ýaşaýanlaryň, mör-möjekleriň we beýleki organizmleriň öwrülişikli ösüşiniň mysalynda ony görüp bolýar. Ontogenez ösüşi, ondaky almatlaryň kanuny çalşygy genotip tarapyndan determinirlenýär, ýöne öz gezeginde osobyň fenotipiniň formilirlenmegi genotipiň we daşky gurşawyň özara täsirinden baglydyr. Maşgalada çaga ýaş wagtynda kadaly daşky faktorlaryň täsirinde bolmasa, onuň ruhy tarapdan baý, fiziki sagdyn bolmagyna zeper ýetýär. Esasanda maşgalada bozuklyk spirtli içgileri içmek, neşekeşlik, ogurlyk bilen meşgullanylsa çaganyň intellektual ösüşine güýçli urgy bolýar.

Möwsümleýin modifikasiýalar klimatik şertleriň üýtgemegi bilen baglylykda ýüze çykýar. Ösümlikleriň we haýwanlaryň ýaşaýşyndaky bolup geçýän möwsümleýin özgerişleriň ählisi modifikasiýalardyr (sur. 38).

Ekologik modifikasiýalar daşky gurşawyň täsirinde alamatlaryň ýüze çykyşynyň üýtgemegini aňladýar. Meselem dürli iýmit maddalaryny saklaýan toprakda ösdürilen uzyn we gysga boýly ösümlikler, güllerdäki gül ýapraklarynyň sany, sürüdüki guzylaryň agramy we başgalar - ekologik üýtgeýjilikdir.



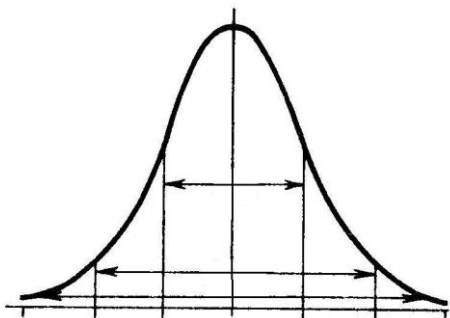
Sur. 38. Peýkam ýaprak atly ösümlükde daşky gurşawyň şertlerine baglylykda ýapragynyň formasynyň üýtgeýjiligi.

Modifikasion üýtgeýjilik **reaksiýa kadasy** bilen çäklenendir. Reaksiýa kadasy diýip organizmiň alamatlarynyň, daşky gurşawyň şertlerine baglylykda kesgitli çäklerde, genotipik kesgitlenen halda üýtgemek ukyplylygyna aýdylýar. Dürli hojalyklarda saklanýan bir tohuma degişli sygyrlar dürli mukdarda süýt berýärler, meselem birinde ýylyň dowamynda 2105-4203 kg, beýlekisinde 3008-4954 kg süýt sagylyp alynýar. Bu dürlülük olara ideg edilişiniň deň dälidigi bilen düşündirilýär. Süýdün mukdarynyň 2105-4954 kg çenli çäklerinde üýtgemegi olaryň nesle geçen reaksiýa kadasynyň çäginä görkezýär. Oba hojalygynyň maldarçylyk, ekerançylyk pudaklarynda köp önüm almak üçin mallaryň tohumynyň, ösümligiň her bir sortunyň reaksiýa kadasynyň hasaba alynmagynyň uly ähmiýeti bardyr.

Modifikasion üýtgeýjilik öwrenilende matematiki statistikanıň usullaryndan hem peýdalanylýar. Ösümlikleriň, haýwanlaryň we adamyň köpdürli alamatlarynyň modifikasion

üýtgeýjiligiň umumy alamatlara eýedigi anyklanyldy. Ol grafikde gowy görüňär (sur. 39).

Wariasion hatary grafiki şekillendirmekde kabul edilen düzgüne laýyklykda absissalar okunda alamata degişli bahalar, ordinatalar



okunda olaryň duş geliş ýygylgy ýerleşdirilýär. Alamyň ortaça bahasy (meselem orta boýly adamlar, noýbanyň kösügindäki tohumynyň ortaça sany we başg.) ýygy-ýygdan duş gelýär, orta bahadan minimal we maksimal gyşarmalar bolsa seýrekdir.

Sur. 39. Kadaly wariasion üýtgeýjiligiň ergisi.

Modifikasion üýtgeýjilikde kadaly paýlanmak düzgüni K.Gauss tarapyndan işlenilip düzülen tötänleýin hadysalarda normal paýlanma baradaky düzgünine kybaplaşýar. Bu hadysa tebigatda örän köp halatlarda duş gelýär.

Barlag üçin soraglar:

1. Poliploidiýa diýlip näme aýdylýar?
2. Nesle geçýän üýtgeýjilikde gomologik hatarlar kanunyň mazmunyny düşündiriň.
3. Mutasiýalaryň emeli ýollar bilen alyş usullaryny sanap beriň.
4. Modifikasion üýtgeýjilige mysallar getirin.

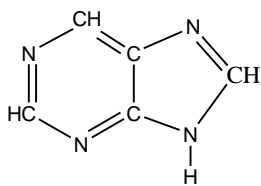
IV BÖLÜM

NESLE GEÇİJILIGIŇ MOLEKULÝAR ESASLARY

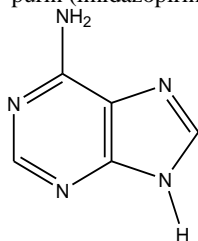
Nuklein kislotalary we olaryň nesle geçijilikdäki ähmiýeti.

Nuklein kislotalaryny, ilkinji gezek Şweýsariýaly alym F.Mişer açypdyr. F.Mişer onuň ýadroda ýerleşen çylşyrymly organiki birleşmedigini göz önünde tutup, ýadrony pepsin fermentiniň kömegi bilen sitoplazmatik galyndylardan arassalaýar hem-de gyzgyn spirtiň täsirinde lipidlerden arassalaýar, alynan preparat aşgar ergininde ereýär. Bu madda analiz edilende onuň öz düzüminde 14% N, 6% P saklaýandygy anyklanylýar. F.Mişer bu birleşmä *nuklein* (lat. nukleus – ýadro) diýip at berýär. Nukleiniň düzümindäki beloklara protaminler, kislotalara bolsa nuklein kislotasy diýlip at berilýär. Soňra nukleiniň himiki düzümini A.Kossel öwrenýär. Ol nukleini turşy sredada gaýnadýar, soňra gidrolizat bugardylýar we galan kristall şekilli maddalary kesgitleýär. A.Kossel gidroliz önümlerinden öň näbelli bolan azotly esaslary adenini, guanine, timini, sitozini we ksantini bölüp alýar.

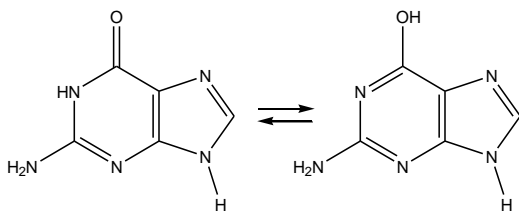
Fişer we onuň okuwçylary bu birleşmeleriň himiki strukturasyňy öwrendiler. Olar şu aşakdaky görnüşdedir.



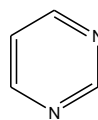
purin (imidazopirimidin)



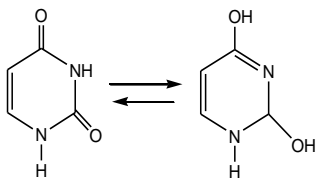
adenin



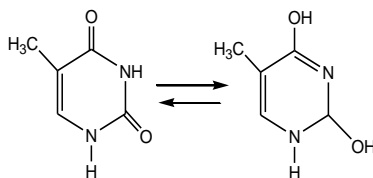
guanin



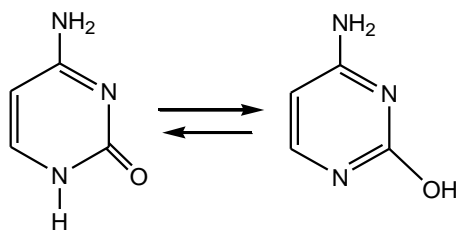
pirimidin



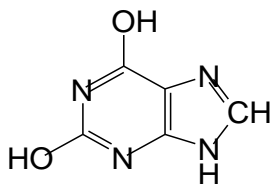
urasil



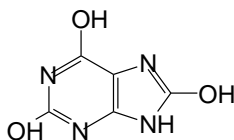
timin



sitozin

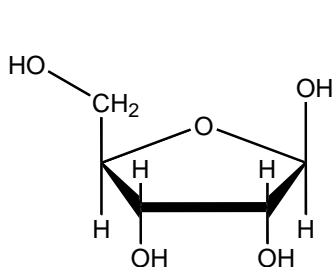


ksantin

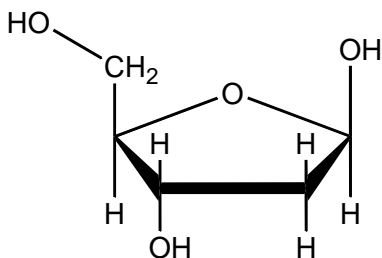


siydik kislotasy

Nuklein kislotalarynyň düzümi we strukturasy hakyndaky barlaglar ABŞ-da P.Lewiniň laboratorýasynda hem alnyp barylýar. Ol nuklein kislotasynyň uglewod komponentini öwrenýär. Ol hamyr maýa kömeleginiň öýjük ýadrosyndaky nuklein kislotasynyň uglewod komponentini kristall görnüşinde bölüp aýyrdy. Bu maddanyň düzümi anyklanylanda ol D-riboza (pentoza monosaharidi) bolup çykdy. Bu madda öň himiklere mälim däl. E.Fişer L-ribozany we D-ribozany sintezledi.



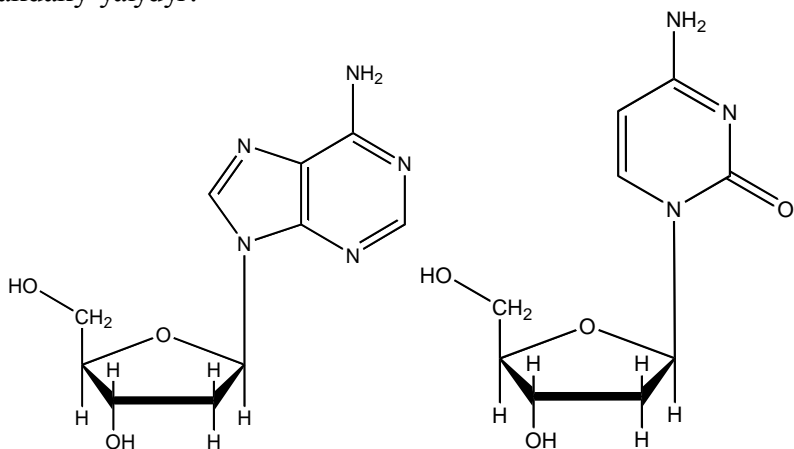
D-riboza



α -Dezoksi D riboza

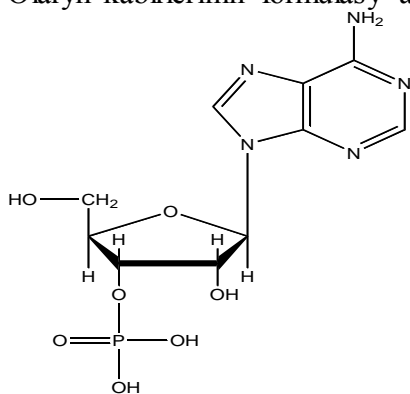
Riboza we dezoksiriboza identifisirlenenden soň nuklein kislotalary täzeçe RNK we DNK diýip atlandyryp başlanyldy.

P.Lewin bu meseläni çözmek üçin DNK-ny gidrolize sezewar edýär we gidrolizatyň düzüminde azotly esasyň uglewod bilen birleşmesi nukleozidazalar ýüze çykarylýar. Onuň formulasy aşakdaky ýalydyr:

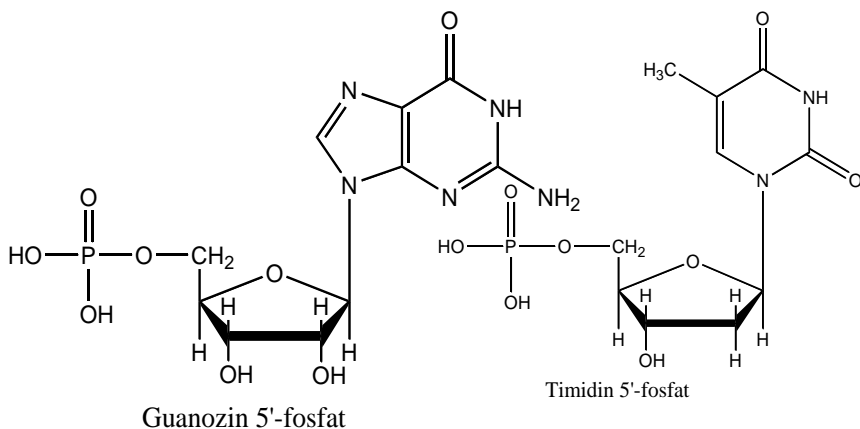


1. Adenozin
 2. Sitidin
1. (9-β-D – ribofuranozidadenin)
 2. (3-β-D – ribofuranozidsitozin)

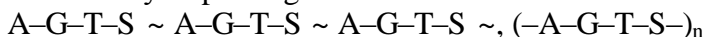
Şekeriň azotly esasa birikmegi purinlerde 9 ýagdaýda, pirimidinlerde 3 ýagdaýda bolup geçýär. P.Lewin nuklein kislotalarynyň gidrolizatlaryndan nukleotidleri almagy başardy. Olaryň käbirleriniň formulasy aşakdaky ýalydyr.



Adenozin 3'-fosfat



P.Lewin DNK-nyň we RNK-nyň 4 dürli nukleotidden durandygyna esaslanyp olar 4 nukleotidli monomerli polimerlerdirler diýen pikire geldi:



1936-njy ýylda A.N.Belozerskiý at kaştany ösümliginden ilkinji gezek DNK-ny bölüp aýyrды (arassa preparatiw görnüşde). B.Dewidson we beýlekiler RNK-nyň ähli haýwan öýjüklerinde barlygyny ýüze çykardylar.

E.Çargaff Nýu Ýork şäheriniň Kolumbiýa uniwersitetinde dürli görnüşleriň DNK-syny öwrendi we her bir nusgada adenin molekulalarynyň sanynyň timine, guanin molekulalarynyň sanynyň sitozine deňdigine syn etdi. E.Çargaff 1950-nji ýylda özüniň eksperimental faktlaryny şu aşakdaky düzgünler görnüşinde hödürledi.

$$1. \frac{A}{T} = \frac{G}{S} = 1$$

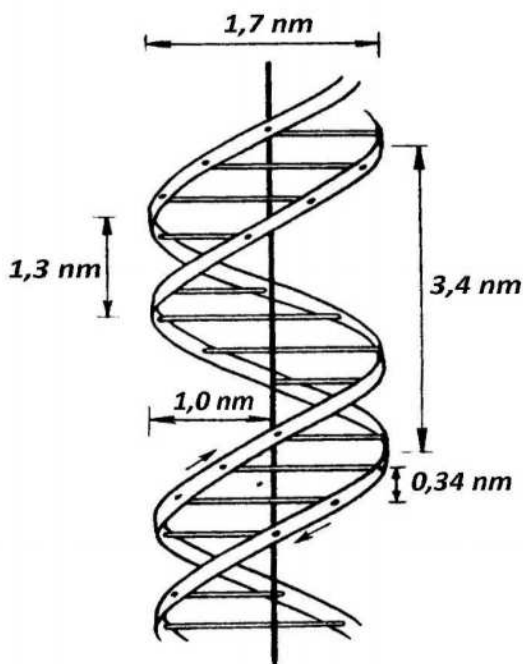
DNK-nyň P-nyň 100 gr atomyna laýyk gelýän azotly esaslar, A, T G we S-iň molýar göterimine gabat gelýär.

2. $A + G = S + T$ ýagny purinleriň mukdary, pirimidinleriň mukdaryna barabardyr.

$$3. A + S = G + T.$$

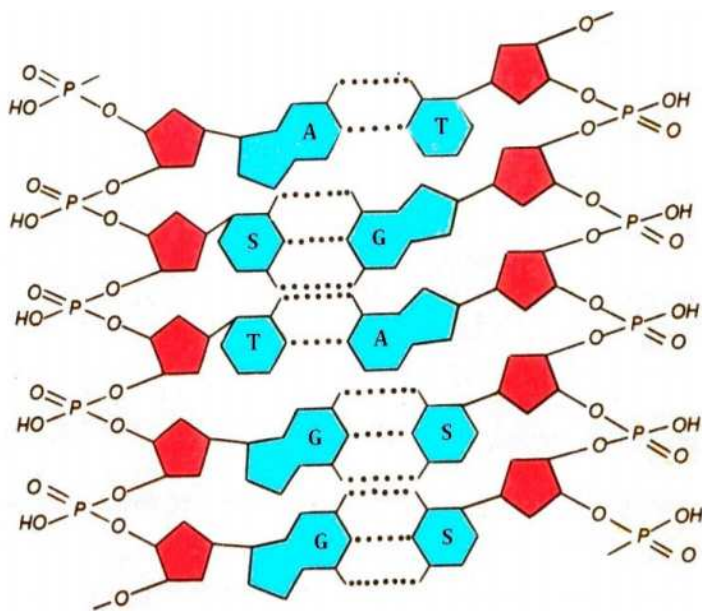
6 ýagdaýda aminotopar saklaýan esaslaryň mukdary, 6-ketotopary saklaýan esaslara deňdir. E.Çargaff özüniň analitik işleriniň netijesini düşündidip bilmändir.

1953-nji ýylda J.Uotson we F.Krik DNK-nyň struktura modelini düzdüler (sur. 40). Bu model E.Çargaffyň düzgünlerine laýyk gelýär. Bu açyşyň taryhyny Uotson özüniň “Ikileýin spiral” atly kitabynda beýan edýär. Bu almylar 1951-nji ýylda Kembridj (Angliýa) uniwersitetiniň Kawendiş laboratoriyasynda duşuşýarlar. Ol bu ýere Çikago uniwersitetinden kämilleşmeklik üçin iberilýär. F.Krik beloklaryň giňişleýin gurluşyny öwrenipdir we bu işde belok kristallarynda rentgen şöhleleriniň difraksiýasy usulyndan peýdalanyndyr. J.Uotson bakteriofaglaryň genetikasy we biologiýasy meseleleri bilen gyzyklanypdyr.



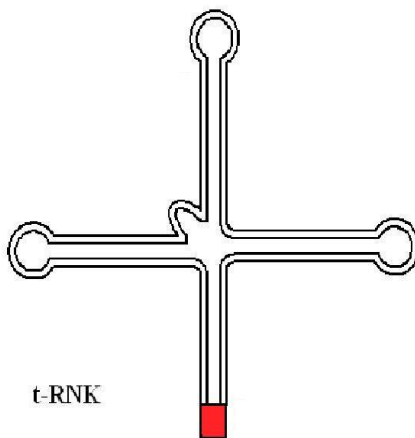
Sur. 40. DNK-nyň iki spirally
strukturasynyň modeli.

M.Uilkins we R.Frenklin Londonda DNK-nyň rentgeno-grammasyny aldylar. D.Uotson we F.Krik DNK-nyň spiral konformasiýasynyň barlygyny anykladylar. Olar DNK-nyň uzyn göni polimer zynjyrdan durandygyny ýüze çykardylar. Bu polimeriň fosfodezoksiribozasy üznüksiz bolup, gapdaldan olara azotly esaslar birigýärler. Spiralyň diamteri 20 Å°, purin we pirimidin esaslarynyň galyňlygy bolsa 3,4 Å° barabardyr. Olar A–T, G–S jübütleriniň durnuklylygyny birmeňzeş ölçeglidigini we wodorod baglanyşyklary bilen saklanýandygyny anyklapdyrlar. D.Uotson we F.Krik komplementarlyk prinsipine esaslanyp replikasiýanyň geçişini hem düşündirdiler. D.Uotson we F.Krik rentgenografiýanyň we stereohimiýanyň kanunlaryna esaslanyp DNK-nyň unikal modelini gurdular. DNK-nyň molekulasy ikilenende bir enelik zynjyr beýlekisini sintezleýär, muňa *replikasiýanyň ýarymkonserwativ usuly* diýilýär (sur. 41).



Sur. 41. DNK-nyň ikileýin spiralyň bir böleginiň molekulýar gurluşy.

RNK-nyň struktura gurluşy DNK-nyňka meňzeşdir, ýagny polinukleotidlerden durandyr. Ýöne ondan tapawutlylykda RNK molekulalary bir zynjyrydyrlar. RNK hem 4 sany nukleotidiň gezekleşip birleşmeginden emele gelýär, onuň düzümine ribeza uglewody girýär, şonuň üçin hem oňa ribonuklein kislotasy diýlip aýdylýar. RNK molekulasynda timine derek urasil atly azotly esasy bolýar (sur. 42).



Sur. 42. t-RNK-nyň gurluş modeli.

Öýjükde birnäçe dürli RNK-lar saklanýar. Olar belogyň biosintezine, nesillik maglumatlaryň berilmegine gatnaşýarlar. Transport RNK-lary (t-RNK) aminokislotalary özlerine birleşdirip belogyň sintezlenýän ýerine alyp barýarlar (sur. 42). Matrisaly (informasion) RNK-lar (m-RNK) DNK molekulalaryndan belogyň strukturasyny baradaky habary belogyň sintezlenýän ýerine eltýärler. Ribosomal RNK-lar (r-RNK) ribosomalaryň düzümine girýärler.

Barlag üçin soraglar:

1. DNK-nyň düzümine haýsy azotly esaslar girýärler?
2. DNK-nyň molekulasyňyň gurluşyny düşündiriň?
3. RNK-nyň nähili görnüşleri duş gelýärler?

Mikroorganizmlerde genetiki analiziň aýratynlyklary.

Molekulýar genetika nesle geçijiligiň himiki esaslaryny öwrenýär. Mundan başga-da biohimiki usullar arkaly şol esasyda geni, onuň işjeňligini, emele gelşini hem-de üýtgeýjiligiň barlaýar.

Molekulýar genetika ylym hökmünde 1940-50-nji ýyllarda döredi. Bu ylmyň has güýçli depgin bilen ösmegi fizikanyň, tehnikaýyň we pribor gurluşygynyň ösmegi bilen hem baglanyşyklydyr. Nesle geçijiligiň we üýtgeýjiligiň molekulýar derejede öwrenilmegi biologiýa ylmynyň ösüşinde täze bir döwrüň başlangyjyny goýdy.

Mikroorganizmlere beden ölçegleri kiçi bolan organizmleriň köp sanly toparlary: ýadrosy bolan eukariot suwotular, kömelekler, ýadrosy bolmadyk prokariot bakteriýalar hem-de öýjük däl formalar bakteriýalarda mugthorçylyk edýän bakteriofaglar, ösümliklerde we haýwanlarda mugthorçylyk edýän wiruslar degişlidir. Bakteriýalarda we wiruslarda hromosomanyň funksiýasyny DNK we RNK sapajyklary ýerine ýetirýärler. Mikroorganizmleriň beden ölçegleride dürlüçe 10 nm-den, onlarça mikrometr çemesi bolup bilýär.

Mikroorganizmlerde molekulýar genetikanyň öwrenýän topary bolmaklyga mümkinçilik berýän birnäçe möhüm aýratynlyklary hem bardyr. Birinjiden olaryň ýaşayyş döwri has gysgadyr. Meselem köp bakteriýalaryň, wiruslaryň bölünmeginiň arasy 20-30 minuta, kömeleklerde 1-2 sagada, hloella suwotusynda 1 gije-gündize deňdir. Mikroorganizmleriň bu aýratynlygy, olardan gysga wagtyň dowamynda köp sanly nesilleri almaklyga mümkinçilik berýär. Ikinjiden mikroorganizmleriň ýokary depgin bilen köpelmekligidir, olaryň bu aýratynlygy bir wagtyň özünde olardan ägirt köp sanly osoblary almaklyga mümkinçilik berýär hem-de koloniýanyň her million osobyndan ýekejesinde ýüze çykan üýtgeýjiligi anyklamaklyga şert döredýär.

Üçünjiden mikroorganizmlerde jynssyz we jynsy köpelişin bolmaklygyda olaryň möhüm amatly tarapydyr. Sebäbi köpelişin bu gezekleşip gelmekligi, jynsy köpelişin gidisinde mikroorganizmlerde rekombinantlary almaklyga we meýozdan soň, gaplofazada jynssyz köpelişde olaryň nesillere berijiligini analizlemäge mümkinçilik berýär.

Molekulýar genetikada tejribehanalarda peýdalanylýan mikroorganizmleriň görnüşleriniň käbirleriniň möhüm biologik häsiýetlerine garap geçeliň:

1. İçege taýajygy bakteriýasy – *Esherichia coli* öýjük gaploid hromosomal çalt ösýän organizmdir. Onuň hromosomasy halka şekilli DNK-dan durýar, mundan başgada onda nesillik faktory F ýagny DNK-nyň awtonom halka şekilli molekulasy bolýar. F faktory bolan şamlara F^+ donorlar, bolmadyklara F^- resipiýentler hökmünde garalýar. F^+ we F^- bakterial öýjükleri özara biri-biri bilen birikýärler. Genetikler bakteriýalaryň bu häsiýetlerini we olaryň biriginden soň konýugasiýa geçişini öwrenip köp sanly kanunlary açdylar.

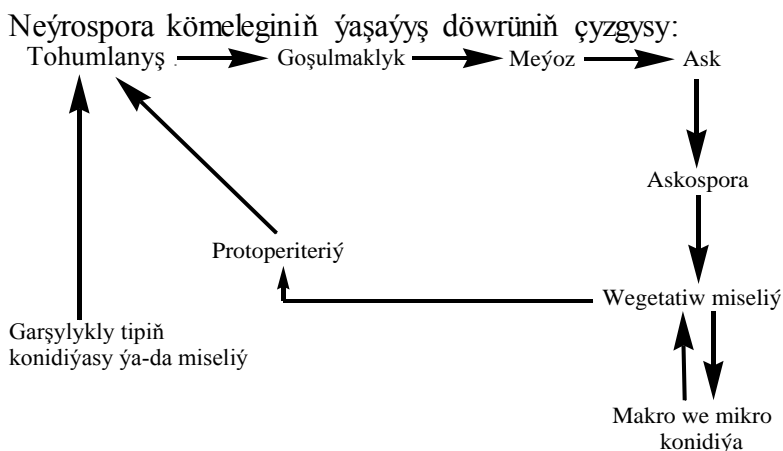
Molekulýar genetikada bu bakteriýanyň faglary λ fag (lýambda) T4 we T2 hem giňden peýdalanylýar. T2 bakteriofagyň gurluşyna garap geçeliň. Onuň bedeni üç bölümden: DNK-ny saklaýan kellejikden, içi boş kanaly bolan boýunjykdan we bazal plastinkany we fibrillalary saklaýan direg aýajyklaryndan durýar.

T-2 bakteriofagy edil sanjym edýän şprisiň işleyşine meňzeş mehanizm boýunça bakteriýanyň içine öz DNK-syny goýberýär. Ol fibrillalara daýanyp bakterial öýjüğe direlýär, kellejigiň gysylmagy netijesinde bakteriofagyň DNK-sy boýunjygyň kanalynyň üsti bilen öýjüğe girýär hem-de özüniň hususy genleri boýunça täze virus böljigi emele getirip başlaýar.

2. Molekulýar genetiki barlaglarda ulanylýan mikroorganizmlere neýrospora kömelekleri *Neurospora crassa* we hamyr maýa kömelegi *Saccharomyces cerevisiae* hem degişlidir. Olaryň ikisi-de eukariotlara girýär, birinji görnüş köp öýjükli

bolup gıfalary emele getirýär, ikinjisi bolsa bir öýjükli, bir ýadroly organizmdir. Neýrosporanyň ýaşayş döwrüne garap geçeliň.

Olaryň gıfalary köp ýadroly bolup, kesgitli aralyklarda germewleri saklaýarlar, germewleriň deşjiklerinden ýadrolar birinden beyläkä geçip bilýäler. Onuň miselisi konidiýagöterijileri emele getirýär we olarda köp ýadroly konidiýalar emele gelip ýetişýär. Jynsy döwür iki allel bilen A we a kesgitlenýär. Tohumlanýan iki kömelek hem enelik köpeliş organyny emele getirýär. Oňa *protoperitesiy* diýilýär, iki tipiň ýadrosy goşulyp, umumy peritesiniň içinde diploid ýadrony emele getirýär. Olar soňra meýoz ýoly bilen bölünip aýratyn askalary döredýäler. Meýozdan soň mitotik bölünüş geçýär we 4 jübüt gaploid askospora alynýar. Neýrosporanyň dürli koloniýalarynyň gıfalary goşulyşynda geterokarionlar döreýär.



Neýrosporanyň şu aşakdaky aýratynlyklary genetiki barlaglar geçirmek üçin has amatlydyr:

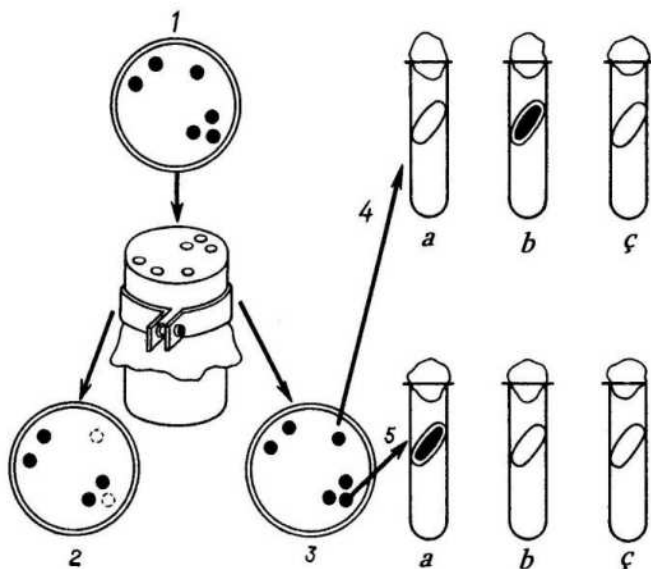
- 1) gaploidliligi, ýagny mutasiýalaryň şol bada ekspressirlenmegi ýa-da ýüze çykmagy;

- 2) geterokarionlarynyň bolmagy, umumy sitoplazmada öwrenilýän genleriň özara täsirini barlamaga mümkinçilik bermegi;
- 3) meýozyň önümlerini aňsat bölüp çykarmaklyga şertiň bolmaklygy;
- 4) çalt ösmekligi we gysga ömürliligi (14 gün);
- 5) emeli iýmitlik gurşawlarda ösmeklige ukyplylygy.

Molekulýar genetikanyň möhüm usullaryna selektiv iýmitlik gurşawlar, “print” (möhür üsti bilen göçürme) we biohimiki mutantlary toplamak ýa-da konsentrlirmek usullary girýär. Mikroorganizmleriniň dürli maddalary sintezlemekdäki üýtgemelerini öwrenmek üçin selektiv (saylawly) iýmitlik gurşawlar peýdalanylýar. Ýabany tipe degişli prototrof organizmler mineral duzlary we uglewodlary bolan gurşawda ýaşap bilýärler. Şoňa, *minimal* gurşaw diýilýär. Auksotroflar ol ýa-da beýleki maddanyň sintezine ukyplylygyny ýitiren we minimal gurşawda ösüp bilmeýän organizmlerdir. Olar doly gurşawda, ýagny öýjügiň ýaşayşy üçin zerur bolan ähli iýmit maddalaryny saklaýan gurşawda ösüp bilýärler. Auksotroflaryň ol ýa-da beýleki klonyny haýsy biohimiki mutasiýanyň häsiýetlendirýändigini anyklamak üçin selektiv gurşawdan peýdalanylýar. Selektiv gurşaw, doly gurşawdan ol ýa-da beýleki metabolitleriň (witaminiň, aminokislotanyň, azotly esasyň) bolmazlygy, minimal gurşawdan bolsa, şol maddanyň bolmagy bilen tapawutlanýar. Meselem, analizlenýän klon aminokislotalary goşan mahalynda selektiv gurşawda ýaşasa, ol aminokislotalar boýunça auksotrofdyr, ýagny haýsydyr bir aminokislotany sintezlemek ukypyny ýitirendir.

Auksotroflaryň ýüze çykyş ýygylgy örän pesdir, şonuň üçin bu işi çaltlandyrmaklykda möhür başyp göçürmek usulyndan peýdalanylýar (sur. 43). Koloniýalary göçürmek üçin mahmal matadan taýýarlanan möhür peýdalanylýar. Ilki bilen doly gurşawda ösen koloniýalar okarajyk bilen möhüre basylýar. Soňra

ol minimal we doly gurşawly okarajyklara geçirilýär. Deňeşdirme arkaly mutant koloniýalar ýüze çykarylandan soňra, olaryň doly gurşawda ösenerinden ýörite alnyp, selektiv gurşawa geçirilýär we çuňňur öwrenilýär.



Sur. 43. Mikroorganizmlerde biohimiki mutantlary bölüp almak üçin ulanylýan möhür basyp göçürmek usuly:

1 – doly iýmit gurşawda ösdürilen analizlenýän koloniýalary saklaýan okarajyk;

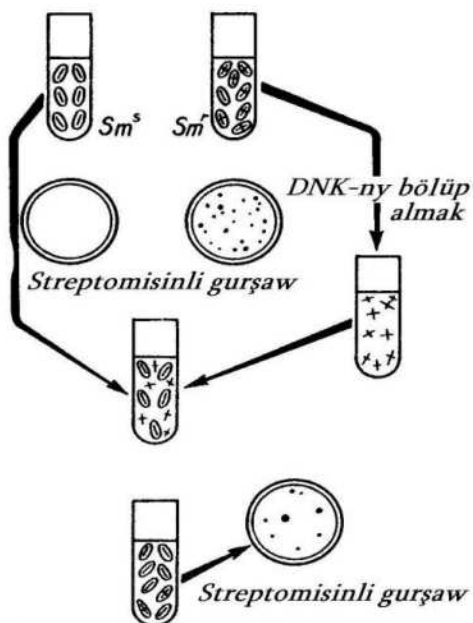
2 – minimal gurşawa göçürilen bakteriýalaryň koloniýalary; 3 – doly gurşawa göçürilen bakteriýalaryň koloniýalary, 4-5 – selektiv gurşawyň kömegi arkaly mutasiýalaryň deňeşdirilmegi, minimal gurşaw: a – witaminleri goşmak arkaly, b – aminokislotalary goşmak arkaly, ç – azotly esaslary goşmak arkaly.

Biohimiki mutantlary konsentrirlmek usullary köpdür. Şolaryň biride minimal suwuk gurşawdaky bakteriýalaryň suspenziýasyndan mutantlary bölüp aýrmak usulydyr, munuň üçin minimal gurşawa penisillin goşulýar. Penisillin bolsa bölünýän öýjükleri ýok edýär. Bölünmeýän biohimiki mutantlar bolsa bir ýere jemlenýärler we doly sredada ösdürilip barlanylýar.

Transformasiya. Bakteriýalarda transformasiya hadysasyny 1928-nji ýylda F.Griffit açdy, onuň düýp mazmuny pnevmokokk bakteriýalarynda nesillik informasiýanyň berlişiniň mehanizmini öwrenmeklik bilen baglylykda doly anyklanyldy. Griffitiň tejribelerinde pnevmokokklaryň (*Streptococcus pneumoniae*) iki ştammy peýdalanylýar. Olaryň birinjisi S şamm (öýjüginin daşynda polisaharid gabygyny saklaýar, koloniýasy ýylmanak şekilli) kesel döredýän, hem-de ikinjisi R şamm (gabyksyz, koloniýasy бүдүр-сүдүр üstli) kesel döretmeýän formalarydyr. Syçanlara S şamm sanjylanda olar pnevmoniyadan ölýärler, R şam sanjylsa ölmeýärler. S şamm gyzdrylyp öldürilenden soň syçanlara goýberilende hem olar ölmeýärler. Eger-de öldürilen S şamm bilen, diri R şamm bilelikde syçanlara sanjylsa olar pnevmoniya zerarly ölýärler, syçanlaryň gany analizlenende olardan janly kapsulaly pnevmokokklar tapylypdyr. Diýmek ölen kesel dörediji bakteriýalaryň häsiýeti, diri kesel döretmeýän bakteriýalara geçýär diýip Griffit çak edipdir.

Onuň barlaglarydan 16 ýyl geçenden soň, 1944-nji ýylda O.Eweri we işgärleri Makleod, Mak-Karti bu hadysanyň sebäbini ýüze çykardylar. Olar tejribe geçirmek üçin ýene-de pnevmoniyanyň S we R şamlaryny ulandylar. Alymlar iki formanyňda öz-özünden mutasiya geçişini öwrendiler. S-ň R-e tarap örän az mukdarda mutasiya geçýändigini anykladylar. R-ň S-e mutasiya düýbünden geçmeýänligi belli edildi.

$S \rightarrow R$ ugurda mutasiya geçýänligi kesgitlendi. Eger-de R formany, öldürilen S şammly ekstraktda saklasaň, onda olaryň $S \rightarrow R$ ugurda mutasiya geçişi 10000 esse artýar. Diýmek ekstraktdaky haýsydyr bir madda bir şammyň häsiýetini beýläkä geçirýär. Şol geçiriji faktora transformirleýji faktor, hadysa **transformasiya** diýlip at berilýär. Eweri we onuň işgärleri bu maddany arassalap alýarlar. Alnan madda diňe bir fermentiň dezoksiribonukleazanyň täsirinde işjeňligini ýitirýär. Dezoksiribonukleazanyň bolsa DNK maddasyny dargadýanlygy düşnükli prosesdir. Şeýlelikde ilkinji gezek DNK-nyň genetiki



ähmiýeti barada hakyky subutnama alyndy. O.Eweriniň bu açyşy birbada hiç kimiň ünsüni özüne çekmedi, sebäbi şol döwürlerde geniň himiki tebigaty, beloklaryň we DNK-nyň strukturasy barada maglumatlar örän azdy.

Alymlar bakterýalaryň dürli şammlarynyň arasynda transformasiýa geçişini ýörite tejribeler arkaly, soňraky döwürlerde-de subut etdiler. (sur 44).

Sur. 44. Transformasiýa hadysasynyň geçişini görkezýän tejribäniň shemasy:

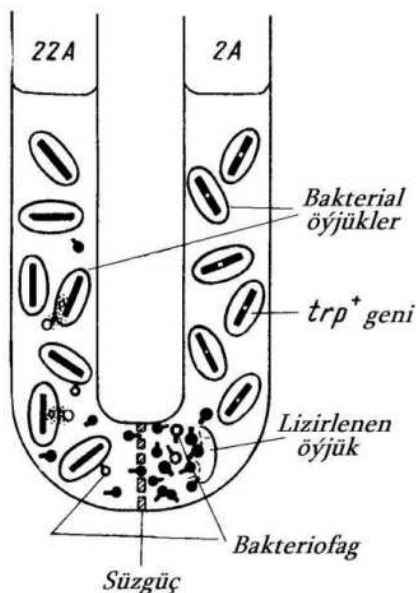
Sm^s – streptomisiniň täsirine duýgur bolan bakteriýalaryň ştammy;
 Sm^r – streptomisiniň täsirine durnukly bolan bakteriýalaryň ştammy

Tejribeleriň çyzgysyndan görnüşi ýaly bakteriýalaryň Sm^s ştammyna streptomisiniň täsirine durnuklylyk, Sm^r ştammynyň DNK molekulasyynyň bir böleginiň üsti bilen geçirilýär. Eger-de donoryň DNK-sy kultura ýerleşdirilmezden öňürti dezoksiribonukleaza fermentiniň täsirinde saklanylsa, bakteriýa şammlarynyň arasynda transformasiýa hadysasy geçmelidir.

Transformasiýa bir bakteriýanyň (donor) hromosomanyň başga bakteriýanyň (resipiýent) hromosomayna goşulmagydyr we bakteriýalarda maglumatlary özara çalyşmagyň bir usulydyr.

Transduksiýa – hadysasynyň açylmagy we mazmuny şu aşakdaky tejribeler bilen baglydyr (sur. 45).

U şekilli turbajygyň sag tarapyna syçanlarda garahassalyk (tif) keselini emele getirýän bakteriýanyň (*Salmonella typhimurium*) 22 A ştammy, çep tarapyna fag bilen lizogen bolan 2 A ştammy ýerleşdiripdirler. 22 A ştammy trp^- triptofan aminokislotasynyň sintezini togtadyan mutasiýa eýe bolýar, şonuň üçin ony ösdürende gurşawa triptofany goşmak gerek bolup durýar. 2 A ştammy (trp^+) triptofany özi sintezläp bilýär. Bakteriýalar inkubasiýa döwrüni başdan geçirenlerinden soň,



Sur. 45. *Salmonella* bakteriýalarynda transduksiýa hadysasynyň geçişini görkezýän tejribäniň shemasy.

22A triptofany sintezlemäge ukypsyz (trp^-) bakteriýa ştammy;
2A – triptofany sintezlemäge ukyply (trp^+) we bakteriofagyň täsirinde

- 2) Iýmitlik gurşawda transformirleýji faktor hem tapylmandyr, diýmek transformasiýa-da geçmändir.

olaryň öýjüklerini täzeden gurşawa göçüripdirler. Şonda 22 A ştammyň käbir koloniýalary triptofany sintezläp başlapdyr. Şeýle öýjükleriň düşüş ýygylgy 1×10^5 -e deň bolupdur. 22 A ştammyň triptofany sintezlemeginiň aşakdaky sebäpleri bolup biler.

- 1) Bu özgeriş trp^- geniniň trp^+

öwrülmeginiň hasabyna ýüze çykyp biler, ýöne 22 A ştammyň ýokary durnuklylygyny hasaba alsak, bu usulyň mümkin daldigine göz ýetirýäris.

- 3) Gen fagyň üsti bilen geçirilip bilner, ol 2 A ştammyň öýjüginin trp^+ geni bilen birleşip öýjükden çykyp 22 A ştammyň öýjüklerine girýär we oňa nesillik informasiýany berýär.

Bir bakteriýadan beýlekä nesillik informasiýanyň, bakteriofagyň üsti bilen berilmek hadysasyna transduksiýa diýlip at berilýär. Transduksiýanyň geçýänligi hakyndaky ilkinji maglumatlar 1952-nji ýylda alyndy. Faglar 1, seýrek goşulýan ýagdaýda 2 we örän seýrek halatlarda 3 geni, bir öýjükden beýlekä geçirýäler.

Egerde adamyň fibroblast öýjükleriniň kulturasyna, ön bakteriýalarda kultiwirlenen λ fagyny goşsak adamyň öýjüklerinde galaktozanyň çalşygyny kadalaşdyrýan ferment peýda bolýar. Sebäbi faglar adamyň öýjüklerinde bolmaýan bakteriýal DNK-syny geçirýärler. Genetik alymlara λ fagynyň kömegi bilen adamda mugthorçylyk edýän içege taýajygy bakteriýasyndan β -galaktozidaza fermentiniň genini bölüp aýryp, kulturada ösdürilen pomidoryň öýjüklerine geçirmek başartdy.

Elektron mikroskopynda geçirilen barlaglar bakteriýalarda nesillik informasiýanyň berilişiniň ýene-de birnäçe çylşyrymly syrlaryny bilmeçlige mümkinçilik berdi.

Içege taýajygy (*Escherichia coli*) bakteriýasynda genetiki informasiýa konýugasiýa prosesiniň netijesinde birinden beýlekisine geçirilýär. Bu hadysa bir taraplaýyn bolýar we beýleki öýjüğe DNK-nyň belli bir bölegi geçýär. Bakteriýanyň öýjüginin hromosomasy ýapyk halka şekilindedir. Onuň düzüminde 1,2 – 1,4 nm uzynlykdaky iki sapakdan duran DNK saklanýar. Konýugasiýanyň ahyrynda bakteriýanyň hromosomasyna beýleki taýynyň hromosomasynyň böljigi goşulýar. Şunuň ýaly öýjüğe *merozigota* diýilýär. Beýleki taýynda bolsa DNK-nyň reproduksiýasy geçýär.

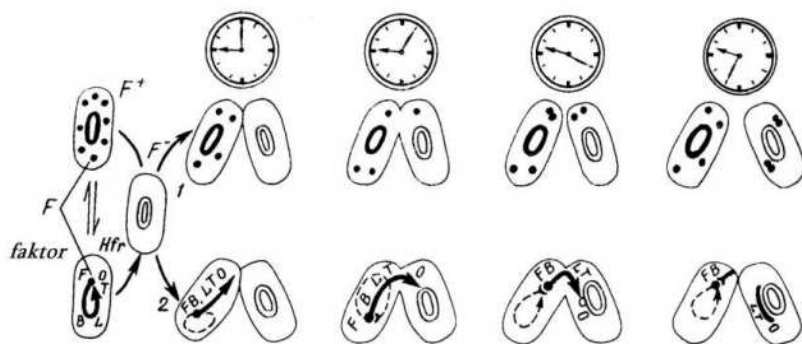
Içege taýajygy bakteriýasynyň käbir şammlarynyň arasynda konýugasiýa geçmeýär, käbirlerinde bolsa konýugasiýa erkin geçip rekombinant formalary emele getirýär. Şuňa esaslanyp

ähli şammlary 2 topara: F^- enelik F^+ atalyk diýip bölýärler. F^- öýjüklerde konýugasiýadan soň merozigotalar emele gelýär.

Barlaglar netijesinde F^- öýjükleriň konýugasiýadan soň F^+ häsiýetlere eýe bolup, başga alamatlary almaýanlygy belli edildi. F^+ faktoryň awtonom DNK-dan durýanlygyny gözegçilikler görkezdi.

Bakteriýalarda jynsy faktordan başga-da ol ýa-da beýleki alamaty şertlendirýän, awtonom replikasiýa geçýän, DNK molekulalarynyň başgada köp sanlysy tapyldy. Olara *plazmidalar* diýlip at berildi. F^+ plazmidasy hem içege taýajygy bakteriýasynda duş gelýär. Donor öýjük bu plazmidany resupiýente berende hromosomal genleri hem bermeklige ukuplydyr. |

Içege taýajygy bakteriýasynyň şammlarynyň arasynda Hfr (rekombinasiýanyň ýokary ýygylgyny kesgitleýän) tipi belli edildi. F^- öýjükler Hfr tipli öýjükler bilen çaknyşdyrylanda rekombinantlaryň emele geliş ýygylgy 10 esse artýar. F^+ bilen F^- çaknyşdyrmadan tapawutlylykda F^- öýjükler Hfr öýjükleriň häsiýetlerini seýrek halda alynýarlar, sebäbi bu halda F faktor bakteriýanyň hromosomasynda kesgitli lokusy eýeläp beýleki genler bilen baglylykda nesilden nesle geçýär (sur. 46). U. Heýs Hfr şammlaryň F^+ -den gelip çykandygyny subut edýär. $Hfr \rightarrow F^+$ ugrunda mutasiýa geçende jynsy faktoryň donorlygy dikelýär. Diýmek F faktor öýjükde özüni iki hili: sitoplazmatik bölejik (F^+ öýjüklerde) ýa-da hromosomanyň lokusy (Hfr öýjüklerde) hökmünde alyp barýar. Bakteriýanyň hromosomasyna goşulyp bilýän plazmidalara *episomalar* diýilýär. Plazmidalaryň genomy, ony göterýän bakteriýalaryň häsiýetlerini kesgitleýär. Bakteriýalaryň kesel döredijiligide, plazmidalar tarapyndan kesgitlenilip bilner. Dürli derman preparatlarynyň täsirine, bakteriýalaryň rezistentligini (durnuklylygyny) R plazmidalar ýyze çykarýarlar. Bu plazmidalar içege taýajygy bakteriýasynyň 10-dan gowrak antibiotige durnuklylygyny üpjün edýärler.



Sur. 46. İçege bakteriýasy bolan *Escherichia coli*-de genetiki materialyň berlişiniň konýugasiýanyň dowamlylygyndan baglylygy (2) we “F” faktoryň mysalynda episomalaryň nesillik hromosomalara geçişi (1).

F^+ - “atalyk öýjükler”; F^- - “enelik öýjükler”, Hfr – rekombinasiýalaryň ýokary ygylgyny kesgitleýän jynsy tip; B, L, T – genleriň belgileri O – hromosomada nesillik faktoryň donordan resipiýente berilmeginiň başlanýan ýeri.

Ýaponiýada dizenteriya kesellerini bejermekde antibiotikler peýdalanylandan soňra kesellileriň sany, birnäçe wagtdan soň has artyp ugradyr. Sebäbi bakteriýalarda R plazmidalar köpeldir. Olar antibiotigi dargadyjy fermentleri öndürýärler, ýa-da öýjügiň geçirijiligini üýtgedýärler.

Fagyň geniniň bakteriýanyň geni bilen goşulyşmagyna *lizogeniýa* diýilýär.

Transformasiýa, transduksiýa we ters transkripsiyä hadysalarynyň açylmagy, bakteriýalarda plazmidalaryň we episomalaryň ýüze çykarylmagy, genetiki koduň açylmagy, belok sinteziniň mehanizminiň öwrenilmegi alymlara öýjügiň molekulalaryny emeli ýol bilen sintezlemäge mümkinçilikler döretdi. Genetikanyň şol bölümüne *gen inženeriýasy* diýilýär.

Amerikaly genetik H. G.Korana alanin t-RNK-nyň hem-de tirozin t-RNK-nyň genini sintezledi, ol genler içege taýajygy bakteriýasynda öz funksiýalaryny ýerine ýetirdiler.H.G. Korana

we onuň işgärleri tirosin t-RNK genini birnäçe basgançakdan ybarat reaksiýalaryň kömegi bilen sintezlediler. Ilki bada 10-15 nukleotidden ybarat bolan fragmentler sintezlenildi, soňra olar ligaza fermentleriniň kömegi bilen birikdirilip 126 nukleotidden ybarat gen sintezlenildi.

Ters transkripsisiýanyň açylmagy netijesinde adamyň gemoglobiniň, towşanyň, syçanyň we ördegiň gemoglobin beloklarynyň genleri sintezlenildi.

Garward uniwersitetiniň alymy J.Bekwitiň ýolbaşçylygynda içege taýajygy bakteriýasyndan *E.coli* → laktozanyň operony (6 sany genden duran – 3 struktura we 3 kadalaşdyryjy gen) bölünip çykarylady, onuň uzynlygy 1 mkm-e barabardyr. Geni bölüp çykarmak üçin J.Bekwit *E.coli*-niň λ fagynyň A hem-de B ştammlaryny peýdalanyndyr. λ fagy laktozanyň operonyny kesip alandan soň, iki fagyň hem DNK sapaklary gibridleşdirilip soňundan restriktaza fermenti arkaly bölüp aýrylyndyr.

Moskwanyň umumy genetika hem-de medisina genetikasy institutynda, Kiyewiň molekulýar biologiýa we genetika institutynda genleriň sintezi boýunça köp işler edildi. Esasanda m-RNK-nyň gene jogap berýän DNK polimeraza fermentiniň üsti bilen köp genler sintezlenildi. Sintezlenen genleri resipiyente geçirmekligiň usullary, transgenез ýollary işlenilip düzüldi. Çeh alymlary M.Hill we J.Hillowa syçanyň DNK-nyň, jüýjäniň hromosomasynyň DNK-syna transformasiýa geçýändigini anykladylar we onuň usullaryny işläp taýýarladylar.

R.Pollak bir öýjükden beýlekä geçiriji hökmünde maýmynlaryň SV-40 wirusyny peýdalanmagy teklipl etdi we onuň usullaryny işläp taýýarlady. Ol SV-40 wirusynyň syçanlarda we homýaklarda “çiş” öýjükleriniň döremegine getirýändigini anyklady, hat-da kulturada ösdürilen adamyň öýjükleri bu wiruslaryň täsiri bolanda çiş öýjüklerine meňzeýärler. Gen inženeriýasy transduksiýa usulynyň üsti bilen käbir genleri eukariot öýjüklerden, prokariot öýjüklere geçirmegi başardy. Genetiklere hamyr maýa kömeleginiň eukariot öýjüklerindäki

gistidin aminokislotasynyň sintezine jogap berýän geni λ bakteriofagynyň we ligaza fermentiniň kömegi bilen *E.coli* bakteriýasynyň mutant öýjüğine geçirmek we prokariot öýjükde onuň işlemekligini gazanmak başardy.

U.Gilbert alakanyň insulin gormonynyň fermentatiw sintezini amala aşyrdy. Ol insuliniň sintezine jogap berýän geni ilki bilen *E.coli* bakteriýasynyň plazmidasyna, soňra onuň öýjügiň hromosomasyna geçirdi we onuň işlemegini gazandy. Netijede *E.coli* insulin gormonyny öndürüp başlady. D.Gaddel we D.Kleýd adamyň insulin gormonynyň α we β zynjyrynyň genini sintezlediler hem-de şol genleri bakteriýalaryň dürli görnüşleriniň plazmidasyna birikdirmegiň usullary işläp taýýarladylar. Olar bakteriýalarda alynan insuliniň α we β zynjyrlaryny özara birikdirip emeli şertlerde adamyň insulin gormonyny aldylar.

Genetikler bakteriofaglaryň bakteriýalarda köpeleişini öwrenenlerinde DNK-nyň molekulasynyň restriksiýasynyň ýa-da bölünmeginiň üstüni açdylar. Restriksiýanyň düýp mazmuny bakteriýalarda bakterial DNK-ny we fagyň DNK-ny tapawutlandyran fermentleriň bolmaklygy bilen baglydyr. Şunuň ýaly fermentlere *restriktaza fermentleri* diýilýär. Bu fermentler gen inženeriýasynda genleri bölüp almak, “kesmek” üçin peýdalanylýar. Häzirki döwürde genetiklere 500-den gowrak restriktaza fermenti bellidir. Ýaňy ýakynda hamyr-maýa kömeleklerinde hem restriktaza fermentleri açyldy.

Ösümliklerde gen inženeriýasy boýunça tejribeler, iki ülüşli arabidopsis ösümliginde geçirilýär. Bu ösümliğin öýjükleri kallusdan ýa-da öýjük massasyndan köpelmäge ukyply osoba öwrülüp bilýärler.

Gen inženeriýasynyň üsti bilen ösümliklere aýry-aýry genleri geçirip bolar. Meselem, ösümliklere ätiýaçlyk beloklary emele getirýän genleri geçirmek has peýdalydyr. Aýry-aýry öýjükler kulturada ösdürilip fitogormonlar bilen işlenilende kadaly ösümligi emele getirýärler. Ösümlik öýjüğine DNK-ny girizmekligiň esasy kynçylygy, onuň öýjük diwarynyň bolmaklygydyr. Ösümlik öýjüğine DNK-ny girizmek üçin

protoplastlary aýarlar, ýagny öýjük diwary sellýulolitik fermentler bilen dargadylýar. Öýjükleriň protoplastlary bir-birine goşulanda gíbrid somatik öýjüklerden, täze ösümlik görnüşleri alynýar.

Gen inženeriýasyna medeni ösümlikleriň öýjüklerine, gurakçylyga sowuga çydamlylyk, topragyň artyk duzlulygyna, gerbisidleriň, pestisidleriň täsirine durnuklylyk, kesellere we zyýankeşlere ýan bermezlik genlerini geçirmek gerek bolup durýar.

Barlag üçin soraglar:

1. Mikroorganizmleriň genetiki barlaglarda amatly häsiýetlerini sanap beriň.
2. Transformasiýa we transduksiýa hadysalarynyň geçişini düşündiriň.
3. Gen inženeriýasynyň mazmunyny we ähmiýetini düşündiriň.

Genofondy saklamak meseleleri. Genofondy saklamakda molekulýar genetikanyň ähmiýeti.

Görnüşleriň populýasiýalaryny tebigy şertlerde saklamak genofondy goramagyň esasy usullarynyň biridir. Ekspertleriň berýän bahalaryna laýyklykda esasy ekosistemalary tebigy yagdaýyna ýakyn halda saklamak üçin Ýeriň üstüniň 30% -ni goraghana öwürmek zerurdyr. Goraghanalarda ýabany haýwanlar bilen bilelikde, gadymy öý haýwanlarynyň tohumlary hem ösdürilýär, bu bolsa täze, ýokary durnuklylyga eýe bolan tohumlary döretmek üçin möhüm başlangyç material bolup durýar. Ýabany haýwanlary, oba hojalyk ulgamynda girizmek, öýdekileşdirmek, genofondy saklamagyň möhüm usullarynyň biridir. Genofond – bu populýasiýanyň düzümindäki ähli osoblaryň genotipleriň jemidir. Ýabany haýwanlary öýdekileşdirmek işinde seresaplylyk zerurdyr, sebäbi öýdekileşdirmekde adamlar haýwanlary kesgitli alamatlaryny göz önünde tutmak arkaly ösdürýärler, netijede görnüşiň aşa üýtgeýjiligi sezewar bolmagy we ýitip gitmegimegi mümkindir.

Adamlaryň ýabany haýwanlara öz ýaşaýan ýeriniň töwreginde ideg etmegi netijesine tebigatda seýrek, ýitip barýan görnüşleriniň saklanyp galmasyna hemaýat edip biler. Meselem köp şäherleriň eteginde togdarylar, sülgünler, guwlar, ýabany gazlar, ýaşaýarlar. Häzirki wagtda dünýäniň köp sanly miweli agaçy seýilgählerinde halkara gyzyl kitabyna giren haýwanlar ýaşaýarlar.

Genomlary konserwasiýa etmek, bu ýitip barýan dikelmezlik howpy bolan görnüşleriň jyns öýjüklerini uzak wagtlap öldürmän saklamak usulydyr. Ýitip barýan görnüşleriň jyns öýjüklerini, düwünçegini alyp bolmadyk halatynda diňe somatik öýjüklerini, deri we gan öýjüklerini saklap galmak zerur bolup durýar.

Diapauzada ýa-da görnüşiň osoblarynyň ýaşaýyş ýagdaýynyň haýallamak halyna osobyň düwünçeginiň ösüşi uzak

wagtlap saklanylýar. Köp kebelekler ýumurtga ýa-da gundak döwürlerinde gyşlaýarlar.

Biologik obýektler çuňňur doňdurylan halnda, olaryň genofondyny uzak wagtlap saklamaga şert döreýär. Janly öýjükler 0° C-dan aşak temperaturada sowadylsa öýjügiň içindäki suw doňýar, duzlaryň konsentrasiýasy atýar, pH-y üýtgeýär. Bir öýjükli, kolowratkalar, nematodlar ýokary sowuga çydamlylyga eýedirler. Molýuskalar, leňneçler, çybynalaryň we tomzaklaryň liçinkalary doňaklyklary başdan geçirmäge ukuplydyr. Köp haýwanlaryň öýjüklerinde gliserin, beloklar, gantlar saklanylýar, bu maddalar bolsa organizmiň doňmak temperaturasyny peseldýärler. Alymlar osoblaryň ýaşayan gurşawyna krioprotektorlary, ýagny öýjük strukturalaryny doňdurylanda dargamakdan goraýan maddalary: gliserini, dimetilsulfoksidi, polietilenglikoly antioksidantlary goşmaklyk arkaly genofondy goraýarlar.

Häzirki döwürde belli bolan tehnologiýalara esaslanyp, spermiýalary gonadalary, limfositleri we beýleki köp sanly somatik öýjükleri doňduryp bolýar.

Spermatazoidleri doňdurmaklygyň uniwersal usuly häli tapylanok, şonuň üçin barlagçylar her hili görnüş üçin aýry-áýrylykda gurşawyň düzümini, krioprotektorlary, doňdurma temperaturasynyň kadalaryny aýratyn işläp düzmeli bolýarlar.

Ýumurtga öýjüklerini doňduryp uzak wagtlap saklamak sperma öýjüklerini saklamakdan has kyndyr. Sebäbi ýumurtga öýjükleri doňdurylanda olaryň ýadrosynyň strukturasy bozulýar. Häzirki döwürde çenli genetiklere syçanlaryň, alakalaryň ýumurtga öýjüklerini doňduryp uzak wagtlap saklamak başartdy. Käbir osoblaryň ýumurtgalyk mázlerini doňdurmak we soňundan olary biçilen samkalara implantasiýa etmek usuly bu işde has amatly bolýar.

Düwünçekleri doňdurmak işi, 1971-nji ýylda, ilkinji gezek syçanlarda amala aşyryldy. Doňy çözülenenden soňra düwünçekler, başga ene osobyň ýatgysyna implantasiýa edilýär we ösüşini dowam etdirýärler hem-de doly bahaly nesili döredýärler. Häzirki

wagta çenli alymlara emeli usulda iri şahly mallaryň, dowarlaryň, öý towşanlarynyň, alakalaryň düwünçeklerini hem-de treska, losos balyklarynyň kalmarlaryň düwünçeklerini doňdurmak başartdy. Öküzleriň spermalaryny ýaşayşa ukyply ýagdaýda 25 ýyl töweregi wagtlap saklap bolýar. Daşky gurşawda adaty radioaktiw fonuň täsiri bar halatynda -196°C temperaturada 300 ýyl töweregi wagtlap saklananda, süýtemdirijileriniň jyns öýjüklerindäki genomynyň bary ýogy 10 töweregi ýerinden bozulma sezewar bolmagy mümkindigi anyklanyldy.

Suwuk azotda saklanylanda molekulalaryň hereketi bilen bagly bolan genom mutasiýalary ýüze çykmaýarlar, egerde daşky gurşawda radioaktiw fon bolmadyk bolsa, öýjükleri doňdurmak arkaly baky üýtgeşsiz saklap bolardy. Bu işde, geljekde antimutagenleri ýüze çykarmak we ulanmak göz önünde tutulýar.

Wiruslar, köp bakteriýalar, pes gurluşly kömelekler, sporalar, gülli ösümlikleriň tohumlary liofilizasiýa edilmäge tabyndyrlar.

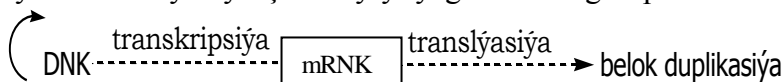
Gen inženeriýasynyň üstünliklerine daýanyp aýratyn genleriň bankyny döretmek mümkindir. Munuň üçin restriktaza fermentleriniň kömegi bilen öýjük ýadrosynyň DNK-sy bölünip alynýar we wektor plazmidalarynyň düzümine goşulýar hem-de doňdurylyp saklanylýar.

Barlag üçin soraglar.

1. Genofondy saklamak meselesiniň mazmunyny düşündiriň.
2. Genomlary konserwasiýa etmek işleri nähili usullar arkaly amala aşyrylýar?
3. Genetikanyň tebigaty goramaklykdaky ornuny beýan ediň.

Genetiki kod. Belogyň biosintezi.

Gen kesgitli aminokislotalardan durýan polipeptid jynjyry ýa-da belogyň sintezi baradaky maglumaty saklaýan nukleotidleriň yzygiderliginden durýar. Geniň başlanmagyny kesgitleýän nukleotid yzygiderligine *promotor*, geniň gutarmagyny kesgitleýänine bolsa *terminator* diýilýar. Genleriň arasynda käbir manysyz nukleotid yzygiderlikleri saklanylýar, olaryň ähmiýeti häzirki döwürde näbellidir. Geniň düzümindäki DNK gönüden göni belogyň sintezine gatnaşmaýar. Eýsem DNK matirisasynda RNK-ny sintezlemek üçin esas bolup hyzmat edýär. Matirisaly RNK-nyň düzümini genetiker F.Krik, J.Uotson, F.Žakob, Ž.Mono, M.Mezelson, tejribeler geçirmek arkaly subut etdiler. Alymlar 1961-nji ýylda m-RNK-ny sintezleýän fermenti, DNK bilen baglanyşykly RNK polimerazany açdylar. Soňraky barlaglarda bu fermentiň ähli prokariot we eukariot organizmleriň öýjüklerinde barlygy anyklanyldy. M.Hogland transport RNK-ny açdy. Diýmek, informasiýa DNK-dan m-RNK berilýar, şonuň getiren maglumatynyň esasynda sitoplazmadaky ribosomada belok sintezlenýär. Bu hadysany aşakdaky ýaly göz önüne getirip bolar:



DNK-nyň iki zynjyry bolýar, olaryň biri belogyň sintezi baradaky informasiýany saklaýar, (manyly zynjyry), beýlekisi oňa komplementar (manysyz zynjyr) bolýar. DNK-nyň manyly zynjyry m-RNK-nyň ýekeleýin zynjyrynyň sintezini amala aşyrýar (sur. 47).

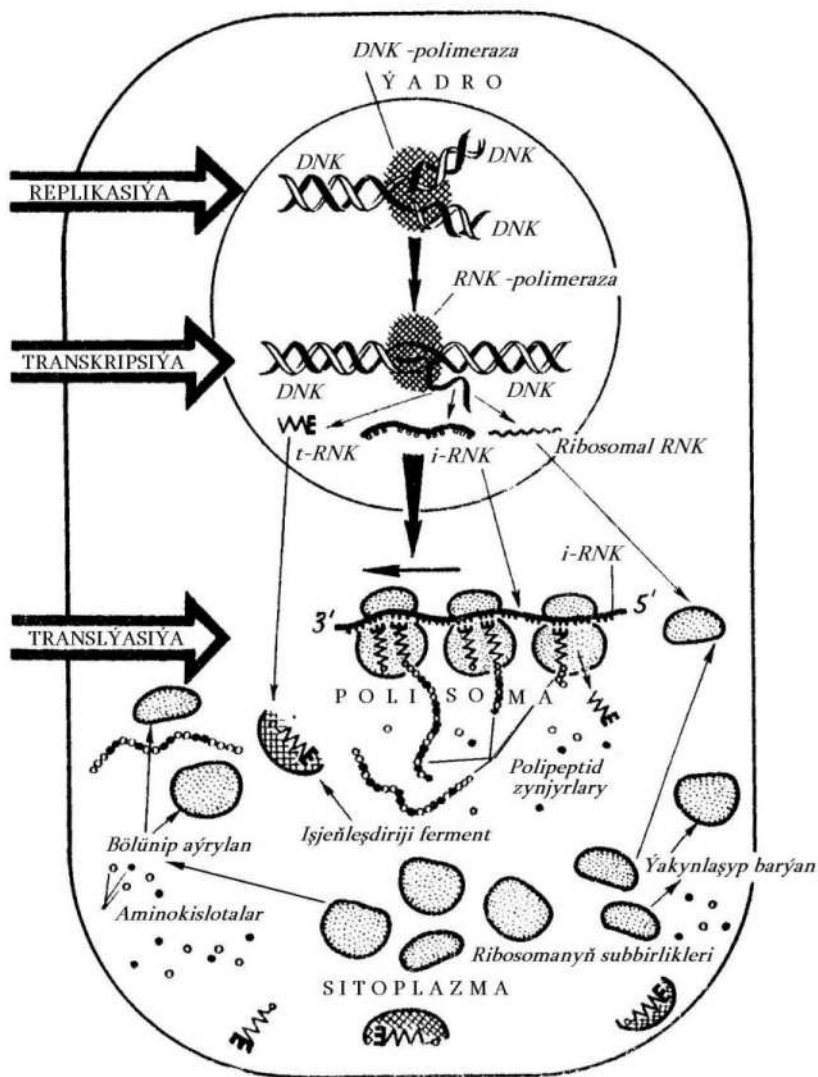
DNK öýjükde nesle geçijilik informasiýany saklaýjydyr. Bu informasiýanyň geçirilmegi ontogeneizde mydama bolup durýar, m-RNK bolsa interfazada hromosomalaryň spirallarynyň çözülen wagtlarynda sintezlenýär. Bu hadysany oosit öýjüklerindäki çyra süpürgiji görmüşli hromosomalarda, iki

ganatlylaryň uly ölçegli hromosomalaryndaky emele gelýän pufflarda görüp bolýar. Nesilleyin informasiýalar bir nesilden beýlekä DNK-nyň üsti bilen öýjük bölünen mahalynda geçirilýär. RNK polimeraza fermenti DNK molekulasyňyň boýuna hereketlenip m-RNK-nyň sintezini üpjün edýär. Fermentiň molekulalary DNK-da m-RNK-nyň sinteziniň başlanýan nokatlaryny tapýarlar we soňa birigýärler.

Transkripsiyanyň birinji basgançagynda ferment DNK zynjyrynyň promotoryna birigýar. Ikinji basgançagyna *inisiýasiýa* diýilýar. Bu döwürde birinji we ilkinji nukleozidtrifosfatlar ferment bilen birigýärler hem-de ikinji fosfodiefir baglanyşygyny emele getirýärler. Transkripsiyanyň üçünji basgançagynda – elongasiýada – fermente täze nukleozidtrifosfatlaryň birikmekligi bolup geçip, bu hadysa köp gezek gaýtalanýar. Dördünji basgançakda – terminasiýada – elongasiýa gutarýar we matrisasyndan taýýar m-RNK bölünip aýrylýar.

Soňra m-RNK ýadronyň membranasynyň deşijeklerinden çykyp sitoplazmadaky ribosomalara barýar.

Translýasiýa. Matrisaly RNK ribosoma barandan soň genetiki kodunda berlen tertipde aminokislota yzygiderlikleriniň hakyky polipeptide öwürlmek hadysasy başlanýar. Belogyň biosinteziniň bu döwürüne *translýasiýa* diýilýär. Translýasiýada esasy orun ribosomalara degişlidir. Ribosomalar ribosomal RNK-dan (r-RNK) we beloklardan durýarlar. Soňky döwürde geçirilen barlaglaryň netijelerine görä r-RNK belogyň sinteziniň inisiirlenmegine göniden-göni dahylly birleşmedirler. Öýjükde ribosoma iki subbirlik kiçi (30-40 S [S – sedimentasiýa derejesi]) hem-de uly (50-60S) görnüşinde bolýar. Belogyň biosintezi döwründe ribosomanyň kiçi subbirligine m-RNK birigýär. Soňra şol iki bölegiň birikmeginden bütewi ribosoma emele gelýär. Soňra ribosoma özüne mahsus şekile eýe bolýar (sur. 47).



Sur. 47. Öýjükde belogyň sinteziniň geçişiniň shemasy.

m-RNK-dan we birnäçe ribosomadan emele gelen bütewi komplekse *polisoma* diýilýar. Her bir ribosoma m-RNK-nyň

molekulasynyň boýuna hereket edýar we şol wagtda polipeptid zynjyrynyň uzynlygy artýar. Şunuň ýaly belogyň düzümindäki aminokislotalaryň sany we yzygiderligi ribosomanyň okan tripletleriniň sanyna we yzygiderligine deňdir.

Belogyň biosintezine t-RNK-nyň molekulary hem gatnaşýar. Olaryň molekulary 70-80 nukleotidden durýar. Transport RNK-larynyň 61 görnüşiniň barlygy belli edildi. Olaryň käbirleriniň himiki düzümi kesgitlenildi. Akademik A.A.Baýew walın t-RNK-nyň nukleotid düzümini doly kesgitledi. T-RNK-nyň aminokislota bilen birleşmegi üçin, aminokislotaýnyň onuň aminoasil-t-RNK sintetaza fermenti bilen aktiwleşdirilmegi zerurdyr. Genetiki koda laýyklykda aminokislotaýny özüne birikdiren t-RNK-nyň ujnynyň garşysynda üç sany jübütleşmedik nukleotidi galýar, oňa *antikodon* diýilýär. T-RNK-nyň molekulary ribosomanyň iri subbirligi tarapyndan fiksirlenýar, onuň birleşdiriji orny bolýar.

Soňra şol ribosoma täze ikinji t-RNK nobatdaky kodona görä birikýär. Netijede aminokislotalaryň arasynda peptid baglanyşygy emele gelýär. Birinji t-RNK aminokislotaýdan boşap ribosomadan gidýar. Ikinji t-RNK peptid zynjyryna täze aminokislota birleşenden soňra ribosomany goýup gidýär. Şonuň ýaly tertipde m-RNK-nyň tripletleriniň yzygiderligine görä polipeptid zynjyry artyp başlaýar. Kadaly ýagdaýda öýjükde her 1 sekuntda 2 aminokislotaýdan ybarat peptid sintezlenýär. Zynjyry 150 aminokislotaýdan ybarat bolan belok molekulary, bir polisomada takmynan 1,5 minutda emele gelýär.

G.Temin we D.Baltimor “çiş” keselini emele getiriji wiruslary öwrenen mahalynda *rewertaza* fermentini açýarlar. Bu ferment genetiki maglumaty RNK-dan DNK molekulýasyna geçirýär. Bu hadysa *ters transkripsiýa* diýilýär. Ony aşakdaky ýaly göz önüne getirip bolar:



Ters transkripsiyada RNK matrisasyna görä DNK sapagy sintezlenýär. Netijede wirusyň RNK-syndan we oňa komplementar ýagdaýda sintezlenen DNK sapagyndan ybarat gibrid molekula emele gelýär. Soňra gibrid molekulanyň DNK-syna komplementar ýagdaýda ikinji DNK zynjyry emele gelýär. Bu DNK molekulasy wirusyň RNK-synyň genetiki informasiýalaryny özünde saklaýar. “Çiş” öýjüklerinde kadaly öýjükler bilen deňeşdirilen de rewertaza fermenti köp mukdarda saklanýar. Genetik alymlar rewertaza fermentini kadaly öýjüklerde hem ýüze çykardylar.

Organizimlerin düwünçek ösüşi döwründe belok molekulary köp mukdarda gerek bolan mahalynda öýjük sitoplazmasynda ters tarnskripsiya hadysasy geçýär, ýagny aýry-aýry genlerin ýüzlerçe göçürmesi emele gelýär we soňundan olar dargap gidýärler.

Genetik alymlar M.Nirenberg we G.Mattei kesgitli düzümi bolan emeli ýol bilen alnan poliribonukleotidleri, ribosomalary, ähli aminokislotalary we käbir fermentleri saklaýan öýjüksiz ulgama ýerleşdirmek arkaly olaryň m-RNK ýaly täsir edip biljekdigini anykladylar. Olar *Echerichia coli* içege taýajygy bakteriýasyndan alynan öýjüksiz ulgama urasilden emeli ýol bilen sintezlenen m-RNK-ny ýerleşdirip belogy sinterleýärler. Sintezlenen belogyň aminokislota düzümi derňelende gurşawda başga aminokislotalaryň bardygyna garamazdan onuň diňe fenilalaninden durandygy anyklanyldy. Netijede genetiki koduň ilkinji sözi: belogyň sintezine jogapkär urasil tripleti UUU okalýar, ol peptid zynjyryna fenilalanin aminokislotasynyň goşulmagyny barlagda saklaýar.

M.Nirenbergiň, G.Koranaň hem-de beýleki genetikeriň barlaglary arkaly ähli aminokislotalar üçin gerekli tripletler ýüze çykaryldy (tablisa 4). Her bir aminokislota üçin birnäçe triplet-kodon bolýar. Genetiki kodda UAA, UAG we UGA tripletler aminokislotalary kodirlemeýärler, eýsem olar polipeptid zynjyrynyň gutarandygyny kesgitleýärler. Eukariot organizimlerde AUG kodony (bakteriýalarda we faglarda GUG tripleti hem)

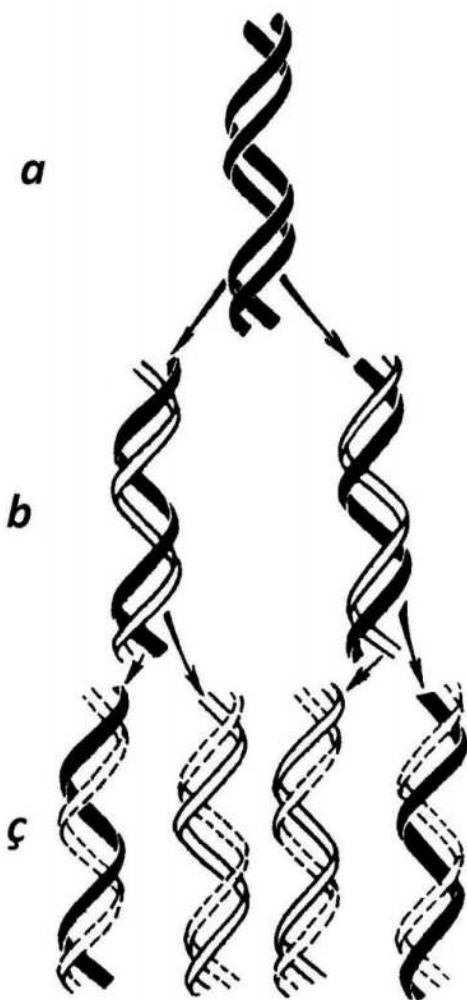
belogyň biosinteziniň başlanmagyny kesgitleýär. Genetiki kod uniwersaldyr, ol ähli janly organizimler üçin umumydyr.

Tablisa 4.

Genetiki kod

1-nji azotly esas	2-nji azotly esas				3-nji azotly esas
	U	S	A	G	
U	Fen	Ser	Tir	Sis	U
	Fen	Ser	Tir	Sis	S
	Leý	Ser	*	*	A
	Leý	Ser	*	Tri	G
S	Leý	Pro	Gis	Arg	U
	Leý	Pro	Gis	Arg	S
	Leý	Pro	Gli	Arg	A
	Leý	Pro	Gli	Arg	G
A	Ileý	Tre	Asp	Ser	U
	Ileý	Tre	Asp	Ser	S
	Ileý	Tre	Liz	Arg	A
	Met	Tre	Liz	Arg	G
G	Wal	Ala	Asp	Gli	U
	Wal	Ala	Asp	Gli	S
	Wal	Ala	Glu	Gli	A
	Wal	Ala	Glu	Gli	G
* - Hiç bir aminokislotany kodirlemeýän tripletler, bular polipeptid zynjyrynyň sinteziniň gutarandygyny aňladýan özbolušly dyngy belgi.					

DNK-nyň ikilenmegi. DNK molekulasyňyň ikilenmeginiň ýarymkonserwatiw ýoluny M.Mezelson we F.Stal öwrendiler. Olar içege taýajygy bakteriýalarynyň E. coli N¹⁵ izotoply iýmitlik gurşawda ösdürüp gibril molekulardaky DNK-nyň düzümini



Sur. 48. DNK-nyň ýarymkonserwatiw ýol bilen ikilenişiniň shemasy:

a) DNK-nyň molekulasyňyň başlangyç haly; b) ikilenmäniň replikasiýasynyň ýa-da birinji döwrüniň netijesi; c) ikilenmäniň ikinji döwrüniň netijesi. Gara reňk bilen başlangyç DNK molekulalary şekillendirilýär.

kesgitlediler. Tejribeleriň netijeleri boýunça, täze emele gelen DNK-molekulalarynyň ýarysynyň “köne”, ikinji ýarymynyň “täze” belgilenen atomly nukleotidleri saklaýandygy anyklanyldy. Bu alnan maglumatlar J.Uotson we F.Krik tarapyndan işlenip düzülen DNK-nyň strukturasynyň modeli bilen gowy ylalaşýar.

DNK-nyň ýarymkonserwatiw replikasiýasynyň çyzygysyna laýyklykda (sur. 48) ilkinjy purin we pirimidin esaslarynyň arasyndaky adenin-timin hem-de guanin-sitozin jübütlerini emele getiriji wodorod baglanyşyklarynyň üzülmegi bolup geçýär. Üzülmenden soňra ikileýin polinukleotid zynjyr spiral towundan aýrylýar we emele gelen

ýekeleýin zynjyr, esas hökmünde karioplazmada saklanýan mono-nukleotidlerden polimerizasiýa ýoly bilen özüne komplementar zynjyry düzýär. Netijede iki sany DNK molekulasy emele gelýär.

DNK-nyň replikasiýasy ýa-da ikilenmegi hadysasyna DNK- polimeraza fermenti gatnaşýar. Bu ferment DNK molekulasyndaky fosfodiefir baglanyşyklarynyň emele gelmeginde möhüm orny eýeleýär.

Genetiki kod. DNK-nyň molekulasyndaky 4 dürli azotly esaslar belogyň düzümine girýän 20 sany aminokislota kodlamak üçin her biri 3 nukleotidden ybarat bolan kodonlary emele getirýärler. Genetiki kod tripletlidir. Kodonlar yzygiderlikde kesgitli nokatdan başlap çepden saga otursyz okalýarlar. Eger-de koduň haýsydyr bir azodly esasy düşse ýa-da täzesi gelip goşulsa şol ýerden başlap genetiki koduň okalyşyda üýtgeýär (gen mutasiýalary baradaky babda görkezilýär). Meselem :

```

      I  AGS  AGS  AGS  AGS  AGS  AGS  ...
           ↑
           G
      → AGG  SAG  SAG  SAG  SAG  SAG  ...

      II AGS  AGS  AGS  AGS  AGS  AGS  ...
      → AGA  GSA  GSA  GSA  GSA  GSA  ...
    
```

Genetiki koda azotly esasyň täze goşulmagy ýa-da düşmegi belogyň aminokislota yzygiderligine düýpli täsir edýär. Meselem T₄ fagynda

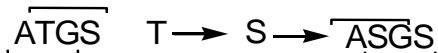
```

      liz  ser  pro  ser  leý  asp  ala
      AAA  AGU  SSA  UUA  SUU  AAU  GSU
kodyna  G   we  U   nukleotidleriniň täze goşulmagy belogyň
aminokislota düzümini aşakdaky tertipde üýtgedýär:
    
```

```

      AAA  AGU  GUA  SAU  UAS  UUA  AUG
      liz  ser  wal  gis  gis  leý  met
    
```

DNK zynjyryndaky azotly esaslar göni çyzykly tertipde ýerleşýärler, bu ýerleşen genetiki koduň biri-birini örtmeýän we örtýän halynyň bolup biljekdigini aňladýar. Eger-de genetiki kod bir-birini örtýän halnda bolsa bir sany azotly esasyň çalşylmagy belogyň düzümindäki aminokislotanyň azyndan ikisiniň üýtgemesine getirýär.



Bu ýagdaý käbir bakteriofaglarda ýüze çykaryldy, galan toparlarda onuň duş gelişi we ähmiýeti öwrenilmän gelinýär. Genetiki koduň bir-birini örtmezligi, kod toparlarynyň many taýdan diskretligine daýanýar. Bu halda koduň bir sany azotly esasyň biriniň çalşylmagy, belok zynjyryndaky bir aminokislotanyň üýtgemegine getirýär:



Bu ýagdaý tejribe barlaglary arkaly subut edildi.

Barlag üçin soraglar.

1. Belogyň biosinteziniň genetiki mazmunyny beýan ediň.
2. Genetiki kodyň häsiýetlerini düşündiriň.
3. DNK-nyň ikilenmeginiň ýarym konserwatiw ýoluny görkeziň.
4. Genetiki koduň bir-birini örtmeklik we örtmezlik hallaryny düşündiriň.

Geniň tebigaty.

Alymlar genetikanyň gibridologik we sitologik seljerme usullarynyň üsti bilen nesle geçijiligiň esasynyň hromosomalar bolup durýandygyny, ynandyryjylykly subut etdiler. Hromosomalar uzynlygy boýunça diskretidirler, ýagny olaryň aýratyn bölekleri organizmiň dürli alamatlarynyň we häsiýetleriniň ösüşini kesgitleýärler. Öýjükde hromosomalaryň sanynyň ýa-da gurluşynyň üýtgemegi, onda üýtgeýjiligiň ýüze çykmagyna alyp barýar (Hromosoma mutasiýalary baradaky maglumatlara seret).

Geniň himiki tebigaty, işleýşi we köpelişi hakyndaky meseleleri doly öwrenmek üçin molekulýar genetikanyň barlaglaryny has çuňlaşdyrmak gerek bolup durýar.

T.Morganyň hromosoma nazaryýetine laýyklykda kesgitli alamatyň emele gelmegine jogapkär, nesle geçijiligiň iň kiçi gurluş birligi gendir. Ol hromosomada ýerleşýär we elmydama berk hemişelik ýeri – orny eýeleýär. Emma bu hemişelik görälidir (otnositelidir) sebäbi dürli faktorlaryň täsirinde gen ýerleşýän ýerini üýtgedýär, netijede onuň fenotipiki ýüze çykyşy hem üýtgeýär.

Gen iki ýa-da birnäçe allel ýagdaýlarda bolup biler. Alleller alamatyň ösüşine we fenotipiki ýüze çykyşyna dürlüçe täsir edip biler. Geniň strukturasy hem görälidir haýsydyr bir täsiriň netijesinde ol hem üýtgäp, mutant fenotipiň ýüze çykmagyny getirip biler. Diýmek, gen mutasiýa sezewar bolan elementar birlikdir we şol durşuna nesillerde ýüze çykýar. Genetikanyň kanunlaryna görä genler krossingower arkaly bölünip bilner, rekombinasiýa diňe hromosoma lokuslarynyň arasynda mümkindir. Diýmek, gen rekombinasiýanyň iň kiçi birligidir. Gen baradaky garaýyşlaryndan ugur alyp, ýüze çykýan mutasiýalar allelmi, ýagny olar bir gende ýüze çykypmy ýa-da hromosomanyň dürli lokuslaryna degişlimi diýen soraglara jogap tapyp bolar. Bu meseläni çözmek üçin T.Morgan iki sany: funksional we rekombinasion kriterileri geçirmekligi hödürledi.

Genetikada funksional test – iki resessiw mutasiýanyň özara alleldigini subut edýär.

Eger, mutasiýalar allel bolsalar emele gelen gibril nesil hem gibril mutant fenotipe eýe bolýar (muňa norkalaryň tüýüniň reňkiniň nesle geçişinde garalyň) :

$$P \quad \text{♀} \quad \frac{a_1}{a_1} \quad \times \quad \text{♂} \quad \frac{a_2}{a_2}$$

ak reňkli tüýli norka platina reňkli tüýli norka

Gametalary

$$F_1 \quad \frac{a_1}{a_2}$$

platina reňkli tüýli norka

F₁ nesilde mutant fenotip emele gelýär.

Eger-de mutasiýalar dürli lokuslara degişli bolsa, ýagny allel däl bolsa, mutantlar çaknyşdyrylanda ýabany fenotipli gibril alynýar:

$$P \quad \text{♀} \quad \frac{A_1 a_2}{A_1 a_2} \quad \times \quad \text{♂} \quad \frac{a_1 A_2}{a_1 A_2}$$

ak reňkli tüýli norka pastel reňkli tüýli norka

Gametalary

$$F_1 \quad \frac{A_1 a_2}{a_1 A_2} \quad \frac{A_1}{b^+ g} \quad \frac{a_2}{b^+ g} \quad \frac{a_1}{b^+ g} \quad \frac{A_2}{b^+ g}$$

goňur ýabany reňkli tüýli norka

Bu çaknyşdyrmada nesillerde komplementarlyk ýüze çykýar we nesillerde genleriň kadaly allelleri dominirleýär. Funksional teste görä, mutasiýa hromosomadaky bir gende ýüze çykan bolsa, nesillerde ýabany tüýli reňkli norkalar emele gelmeýär.

Rekombinasion teste mutant genleriň arasyndaky rekombinasiýa hasaba alynýar. Rekombinasiýa allel däl mutasiýaly genleriň arasynda mümkindir.

Eger rekombinasiýa geçmedik bolsa, mutasiýalar allelidirler we şonuň üçin bir gene degişli bolýarlar.

1929–1930 ýyllar aralygynda rus genetikleri A.S.Serebrowskiý, N.P.Dubinin, B.N.Sidorow we başgalaryň işinde geniň funksional taýdan çylşyrymlydygy eksperiment arkaly subut edildi. Awtorlar drozofilanyň jynsy X hromosomasyndaky “scute” lokusynyň “sc” mutasiýasyny öwrendiler (netijede siňeňň kellesinde we kükreginde ýerleşen gyldyrganlaryň emele gelişi bozulýardy). Ähli alynan 14 sany mutasiýalar (sc_1 , sc_2 , sc_3 we ş.m.) dürli gyldyrganlaryň reduksiýasy (kemelmegi) bilen tapawutlanýardy. sc_1 – kellede we öňki kükrekde, sc_2 – öňki kükrekde we ortaky kükrekde ýerleşen gyldyrganlaryň reduksiýasyna getirýär. Mutantlar özaralarynda çaknyşdyrylanda gibridlerde hem gomozigotlarda haýsy genler ýok bolsa şolaryň dolandyryşynda bolan gyldyrganlar redusirlenýär:

$$\begin{array}{c}
 P \quad \text{♂} \quad \frac{SC_1}{SC_1} \quad \times \quad \text{♀} \quad \frac{SC_2}{SC_2} \\
 \\
 \text{Gametalary} \\
 \\
 F_1 \quad \frac{SC^1}{SC^2}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 \text{○} \quad \frac{sc^1}{sc^1} \quad \text{○} \quad \frac{sc^2}{sc^2} \quad \text{○}
 \end{array}$$

F_1 -nji geterozigot nesilde, iki sany ata-ene gomozigot nesilde redusirlenen gyldyrganlary bolmaýar.

SC_1 -de ABS gyldyrganlaryň reduksiýasy SC_2 mutasiýada BSD, SC_3 -de SDL we ş.m. gyldyrganlar ýitýärler. Gibridlerde bolsa SC_1 – B we S gyldyrganlar redusirlenýärler.

Gibrid nesilde A hem-de D gyldyrganlar saklanýar. Bu ýagdaýda geniň bir bölegi geterozigot, bir bölegi gomozigot ýaly täsir döredýär. Scute geniniň dürli allelleri siňeňň bedeniniň

gyldyrganlarynyň ýüze çykmagyny aşakdaky tertipde kesgitläp biler:

SC₁ ABS

SC₂ BSD

SC₃ SDL

SC₄ DLK

SC₅ LKM

Alymlar ähli mutasiýalary fenotipi boýunça yzygider ýerleşdirip, mutasiýalaryň biri-birini örtmek hadysasyny açypdyrlar we ony *basgançaklaýyn allelizm* diýip atlandyrypdyrlar.

Bu hadysanyň görkezişi ýaly gen funksional we struktura taýdan örän çylşyrymlydyr. Bu hadysa esaslanyp A.S. Serebrowskiý geniň merkezi teoriýasyny hödürledi, ýagny gen (bazigen) transgenler diýlip atlandyrylýan birnäçe funksional taýdan garaşsyz böleklerden durýar.

Eger-de gen bölünmeýän birlik bolsa gametogeneizde bir toparyň iki allelini saklaýan zigotadan iki dürli gameta emele

gelderdi:

$\frac{a_1}{a_2}$

$\frac{a_1}{a_2} \xrightarrow{\text{gametogeneiz}}$

gametalar

$\frac{a_1}{a_2}$

$\frac{a_1}{a_2}$

Seljeriji çaknyşdyrmada nesilde şu aşakdaky gibri emele gelyär.

P ♀ $\frac{a_1}{a_2}$ x ♂ $\frac{a_1}{a_2}$

Gametalar

$\frac{a_1}{a_2}$

$\frac{a_1}{a_2}$

$\frac{a_1}{a_2}$

$$F_1 \quad \frac{a_1}{a_1} ; \quad \frac{a_2}{a_1}$$

mutant mutant

Eger-de gibridleşdirme 100 000 we ondan köp nesilleriň arasynda geçirilse ýabany görnüşler hem emele gelýär. Sebäbi mutasiýa ýabany görnüşiniň geniniň kiçijik bir böleginde geçýär. Gametogeneze bir geniň iki bölümüniň arasynda krossingower geçýär. Ony şu aşakdaky çyzgy görnüşinde göz önüne getirip bolar:

gen a_1

--	--

 gen a_2

--	--

$F_1 \quad \frac{a_2}{a_1}$

--	--

Bularyň arasynda krossingower geçende aşakdaky ýaly nesil alynýar:

--	--


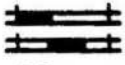

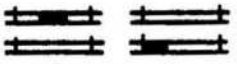
--	--

ýabany görnüş mutant nesil

Gibridlerde mutantlaryň arasynda ýabany tipiň emele gelmeginiň sebäbini E.Lýuis anykladýr. Bu ýerde bolup geçýän hadysa geniň krossingowerde bölünmeýändigini baradaky pikire garşy gelýändigini üçin, oňa *pseudallelizm* diýlip at berilýär.

Pseudallelizm hadysasy aspergill, neýrospora, hamyr maýa kömeleklerinde, gowaçada, mekgejöwende, tut ýüpek gurçugynda, drozofila siňeginde, kepderide, syçanda, norkada we beýleki genetiki barlagda ulanylyan görnüşlerde ýüze çykaryldy.

E.Lýuis allelizmi öwrenmekde sis-trans – testi teklipti. Onuň düýp mazmuny iki sany mutant osob çaknyşdyrylanda dürli transkonfigurasiýasy bolan mutant zigotanyň emele gelýänligidir (sur. 49).

<i>Mutasiýalar</i>	<i>Sis - ýagdaý</i>	<i>Trans - ýagdaý</i>
<i>Allel</i>	 <i>Yabany tip</i>	 <i>Mutant</i>
<i>Allel däl</i>	 <i>Yabany tip</i>	 <i>Yabany tip</i>

Sur. 49. Allelizme sis-trans testiň geçirilişi.

Eger-de mutasiýa komplementar bolsa ýabany görnüşli gibril emele gelýär – mutasiýa hem bir gende geçýär. Ýagny olar allel genlerdirler. Bu barlag funksional barlagnama bilen gabat gelýär.

Nesle geçijilik informasiýany göteriji DNK bolansoň, geniň ululygyny ýagny onuň näçe sany nukleotidden ybaratdygyny anyklap bolar. Genetik alymlar bakteriýalarda mugthorçulyk edýän T_4 bakteriofagynyň 50-den gowrak genini kesgitlediler. Bu fagyň DNK-nyň molekulýar agramy 120×10^6 -a deňdir, diýmek 1 geniň molekulýar agramy 1×10^6 -a deňdir. Bir jübüt nukleotidiň molekulýar agramy 600 töweregidir. Şondan ugur alsak, 1 gen takmynan 1500 jübüt nukleotidden durýar. Nukleotidler gende yzygider ýerleşendir. Bu ýagdaý geniň funksiyasy bilen ylalaşýar. Eger-de kod triplet bolsa, onda 1500 jübüt nukleotid 500 kodondan ybaratdyr, ol bolsa beloklardaky aminokislotalaryň yzygiderligini kesgitleýär. 300 – 500 aminokislotalardan durýan molekulýar agramy 30000 – 50000 bolan beloklar tebigatda köp sanda duş gelýärler. Benzeriň anyklamagyna görä T_4 fagynda rekombinasiýanyň ýyglygy 0,02% deň, diýmek rekombinasiýanyň birligine iki jübüt nukleotid girýär. Rekombinasiýa ýoly bilen bölünmeýän, elementar birlige

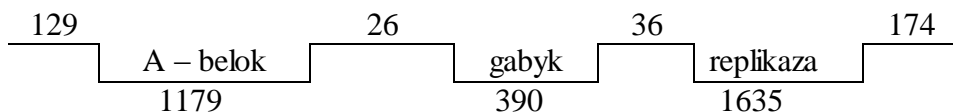
rekon diýilýär. Geniň mutasiýa sezewar bolýan iň kiçi meýdanyna *muton* diýilýär. Geniň iň kiçi funksional birligi bolsa *sistrondyr*.

Köp sanly faglar, ičege taýajygy bakteriýasy, drozofila siňegi, käbir gurçuklar üçin hem genleriň kartasy düzüldi. Genetiki kartany düzmegiň has amatly usullarynyň biri, bir-birini örtýän delesiýalar usulydyr. Onuň üçin dürli delesiýalar bilen şertlendirilen mutantlaryň toplumy gerekdir. T₄ fagynda 2000-e golaý rII mutasiýasy tapyldy. Bu mutasiýa sis-trans – test geçirmek arkaly we örtýän delesiýalar usuly bilen öwrenmek netijesinde onuň iki gene degişlidigi belli edildi.

Ylmy barlaglarda käbir genlerde 300-den gowrak mutasiýa geçen nokatlar ýüze çykarylady. Genleriň mutasiýalar has köp geçen nokatlaryna “*gyzgyň tegmiller*” diýilýär. Sebäbi DNK-nyň böleklerinde birmeňzeş nukleotidler toplanan halatynda şeýle tegmiller döreýär – ASAAAAAAAAAAGG. 1976-njy ýylda Firs ičege taýajygy bakteriýasynda mugthorçulyk edýän MS₂ fagyň RNK – saklaýjy replikaza geniniň nukleotid yzygiderliligini öwrendi. Bu wirusyň RNK-sy 3 geni saklap, olar 3 sany belogyň emele gelmegini kordirleýärler:

- 1) fagyň gabygyň geni (390 nukleotid);
- 2) A belogyň geni (1179 nukleotid)
- 3) replikaza geni (1635 nukleotid).

MS₂ wirusynyň RNK zynjyry jemi 3569 nukleotidden durýar. Ony aşakdaky çyzgy görnüşinde göz önüne getirip bolar:



Senjer DNK- saklaýjy φ x 174 fagyň genlerini öwrendi. Bu fag bedeninde bir zynjyrlý DNK-ny saklaýar. Onuň DNK-synda 5500 nukleotid bardyr. Bu fag 9 belogy kodirleýär. Diýmek, DNK-nyň bir uçaştogy dürli beloklaryň gurluşyna jogap berýär, ýagny genler bir-biriniň üstüni «örtýär» diýip aýdyp bolar.

B.Barell, G.Eýr we K.Hatçison ϕ x 174 fagynyň E geniniň DNK-synyň D geniň uçastogynda ýerleşýändigini anykladylar.

K.I.Skrýabin we U.Gilbert hamyr maýa kömeleginiň DNK-synyň tutuş fragmentini okamagy başardylar.

Genetik alymlar genleri surata düşürmek arkaly hem geniň gurluşy hakynda gymmatly maglumatlary aldylar.

Barlag üçin soraglar.

1. Geniň gurluşyny öwrenmegiň funksional we rekombinasion barlagnamalarynyň geçirilişini düşündiriň.
2. Geniň merkezi nazaryýetini kim dörettdi?
3. Psewdoallelizm hadysasyny beýan ediň.
4. Basgançakly allelizm diýlip name aýdylýar?

V BÖLÜM

ONTOGENEZİN GENETİKASY

Ontogeneziň genetiki esaslary.

Ontogenez – janly organizmiň individual ösüşi bolup, enelik we atalyk jyns öýjükleriniň goşulşmagy bilen bolup geçýän tohumlanyşdan başlap, ähli soňraky ösüşlerini, organizmiň tä ölýänçe ýaşayş döwrüniň ählisini öz içine alýan çylşyrymly prosesdir.

Bir sany tohumlanan ýumurtga öýjügiň nähili edip öýjükleriň köpdürli tipleriniň emele gelyändig, ýagny ýeke-täk genotipiň alamatlaryň we häsiýetleriň ägirt köpdürliliginiň emele gelmegini haýsy mehanizmler bilen üpjün edýänligi baradaky garaýyşlar ösüş biologiasyndaky merkezi meseleleriň biridir. Esasanda, individual ösüşiň mehanizmlerini, genleriň funksiyasynyň sazlaşygynyň we genetiki barlagynyň aýratynlyklaryny hem-de öýjüklerde maddalaryň paýlanyşynyň häsiýetlerini öwrenmek möhüm ugur bolup durýar.

Ýumurtga öýjügi we spermatozoid özünde taýýar alamatlary saklamaýar. Olarda diňe köpöýjükli organizmiň ösüşiniň maksatnamasy bardyr. Bu maksatnama kesgitli daşky we içki sreda şertlerinde nesillerde amala aşýar. Organizmiň individual ösüşi genotip bilen kesgitlenýär, onda genleriň täsiriniň özboşluşlygy, wagty, ýeri we yzygiderliligi bardyr.

Genetikanyň ontogeneziň nesilleýin esaslaryny öwrenýän bölümüne *fenogenetika* ýa-da *ontogenetika* diýilýär.

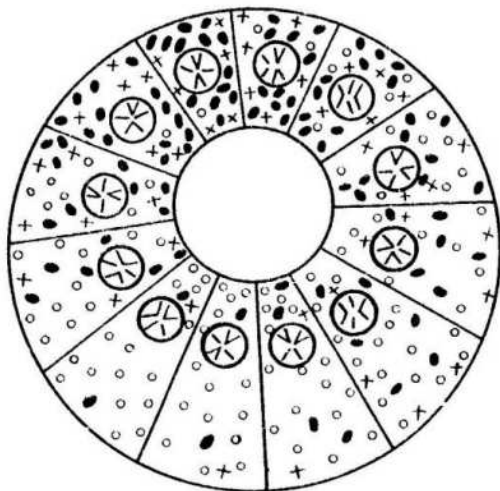
Köpöýjükli organizmniň boý almagynyň we individual ösüşiniň esasynda, öýjügiň mitoz bölünişi durýar. Mitoz netijesinde ähli öýjükler meňzeş nesillik faktorlaryny aýarlar, şol sebäpli organizmniň dürli ýöriteleşen dokumalarynyň (nerw, myşsa, deri, birleşdiriji we başg.) öýjükleri birmeňzeş genotipleri saklaýarlar.

Haýwanlaryň we ösümlikleriň ontogenezi wagtynda boý alyş (ösüş), dokumalaryň differensirlenmesi, organlaryň we alamatlaryň emele gelmegi, ýagny morfogenez ýaly prosesler bolup geçýär.

Ýumurtga öýjügiň tohumlanyşa çenli bolan differensirlenmesi. Haýwanlarda ilkinji morfologiki differensirlen-mäniň ýumurtga öýjügiň sitoplazmasynyň strukturasy we onuň üstki gatlagy (korteks) bilen şertlenendigi ylyma bellidir. Mysal üçin, ýerde-suwda ýaşaýanlaryň we käbir beýleki oňurgalylaryň ýadrosyz ýumurtga öýjügi aktiwleşdirilenden soňra diňe blastula çenli ösmäge ukyplydyr. Korteks gatlagy funksional taýdan diskretidir (bölekler bölünendir). Ol ektodermany emele getirýän animal bölekden, mezodermany emele getirýän we gastrulýasiýa başlanýan «çal orak» diýlip atlandyrylýan bölekden hem-de endodermany emele getirýän wegetativ bölekden durýar (sur. 50). Şeýlelikde, ýumurtga eýýäm tohumlanyşa çenli differensirlenen ýagdaýda bolýar. Tohumlanyşdan soň ýumurtganyň differensirlenmesi has hem çuňlaşýar, ol bolsa düwünçegiň irki döwürlerindäki ösüşine täsir edýär.

Mitoz bölünişi netijesinde emele gelen blastomerler birmeňzeş genomy saklaýarlar, ýöne olarda korteksiň we sitoplazmanyň bölekleri deň paýlanan däldir. Şol sebäpli hem, olar dürliçe guralan sitoplazmaly bolýarlar, bu bölekler dürli blastomerlerde genleriň okalyşynyň sazlanýşyna täsir edýärler.

Animal polýus



Wegetatiw polýus

**Sur. 50. Ýumurtga öýjüginin maýdalanmasy
bolup geçen mahalynda sitoplazmatiki
strukturalaryň paýlanmasynyň
deňölçeşsizligini görkezýän çyzgy.**

Sitoplazmanyň genetiki aýratynlyklarynyň nesilleriň almatlarynyň ösüşine edýän täsirine mysal edip balykgulaklaryň rakowinalarynyň çepe ýa-da saga towlanyşyny görkezmek bolar. Enäniň özbaşdak kadaly nesil öndürmek ukybyna haýwanlarda we ösümliklerde giň ýaýran partenogenez hadysasyny hem mysal getirmek bolar.

Enäniň genotipi bilen, ýumurtganyň genotipi gabat gelmeýär. Ýumurtga öýjüginin emele gelmegine diploid ene organizmiň ähli genleri gatnaşsada, meýozdan soň, onda diňe genleriň gaploid düzümi saklanýar. Emma, sitoplazmada diploid ene organizmiň gen önümleri bolup, ol ýumurtganyň ösüşiniň

ilkinji dövürlərini habarlar bilen üpjün edýärler. Mysal üçin, gurbaganyň *Xenopus laevis* görnüşiniň düwünçeginde gıçki blastula çenli oositniň «çyra süpürgiji» stadiýasynda sintezlän m-RNK-sy funksionirlenýär. Diňe gıçki blastulada düwünçegin genomyňyň aktiwleşmeginiň hasabyna m-RNK sintezlenip başlaýar.

Owradylma (drobeniýe ýa-da bölünme) döwründäki differensirlenme. Tohumlanyşdan soň zigotada hususy ontogeneze başlanyp, onda ata organizmden alnan genleriň ýüze çykması we täsiri görünýär.

Eger, genler tutuş ontogeneze, ýagny organizmiň ähli alamatlaryny we reaksiýalaryny dolandyrýan bolsa, onda şeýle soraglar ýüze çykýar: Ösüşiň dürli dövürlerinde ähli genler bir wagtda täsir edýarmi ýa-da diňe käbiri? Genleriň işläp başlamagy näme bilen kesgitlenýär? Genleriň özboşlukly täsiri nähili amala aşýar?

Bu soraglaryň käbirine ýadronyň transplantasiýasy boýunça geçirilen tejribeler jogap berýär. Gurbaganyň *Rana esculenta* atly görnüşiniň tohumlanmadyk ýumurtgasy iňňe bilen sanjylýp aktiwleşdirilýär we ýadrozy ýörite usul bilen aýrylýar. Soňra ýumurtga blastula, gastrula we başga basgançaklardaky düwünçegin öýjüginde alnan ýadro goýberilýär. Eger, donor öýjügiň ýadrozy eýýäm differensirlenme geçen bolsa, onuň oturdylan resipiyentinde kadaly düwünçek emele gelmeýär. Eger, donoryň ýadrozy differensirlenip ýetişmedik bolsa, onda resipiyent ýumurtga öýjügi bölünmelerden geçip kadaly liçinkany (itbalygy) emele getirýär. Blastula we irki gastrula döwründäki öýjükleriň ýadrozy ýumurtga goýberilse, kadaly liçinka emele gelýär. Gıçki gastruladaky öýjüklerden alnan ýadro ýumurtga goýberilse, düwünçek ösmeýär diýmek, gastrulyasiýa döwrüne çenli, ýadronyň differensirlenmesinde yzyna gaýtmaýan prosesler bolýar. Emma, kähälatlarda bu kadadan çykýan ýagdaýlara hem düşmak bolýar, ýagny itbalygyň içegesiniň öýjüginde alnan ýadrony ýadrozyz ýumurtga goýbereniňde düwünçek kadaly ösüp,

metamorfózdan soň kadaly nesil bermäge ukyply gurbaga emele gelýär.

Dokumalaryň arasyndaky induksiýa gatnaşyklary.

Gastrulýasiýadan başlap ösüş döwründe dokumalaryň arasynda induksion gatnaşyklar ýüze çykýar, ýagny dokumalar biri-birine täsir edip ösüş häsiýetini ugrukdyrýarlar. Mysal üçin, oňurgalylaryň gastrulýasiýasy döwründe hordanyň başlangyçlary (zaçatok) ektodermanyň kesgitli bölegi bilen galtaşýar, netijede şol ýerdäki öýjükler deri epitelisini emele getirmän, eýsem, nerw ulgamyny emele getirýärler. Öýjüklerde ýörite ösüşe täsir edýän maddalar emele gelip, goňşy dokumanyň öýjüklerine geçip, onuň ösüşiniň ugruny üýtgedýarlar.

Differensirlenmäniň genetiki mehanizmleri. Köpöýjükli organizmiň ähli öýjükleri genleriň birmeňzeş toplumlaryny saklaýar. Emma, dürli wagtda dürli dokumalarda dürli genler funksionirlenýär, şol sebäpli hem differensirlenme amala aşýar. Genleriň täsiriniň sazlanýşy dürli derejelerde, ýagny replikasiýa, transkripsiýa we translýasiýa derejelerinde amala aşýar. Iň täze ylmy maglumatlar boýunça, köp halatlarda *alternativ splay'sing* hadysanyň sebäbinde bir gen dürli şertlere we döwürlere görä dürli beloklaryň transkripsiýany amala aşyryp bilýär.

Replikasiýa derejesindäki sazlanýş. Bu sazlanýşda şol wagt gerekli ýa-da gerekmejek geniň göçürmesiniň mukdarynyň köpelmegi ýa-da azalmagy bolup geçýär. Kähalatlarda genleriň sany köpelmän hromosomalaryň ýa-da DNK molekulasyň mukdary köpeliýär. Beden öýjüklerinde differensirlenme wagtynda **poliploidleşme** ýüze çykyp biler. Bu proses köpöýjükliлер üçin kadadan çykma bolsada, bir öýjüklileriniň ösüşinde kadaly ýagdaýdyr. Mysal üçin, infuzoriýalarda makronukleusy polipdoid ýagdaýdadyr. Poliploidligiň derejesiniň ýokarylygy üçin (10000 – 13000n) infuzoriýalar öz metabolizmini işjeň sazlaýarlar.

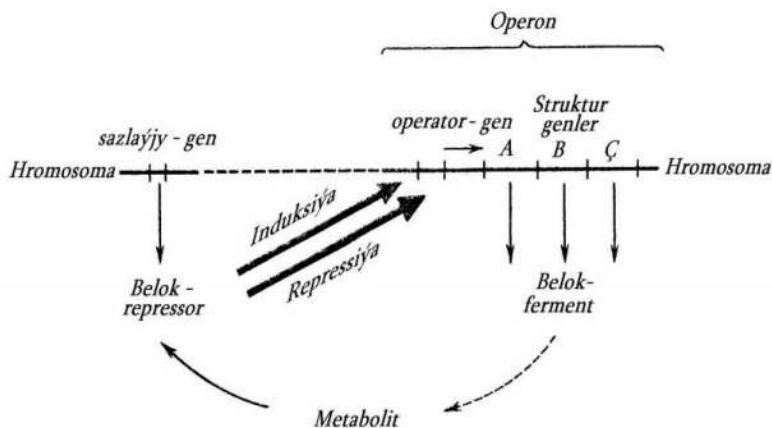
Haýwanlaryň we ösümlikleriň käbir görnüşleriniň differensirlenen dokumalarynyň öýjüklerinde **endomitoz** we **politeniýa** hadysasy geçýär. Mysal üçin, käbir ösümlikleriň krahmal emele getiriji öýjüklerinde, oňurgalylaryň bagyr we içege

epitelisiniň öýjüklerinde endomitoz netijesinde, poliploidiýa ýüze çykýar. Ikiganatly mör-möjekleriň liçinkalarynyň sülekey mäzleriniň, içegeleriniň we malpigiý turbajyklarynyň öýjük ýadrolarynyň hromosomalary politen ýagdaýda saklanýar, ýagny olar bir-birinden aýrylyşmaýan onlarça hromatin sapaklaryny emele getirýärler.

Tebigatda genleriň **amplifikasiýasy**, ýagny genleriň aýratynlykda köpelmek hadysasy has giň ýaýrandyr. Mysal üçin, käbir oňurgalylaryň oositinde «çyra süpürgiji» tipli hromosomalar tapyldy. Olarda köp mukdarda i-RNK-sy bolýar, diýmek, özünde işjeň funksionirlenýän genleri saklaýar. P.Kallanyň pikirine görä, hromosomadaky her bir halka, genleriň yzygider ýerleşen köp sanly replikasynyň toplumydyr. Şol sebäplide hromosomada m-RNK-nyň köp mukdarda sintezlenmek mümkinçiligi döreýär. Bu RNK-lar soňra düwünçek tarapyndan peýdalanylýar. Genleriň amplifikasiýasy giň ýaýran hadysa bolup, ol ösümlikleriň, haýwanlaryň we adamyň dürli funksionirlenýän öýjüklerinde ýüze çykaryldy.

Transkripsiýa derejesindäki sazlanýş. Bu mehanizm transkripsiýa prosesiniň dürli etaplarynda amala aşyp biler. Mysal üçin, RNK-polimerazanyň dürli gene birleşmesi üýtgäp biler we netijede şu geniň m-RNK-synyň mukdary üýtgär.

Okalanda başlanýan ýa-da gutarýan ýeriniň üýtgemegi netijesinde gysgalan ýa-da uzalan m-RNK emele gelýär. Metabolizmiň aýratynlyklaryna baglylykda genomyň belli-belli bölümleri RNK-polimerazany goýberip ýa-da goýbermän biler. Oňa *operon sazlanýşy* diýilýär. Bu sazlanýş F.Žakob we Ž.Mono tarapyndan 1961-nji ýylda bakteriýalarda açyldy. Onda genleriň üç tipi tapawutlandyrylýar: belok-fermentleriň sintezine jogapkär **struktur** genler, **operator** genler we **regulýator** (sazlaýjy) genler. Operator gen bilen struktur genler özara berk baglanyşykly bolup, çylşyrymly operony emele getirýärler (sur 51).



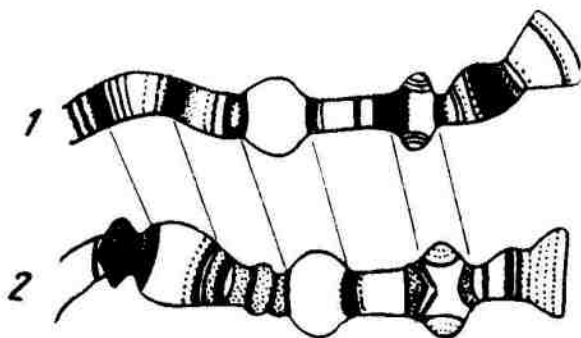
Sur. 51. Regulýator (sazlayjy) operon ulgamynyň işleýşini görkezýän çyzgy.

Funksional taýdan baglanyşykly fermentler struktur genler arkaly kodirlenýär. Bu genler transkripsisiýanyň sazlanýan bölegi bolan operona degişlidir. Struktur genlerdäki transkripsisiýanyň bolmagy ýa-da bolmazlygy operator gen bilen kesgitlenýär. Operator köplenç promotor (RNK-polimerazanyň birleşýän nokady) bilen struktur genleriň arasynda ýerleşýär, ýagny olar bilen berk baglanyşyklydyr. Eger, operator boş bolsa, RNK-polimeraza ondan geçip m-RNK-nyň sintezine başlaýar. Eger, operator aýratyn belok – repressor bilen baglanyşykly bolsa, m-RNK sintezlenmeýär. Repressor belok – regulýator genler arkaly kodirlenip operon bilen berk baglanyşmaýar.

Hromosoma bozulmalary arkaly struktur genler operator genden bölünip aýrylsa, onda olary başga operon bilen baglanyşdyryp bolýar. Mysal üçin, içege taýajygy bakteriýasynda delesiýa netijesinde laktoza we purin operonlarynyň bölekleri birleşdirilip, purin operator geninden hem-de laktoza struktur genlerden durýan çylşyrymly operon alyndy. Bu bolsa genleriň ýerleşiş effeكتini üýtgedýär.

Eukariotlarda genleriň aktiwliginiň sazlanýşy az öwrenilendir. Olarda organlaryň we dokumalaryň öýjükleriniň çylşyrymly differensirlenmegi netijesinde dürli genleriň aktiwliginiň birmeňzeş bolmaýandygyny görmek bolýar. Genleriň köpüsi aktiw däl ýagdaýda bolýar. Aktiw genleriň mukdary bolsa ösüş stadiýasyna baglylykda dürli öýjüklerde dürlüçe bolýar. Eukariotlaryň ähli öýjüklerinde funksionirlenýän genler ýüze çykaryldy. Ol genler öýjügiň strukturasy üçin zerur bolan möhüm makromolekulalaryň sintezine jogapkärdir. Käbir genler belli dokumalarda funksionirlenýärler. Mysal üçin, myşsanyň miozin belogynyň, gemoglobiniň, saçyň keratiniň sintezine jogapkär genler şeýle genlerdir. Eukariotlarda struktur genleriň toparlaýyn sazlanýşynyň bolýan bolmagy mümkindir.

Drozofila siňeginiň liçinkasynyň sülekey mäzleriniň öýjüklerindäki gigant hromosomalarynyň diskleriniň, liçinkanyň ösüş stadiýasyna baglylykda çişmegi (puflar) dürlüçe bolýar (sur. 52).



Sur. 52. Kadaly ösüşde drozofila siňeginiň uly hromosomasynda çişleriň emele gelyän ýerleriniň üýtgeýşi.

Uly hromosoma: 1 – liçinka döwrüniň ahryry, 2 – gundak döwürü.

Şu bölekdäki hromosoma sapaklary despirallaşan ýagdaýda bolýar. Bu ýagdaý hemişelik däl, we yzyna gaýdýan hadysadyr. Liçinkanyň dürli ýaşayş döwrüne baglylykda diskleriň çişmegi belli bir tertipde üýtgäp durýar. Puflaryň emele gelmegi RNK-nyň sintezi bilen baglanyşyklydyr. Dürli puflarda emele gelýän RNK-lar nukleotid düzümi boýunça, özara tapawutlanýarlar, sebäbi olar dürli genleriň önümleridir.

Translýasiýa derejisindäki sazlanýş. Bu sazlanýşda, operona seredende tygşylyk derejesi pesdir. Sebäbi, m-RNK elmydama siztezlenip durýar, emma translýasiýanyň geçmezligide mümkindir. Sazlanýşyň bu derejesi ylymda az öwrenilendir.

Şeýlelikde, kadaly ýagdaýda organizmdäki genleriň işiniň berk tertibi bardyr. Emma, adaty däl şertlerde funksiýasy basylyp ýatyrylan genleriň aktiwleşmegide mümkindir. Bu ýagdaý somatik öýjükleri gibritleşdirmek usuly arkaly subut edildi. Mysal üçin, towuklaryň ýetişen eritrositleri ýokary derejede ýöriteleşen bolup, olaryň ähli genleri aktiw däl ýagdaýdadyr. Emma, G.Harrisni towuklaryň eritrositleri bilen syçanyň fibroblastlaryny gibritleşdirmek boýunça geçiren tejribesinde, gibrid öýjükler towuklara häsiýetli beloklary we fermentleri sintezläpdir. Dürli wagtda we ýerde genleriň aktiwliginiň dürlüçe bolmagynyň tebigaty (sebäbi) doly öwrenilen däl. Ýöne ontogenetikada gistonlaryň genleriň aktiwligini ingibirleýänligi, gormonlaryň bolsa induktordygy belli edildi.

Epigenetik üýtgeýjilik. Köp öýjükli organizmiň organlarynyň we dokumalarynyň differensirlenmesi, diňe her bir differensirlenen dokuma, täze öýjük nesilinde saklansa hem-de täze differensirlenmäni goldasa mümkindir. Öýjük derejesindäki gen aktiwliginiň şeýle nesle berlişine *epigenetik üýtgeýjilik* diýilýär. Oňa allofen syçanlar mysal bolup biler. B.Mins syçanyň genotipiki iki dürli blastulalaryny birleşdirmek usulyňy işläp düzdi. Şeýle düwünçekden (embrion) himer organizm ösýär. Bu usul arkaly meňzeş ýütgeýän öýjükleri ýüze çykarmak bolýar. Ontonogenez döwründe, öýjükler yzygider birnäçe iri epigenetik üýtgeşmeleri başdan geçirýärler.

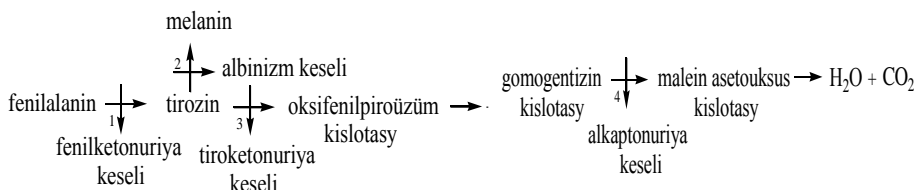
Geniň täsiri.

Ýöriteleşen beloklaryň sinteziniň mehanizminiň DNK → RNK → --belok shemasy boýunça geçýänligi barada biz ön aýdypdyk. Belogyň sintezi ribosomada geçip, onuň aminokislotalarynyň yzygiderligi DNK-nyň nukleotidleriniň yzygiderligi bilen kesgitlenýär. Diýmek, geniň täsiri belogyň düzümine gerekli aminokislotasyny birleşdirmekden başlaýar. Geniň üýtgemegi belogyň düzüminiň üýtgemegine, ol bolsa fenotipiň üýtgemegine getirýär. Mutant genleriň täsirini öwrenmek üçin amatly organizmleriň biri neýrospora kömelegidir.

Neýrosporanyň arginin aminokislotasyna bolan talabyny kesgitleýän üç auksotrof mutanty öwrenilipdir. Bu mutantyň kadaly ösmegi üçin iýmít sredasyna arginin, ornitin ýa-da sitrullin goşmaly. Ikinji mutant üçin arginin ýa-da sitrullin, üçünji mutant üçin bolsa diňe arginin goşmaly bolupdyr. Bu maglumatlar esasynda argininiň biosintezindäki reaksiýalaryň yzygiderligi kesgitlenýär. Görkezilen üç mutantda bu biohimiki reaksiýalarynyň dürli derejeleri blokirlenendir.

Şeýle mysaly neýrosporada öwrenilen triptofanyň sinteziniň we nikotin kislotasynyň emele gelşiniň biosintezinde hem görmek bolýar. Fenilalaninden yzygider reaksiýalar netijesinde nikotin kislotasy emele gelýänçä alty ýerde blokirlenme bolup biler.

Fenilalaniniň **biosinteziniň** adamdaky ýetmezçiligi netijesinde fenilketonuriýa, albinizm, tiroketonuriýa, alkaptonuriýa ýaly keseller ýüze çykýar. Diýmek, organizmiň islendik alamaty köp genler bilen kesgitlenilýär we genotip bilen sazlanýlýar. Ikinji bir tarapdan her gen köp sanly (pleýotrop) täsire eýedir.



Dürli genler, hat-da bir geniň dürli allelleri hem ontogeneziň birnäçe basgançaklarynda birmeňzeş däl täsir edýärler.

Genotip we fenotip.

Genotip özara täsirleşýän genleriň kesgitli sistemasydyr. Fenotip bolsa organizmiň alamatlarynyň we häsiýetleriniň bütewi sistemasydyr, ýagny kesgitli daşky gurşawyň şertlerinde genotipiň ýüze çykmasynyň netijesidir. Fenotipde genotipiň ähli mümkinçilikleri hiç wagt ýüze çykmaýar, eýsem, elmydama takyk ösüş şertleri üçin gerekli genotipiň bir böleginiň täsiri peýda bolýar

Reaksiýa kadasy. Genotip dürli maddalaryň sinteziniň wagtyny we yzygiderligini, biohimiki reaksiýalaryň geçişiniň ugruny kesgitläp, netijede organizmiň ol ýa-da beýleki alamatynyň döremegine getirýär. Emma, öýjük hem, organizmde sredanyň üýtgäp durýan faktorlaryna çalt uýgunlaşyp bilýär. Şol sebäpli hem genotipiň ornaşyşy hem üýtgäp durýar we ol takyk sreda faktorlaryna uýgunlaşma görnüşinde amala aşýar. Organizmiň üýtgäp durýan özara şertlere baglylykda belli genotipiň otnogeneziň kesgitli çäklerinde üýtgäp bilmegini üpjün etmek häsiýetine *reaksiýa kadasy* diýilýär. Reaksiýa kadasyna we kesgitli genotipiň ornaşyşyna sredanyň faktorlarynyň täsirini öwrenmek ontogenezi dolandyrmakda giň mümkinçilikleri açýar.

Haýwanlaryň boý alşyny we ösüşini dolandyrmakda ähmiýetli maddalaryň biri-de vitaminlerdir. Mysal üçin, B vitaminleriň täsirinde doňuzlaryň nesil öndürijiligi ýokarlanýar. Ösüşde vitaminleriň täsiriniň ýokarylygyna, olaryň kof fermentler görnüşinde fermentler sistemasyna goşulýanlygy bilen baha berip bolar.

Haýwanlaryň ontogeneze endokrin preparatlary hem täsir edip biler. Olar haýwanyň boý alşyny, jynsy funksiyasyny we nesil öndürjiligini ýokarlandyrýarlar.

Ekspressiwlik we penentrantlyk.

Şol bir gen dürli organizmlerde öz täsirini dürlüçe ýüze çykaryp biler. Ol ontogeneizde daşky gurşawyň şertleri we genotip bilen kesgitlenýär.

Geniň fenotipiki ýüze çykması, ýagny alamatyň ýüze çykyş derejesi hem üýtgap biler. Bu hadysa *ekspressiwlik* diýilýär. Mysal üçin, towuklarda ressesiw «titreme» mutasiýasy duşýar. Bu mutasiýa boýunça gomozigot genli jüýjeleriň arasynda titreyäni sähelçe bildirýänleri hem-de, güýçli silkinyňleri gabat gelýär. Şol bir wagtyň özünde-de, bu gen boýunça gomozigot nesilleriň käbirinde ýüze çykýan alamat beýlekilerinde duşmaýar. Bu hadysa bolsa *penentrantlyk* diýilýär. Penentrantlyk berlen mutant gen boýunça gomozigot organizmleriň populýasiýasynda duş gelýän mutant fenotipi saklaýan osoblaryň göterim mukdary bilen ölçenýär. Doly penentrantlykda her bir osobda (100%) mutant gen ýüze çykýar. Doly däl penentrantlykda bolsa geniň fenotipiki effekti ähli osoblarda ýüze çykmaýar. Mysal üçin, «titreme» geniniň penentrantlygy 30-40%. Adamlarda podagra keseliniň penentrantlygy 20%-dir.

Ekspressiwlik we penentrantlyk genotiplerdäki genleriň özara täsiri, şeýle hem genotipiň daşky sredanyň faktorlaryna dürlüçe jogaby bilen şertlenendir. Ekspressiwlik we penentrantlyk populýasiýanyň geterogenliginiň esasyňyň, geniň netijeliligini güýçlendirýän ýa-da gowşadýan modifikator-genler arkaly hem bolup bilýändigini subut edýär.

Bu iki hadysa hem ösüş gurşawyna baglydyr. Geniň ekspressiwliginiň daşky gurşawyň faktorlaryna baglylygyna mekgejöweniň boýunyň girdeneklik mutasiýasy mysal bolup biler. Ösümlikleriň kadaly ösmegi üçin ösüş maddalary – *auksinler* zerurdyr. Girdenek boýly formalarda auksin kadaly emele gelýär, ýöne auksini okislendirýän ferment emele gelmeýär, şol sebäplide onuň aktiwligi peselýär. Bu bolsa ösümligiň ösüşiniň togtamagyna getirýär. Eger, şeýle mekgejöwen ösümligine gibberellin kislotasyny täsir etdirseň, onuň ösüşi çaltlanýar we kadaly ösümlikden fenotipi boýunça tapawutlanmaýar.

Şeýlelikde, mutant geniň täsiriniň mehanizmini bilip, onuň döredýän ýetmezçiligini düzedip ýa-da kadalaşdyryp bolýar. Bu täsirleriň öwrenilmegi ylaýtada adamyň nesle geçýän kesellerini bejermekde ähmiýetlidir.

Ontonogeneziň diskretligi we bütewiligi.

Organizm ontonogenez prosesinde bütewi sistema hökmünde bolup durýar. Şonuň üçin organizmdäki bir ýa-da beýleki strukturany ýa-da funksiýasyny başga, şonuň bilen baglanyşykly bölümlere täsir etmezden üýtgetmek mümkin däldir. Emma ontogeneziň geçişinde has aýdyň tapawutlanmak, diskretlik hem ýüze çykýar. Organizmde individual ösüş prosesi gyradeň geçmeýär, onda döwürleriň hil taýdan çalyşmagy, ýagny boý alşyň we differensirlenmäniň üýtgemegi bolup durýar.

Döwürleýin ösüşiň bolmagy differensirlenme we morfogenez prosesleriniň hil taýdan täze döwürleriniň başlanmagyna getirýär. Mysal üçin, doly öwrülşikli ösüşli mör-möjekleriň embrional, liçinka, gundag, imago fazalary stadiýalaýyn ösüşe mysal bolup biler.

Döwürleýin özgerişler berk yzygiderlikde geçýän, yzyna gaýtmaýan (öwrülşiksiz) proseslerdir.

Ýaňy ýakyna çenli ontonogeneziň genetiki determinasiýasyna göni we birtaraplaýyn baglanyşyk (gen – alamat – organizm) görnüşinde seredilýärdi. Emma, jynsy we somatik öýjüklerdäki prosesler awtonom däldirler, olar organizm bilen bütewi baglanyşyklydyr. Genetika ylmynda tersine (organizm – alamat – gen) baglanyşygyň bardygy barada hem maglumatlar toplanyldy. Organizmiň sistemasynyň genetiki proseslere täsir edýänligi M.E.Lobaşew tarapyndan öwrenildi.

Genetiki proseslere sistemalaýyn barlagy öwrenmegiň esasy ugurlarynyň biri hem, belok sinteziniň genetiki mehanizmlerine gormonlaryň täsirini synap görmekdir. Hromosomada emele gelen puflar bilen içki sekretiýa mázleriniň işiniň arasynda ýakyn funksional gatnaşyklar bardyr. Hironomusyň (*Chironomus*) liçinkasynyň gow taşlama döwründe

puflar hromosomanyň kesgitli uçastoklarynda berk yzygiderlikde emele gelyärler. Puflaryň şeýle yzygiderlikde emele gelmegini gow çalyşmak döwrini gutaran liçinkalara ekdizon gormonyňy täsir etdirip hem gazanyp bolýar.

Gormonlar mitozyň aktiwligine stimilirleýji täsir edýär we genleriň aktiwliginiň sazlaýar. S.Ono steroid gormonlary m-RNK-nyň sintezini sazlaýan repressorlaryň effektini peseldýärler diýip hasaplaýar. Gormonyň täsirinde m-RNK regulýator geniň barlagyndan çykyar we belogyň sinteziniň ugry üýtgeýär.

Gormonlaryň täsirinde genleriň aktiwliginiň sazlanýşynyň, aralykçy belok-reseptorlaryň amala aşyryandygy anyklanyldy. Hut gormon-reseptor kompleksiniň özi RNK-nyň sintezini aktiwleşdirýär. Göni we ters genetiki maglumatlardan genotipiň orun tutmasyna göni we ters baglanyşygy hem tapawutlandyrmak gerek bolup durýar. Genetiki informasiýa hromosomanyň we öýjük organoidleriniň (mitohondriýa, plastida) DNK-synda ýazylandyr.

Ters transkriptazanyň ýa-da rewertaza fermentiniň açylmagy genetiki informasiýanyň ters baglanyşygynyň geçýänliginiň şaýadydyr.

S.G.Inge–Weçtomow ontogeneizde genleriň täsiriniň bütewi sistemasynyň bolýandygyny anyklady. Bu sistema genleriň üç topary girýär. *Birinji toparyň genleri* m-RNK-ny, diýmek, ferment-beloklary öndürýärler, şeýle hem struktur beloklary öndürýärler. *Ikinji topar genler* translyasiýa apparatynda işleýän r-RNK-ny we t-RNK-ny öndürýäler. *Üçünji toparyň genleri* belok sintezi üçin peýdalanylýan ähli matrisa we struktur beloklary we fermentleri öndürýärler.

Diýmek, ikinji we üçünji toparyň genleri birinji topara degişli genleriň işine jogapkärdir, hem-de birinji toparyň genlerinden tapawutlylykda ýokary pleýotrop effekte eýe bolmalydyrlar.

Hödürlenen shema ontogeneizde genleriň özara täsirini molekulýar derejede düşündirýär hem-de genotipiň bütewi sistemadygyna şaýatlyk edýär.

Adamyň genotipiniň täsiriniň ýüze çykmagy, ösüşiň dürli döwürlerinde özboluşlylyga eýedir. Çaganyň häsiýetleriniň formirlenmegi, bedeniniň ösüşi, akyly ukyplylyklary, zähmet endikleriniň artmagy, zehininiň bolmagy nesil yzarlaýar. Bu ukyplylyklar çaga maşgala terbiýesi berlende ösdürilip başlanmalydyr hem-de mekdepe okuw terbiýeçilik işleri arkaly has-da berkidilmelidir.

Ontogeneze apoptoz we nekroz hadysalarynyň ähmiýeti.

Ontogeneziň genetiki esaslary baradaky meselede apoptozyň öwrenilmeginiň möhüm ähmiýeti bardyr.

Apoptoz (grekçe apoptosis – bölünip geçmek) ekspressiýasy netijesinde kesgitli meýilnama esasynda organizmiň öýjükleriniň bir bölegi ýaşayyş işjeňligini togtadýar ýagny ölýär. Bu hadysanyň möhüm ewolyusion ähmiýeti bardyr, munda organizm peýdasyz we bütin beden üçin zyýanly bolan öýjüklerden arassalanýar. Apoptozyň aýratyn bir görnüşi bolan *fenoptoz* adamlaryň populýasiýalarynda, haýwanlaryň populýasiýalarynda insult, infarkt, çiş keselleriniň ýüze çykmagynda, garramakda döreýär. Şu fenoptozlar genleriň täsirinde ösüşiň kesgitli döwürlerinde emele gelýärler.

Genetikleriň bellemegine görä, apoptozda öýjükdäki endonukleazalar DNK-nyň molekulasyňy has kiçi bölejklere bölýärler. Bu hadysanyň önüni almak üçin öýjükde birnäçe prosesler amala aşyrylýar. Şolaryň doly öwrenilmegi infarkt, insult, çiş emele gelmek keselleriniň, garramagyň önüni almaklykda giň mümkinçilikleri açýar.

Soňraky barlaglarda apoptozda genomy dürli täsirlerden goramaklygy üpjün edýän “p-53” atly belok ýüze çykaryldy. Bu belok DNK zynjyrlarynyň üzülmegine ýol bermän saklaýan beloklara jogap hökmünde, genleriň işjeňligini artdyrýar. “P-53” öýjük bölünmesine gerekli beloklaryň sintezini saklap bilýär. Muňa garamazdan öýjük ýadrosyndaky DNK-da kadaly haldan

bozulmalar köp bolsa onda olar apoptozyň amala aşmagyna ýol açýar.

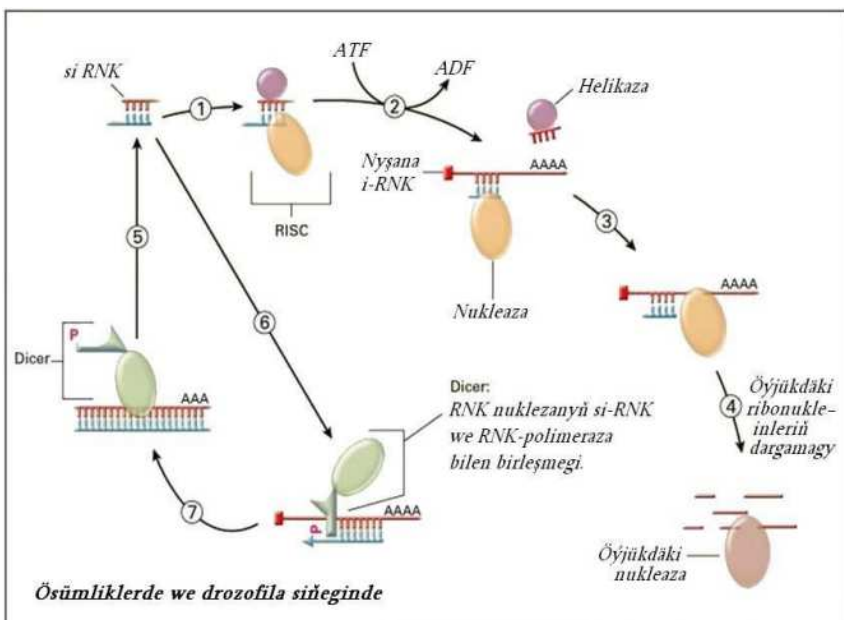
Janly organizmleriň öýjükleriniň işiniň togtamagy ýa-da ölmegi dürli mikroorganizmleriň, işemiýanyň täsirinde bolup biler, netijede öýjügiň ýadrosynda we sitoplazmasynda häsiýetli üýtgeşmeler bolup geçýär. Bu hadysa *nekroz* diýilýär. Nekroz zerkly ýadro düýrlenýär, hromatin sapaklary dargaýar, beloklaryň denaturasiýasy bolup geçýär. Ahyrynda öýjük dargaýar we makrofaglar tarapyndan ýuwdulýar. Öňki işeň öýjügiň ýerine birleşdiriji dokuma emele gelýär.

Janly organizmleriň ösüşiniň biologiýasyny öwrenmekde nekroz hadysasynyň ähmiýeti uludyr. Öýjükdäki ähli ýaşayş hadysalary geniň barlagynda saklanylýar. Geniň bolsa öz işleýän wagty we kesgitli täsiri bardyr. Nekroz şol täsiriniň bir ýüze çykmasydyr.

Ontogeneizde kiçi RNK-laryň ähmiýeti

Genleriň ekspressiýasy hadysasy onuň täsiriniň ýüze çykmagyny hem-de güýçlenmegini häsiýetlendirýär.

Ýaňy-ýakynda genetik alymlar tarapyndan ýüze çykarylan kiçi RNK-lar organizmde genleriň täsirini basyp ýatyrýarlar. Kadaly öýjükdäki gen kesgitli işi ýerine ýetirýär, ýagny belogýň sintezine jogap berýär. Eger-de öýjükdäki geniň jogapkärçiliginde emele gelýän belogýň mukdary azalsa, geniň ekspressiýasynyň peselendigini bilip bolýar. Kesgitli genleriň täsiriniň ýüze çykmagynyň kiçi RNK molekulalarynyň täsiri arkaly basylyp ýatyrylmagyna *RNK interferensiýa*, ony döredýän molekulalara *siRNK*-lar – kiçi interferirleýji ribonuklein kislotalary diýilýär. RNK interferensiýa hadysasyna 21-28 nukleotiddan duran siRNK-lar jogap berýärler. Alymlaryň anyklamagyna görä siRNK-lar iki zynjyrdan durýarlar, bu zynjyrlar komplementarlyk prinsipine görä emele gelýärler (sur. 53). siRNK-nyň molekulasyň her bir zynjyrynyň gyrasynda iki sany jübütleşmedik nukleotid saklanyp galýar.



Sur. 53. Ösümlük we haýwan öýjüklerinde si RNK-nyň işleýşiniň mehanizmi.

siRNK-laryň organizmde möhüm ähmiýetiniň barlygy onuň işleýşiniň ýoly öwrenilenden soň, has aýdyň boldy. Öýjükde siRNK-nyň emele gelmegi, onuň belok ulgamynyň işinde özgerişleri ýüze çykarýar.

Öýjükdäki özgerişleriň *birinji basgançagynda* siRNK molekulasy bilen helikaza we nukleaza fermenti baglanyşýar hemde RISC atly kompleksi emele getirýär. *Ikinji basgançagynda* helikaza fermentiniň täsirinde siRNK-nyň ikileýin zynjyry özara aýrylýşýar. Suratdan görnüşi ýaly *üçünji basgançakda* siRNK-nyň nukleaza fermenti bilen baglanyşan zynjyry komplementarlyk prinsipine laýyklykda mRNK bilen birleşýär. Nukleaza fermentiniň täsirinde m-RNK-nyň siRNK bilen birigen bölegi üzülip aýrylýar. *Dördünji öwrülişik basgançagynda* üzülip alnan m-RNK has kiçijik bölejiklere bölünýär we kadaly belogy sintezlemek ukybyny ýitirýär.

Öýjükde siRNK özgerişleriň *bäşinji, altynjy we ýedinji basgançaklarynda* DICER atly, ferment ulgamynyň gatnaşmagynda m-RNK-nyň täze bir bölegi bilen birleşýär we fermentleriň täsiri netijesinde ony böleklere bölýär we “ikilenji siRNK” molekulalaryny emele getirýär. Olar hem öz gezeginde RISC fermentler ulgamyny döredýär we m-RNK-ny dürli basgançaklardan geçirýär, hat-da tutuşlygyna dargadyp hem bilýär.

Ontogeneziň genetiki esaslaryna degişli bolan RNK interferensiýa hadysasy organizme wiruslaryň, bakteriýalaryň zyýanly täsirini ýok etmeklikde möhüm ähmiýete eýedir. Gen inženeriýasynyň usullary arkaly siRNK-laryň öýjüğe girizilmegi onuň ösüşine zyýanly täsirini ýetirýän genleriň ekspressiýasyny peseltmäge mümkinçilik berer. Bu hadysanyň çuňňur öwrenilmegi netijesinde, adamlardaky çylşyrymly immun ulgamynyň işini sazlamaga şertler dörrär.

Barlag üçin soraglar.

1. Genotipiň mazmunyny beýan ediň.
2. Fenotipiň mazmunyny beýan ediň.
3. Gen – operon sistemasy diýlip näme aýdylyar?
4. Transplantasiýanyň mazmunyny düşündiriň.

POPULÝASIÝALARYŇ GENETIKASY

Populýasiýanyň genetikasy we ewolýusiýanyň genetiki esaslary.

Tebigatda haýwanlaryň 1,5–2 mln töweregi, ösümlikleriň 500 müň görnüşü ýaşaýar. Nesle geçijilik we üýtgeýjilik kanunalaýyklary janly materiýanyň guralyşynyň ähli derejelerinde (molekulýar, hromosoma, öýjük, organizm) birmeňzeş täsir edýär. Ýöne ýer ýüzündäki görnüşleriň osoblary dagynyk ýaşaman, eýsem toplumlary emele getirýärler. Bir görnüşe degişli, kesgitli giňişligi eýeleýän, ýaşaýyş gurşawyna meňzeş uýgynlaşma mehanizmlerini saklaýan osoblaryň toplumyna *populýasiýa* diýilýär.

Populýasiýanyň genetiki strukturasyňy öwrenmek boýunça ilkinji barlaglar W.Iogannsen tarapyndan baryp 1903-nji ýylda geçirilýär. Ondan soňra populýasiýadaky genetiki prosesleri öwrenmek boýunça köpçülikleýin barlaglar başlanylýdyr. Şol döwürde ewolýusiýa hakyndaky garaýyşlaryň tarapdarlary Mendeliň kanunlaryna garşy bolupdyrlar. Ewolýusionist alymlaryň nesle geçijilik we üýtgeýjilik baradaky düşüňjeleri durnuksyzdy, olar ewolýusion prosesde esasy orny belli-belli osoblaryň üýtgemegine degişli edýärdiler. 1926-njy ýylda S.S.Çetwerikow «Häzirki zaman genetikasy nukdaý nazaryndan ewolýusion taglymatyň käbir pursatlary hakynda» diýen kitabyny çapdan çykaryar. S.S.Çetwerikow öz işinde genetika ylmyňy ewolýusion taglymat bilen baglanyşdyrmaga synanyşypdyr. S.S.Çetwerikow ewolýusion prosesi belli-belli osoblaryň

derejesinde öwrenmän, eýsem populýasiýa derejesinde öwrenmelidigi hakyndaky garaýşy öňe sürüpdir.

Ýigriminji asyryň 40-60 ýyllarynda populýasiýanyň genetiki strukturasyny öwrenmek baradaky barlaglar has güýçlenýär. S.Raýt, P.Fişer, Dž.Holdeýn, N.B.Timofeew – Ressowskiý, N.P.Dubinin we başgalar genetikada populýasiýa teoriýasyny baýlaşdyrdylar. Bu alymlar populýasiýanyň genetiki strukturasyny öwrenmegiň matematiki usullaryny işläp taýýarladylar.

Görnüş – bu kesgitli arealda ýaşayan we gelip çykyşy boýunça umumy, daşky gurşawyň şertlerine meňzeş uýgynlaşma sistemasy bolan we nesillerde adaptiw häsiýetleri we alamatlary emele getirýän organizmleriň taryhy guralan toplumdur. Görnüşüň osoblary oňa häsiýetli fenotipe we genotipine eýe bolýarlar.

Görnüş bir ýa-da birnäçe populýasiýalardan durup biler. Görnüşü düzyän osoblar nesillik häsiýetleri boýunça birmeňzeş däldirler. Her bir organizm görnüş üçin umumy we häsiýetli alamatlary saklamak bilen individual genotipiki aýratynlyklara hem eýedir. Görnüşe degişli organizmleriň tutuş genetiki informasiýasyna, ýagny ewolýusion prosesde toplanan genleriň doly düzümine görnüşüň *genofondy* diýilýär. Görnüş populýasiýalardan durýar. Populýasiýalar ewolýusiýanyň üç faktorynyň: nesle geçijiligiň, üýtgeýjiligiň we tebigy seçginiň täsirinde döreýär. Haýwanlaryň tohumlary we ösümlikleriň sortlary hem emeli seçgi netijesinde döredilen populýasiýasiýalardyr. Populýasiýanyň emele gelişi we onuň deňagramlylygynyň üýtgemegi (dinamikasy) mikroewolýusiýany düzyär.

Öz-özünden tohumlanýan populýasiýanyň sturukturasyny W.Iogannsen öwrendi. W.Iogannsen tejribe geçirmek üçin arassa liniýalary almakda amatly bolan öz-özünden tozanlanýan ösümligi – noýbany (*Phaseolus vulgaris*) alypdyr. Ol poligen kesgitlenýän we daşky gurşawyň faktorlarynyň täsirinde güýçli üýtgeýän

alamat bolan noýbanyň tohumynyň massasynyň (agramynyň) nesillerde üýtgeýjiliginizi analizläpdir (sur. 54).

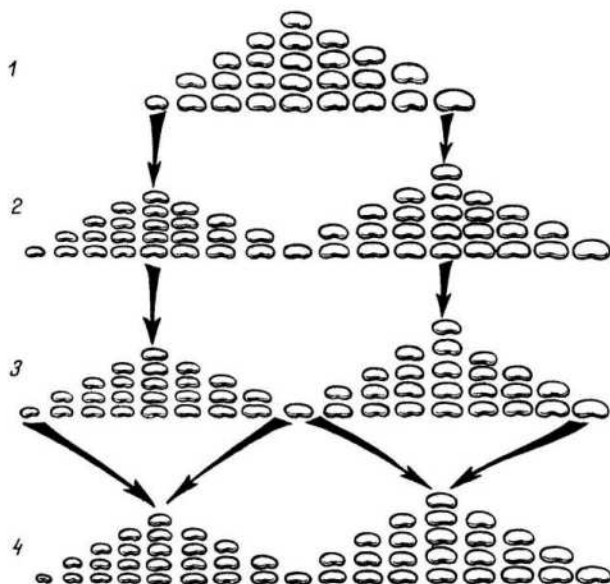
W.Iogannsen bir sorta degişli noýba tohumlaryny ölçände, tohumlar 150 mg-dan 750 mg aralykda bolupdyr. Soňra 250–350 mg we 550–650 mg agramly tohumlar aýry ekilipdir. Ol her bir ösümligiň tohumyny ýene-de ölçäpdir. Başky saýlanyp alnan agyr (550–650 mg) we ýeňil (250–350mg) tohumlardan tohumlarynyň massasy boýunça tapawutlanýan ösümlükler emele gelipdir. «Agyr tohumly ösümlüklerden» alnan tohumlaryň ortaça agramy 518,7 mg, ýeňil tohumly ösümlükleriňki bolsa 443,4 mg bolupdyr. Şu tejribäniň üsti bilen noýbanyň populýasiýasynyň, her biri arassa liniýanyň başlangyjy bolup biljek genetiki taýdan dürli ösümlüklerden duryandygy görkezildi.

6–7 nesliň dowamynda W.Iogannsen her bir ösümligiň aýratynlykda agyr we ýeňil tohumlaryny saýlap ekipdir. Bu nesillerde her bir liniýada tohumlaryň massasy üýtgemändir.

Arassa liniýalaryň içinde tohumlaryň massasynyň üýtgemek alamaty nesle geçmeýär, ýagny ol modifikasion üýtgeýjilige degişlidir.

Şeýlelikde, öz-özünden tozanlanýan ösümlükleriň populýasiýasy genotipiki dürli liniýalardan durýar, sebäbi şeýle populýasiýalaryň ösümlükleri özara çaknyşmaýarlar. Öz-özünden tohumlanýan aýratyn organizm täze rasa (jynsa), şeýle hem sorta ýa-da tohuma başlangyç berip biler.

Atanaklaýyn tohumlanýan organizmleriň populýasiýalary tebigatda dürli genotipli osoblaryň özara erkin çaknyşmagyndan, ýagny *panmiksiýa* esasynda emele gelýär.



Sur. 54. Populýasiýanyň dürli liniýalara dargaýşyny görkezýän çyzgy:

1 – noýbanyň sort populýasiýasy; 2 – seçgi netijesinde arassa liniýalaryň emele gelmegi; 3 – öz-özünden tozanlanmada arassa liniýalaryň gaýtadan dikelmegi; 4 – arassa liniýalarda seçginiň täsiriniň ýitmegi.

Panmiktik populýasiýanyň strukturasy anyklamak üçin D.Jons we E.Ist emeli döredilen gibrid populýasiýanyň modelinde tejribe goýdular. Olar gül ýapragynyň (gysga we uzyn) uzunlygy boýunça tapawutlanýan temmäkiniň iki kiçi görnüşini çaknyşdyrypdyrlar. Soňra birinji nesli özaralarynda çaknyşdyrypdyrlar.

Ikinji nesilde şu alamat boýunça menzeş üýtgeýjiligi bolan iki liniýany A we B alypdyrlar.

Gül täjiniň uzunlygy poligen kesgitlenip, F_2 – de ol 52-den 88 mm aralykda bolýar. Liniýalarda 5 nesil dowamynda seçgi

geçirilipdir: A liniýa gysga, B liniýa uzyn gül täji boýunça tapawutlanýan iki topara bölünipdir.

Her nesilde iki liniýanyň hem içinde seçilip alnan formalar özara çaknyşdyrylypdyr.

Eýýäm başnji nesilde A we B liniýalar biri-birinden şeýle bir tapawutlanypdyr, hat-da A liniýanyň gül täjiniň maksimal uzunlygy B liniýanyň gül täjiniň minimal uzunlygyndan hem kiçi bolupdyr.

A liniýa – 34 – 46 mm, B liniýa – 73 – 97 mm ölçegli gül täjini saklapdyr.

Bu liniýalaryň arasynda meňzeş uzynlygyň bolmazlygyna *genleriň transgressiýa* hadysasy diýilýär.

Diýmek, seçgi we seçilip alnan formalary çaknyşdyrmak netijesinde başlangyç populýasiýadan alamatlarynyň ýüze çykyşy boýunça üýtgeşik liniýalary döretmek mümkin, bu başlangyç populýasiýanyň geterogendigine şaýatlyk edýär. Bu tejribede bir alamat boýunça emeli seçgi geçirilipdir. Tebigatda bolsa, tegigy seçgi köp alamat boýunça amala aşýar.

Panmiktik populýasiýasynyň deňagramlylygy.

Atanaklaýyn köpelişde, populýasiýada elmydama yzygider gibridleşme bolup durýar, ol bolsa organizmleriň köp genler boýunça maksimal geterozigot bolmagyna getirýär.

Muňa atanaklaýyn tozanlanýan çowdarynyň fenotipiki dürlüligi we bugdaýyň (öz-özünden tozanlanýan) fenotipiki meňzeşligi mysal bolup biler. Genleriň täze kombinasiýalarynyň emele gelmegine getirýän osoblaryň erkin çaknyşmagy populýasiýanyň tertipsiz üýtgemegine alyp barýan ýaly bolup görünýär.

Emma, hut erkin çaknyşma, populýasiýany nesle geçijilikdäki bulam-bujarlykdan gorayar we ondaky genotipleriň, alleleriň we fenotipleriň otnositel deňagramlylyk ýagdaýynda saklanmagyna getirýär.

Hakykatda, eger bir lokusyň alleleri populýasiýada birmeňzeş ýygylýkda duşýan bolsa $A = a = 0,5$ her nesilde enelik

we atalyk osoblar A we a genli gametalary deň mukdarda emele getirýärler.

♂ \ ♀	$A \ 0,5$	$A \ 0,5$
$A \ 0,5$	$AA \ 0,25$	$Aa \ 0,25$
$a \ 0,5$	$Aa \ 0,25$	$aa \ 0,25$

Ýokardaky, Pennetiň gözeneginden görnüşi ýaly populýasiýanyň bir generasiýasyndan soňra ondaky alleleriň öňki deňagramlylygy saklanýar. Diýmek, erkin çaknyşma populýasiýadaky deňagramlygy bozmaýar.

1904 ýylda K.Pirson *stabilizleýji çaknyşdyrma kanunyny* açdy. Bu kanuny 1908 ýylda matematik G.Hardi we lukman W.Waýnberg biri-birinden habarsyz aýratyn formula arkaly tassykladylar.

Bu formula populýasiýada alleleriň, genotipleriň we fenotipleriň paýlanyş häsiýetini görkezýär. A geniň ýygylgyny “ p ”, a geniň ýygylgyny “ $(1-q)$ ” bilen belläp, Pennetiň gözeneginde alleleriň paýlanyşyny umumy görnüşde almak bolar:

♀ \ ♂	$q \ A$	$(1-q) \ a$
$q \ A$	$q^2 \ AA$	$q(1-q) \ Aa$
$(1-q) \ a$	$q(1-q) \ Aa$	$(1-q)^2 \ aa$

Erkin çaknyşma şertlerinde populýasiýanyň alleleriniň we genotipleriniň gatnaşygy şeýle bolar:

$$q^2 AA : 2q(1-q)Aa : (1-q)^2 aa.$$

S.S.Çetwerikowyň belleýşi ýaly **stabilizleýji çaknyşdyrma kanunyna göre** «erkin çaknyşma şertlerinde

gomozigot we geterozigot ene-ata formalaryň islendik başlangyç san gatnaşygynnda, ilkinji çaknyşmanyň netijesinde toparlaryň arasynda deňagramlylyk ýagdaýy emele gelýär».

Bu deňagramlylyk daşky täsirler zerarly bozulýan ýagdaýynda hem mundan soňky çaknyşmada populýasiýada deňagramlylyk ýüze çykýar.

Hardi – Waýnbergiň formulasy populýasiýadaky dominant we resessiw alamatly osoblaryň gatnaşygyny, gomozigotlaryň we getrozigotlaryň göräli (otnositel) ýygylgyny hem-de bir lokusdaky alleleriň ýygylgyny şekillendirýär.

Hardi – Waýnbergiň formulasy şu şertler ýerine ýetirilende kesgitli wagt aralygynnda ulanarlyklydyr:

- Statistiki analizde ýalňyş gitmez ýaly populýasiýanyň osoblarynyň sany köp bolmaly; populýasiýanyň ähli osoblary çaknyşmak üçin birmeňzeş mümkinçilige eýe bolmaly;
- Ähli osoblar gametalaryň hemme tipini birmeňzeş mümkinçilik bilen emele getirmeli;
- Gametalaryň ähli tipleriniň birmeňzeş ýaşaýyş ukyplylygy bolmaly;
- Barlanylýan geniň mutasiýasy örän seýrek bolmaly ýa-da göni we ters mutasiýa deň ýygylkda geçmeli;
- Osoblaryň ählisiniň birmeňzeş ýaşaýyş ukyplylygy bolmaly (tebigy seçginiň täsiri bolmaly däl);
- Populýasiýa maksimal izolirlenen bolmaly, migrasiýa örän seýrek ýa-da bolmaly däl.

Bu şertler tebigy populýasiýalarda bolup bilmejek zatlardyr.

Populýasiýada täze mutasiýalaryň ýüze çykmagy, tebigy seçginiň täsiri, bir populýasiýanyň osoblarynyň beýleki populýasiýa migrasiýasy we başga hadysalar sebäpli, elmydama onuň genetiki strukturasy üýtgäp durýar.

Öz-özünden tohumlanýan organizmlerde Hardi-Waýnbergiň formulasyny ulanmak mümkin däldir. Sebäbi öz-

özünden tohumlanmanyň genetiki mazmuny onda populýasiýanyň dürli genotipli liniýalara aýrylmagydyr. Erkin çaknysşan organizmleriň populýasiýasynda geterozigot ýagdaýdaky genler gomozigotlyk ýagdaýyna geçýärler.


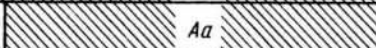
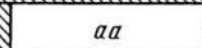







Ewolýusion prosesde populýasiýadaky dürli genotipleriň san gatnaşygynyň üýtgemegi netijesinde bir genotip beýleki genotipiň ýerine üznüksiz gelip durýar. Şuňa hem populýasiýanyň genetiki strukturasyňyň *dinamikasy* diýilýär.

Panniktik populýasiýanyň genotipleriniň deňagramlylygy mutasiýanyň, seçginiň, populýasiýanyň osoblarynyň sanynyň, izolýasiýasynyň we başgalaryň täsirinde üýtgeýär. Olaryň iň esasysy mutasion prosesdir. Janly organizmlerde spontan mutasiýa örän seýrek geçýär. Ýöne populýasiýadaky mutasiýalaryň jeminň has köp bolmagy mümkindir. Mutasiýalaryň genofondda toplanmagyna *mutasion basyş* diýilýär. Mutasion basyş populýasiýadaky allelleriň we genotipleriň deňagramlylygyny bozýar.

Populýasiýada mutasiýanyň ýaýramagy, diňe şol lokusyň üýtgäp bilijigine bagly bolman, eýsem mutasiýanyň osoblaryň ýasaýş ukyplylygyna we nesleberijiligine täsir edilişine hem baglydyr.

Islendik täze mutasiýa genotipiň bütewi sistemasynyň üýtgemegine getirýär. Haýwanlaryň we ösümlikleriň tebigy populýasiýalarynyň genetiki düzümi öwrenilende olaryň genofondynda örän köp sanly resessiw mutasiýalaryň geterozigot ýagdaýda saklanýandygyny anyklanyldy. Bu mutasiýalar geterezigot ýagdaýda populýasiýanyň fenotipini we uýgunlaşmaga ukypyny üýtgetmeýärler, ýöne gomozigot ýagdaýda osoblaryň ýaşaýşa ukyplylygyna, ýaşaýşynyň dowamlylygyna we nesleberijiligine täsir edýärler. Başgaça aýdylanda ýaşaýş gursawyna gowy uýgunlaşan populýasiýa, osoblaryň uýgunlaşma häsiýetlerini peseltmäge ukyply zyýanly mutasiýalaryň gizlin rezewlerini saklaýar. Oňa “genetiki ýük” diýilýär. Adam populýasiýalarynyň “genetiki ýüki” – populýasiýada nesle geçýän keselleriň genleriniň köplügi bilen baglydyr.

Populýasiýanyň genetiki strukturasyň üýtgemegine tebigy seçgi hem uly täsir edýär. Populýasiýalarda ýüze çykýan zyýanly mutasiýalaryň netijesinde, osoblaryň ölmegi ýada nesleberijiligiň peselmegi sebäpli, tebigy seçgi geçýär. Dominant letal mutasiýalar geterozigot halynda, ilkinji ýagdaýda, ilkinji gezek fenotipde ýüze çykan badyna tebigy seçgä sezewar bolýarlar. Eger dominant gen doly ýüze çykýan bolsa, ol populýasiýadan eliminirlenýär. Resessiw mutasiýalar köp wagtlap tebigy seçginiň täsirine düşmeýärler. Olaryň konsentrasiýasy belli bir mukdara ýetensoň gomozigot ýagdaýda ýüze çykyp bilýärler. Şonuň üçin, resessiw mutasiýalarda tebigy seçginiň netijeliligi pes bolýar.

					<i>Aa</i>			
<i>I</i> ₁	<i>AA</i>					<i>Aa</i>		
<i>I</i> ₂		<i>AA</i>		<i>Aa</i>		<i>aa</i>		
<i>I</i> ₃			<i>AA</i>		<i>Aa</i>		<i>aa</i>	
<i>I</i> ₄								
<i>I</i> ₅								
<i>I</i> ₆								

Sur. 55. Inbridingde populýasiýanyň genetiki strukturasyň üýtgeýşi.

*I*₁ – *I*₆ – inbridingde alynýan nesiller.

Köplenç gomozigot nesillere (*AA* we *aa*) seredende geterozigotlar ýaşayşa has ukyply bolýar. Şonuň üçin geterozigotlar selektiw artykmaçlyga eýedir we seçgi netijesinde populýasiýada şolar saklanyp galýarlar (sur. 55). Geterozigotlygyň

derejesi inbriding (ýakyn garyndaşlyk çaknyşdyrmalar) netijesinde peselýär.

Populýasiýalarda genleriň konsentrasıýasy, populýasiýanyň osoblarynyň sanyna hem baglydyr. Populýasiýa näçe kiçi bolsa, nesillerinde resessiw gomozigotlary berýän geterozigotlaryň çaknyşmaga mümkinçiligi şonça-da ýokary bolýar. Tersine, osoblaryň sany näçe köp bolsa, resessiw gomozigotlaryň ýüze çykmak ähtimallygy şonça-da pesdir. Az sanly populýasiýada seçgi zyýanly genleri ýok edip, peýdalylaryny toplaýar. Ýöne, populýasiýanyň osoblarynyň sanynyň azalmagy bilen tötänden saklanyp galan mutant genler, populýasiýanyň osoblarynyň sany täzeden artanda, giňden ýaýraýarlar (tebigy seçgi täsir etmezden). Oňa genleriň dreýfi (S.Raýt) ýa-da *genetiki-awtomatiki* proses (N.P.Dubin) diýilýär. Populýasiýadaky alleleriň, fenotipleriň we genotipleriň deňagramlylygyna, bir populýasiýanyň osoblarynyň beýleki populýasiýa migrasiýasy hem täsir edýär. Bu proses esasan populýasiýalaryň araçäklerinde duş gelýär, merkezde bolsa deňagramlylyk saklanýar. Merkezdən daşlaşdykça populýasiýalaryň arasyndaky genetiki tapawut ýitýär. Mysal üçin, maý tomzagyňyň bir populýasiýasynda öňki kükregi gyzyt osoblar 100%, ondan birnäçe km uzaklykdaky başga populýasiýada – 20% , bu ikisiniň arasynda ýerleşýän populýasiýada 40–50% düzýär.

Izolýasiýa hem populýasiýanyň genetiki deňagramlylygyna täsir edýär. Izolýasiýa geografiki, ekologiki we biologiki häsiýetli bolýar. Izolýasiýa, populýasiýada inbridingiň güýçlenmegine getirýär.

Daşky gurşawyň faktorlarynyň täsirinde panmiktik populýasiýanyň öz genetiki strukturasyňy saklamak ukybyny üpjün edýän proseslere *genetiki gomeostaz* diýilýär. Genetiki gomeostaz ideýasy 1926 ýylda S.S.Çetwerikow tarapyndan aýdylpdy.

Genetiki gomeostazyň mehanizmlerine Hardi – Waýnbergiň formulasyna laýyklykda, populýasiýanyň genotipiki deňagramlylygynyň üpjün edilmegi, geterozigotlygynyň we

polimorfizmiň saklanmagy, mutasion prosesiniň depgininiň kesgitli ugrunyň bolmagy degişlidir. Mutasiýalaryň geterozigot ýagdaýda rezerv görnüşinde saklanmagy, populýasiýalara öz genetiki strukturasyny üýtgetmäge, ýagny daşky gurşawyň üýtgemegine has gysga döwürde uýgunlaşmaga mümkinçilik berýär. Diýmek populýasiýanyň osoblarynyň geterozigot bolmagy onuň uýgunlaşma babatynda çýeliginini üpjün edýär.

Ondan başga-da geterozigotlaryň gomozigotlara seredende ýaşaýşa ukyplylygy ýokary bolýar. Olarda genotipiniň reaksiýa mümkinçiliginiň çägi ulydyr, bu bolsa olara selektiw artykmaçlyk berýär.

Populýasiýanyň polimorfizmi diýip, köpelişde emele gelýän genetiki taýdan dürli formalaryň bir jem bolup ýaşamagyna aýdylýar.

Eger-de, genotipiki dürlülük fenotipiki dürlülüğe geçse we geterozigotlar, adaptiw artykmaçlygyna eýe bolsa, onda seçgi netijesinde populýasiýada geterozigotlaryň peýdasyna balansirlenen polimorfizm ýüze çykýar. Populýasiýada nesiller dowamynda geterozigotlaryň hasabyna genotipiki we fenotipiki tapawutlanýan toparlar emele gelýär.

I.Lerner towuklaryň ak leggorn tohumynda aýagyňyň uzynlygy boýunça seçgi geçirdi. Ilkibaşda netije berip ugran seçgi 12-nji nesilden soňra towuklaryň nesilberijiligine täsir edip ugrady, ýagny towuklaryň nesilberijiligi azaldy. Seçgi bes edilensoň populýasiýada kem-kemden osoblaryň nesilberijiligi ýokarlandy, ýöne aýagy hem gysgaldy. Bu populýasiýada genleriň kesgitli deňagramlygynyň saklanýandygyny, eger ol bozalsa osoblaryň ýaşaýyş ukyplylygynyň we nesil berijiliginiň peselýändigini görkezýär. Nesle geçýän polimorfizm uýgunlaşmanyň möhüm mehanizmleriniň biridir. Onuň mazmuny populýasiýada diskret fenotipiki effektiv birnäçe genetiki faktorlaryň bolmagy (ösümlüklerdäki geterostiliýa, mör-möjekleriň işçileri, esgerleri, patyşalary, losos balyklarynyň süýji suw girdenek we deňiz, iri samesleri, molýuskalaryň rakowinalarynyň saga we çepe toвлanan bolmagy, adamda gan toparlary ABO,

M.N. we rezus degişliligi we başg.) bilen düşündirilýär. Köplenç polimorfizm iki formada duşýar. Mysal üçin, jynsy hromosomalar bilen baglanyşykly bolup durýan jynsy dimorfizmde samkalaryň (ene jynslylaryň) we samesleriň (erkek jynslylaryň) fenotipiki tapawutlanmagy ýüze çykýar. W.A.Geodakýanyň pikirine görä görnüşiň osoblarynda, iki jynsyň bolmagy, populýasiýanyň ewolýusion durnuklylygyny şertlendirýär, ýagny bir tarapdan belli bir derejede üýtgeýjiligi üpjün edýar, ikinji tarapdan bolsa osoblaryň sanynyň saklanmagyna şert döredýär. Şunuň bilen bilelikde ol örän gyzykly gipotezany öňe sürdi, ýagny enelik (urkaçy) osoblaryň reaksiýa kadasyna seredende degişlilikde erkekleriň reaksiýa kadasy dar bolýar. Bu bolsa enelik osoblaryň has giň üýtgemegine mümkinçilik berýär we atalyk osoblaryň bolsa daşky faktorlaryna duýgurlagynyň ýokarlanmagyna getirýär. Başgaça aýdanda, samkalara seredende sameslerde genotipiniň fenotip bilen baglanyşygy has «berkdir».

Ösümlüklerde atanaklaýyn tohumlanyşy, geterostiliýa we sitoplazmatik erkeklik sterilligi üpjün edýär. Geterostiliýa ilki Ç.Darwin tarapyndan öwrenildi. Mysal üçin, primulada gülleriniň iki tipi duşýar, olaryň birinde tyçinka aşakda, beýlekisinde ýokarda ýerleşendir.

Polimorfizm adam populýasiýasyna hem häsiýetlidir. Dürli populýasiýalardaky gan toparlarynyň kesgitli konsentrasiýasy, tebigy seçginiň täsirinde ýüze çykýar.

Populýasiýanyň genetikasy babatyndaky meseleler şu günki günde hem ewolýusion genetikanyň möhüm ugrydyr. Köpsanly daşary yurt genetikleri we ýurdumyzyň alymlary bu meseläniň üstünde düýpli işleri alyp barýarlar.

Barlag üçin soraglar.

1. Populýasiýa diýlip name aýdylýar?
2. Populýasiýanyň genetiki strukturasy haýsy formula arkaly kesgitlenýär?
3. Mutasiýalar populýasiýada nähili ýollar arkaly ýaýraýarlar?
4. Populýasiýada polimorfizmiň ýüze çykyşyna mysallar getirň.

VII BÖLÜM

ADAMYŇ GENETIKASY

Adamyň genetikasyny öwrenmegiň usullary.

Genetikler tarapyndan adamlaryň daşky keşbiniň, saglyk ýagdaýynyň, köp sanly keselleriniň nesle geçijiliginiň sebäpleri ýüze çykaryldy. Netijede kem- kemden genetikanyň adamyň genetikasy atly bölümi döredi.

Genetiki barlaglaryň obýekti hökmünde adamda beýleki görnüşlere görä artykmaçlygy ýokdyr. Tersine, onda barlaglara köp päsgel berýän kynçylyklary bardyr : 1) tejribede çaknyşdyrmany geçirmek mümkinçiliginiň bolmazlygy 2) adamyň giç kemala gelmegi; 3) adamyň nesliniň az sanly bolmagy; 4) nesilleriniň durmuş şertlerini deňlemek mümkinçiliginiň pesligi ; 5) gomozigot liniýalarynyň ýüze çykmazlygy; 6) hromosomalaryň sanynyň köplügi; 7) sosial deňligiň ýoklugy we ş.m.

Adamyň genetikasyny öwrenmegiň esasy aýratynlyklarynyň biri ynsan, maşgalasy bilen iş salyşylýanlygydyr. Şonuň üçin adamlarda gönümel tejribeler geçirilmeýär, eýsem ýörite usullardan peýdalanylýar.

Genealogik usul. Bu usul adamlarda nesle geçijiligiň kanunlaryny nesil şejere daragtyny düzmek arkaly analizleýär. Maşgalada nesillik alamatlarynyň ýaýraýşynyň häsiýetini öwrenmek, adamlarda genetiki barlaglar geçirmegiň baş usulydyr. Nesil daragtyny düzmek, her bir urugyň (garyndaş toparyň) taryhyny anyklamagyň we adamlaryň nesle geçijiligini öwrenmekligiň has amatly usullarynyň biridir.

Nesilleyin keselli adamyň ata we ene tarapyndan birnäçe arkasy belli bolanda käbir keselleriň döreyiş sebäbini yzlamak mümkindir. Keselli (barlanylýan alamata eýe bolan) adama

□ *Erkek*

○ *Aýal*

◇ *Jynsy näbelli*

■ *Öwrenilýän
alamaty özünde
saklaýan*

⊙ *Öwrenilýän resessiw
geni özünde saklaýan
geterozigot göräji*

△ *Ir ölen*

○—□ *Nika*

○—□—○ *Bir sany erkegiň
iki sany aýal
bilen nikasy*

○=□ *Ýakyn garyndaşlyk nika*

○—□ *Ata-eneler*

○₁ □₂ *Çagalar we olaryň
dogulyş tertibi*

□—○ *Dürli ýumurtgadan
bolan ekizler*

○—○ *Bir ýumurtgadan
bolan ekizler*

kabul edilen belgiler.

genetikada *proband* diýilýär.

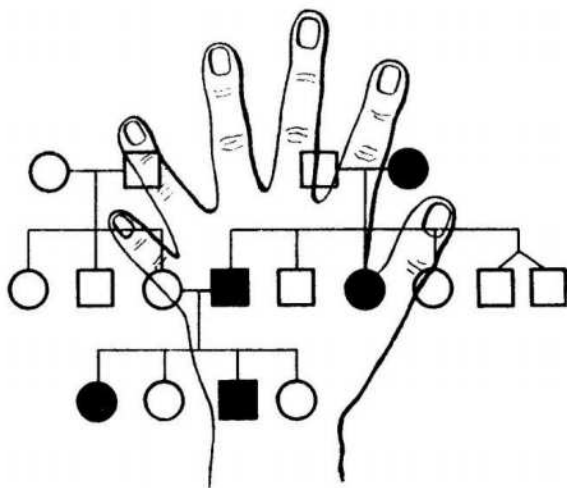
Nesil daragtyny düzmeklikde ulanylýan belgiler 56-njy suratda

görkezilendir.

Polidaktiliýa (köp barmaklylyk) dominant autosom alamat hökümünde erkeklerde hem-de aýallarda nesilden nesle geçýär (sur. 57). Şu tipli nesle geçýän alamatlara brahidaktiliýa, sepgilleriň bolmagy, gözüň kataraktasy, süňkleriň döwülgiçligi (hrupkost) we başg.

girýärler.

Sur. 56. Adamyň nesil daragtyny düzmekde



**Sur. 57. Polidaktiliya boýunça nesil daratgy
(dominant nesle geçijilik).**

Resessiw
genler
tarapyndan
kesgitenýän
alamatlaryň nesle

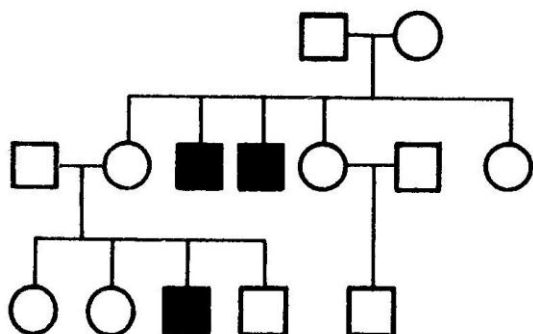
geçişini yzarlamak kyn bolýar, sebäbi bu alamatlar geterozigotada ýüze çykmaýarlar we üzňükli nesle geçýärler. Adamlaryň saçynyň çal reňkli bolmagy, pislik, polimiýelit (ysmazlyk) keselleri resessiw tipde nesle geçýärler. Gemoфили́я keseliniň geni nesilden nesle geterozigot enäniň we sagdyn atanyň genleriniň hasabyna berilýärler (sur. 58). Bu alamatlar jyns bilen baglylykda nesle geçýärler, ýagny bu keseliň genleri jynsy X hromosomada ýerleşýärler. Adamda jyns bilen bagly 100-den gowrak resessiw alamatlar ýüze çykaryldy.

Gulaklaryň üstüniň tüýli bolmak alamaty atasyndan ogullaryna berilýär. Diýmek, ony kesgitleýän genler Y hromosomada ýerleşýär we X hromosomada bolmaýar. Şunuň ýaly genlere *golandrik genler* diýilýär.

Ilat arasynda dürli maşgalalarda ýüz keşbinde burunlaklyk, inçe gözlülük, asylyp duran dodaklylyk, ýuka dodaklylyk, gulaklaryň salparyp durmagy, aýaklaryň çayşyk bolmagy we

beýleki alamatlarynyň ata-baba nesillerde yzarlanýandygyny synlap bolýar.

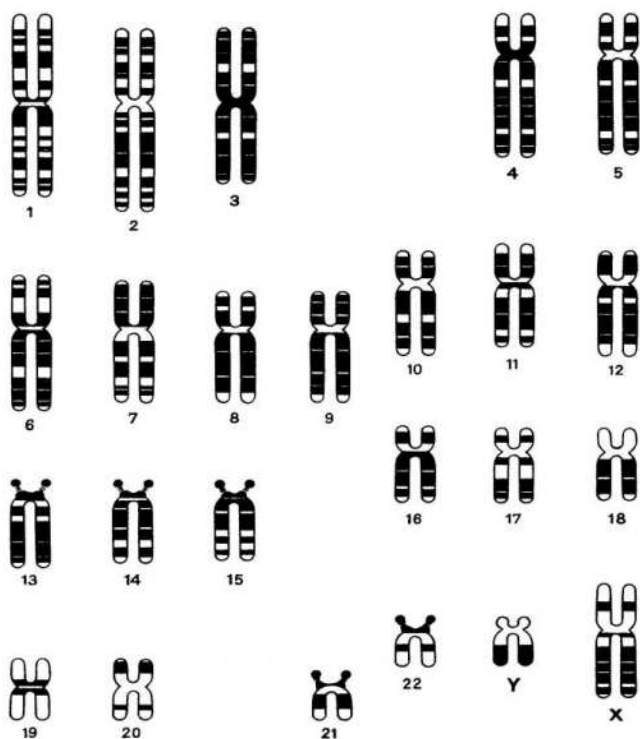
Genealogik usuly peýdalanmak arkaly geçirilen barlaglar ýakyn garyndaşlyk nikalarynda maşgalada çagalaryň gowşak, keselbent, kähallatlarda maýyp bolmagy, hat-da öli dogulmak tötänliginiň ýokarydygy anyklanyldy. Munuň sebäbini ýakyn garyndaşlaryň köplenç meňzeş genleriniň bolmagy we keselleriň resessiw geni boýunça gomozigotlaryň emele gelmegi bilen düşündirip bolar.



Sur.58. Gemofiliýa boýunça nesil daragty (resessiw jyns bilen bagly nesle geçijilik).

Sitogenetik usul adamyň kariotipini kadaly ýa-da patologik halda sitologik taýdan barlamaga esaslanýar.

1956-njy ýylda J.Tiýo we A.Lewan adamyň hromosomalarynyň diploid sanyň 46-a deňdigini anykladylar. Kadaly hromosoma toplumy 22 jübüt autosomadan we 2 sany jynsy hromosomadan (XY–erkeklerde, XX–aýallarda) durýar. Hromosoma düzüminiň grafik usulda şekillendirilmegine *idiogramma* diýilýär. Adamyň hromosomalary ululygyna we sentromerasynyň ýerleşiş ýagdaýyna görä 7 topara bölünýärler (sur. 59).



Sur. 59. Erkek adamyň hromosomasynyň idiogramması.

Adamyň hromosomalary gan öýjükleriniň, süňk ýilginiň, deriniň, myşsanyň öýjükleriniň kulturasynda öwrenilýär. Onuň üçin metafazaly hromosomalaryny fiksirmek usuly peýdalanylýar. Bu usulda termostatda ýörite sredada, metafazada bolan preparatlar taýýarlanylýar. Preparat mikroskopda öwrenilip hromosomalar identifikirlenýär we kariotipi analizlenýär. Kariotip öwrenilende hromosomalaryň strukturasynyň, sanynyň bozulmalary ýüze çykarylýar. Kähälatlarda hromosomalary has

içgin öwrenmeklik üçin radioawtografiýa (DNK-nyň düzümine tritiý bilen belgilenen pirimidin goşmak) usulyndan peýdalanylýar.

Adamyň gaploid genomy takmynan $3 \cdot 10^9$ gen zygiderligini öz içine alýar. Şolardan 30% DNK zygiderliligi gaýtalanýan zygiderlikdir. Galan 70% $2 \cdot 10^9$ gen zygiderligi unikal gaýtalanmaýan genlerdirler. Unikal DNK bilen transkribirlenýän, RNK-nyň 90% ýadrodan çykman şol ýerde saklanýar. Diňe 10% RNK $2 \cdot 10^8$ zygiderlilik sitoplazma transportirlenýärler. Işe girýän m-RNK-nyň ortaça 1500 nukleotidden durýandygyndan ugur alsak, onda adamyň genomynyň 130000 belogynyň sintezini kodirläp biljekdigine göz ýetirip bolar ($2 \cdot 10^8 : 1500 = 130000$). Şu ýerde gaýtalanýan gen kopiýalaryny hasaba alanymyza ortaça adamyň genomynyň 30000–1000000 aralygynda geni kodirleýändigini bilip bileris.

Adamyň onbirinji hromosomasynyň düzümine girýän β -globulin beloklaryny sintezleýän bölegi baş sany struktur geni özünde saklaýar. Olar: β , δ , $A\gamma$, $G\gamma$ we ε genler diýlip atlandyrylýar. Bu ýerde iki γ geni birmeňzeş beloklary sintezleýär. Netijede jemi dört sany polipeptid zynjyry emele gelýär. Adamyň genomyndaky münlerçe genleriň kesgitli genetik kartasyny düzmek örän kyn meseleleriň biri bolup durýar. Adamyň hromosomalaryndaky genleriň toparlara ýa-da klasterlere bölünmegi bu işde biraz ýeňillikleri döredýär. Globulin beloklarynyň struktura genleri klasterizirlenen genlere degişlidirler. Adamda gan toparyny kesgitleýän antigenleriň lokuslarynyň eritrositleriň üst ýüzünde ýerleşýänligi anyklanyldy. 1971-nji ýylda Rh geniniň PEPS geni bilen ýa-da C-peptidazanyň geni bilen baglanyşyklydygy belli edildi. Şu döwre çenli adamyň autosom genleriniň 1500-den gowragy genetiki karta ýerleşdirildi. Olar adamyň genomynda saklanýan genleriň bary-ýogy 1–7%-ni düzýärler. Ýüze çykarylan genleriň münä golaýy ol ýa-da beýleki keseli döredýänligi bilen baglylykda, anyklanyldy.

Adamyň genomynyň gurluşyny öwrenmeklikde has giňden ulanylýan usullaryň biride DNK zondlarynyň üsti bilen genleriň

kartasyny düzmekdir. Bu usulda gen inženeriýasynyň peýdalanylýan m-RNK-dan genetiki informasiýany ters transkripsiya ýoly bilen kabul etmek arkaly, DNK zondlary geçirilýär. DNK zondlary ^{32}P , ^3H izotoplary bilen belgilenýärler.

Ekizler usuly. Ekizler - bu bir tohumdan, janly organizmiň görnüşinde bir wagtda doglan iki ýa-da birnäçe osoblardyr. Ekizler bir ýumurtgadan we dürli ýumurtgadan bolup bilerler. Bir ýumurtgadan bolan ekizler bir ýumurtga öýjügi, bir spermatozoidiň tohumlandyrmagyndan ösüp kemala gelýärler. Bu halatda zigotadan bir düwünçegiň deregine birnäçesi ýüze çykýar (poliembrioniýa).

Bir ýumurtgadan bolan ekizler nesilleýin meňzeş hem-de bir jynsa degişli bolýarlar. Olaryň genotipi meňzeş, fenotipik hem örän çalyndaş bolýar. Bu ekizler diňe bir daş keşbi boýunça meňzeş bolman, eýsem madda çalşygynyň birmeňzeş aýratynlyklary, bir dürli keseller bilen kesellemäge ýygynlygy arkaly hem tapawutlanýarlar. Bir ýumurtgadan bolan ekizleriň dogulmak ukuplylygy nesillik alamatdyr we ähli çaga doguşlaryň 1,9%-inde duş gelýär.

Iki ýa-da birnäçe ýumurtgadan bolan ekizler bir wagtda owulirlenen dürli ýumurtga öýjügiň dürli spermatozoidler tarapyndan tohumlanmagyndan emele gelen zigotadan ösýärler. Bu ekizler nesilleýin bir maşgalada dürli wagtda dogulan çagalar ýaly dürli bolýarlar. Iki ýumurtgadan bolan ekizler bir jynsly ýa-da iki jynsly bolýarlar we 37-38 ýaşly aýallarda köp duş gelinýär. Adamlaryň arasynda ekizler ýygy-ýygdydan duş gelýärler, maşgalalarda üçem, dördem, bäşem çagalar has seýrek duşýar.

Ekizler usuly organizmiň formirlenmegine nesle geçijiligiň we daşky gurşawyň ähmiýetini tapawutlandyrmaklyga mümkinçilik berýär. Dürli ýumurtgadan bolan ekizler birmeňzeş şertlerde össelerde dürli fenotipe eýe bolýarlar. Bir ýumurtgadan bolan ekizler ýaşasys şertleriniň dürlüligine garamazdan köplenç fenotipik meňzeş bolýarlar. Sazandalar Iogann Hristofor Bah we onuň dogany Iogann Ambrosius Bah (Iogann Sebastýan Bahyň kakasy) biri-birine haýran galdyryjy meňzeş bolupdyrlar. Iki

dogan bir ýumurtgadan bolan ekizlerdigi üçin, birhili pikirlenip, saz çalyň bilipdirler. Olar bir wagtda keselläpdirler, we bir wagtda aradan çykypdyrlar.

Türkmenlerde ekizler mährem görüýär. Olara Ýusup-Ahmet, Hasan-Hüseýin, Şirin-Şeker, Aýşa-Patma, Zöhre-Züleyha, Ýakup-Merjen, Hasan-Zöhre, Ýusup-Zuleýha, Hasan-Patma, Gülşat-Şemşat, Kowus-Kyýas, Suray-Humay, Mähri-Jemal, Eset-Sähet, Omar-Osman, Meýlis-Mekan atlary dakylýar. Mekdepde mugallymlar, okuw we terbiýeçilik işlerini guranlarynda, ekizleriň özlerini alyp baryş aýratynlyklaryny hasaba almalydyrlar.

Ontogenetik usul ontogeneizde nesilleýin keselleriň ösüşiniň mehanizmini anyklamak üçin peýdalanylýar. Alamatyň nesle geçiş häsiýetine baha berilende, genleriň öz täsirini organizmiň ösüşiniň dürli etaplarynda ýüze çykarýandygyny hasaba almak zerurdyr. Meselem: Gentingtonyň horeýasy keseli (yssytma tutmak, ysmazlyk) adamlarda 40–45 ýaşda, katarakta we deriniň karsinomasy – uly ýaşda we garrylykda, epilepsiýa 15-16 ýaşda, fenilketonuriýa keseli – dogulan gününden başlap bildirip ugraýar. Indiuidiumyň ösüş proseslerine gözegçilik keselleriniň geterozigot görterijiligini ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär. Meselem: fenilketonuriýa boýunça daşky keşbine görä sagdyn geterozigot adamlaryň ganynda fenilalaniniň mukdary köp saklanýar, süýjülik kesellerinde bagryň işleýşinde özgerişler duýulýar. Häzirki wagtda geterozigot görterijiligi anyklamak üçin ýörite testler işlenip düzülýär.

Populyasion usul. Bu usul aýry-aýry genleriň adam populýasiýasynda ýaýraýşyny öwrenýär. Bu usul ýakyn garyndaşlyk nikalarynyň ýaramaz netijelerini önünden görmäge, adam populýasiýasynyň taryhyny anyklamaga mümkinçilik berýär. Adam populýasiýalarynda genleriň we genotipleriniň ýaýramagynyň umumy kanunalaýyklyklary we dinamikasynyň faktorlary (mutasiýalar, seçgi, migrasiýa, izolýasiýa, genleriň dreýfi) mahsusdyr. Şonuň üçin hem Hardi-Waýnbergiň kanunynyň kömegi bilen populýasiýalarda dürli anomaliýalaryň ýaýraýşynyň

ýygylgyny kesgitläp bolýar. Meselem: Ýewropa ýurtlarynda amawrotik idiotiýa keseli her 1 mln. ýaşajynyň 25-sinde, pislik her 20000 adamyň 1-sinde duş gelýär. Köp mutasiýalar resessiw bolýar we geterozigot halynda saklanýarlar, geterozigotlaryň ýygylgy gomozigotlardan agdyklyk edýär.

Adamlar nika gatnaşyklarynda köplenç jynsy, dini ynanjy, emlägi, professional döpler, garyndaşlyk nikalary boýunça izolirlenýärler. Siwilizasiýanyň ösmegi bilen izolirlenen populýasiýalaryň sany azalýar. Muňa garamazdan Hindistanda, Afrikada, Ýaponiýada, Merkezi Aziýada izolýatlar giň ýaýrandyr. Izolirlenen populýasiýalarda adamlaryň sanynyň azlygy sebäpli olarda gany bir garyndaşlyga alyp barýar, bu bolsa öz gezeginde resessiw allelleriniň gomozigot halda ýüze çykmak ähtimallygyny artdyrýar.

ABŞ-nyň Pensilwaniýa ştatynda ýaşayan mennonitler sektasynda (häkimlik edýän buthanadan aýrylan dini toparlanşykda) 8000 sany adamy bardyr. Olar 1770-nji ýylda bu ýere göçüp gelen üç maşgalanyň hasabyna esaslandyrylypdyr. Bu sektany düzýän adamlaryň arasynda genotipinde genleriň dreýfiniň ýgy-ýgydan geçmegi zerarly, girdenek boýlulyk we polidaktiliýa köp adamlarda duş gelýär, bu genleri boýunça geterozigotlar bolsa ilatyň 13%-ni tutýar. Keselleriň şunuň ýaly giň ýaýramagyna ýakyn garyndaşlyk nikalary sebäp bolupdyrlar. Ýaponiýaly alymlar iki dogan oganlaryň nikalaşmagyndan emele gelen maşgalalarda, çagalaryň arasynda mikrosefällaryň (kelle beýni çanagynyň gowşak ösmegi, aklyly kemlik) 44,8% ,örän ýokary derejede duş gelýändigini ýüze çykardylar.

Ýakyn garyndaşlyk nikalary maşgalarda şaltan – miopatiýa keseli bilen kesellän çagalaryň duş gelmek ýygylgyny has-da ýokarlandyrýar.

Dermatoglifika adamyň genetikasyny öwrenmekligiň täze döredilen usullarynyň biridir. Bu usulyň kömegi bilen adamyň eliniň aýasynyň we barmaklarynyň içiniň gasynlarynyň, nagyşlarynyň özgerişine esaslanyp dürli nesilleýin keselleri geterozigot görüjileri ýüze çykaryp bolýar.

Adamyň genomyny öwrenmek boýunça halkara “Adamyň genomy” atly maksatnama işlenip düzüldi. Dürli döwletleriň genetiki laboratoriýalarynda işleýän alymlaryň tagallasy bilen adamyň genomyny düzýän hromosomalaryň 3 mlrd nukleotidden ybaratdygy anyklanyldy. Adamyň genomynda köpsanly täze döwürler bilen bagly, keselleriň döremegine getirýän genler açyldy. Soňky maglumatlara görä her ýylda ,adamyň genomynda ortaça 5 töweregi nesilleyin keseliň täze genleri ýüze çykarylýär. Genetikleriň tagallasy bilen hat-da adamda onuň ýaşynyň dowamlylygyna täsir edýän geniň orny, nukleotid yzygiderligi anyklanyldy.

Barlag üçin soraglar.

1. Adamyň genomynyň düzüminde näçe sany hromosomasy bar?
2. Adamyň genetikasyny öwrenmekde peýdalanylýan esasy usullara häsiýetnama beriň.
3. Şejere daragtlary nähili şekillendirilýär?

Medisina (Lukmançylyk) genetikasy.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow özüniň Türkmenistanda saglygy saklaýyş babatynda alyp barýan ähli işlerinde nesilleriň sagdyn bolmagy ugrunda irginsiz aladalary edýär.

Awaza dynç alyş zolagynyň gurluşygynyň yglan edilmegi we başlanmagy, dynç alyş merkezleriniň döredilmegi, kurortlaryň täzeden özgerdilip gurulmagy, sport toplumlarynyň açylmagy we beýlekiler ýurdumyzda adam saglygyny goramak boýunça edilýän aladalaryň şaýady bolup durýar.

Medisina genetikasy adamyň keselleri bilen onuň nesilleýin strukturalaryň arasyndaky özara baglanyşygy öwrenýär. Onuň esasy wezipesi ol ýa-da beýleki keseliň häsiýetini, ösüş aýratynlygyny kesgitlemek bejermegiň ýollaryny anyklamak, we mutant gen bilen baglanyşygyny öwrenmek bolup durýar.

Adam populýasiýalarynda mydama zyýanly mutasiýalaryň belli bir ätiýajy saklanýar. Bu adamzadyň genetik ýüki, nesilleýin jebiri hasaplanýar. Onuň ululygy mutasiýalaryň ýygylgyna we tebigy seçginiň intensiwligine baglydyr.

Siwilizasiýanyň ösmegi bilen genetik ýüküň agyrlыgyda artýar. Bu mutagen täsirli (himiki maddalar, biologik aktiw maddalar, ionlaşdyryjy şöhleler) zyýanly sreda faktorlaryň köp mukdarynyň döredilmegi bilen düşündirilýär. Soňky döwürde adamlarda tebigy seçginiň depgini peselýär, ýöne olaryň döremeginiň sebäbi doly düziwlenmeýär, bu bolsa adamlaryň nesilleýin keselleriniň köpelmegine getirýär.

Gen mutasiýalary adamlarda madda çalşygynyň nesilleýin bozulmagynyň sebäbidir. Gen mutasiýalary adamyň 1500-den gowrak nesilleýin keselleriniň döremegine getirýär. Olar biohimiki reaksiýalaryň üýtgemesi görnüşinde ýüze çykýarlar. Meselem: süýjülik keseli, galaktozemiýa (laktoza fermentiniň ýoklugy sebäpli süýdün gandynyň özleşdirilmezligi) uglewod çalşygynyň bozulmagynyň netijesidir, ksantomatoz – ýag çalşygynyň

bozulmagy sebäpli döreyär, fenilketonuriýa – aminokislota çalşygynyň bozulmagy bilen şertlenendir.

Gen mutasiýalary madda çalşygynyň bozulmalaryndan başga-da morfologik üýtgeşmeleri hem ýüze çykarmaga ukyplydyrlar. (gysga barmaklyk, köp barmaklyk, anensefaliýa, ahondroplaziýa, girdenek boýlulyk we beýlekiler). Genetiki keseller dominant we resessiw, autosom we jyns bilen baglanyşykly bolup bilýärler. Dominant autosom kesellere polidaktiliýa, wenalaryň warikoz giňelmesi, miopatiýa, saçyň wagtyndan ir agarmagy we beýlekiler degişlidirler. Resessiw autosom kesellere pislik, günlük, amawrotiki, idiotiýa, süýjilik keseli, fenilketonuriýa we beýleki köp sanly keseller girýärler. Jyns bilen baglanyşykly kesellere gemofiliýa, daltonizm mysal bolup biler.

Gen mutasiýalary genetiki kanunlara laýyklykda nesle geçýärler. Nesil daragtyny düzmegiň hem-de populýasion usulyň kömegi arkaly populýasiýadaky geniň ýygylgyny hasaplap bolýar. Netijede nesilýin keselli ata-enelerden kesel çagalaryň dogulmak ähtimallygy anyklanylýar.

Hromosoma keselleri. Hromosomalaryň sanynyň we strukturasynyň üýtgemegi bilen baglylykda ýüze çykýan kesellere adamyň *hromosoma keselleri* diýilýär. Hromosoma kesellerine girýän Klaýnfelteriň sindromynda zigotada 47 hromosoma bolup (44+XXY) erkek adamlarda ýüze çykýar. Bularda jynsy gonadalary kemter ösýär, kämahal akyly kemli, aýaklary has uzyn bolýar. Bu kesel täze dogulan çagalaryň arasynda 0,15% ýygylkda duş gelýär. Şereşewskiý–Terneriň sindromy bilen kesellän adamlaryň zigotasynda 45 hromosoma (44+X) bolýar, olar aýallarda duş gelýär. Bu kesel bilen keselli aýallarda jynsy taýdan ýetişmek haýallaýar, nesilsizlik, pes boýlylyk we başga anomaliýalar peýda bolýar. Şereşewskiý – Terneriň sindromy täze dünýä inen çagalaryň 0,03%-de duş gelýär. Kariotipinde 44+XXX hromosomalý aýal gyzlarda (triplo-iks sindrom) olaryň jynsy, fiziki, akyly taýdan ösüşinde bozulmalar bolýar. Aýallarda çaga

durmazlygy 60% halatlarda düwünçeğiň hromosomalarynyň özgermeleri bilen baglylykda döreýär.

Hromosoma keselleri autosomalaryň aýrylyşmazlygy zerarly hem döräp biler. Meselem, Daunyň sindromy 21-nji hromosomada trisomiýa geçmegi zerarly döreýär. Daunyň keseli bilen kesellän çagalaryň akylly kemli, boýlary gysga, ýüzi togalak, gözleri gyýtak kesimli, agyzlary ýarym açyk, elleriniň aýasynda çuň keseligine kesimi bolýar. Edwardsyň sindromy bilen kesellänlerde E topara degişli hromosomalarda trisomiýa bolýar, bu çagalarda mikrosefaliýa, gyýtak gözlülük, göbегinde gryža, sindaktiliýa, akyl taýdan kemli bolýar. Edwardsyň sindromy bilen kesellän çagalar 2-7 aý töweregi ýaşaýarlar. Pataunyň sindromy 13-15-nji jübüt hromosomalarda (D topar) trisomiýa bolmagy zerarly döreýär. Bu kesel bilen kesellän çagalaryň aýaklary, elleri maýyp, içki organlary şikesli, kellesi kiçi, gözsüz we beýleki ýetmezçilikleri bolýar. Pataunyň sindromy adamlarda örän seýrek halatlarda duş gelýär.

Adamlaryň arasynda hromosomanyň strukturasynyň üýtgemegi bilen bagly anomaliýalar ýygy-ýygýdan duş gelýärler. Spontan abortlaryň ýa-da çaga düşmeleriniň 4 hepdeligi 75% - halatlarda, 5-8 hepdeligi 35,3% hromosomalaryň aberrasiýalary bilen baglanyşyklydyr. Adamyň 1-nji jübüt hromosomasynda inwersiýa mutasiýasy geçende, 18-nji jübütinde bolsa delesiýa geçende köp sanly anomaliýalar ýa-da keseller döreýärler. Adamyň B we D topara degişli hromosomalarynda delesiýa geçmegi letal ýa-da ölüm howply anomaliýalara getirýär.

Adamyň hromosoma aberrasiýalarynyň döremeginiň sebäbi fiziki (diagnostiki, terapewtik, professional şöhlelenme) we himiki faktorlar (farmakologiýa, hojalykda, senagatda adam tarapyndan peýdalanylýan maddalar), wiruslaryň täsiri bolup bilerler.

Immunogenetika. Immunogenetika medisina genetikasynyň adamyň gan toparlaryny we immititetiň nesillenmegini öwrenýän bölümidir.

ABO ulgamy boýunça gan toparlaryny K.Landşteýner açdy. Her bir adamyň eritrositleri α we β antigenlere eýe bolýar. Antigeniň häsiýetleri bolsa genetiki köpçülikleýin alleller I^A , I^B , I^O tarapyndan kesgitlenýar. Gan toparlary eritrositlerde antigenleri saklaýşyna görä, 1 – $I^O I^O$; 2 – $I^A I^A$, $I^A I^O$; 3 – $I^B I^B$, $I^B I^O$; 4 – $I^A I^B$ topar adyny aldylar (tablisa 5, 6).

Tablisa 5.

ABO gan toparynda genotipler

Gan toparlary	Genotip
I (0)	$I^O I^O$
II (A)	$I^A I^A$, $I^A I^O$
III (B)	$I^B I^B$, $I^B I^O$
IV (AB)	$I^A I^B$

Tablisa 6.

Ata-eneleriň dürli genotiplerinde çagalarynyň genotipleriniň we gan toparlarynyň mümkin bolan kombinasiýalary.

№	Ata-eneleriň genotipleri	Çagalaryň mümkin bolan genotipleri we gan toparlary
1	$I^O I^O$ - $I^O I^O$	$I^O I^O$ (I)
2	$I^O I^O$ - $I^A I^O$	$I^O I^O$ (I), $I^A I^O$ (II)
3	$I^O I^O$ - $I^A I^A$	$I^A I^O$ (II)
4	$I^O I^O$ - $I^B I^O$	$I^O I^O$ (I) , $I^B I^O$ (III)
5	$I^O I^O$ - $I^B I^B$	$I^B I^O$ (III)
6	$I^O I^O$ - $I^A I^B$	$I^A I^O$ (II), $I^B I^O$ (III)
7	$I^A I^A$ - $I^A I^A$	$I^A I^A$ (II)

8	I ^A I ^A -I ^A I ^O	I ^A I ^O (II), I ^A I ^A (II)
9	I ^A I ^A -I ^B I ^B	I ^A I ^B (IV)
10	I ^A I ^A -I ^B I ^O	I ^A I ^O (II), I ^A I ^B (IV)
11	I ^A I ^A -I ^A I ^B	I ^A I ^A (II), I ^A I ^B (IV)
12	I ^A I ^O – I ^A I ^O	I ^O I ^O (I), I ^A I ^O (II), I ^A I ^A (II)
13	I ^A I ^O - I ^B I ^B	I ^B I ^O (III), I ^A I ^B (IV)
14	I ^A I ^O - I ^B I ^O	I ^O I ^O (I), I ^A I ^O (II), I ^B I ^O (III), I ^A I ^B (IV)
15	I ^A I ^O - I ^A I ^B	I ^A I ^O (II), I ^A I ^A (II), I ^B I ^O (III), I ^A I ^B (IV)
16	I ^B I ^B - I ^B I ^B	I ^B I ^B (III)
17	I ^B I ^B - I ^B I ^O	I ^B I ^O (III), I ^B I ^B (III)
18	I ^B I ^B - I ^A I ^B	I ^B I ^B (III), I ^A I ^B (IV)
19	I ^B I ^O - I ^B I ^O	I ^O I ^O (I), I ^B I ^O (III), I ^B I ^B (III)
20	I ^B I ^O - I ^A I ^B	I ^A I ^O (II), I ^B I ^O (III), I ^B I ^B (III), I ^A I ^B (IV)
21	I ^A I ^B - I ^A I ^B	I ^A I ^A (II), I ^B I ^B (III), I ^A I ^B (IV)

Adamlaryň ganyňyň syworotkasynda eritrositleriň ýelmeşmegini – agglýutinasıyasyny ýüze çykarýan beloklar ýa-da antibedenler saklanylýar. Ýöne ganda eritrositleriň agglýutinasıyasy bolmaýar, sebäbi adamyň kesgitli toparly ganynda, onuň gan damarlarynda saklanmaýan eritrositleriň agglýutinasıyasyny ýüze çykarýan antibedenler bolýarlar.

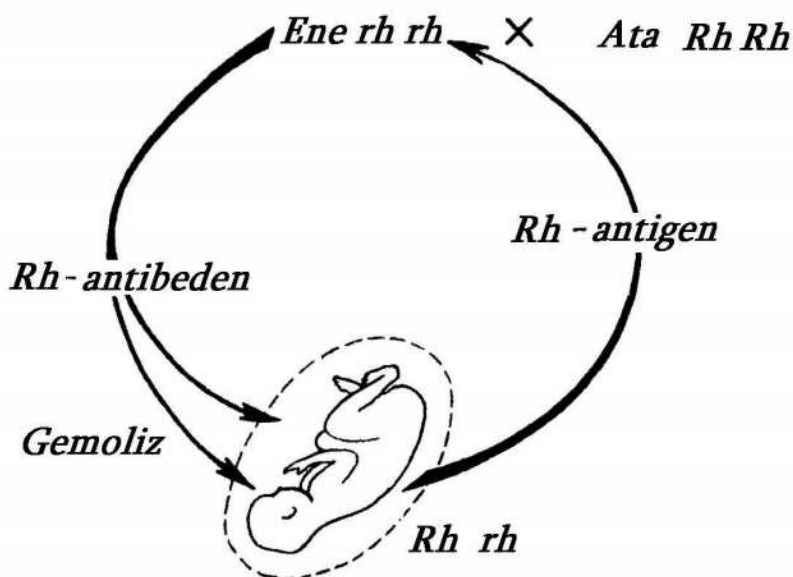
Meselem, A toparly ganda B eritrositlere garşy (β – antibedenler), B toparly ganda A toparyň eritrositlerine garşy – α antibedenler, O – toparda α we β antibedenler saklanýar, AB toparda bolsa hiç hili antibedenler bolmaýar.

Bu aýratynlygy bilmeklik kesellilere gan guýanda zerur bolup durýar. Eger-de A topar gany bolan resipiyente (ýa-da gany kabur edijä) B topar ganly donoryň gany guýulsa, onda donoryň eritrositleriniň agglýutinasıasy bolup geçýär. Bu ýagdaý resipiyent üçin ölüm howpludyr. Gan toparlarynyň gabat gelmezligi I topar (0) ganly ene organizmi bilen II we III topar ganly (A, B) düwünçeğiň arasynda hem bolup biler, bu bolsa çaga düşmesine getirip bilýär.

1940-njy ýylda rezus-faktor adyny alan gan topary açyldy. Köp adamlaryň (85%) ganynyň eritrositleri rezus maýmynlarynyň gany bilen immunizirlenen, öý towşanlarynyň syworotkasy bilen agglýutinirlenýär, beýlekileriniňki 15% agglýutinirlenmeýär. Immunizirlenen öý towşanlarynda antibedenleriň öndürilmegine jogap berýän antigen – rezus faktor diýlip atlandyrylýar. Bu antibedenler adamlarda we maýmynlarda eritrositleriň agglýutinasıasyny ýüze çykarýarlar. Bu faktora eýe bolan adamlara (Rh) *rezus pozitiw* (*poližiteller*) (dominant alamat) diýilýär, bu faktory ýok adamlara (rh) *rezus negatiw* (*otrisateller*) (resessiw alamat) diýilýär. Rezus-pozitiw adamlarda öz Rh faktoryna garşy antibedenler bolmaýar, emma olaryň gany rezus-negatiw adamlara guýulanda, rezus faktoryň geni antibedenleriň emele gelmegini amala aşyrýar (bu ýagdaýa rezus – konflikt diýilýär).

Rezusy otrisatel (rh rh) enäniň we düwünçeğiň rezus faktora görä özara gatnaşygy, haçanda atasy rezus položitel bolanda, aşakdaky halda bolýar. Eger rezus-pozitiw atasy geterozigot bolsa (Rh rh) we ondan çagasynyň genotipine resessiw allel geçen bolsa, düwünçek hem enesi ýaly rezus-negatiw bolýar (rh rh) we olaryň arasynda rezus – konflikt bolmaýar. Atasyndan dominant allel geçen mahalynda (atasy gomozigot Rh Rh bolsa munuň ähtimallygy – 100%), düwünçek rezus faktor boýunça

geterozigotdyr ($Rh\ rh$), şonuň üçin onuň antigeni bardyr, ol bolsa plasentanyň (göbegiň) üsti bilen enäniň ganyyna geçýär. Rezus otrisatel enäniň ganynda rezus položitel düwünçegiň antigenleriniň garşysyna antibedenler işlenip çykarylýar. Antibedenler düwünçegiň ganyyna düşüp 0,4% halatda çaga düşmesine getirýär (sur. 60). Esasanda ikinji we soňky göwrelilik howplydyr, sebäbi çaganyň enesiniň ganynda antibedenleriň mukdary köpeliýär. Bu hadysanyň genetiki we immunologik sebäplerini bilmek, onuň zyýanly täsirini duýdurmaga mümkinçilik berýär. Medisinada köplenç halatlarda dogulan çagalaryň gany çalşyrylýar. Şolar ýaly maşgalalara birinji çaga dogulandan soň ikinji çagany 6-7 ýyl geçenden soň dogurmaga maslahat berýärler, şol wagtyň dowamynda enesiniň gany täzelenip antibedenlerden arassalanýar.



Sur. 60. Rezus faktory boýunça laýyk gelmezlik bolanda, ene organizminiň we düwünçegiň özara gatnaşygy.

Immunogenetikler tarapyndan häzirkî günlere çenli eritrositleriň häsiýetleri bilen kesgitlenilýän gan toparlarynyň ondan gowragy açyldy. Her bir adam bu toparlaryň kesgitli we gaýtalanmaýan utgaşmasy bilen häsiýetlendirilip bilner. Bu häsiýet medisina we sud (sülçülük) praktikasynda giňden peýdalanylýar.

Nesilleýin keselleriň önüni almagyň ýollary. Medisina-genetik konsultasiýalar. Adamlaryň agyr nesilleýin kesellerini bejermegiň we olaryň önüni almagyň esasy usullarynyň biride keselleri öz wagtynda ýüze çykarmak, diagnostirlmek bolup durýar. Munuň üçin medisina genetikasy köp sanly ekspress usullary: jynsy hromatini kesgitlemek, immunologik, biohimik analizleri we başgalary işläp düzdi.

Nesilleýin keselleri bejermegiň usullaryndan has möhümleri şu aşakdakylar:

1. Iýmit rasionyndan käbir komponentleri aýyrmak.
2. Iýmite ol ýa-da beýleki komponentleri goşmak (fermentler, witaminler).
3. Zeper ýeten dokumalary çalyşmak.
4. Şikesli beden bölümlerini hirurgik ýol bilen bejermek, degişlidir.

Ýöne nesilleýin keselleriň bejerilmegi onuň genlerini populýasiýadan ýok etmeýär, bejerilen adamlaryň nesilinde şikesli alamatlaryň ýaýramagyňyň ähtimallygy saklanýar. Nesilleýin keselli adamlar dolulygyna diňe gen inženeriýasynyň ösmegi bilen bejerilip bilner. Şonuň bilen baglylykda nesilleýin keselleriň profilaktikasyň meselesi ýüze çykýar.

Adam populýasiýalarynyň genetiki ýüküni azaltmagyň netijeli usullarynyň biri medisina-genetiki konsultasiýalary guramakdyr. Bu konsultasiýalarda genetik lukmanlar kesel çagalaryň dogulmak ähtimallygyny kesgitlemek we önüni almak, ilatyň genetiki sowatlylygyny ýokarlandyrmak, genetiki ýüküň artmagynyň sebäplerini düşündirmek boýunça işleri alyp baryrlar. Genetik lukman nesil daragtyny öwrenmek arkaly maşgalada kesel çaganyň dogulmak ähtimallygynyň bardygy we

ata-enelere şol çagany enäniň göwresinde ösdürmegiň gerekliginiň ýa-da ýoklugyny dogry maslahat berýärler.

Medisina-genetik konsultasiýa kabinetleri biziň ýurdumyzda ähli welaýat çagalar keselhanalarynda we täze gurlan anyklaýyş merkezlerinde netijeli işleýärler.

Adamlaryň nesilleýin keselleriniň döremegine getirýän daşky gurşawyň mutagenler bilen hapalanmagyna garşy çäreleriň alnyp barylmagynyň, adamlaryň sagdyn nesilli bolmagynda uly ähmiýeti bardyr. Her bir biologiýa mugallymy ilatyň arasynda genetiki bilimleri ýaýratmaga borçludyr.

Barlag üçin soraglar.

1. Adamlarda gen mutisiýalary zerarly döreýän keselleri sanap beriň.
2. Hromosomalaryň üýtgemeleri bilen bagly kesellere häsiýetnamalar getirň.
3. Immunogenetikanyň öwrenýän genleriniň esasy aýratynlygyny görkeziň.

VIII BÖLÜM

GENETIKA WE SELEKSIÝANYŇ ESASLARY

Seleksiýanyň genetiki esaslarynyň başlangyçlary.

Ýurdumyzda täze galkynyş zamanasynda Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedow oba hojalygyny ösdürmegiň möhüm wezipeleriniň arasynda ösümlikleriň täze sortlaryny, mallaryň tohumlaryny almagyň gaýragoýulmasyz wezipedigini belläp geçýär. Genetika bolsa sort we tohum almak işinde esasy bazalaýyn ylmlaryň biri bolup durýar.

Seleksiýa öý haýwanlarynyň tohumlaryny we medeni ösümlikleriň sortlaryny almagyň usuly hökümünde irki döwürlerde döräpdir. Mundan 8000-9000 ýyl ozal Ýakyn Gündogarda soňra Ýewropada we Aziýada ekerançylyk we maldarçylyk ösüp başlapdyr.

Türkmenistanda ata-babalarymyzyň 5000 ýyl ozal Änewiň eteginde “Ak bugdaýy” ösdürip ýetişdiripdirler. Muňa “Altyndepede” tapylan ak bugdaý däneleri şaýatlyk edýär.

Halk seleksiýasynda hojalyk taýdan peýdaly alamatlar seçilip alnypdyr we köpeldilipdir. Medeni ösümliklerden bugdaýyň, gowaçanyň, zygyryň, gawunyň, garpyzyň köp sortlary alnypdyr. Halk seleksiýasynda uzak ýyllaryň dowamynda saryja goýunlary we ahal teke atlary döredilipdir.

Genetika ylmynyň ösmegi bilen onuň seleksiýa bilen baglanyşygy pugtalandy. Dünýäniň köp ýurtlarynda seleksiýa işi bilen meşgullanýan ylmy barlag institutlary, stansialary çuňňur gözlegler alnyp bardylar.

Genetika - seleksiýanyň teoretiki esasydyr. Emma bu ylmalar biri-birinden aýry bolup durýar, sebäbi olaryň hersi öz meselelerini çözüärler. Seleksiýa ylmy haýwanlaryň täze tohumlaryny we ösümlikleriň täze sortlaryny döretmek we kämilleşdirmek metodlaryny işläp taýýarlaýar we olary gowulaşdyrýar. “Seleksiýa” sözünüň özüni latyn dilinden “seçgi” diýip terjime edýärler, emma seleksiýa ylmyňy diňe seçgi kanagatlandyрмаýar, sebäbi öý haýwanlarynyň we medeni ösümlikleriň ewolýusiýasy olaryň ýabany tebigatdaky ewolýusiýasyndan tapawutlanýar. Olara tebigy seçgi gaty täsir etmeýär we ewolýusion faktorlaryň özara gatnaşygy tebigatdakydan tapawutly bolýarlar.

Seleksiýanyň öwrenýän zady - öý haýwanlarynyň we medeni ösümlikleriň ewolýusiýasynyň ýöriteleşen kanunlarydyr. Seleksiýanyň esasy maksady - ýokary önümlü we ýokary hasyl berýän haýwanlary__we ösümlikleri döretmekdir. *Tohum (poroda) we sort - oba-hojalyk önümçiliginiň serişdeleridir.*

Biziň ýurdumyzda halk seleksiýanyň taryhy uzak döwürleri öz içine alýan bolsa-da, genetikanyň ylmy metodlaryna esaslanan, ylmy seleksiýasynyň taryhy ýigriminji asyryň birinji ýarymyndan başlanýar.

Türkmenistanda gowaçanyň täze sortlaryny döretmek boýunça işleri Ýolötenäniň pagtaçylyk ylmy barlag instituty, Aşgabadynyň ekerançylyk instituty, köp sanly tohumçylyk boýunça ýöriteleşdirilen daýhan birleşikleri, tejribe stansiýalary alyp bardylar we bu işi dowam etdirýärler.

Mundan başga-da maldarçylyk ylmy barlag institutynda garaköli, saryja goýunlarynyň seleksiýasy boýunça köp üstünlikler gazanyldy.

Tohum we sort - bu ösümlük, haýwan, mikroorganizm görnüşiniň adamyň elleri bilen döredilen emeli populýasiýalarydyr. Olaryň düzümine girýän osoblaryň alamatlary meňzeş we önümliligi deňdir. Meselem “leggorn” tohumyna degişli towuklaryň agramy

pes we olar ýumurtgalaryň köp mukdaryny guzlaýarlar. Köplenç her tohum ýa-da sort, olardan belli önümi almak üçin döredilýär. Önümlilige jogapkär alamatlaryň nesle geçijiligi - poligenlidir.

Emeli seçginiň metodlary dürli bolýarlar. Seçgi üçin gerek bolan başlangyç materialy nesle geçýän üýtgeýjilik üpjün edýär. Onun hemme görnüşleri ähmiýetlidir - kombinasion, mutasion we poliploidýa.

Kombinasion üýtgeýjilik. Seleksioner belli alamatlaryň nesle geçijiliginiň kanunlaryny bilýän bolsa, ol öz islegine görä şol alamatlary ugrukdyrylan çaknyşdyrma bilen sazlaşdyryp bilýär. Seleksiýada gerek däl alamatlary aradan aýryp bolýar (meselem, bekkross metodyny ulanmak arkaly). Dürli alamatlaryň kombinirlemegi bilen seleksiýa üçin başlangyç materialy alyp bolar. Uzak garyndaşlyk gibridleşdirmede (autbridging) sistematiiki taýdan biri birinden daş bolan formalaryň alamatlary birleşdirilýär.

Mutasion uytgeýjilik. Nesle geçýän üýtgeşmeleriň gözbaşy - mutasion prosesdir. Tohumyň we sortuň her populýasiýasynda dürli mutasiýalar spontan emele gelýärler. Köplenç olar dominant genler bilen basylyp, geterozigot ýagdaýda saklanýarlar. Tebigatda şol mutasiýalaryň ykbalyny tebigy seçgi çözüýär. Emeli seçgide bu mutasiýalaryň saklanylmagy - seleksioneriň elindedir. Gadym wagtlardan bäri adam spontan mutasiýalaryny we olaryň kombinasiýalaryny çaknyşdyrma girizip, täze sortlary we tohumlary döredipdir.

Görnükli rus alymy N.I.Wawilow 1935-nji ýylda “Seleksiýanyň botaniki geografiki esaslary atly” makalasýnda medeni ösümlikleriň gelip çykyş merkezlerini beýan etdi. Ol şu aşakdaky 8 sany merkezi ýüze çykardy we olara ýazgy berdi:

- 1) Hindi – (Penjap, Assan, Hindi-Malaý, Birma) – şalyň köp sortlarynyň, şeker çňriğini sitruslaryň, jemi 136 endemiki sortuň Watanydyr;

- 2) Merkezi Aziýa – (Demirgazyk, Günbatar Hindistan, Owganystan, Täjigistan, Özbekistan) – ýumşak bugdaýyň, kösüklileriň, üzümiň we beýlekileriň Watany;
- 3) Daglyk merkezi we Günbatar Hytaý – darynyň, greçihanyň, soýanyň Watany, jemi bu ýerde 136 sany sort ýüze çykarylýdyr;
- 4) Alynky Aziýa – (Kiçi Aziýa, Zakawkazýe, Eýran, Daglyk Türkmenistan) – bugdaýyň, çowdarynyň, miweli agaçlaryň, jemi 83 dürli ösümligiň Watany;
- 5) Ortaýer deňiz – kelemiň, kleweriň, çeçewisanyň Watany;
- 6) Abissin – bugdaýyň, arpanyň Watany;
- 7) Günorta Meksika we Merkezi Amerika – gowaçanyň, mekgejöweniň, noýbanyň kädiniň Watany;
- 8) Günorta Amerika – (Peru, Ekwador, Boliwiýa) – kartoşkanyň Watanydyr.

Medeni ösümlükleriň gelip çykyş merkezleri köplenç gadymy siwilizasiýanyň ojaklaryna gabat gelýärler.

N.I.Wawilowyň pikiri boýunça tebigy dürli-dürliligiň çeşmesi - medeni ösümlükleri dörediji merkezlerdir. Onuň ýüze çykaran 8 sany merkezlerinden seleksionerler öz işi üçin gerekli bolan gyzykly formalary alýarlar. Soňky wagtlarda seleksiýa üçin materialy emeli mutageneziň kömegi bilen hem alýarlar.

Poliploidýa. Ol ösümlükleriň seleksiýasy üçin üýtgeýjiligiň ähmiýetli çeşmesidir. Milli seleksiýada hem poliploidýa hadysasyny giňden ulanypdyrlar (ýöne mazmunyna düşünmändirler). Şeýdip, bugdaýyň, arpanyň, gowaçanyň, kartofeliň we köp gülleriň sortlary döredilipdir.

Häzirki zamanda poliploidleri ýörite usullar bilen alýarlar . Poliploidleriň emeli alynyşy, seleksionerlere täze formalary almaga mümkinçilik berýär. Emeli poliploidler - seçgi üçin başlangyç materialdyr.

Seçgi üçin peýdalanylýan başlangyç materialyň üýtgeýjilige eýe bolmagy haýwanlaryň täze tohumlaryny,

ösümlükleriň sortlaryny, mikroorganizmleriň ştammlaryny almagyň esasy bolup durýar.

Kombinativ üýtgeýjiligiň sort almaklykdaky ähmiýeti uludyr. Görnükli rus seleksioneri P.P.Lukýanenko bugdaýyň “Gylçyksyz – 1” sortuny, köp başgançakly gibritleşdirmek ýoly bilen bugdaýyň birnäçe sortlarynyň gymmatly häsiýetlerini bir sortda utgaşdyrmak arkaly döredýär. “Gylçyksyz – 1” dürli şertlere ýokary üýgunlaşyş ukuplylygy, pes boýlylygy, tiz ýetişýänligi, pos kömelegine durnuklylygy boýunça dünýäde iň gowy bugdaý sorty hasaplanylýar.

Daşladyrylan gibritleşdirme ösümlükleriň we haýwanlaryň seleksiýasynda peýdalanylýan üýtgeýjilik çeşmeleriniň biridir. N.W.Sisin güýzlük bugdaýyň gibridlerinde, gyýak atly ot ösümliginiň sowuga, gurakçylyga çydamlylyk, sypalynyň berklik häsiýetlerini utgaşdyrmak arkaly ýokary hasylly gibrideri aldy. Bu gibrideriň esasy artykmaçlyklarynyň biri hem 70 s/ga hasyllylykda hem sypalynyň berk bolup ýatmazlygydyr. N.W.Sisin gibrider bilen başga bir ugur boýunça iş alyp barmak netijesinde köp ýyllyk bugdaýy döretdi.

Mutasiýa üýtgeýjiligiň esasynda köp sortlar we tohumlar alynýar. Öz-özünden döreýän – spontan mutasiýalaryň emeli seçgisi esasynda we olaryň çaknyşdyrma ýoly bilen kombinirlenmegi netijesinde täze sortlar hem-de tohumlar alhyp biler.

Wegetativ ýol bilen köpeliýän ösümlükleriň seleksiýasynda somatik mutasiýalaryň ähmieti uludyr. Wegetativ nesillerde köpeltmek üçin mutant dokumalar (çybyklar, gözjagazlar we başg.) peýdalanylanda somatik mutasiýalar uzak wagtlap saklanyp bilerler.

Häzirki döwürde indusirlenen mutasiýalar hem seleksiýada giňden peýdalanylýar. Seleksiýada mutagenleri ulanmak arkaly arpanyň, süläniň, pomidoryň, bugdaýyň gymmatly sortlary döredildi. Mikroorganizmleriň antibiotikleri öndürýän topany bolan heň kömeleklerinde önümliligi artdyrmak üçin indusirlenen mutasiýalardan peýdalanylýar.

W.A.Strunnikow indusirlenen radiýasiýanyň täsirinde tut ýüpek gurçugynyň “ene jynssyz” tohumyny döretdi. Bu tohumyň ene osoblary düwünçek ösüşi halynda ölýärler. Erkeklerinde bolsa, enelik jynsy bilen deňeşdirilende ýüpegiň çykymy 20-30% ýokary bolýar. Tohumlyk erkeginiň iki X hromosomasy hem jyns bilen

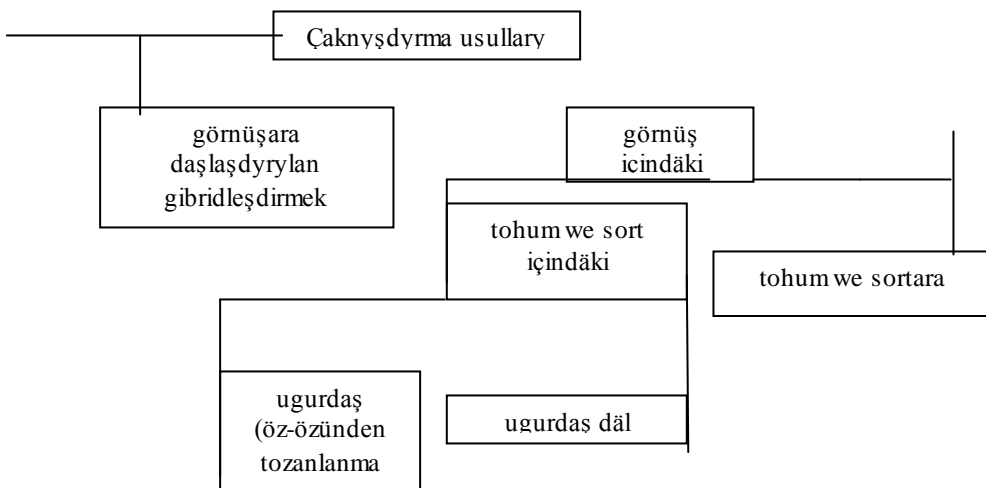
bagly resessiw letal mutasiýany saklaýar – $\frac{l_1 +}{+l_2}$, l_1 we l_2 genler allel däldirler hem-de bu zigotadan emele gelen erkegi ýaşaýşa ukyplydyr. Ol gen alleli, nesillerde l_1 we l_2 boýunça geterozigot ýaşaýşa ukyply erkekleri we gemizigot düwünçek ösüşi döwründe ölýän urkaçy osoblary berýär. Tut ýüpek gurçugynyň bu tohumynyň döredilmegi genetiki analiziň seleksiýada peýdalanyşynyň aýdyň mysalydyr.

Medeni ösümlikleriň seleksiýasynda üýtgeýjiligiň çêşmesi bolup köplenç poliploidiýa hyzmat edýär. Esasanda awtopoliploidiýa seleksiýada giňden peýdalanylýar. Ösümligiň öýjügiň hromosoma toplumy diploidden tetraploide köpelerde onuň boýy ösgün bolýar, organlarynyň tohumynyň ululugy we agramy üýtgeýär. Poliploidiýa esaslanyp gant şugundyrynyň, mekgejoweniň, hyýaryň, rediskanyň täze sortlary alyndy.

Seleksiýada allopoliploidiýa hem peýdalanylýar. Allopoliploidiýa ulanylanda kombinativ üýtgeýjiligi, poliploid formalaryň artykmaçlyklary bilen utgaşdyryp bolýar. W.Ýe.Pisarew bugdaýy ($2n = 42$) we çowdaryny ($2n = 14$) çaknyşdyrmak arkaly amfidiploidi ($2n = 56$) döretti hem-de oňa *Triticale* (bugdaý – *Triticum*, çowdary- *Secale*) diýip at berdi.

Bu ösümlik köp mukdarda belok ýygnaýar, çyzykly pos we çygly un heň kömeleginiň täsirine durnukly bolýar. Bu ösümlik Türkmenistanyň Günorta etraplarynda, irki ýokumly ot ösümligi hökmünde giňden ekilýär.

Seleksiýada mydama çaknyşdyrma ulgamlaryndan peýdalanylýar, olar şu aşadaky shemada şekillendirilendir.



Urugdaş çaknyşdyrma (haýwanlarda) ýa-da öz-özünden tozanlanma (ösümliklerde) başgaça inbriding, urugdaş däl çaknyşdyrma *autbriding* diýilär. Seleksiýada ol ýa-da beýleki çaknyşdyrma ulgamynyň peýdalanylmagy başlangyç materialyň häsiýetinden, üýtgeýjiligiň tipinden we seleksioneriň önde goýan maksadyndan baglydyr.

Urugdaş däl organizmleriň çaknyşdyrmasy *autbriding* diýilýär. Autbridingde bir tohuma we sorta degişli organizmler şeýle hem dürli tohuma we sorta degişli organizmler çaknyşdyrylyp bilner. Urugdaş däl osoblar çaknyşdyrylanda zyýanly resessiw mutasiýalar geterozigot halyna geçýärler. Oba hojalygynda alynýan görkezijilere görä şol bir görnüşiň çäginde organizmler urugdaş däl çaknyşdyrylanda gibrideriň birinji nesli has ýaşayşa ukuply hem-de kesellere durnukly bolýar.

Urugdaş däl çaknyşdyrmada alnan gibrideriň nesiliniň häsiýetleri özünde jemleýär. Seleksionerler gibriderden özlere gerekli genotipleri saýlap alýarlar we seçmek arkaly sort ýa-da tohum alýarlar. Seleksiýa işinde tohum we sort içindäki çaknyşdyrmadan kesgitli hojalyk ähmiýetli alamatlar seçilende peýdalanylýar. Dowarlaryň ýüňüniň uzunlygyny artdyrmak gerek bolsa, onda tohumyň içinde has uzyn ýüňlileri çaknyşdyrmak we

seçmek ýoly bilen netije gazanyp bolar. Eger-de bu usul bilen işlenilýän tohumy almak başartmasa onda gysga ýüňli tohumy uzyn ýüňli bilen çakyşdyryp, soňra gerekli uzynlykly ýüňi bolan gibridler seçilýär.

Maldarçylykda ýakyn garyndaşlyk derejesi bolan osoblaryň çakyşdyrylmagyna, ösümlikçilikde öz-özünden tozanlanma *inbriding* diýilýär. Ösümlikler we haýwanlar geterozigot halynda zyýanly resessiw mutasiýalary saklaýanlygy üçin inbridingde gomozigotlaşmak bolup geçýär we nesilleriň ýaşayşa ukyplylygy, hasyllylygy, kesellere durnuklylygy peselýär ýa-da osob depressiýa düşýär. Meselem, mekgejöweni emeli ýol bilen birnäçe nesliň dowamynda öz-özünden tozanlandyrsak onuň hasyllylygy peselýär we boýy gysgalýar. Haýwanlarda hem şonuňky ýaly kanunalaýyklyga syn edilýär. Eger-de towuklarda birnäçe ýylyň dowamyndaky nesillerde horazlary we mäkiýanlary öz aralarynda çakyşdyrylsa olaryň ýumurtga guzlaýjylygy peselýär, ýaşayşa ukyplylygy kemelýär, dürli maýyplyklar ýüze çykýar.

Seleksiýada inbriding täze sort we tohum almaklyk üçin ähmiýetlidir, sebäbi seçgi arkaly gymmatly alamatlary bolan käbir liniýalar ýüze çykarylýar. Ol liniýalar, arassa peýdalý gomozigot mutasiýalara eýe bolýarlar we inbridingde alamatlaryny doly nesle geçirýärler.

Dürli uruglar we görnüşler öz aralarynda geçirilýän çaknyşdyrma *daşlaşdyrylan gibridleşdirme* diýilýär. Daşlaşdyrylan gibridler köplenç kadaly nesil bermeýärler, sebäbi olarda hromosomalar gomologik däl bolýar ýa-da ýadro we sitoplazma biri-birine bap gelmeýär hem-de generativ dokumalaryň ösüş prosesinde mitozýň geçişi, şeýle hem meýozda hromosomalaryň konýugasiýasy bozulýar, netijede dürli hromosomalý gametalar emele gelýär.

Daşladyrylan gibridlerde nesilsizligi aradan aýyrmagyň has amatly usullarynyň biri amfidiploidleri almakdyr.

N.N.Butarin dowarlary ýabany dag goçlary arharlar bilen gibridleşdirmek arkaly arhar-merinos tohumyny aldy. Bu tohum

ýokary hilli ýüň berýär we dag gerişlerinde otlamaga üýgunlaşandyr.

Balyklaryň seleksiýasynda beluganyň (*Huso*) sterlýad (*Acipenser*) balygy bilen urugara gibridi alyndy, oňa bester diýlip at berildi. Bester atasy stertlýad ýaly örän tiz ýetişýär we ýokary hilli tagamlydyr hem-de enesi beluga kimin iri ölçegli we ýyrtýjylyk usulynda iýmitlenýär. Gatyry atyň we eşegiň gibridiir.

I.W.Miçurin miweli we ir iýmişli ösümlikleriň seleksiasynda daşlaşdyrylan gibridleri giňden peýdalandy. Ol armydyň gýşky Bere sortuny, ýabany ussuriýa armydyny, Bere roýal sorty bilen çaknyşdyrmak arkaly aldy. I.W.Miçurin *Serapadus* gibridini, ýapon çerýomuhasyny we sähra üljesini özara çaknyşdyrmak arkaly döretdi.

Mikroorganizmleriň seleksiýasynda hem daşlaşdyrylan gibridleşdirme peýdalanylýar. Hamyr maýa kömeleginiň iki görnüşiniň *Saccharomyces cerevisiae* we *S. carlsbergensis* gibridi, iki görnüşüň hem uglewodlaryny gidrolizleýän fermentleri öndürýär we uzak wagtlap köpelmäge ukyply bolýar.

Ösümlikleriň we haýwanlaryň seleksiýasynda *geterozis* hadysasynyň aýratyn orny bardyr. Dürli görnüşler, jynslar, tohumlar, sortlar, inbred liniýalar çaknyşdyrylanda alynan F₁ gibrid ösüş energiýasy, iýmitlik maddalaryny peýdalanylýşy, kesellere durnuklylygy boýunça ata-ene organizminden ýokary artykmaçlyga eýe bolýar.

Bu hadysa *gibrid güýji* ýa-da *geterozis* diýilýär. Egerde F₁ gibridler öz aralarynda çaknyşdyrylanda bu effekt sönýär. Geterozis mekgejöweniň, gant şugundyrynyň, pomidoryň, şalynyň, bugdaýyň, kädiniň, günebakaryň liniýa ara gibridlerinde ýüze çykaryldy we önümçilikde giňden peýdalanylýar.

Türkmenistanda seleksiýa işleri köp sanly ylmy barlag institutlarynda alnyp barylýar. Gowaçanyň seleksiýasy boýunça işler Ýolöteniň pagtaçylyk ylmy barlag institutynda 1925-nji ýylda başlanylýdyr. Şol döwürde bu instituta Müsürden getirilen Pima we Maarad sortlarynyň esasynda ilkinji gowaça sortlary alynýar. Ýerli şertlerde ösmäge ukyply, ýokary hasylly, kesellere durnukly

sortlary almak üçin geçirilen seleksiýa işleri netijesinde inçe süýümlü gowaçanyň 9871 – I, 9732 – I, 9939 – I, Ýolöten – 6, Ýolöten – 7, Ýolöten – 10, I – 269, I – 267, Ýolöten – 14 sortlary döredildi. Bu sortlary almakda R.Berdimyradow, S.Gurbangeldiýew, G.Nowruzow, Ş.Akmyradow, R.Meredow, M.Meredow dagylar köp işleri geçirdiler.

Y.Hojaýew inçe süýümlü gowaçanyň gibridlerinde geterozis hadysasynyň ýüze çykyşyny we ony sortlary döretmekde ulanmagyň usullaryny öwrendi.

R.Berdimyradow, R.Meredow Özbekistanda döredilen 133 sortuny ýerli Ýolöten I – 258 sorty bilen çaknyşdyryp, alnan gibrid populýasiýanyň birnäçe nesliniň dowamynda, yzygiderli individual seçgi geçirip, süýüminiň çykymy we hili ep-esli ýokarylaşan täze L – 74 S liniýany döredtiler.

Gowaçada süýümiň hili boýunça geçirilen seleksiýanyň netijesinde A.Hudaýgulyýew Aş – 36 S sorty dörettdi we önümçilige ornaşdyrdy.

Türkmenistanda bugdaýyň gadymy sortlary has köpdür. Olary ýygnamak, dikeltmek we seleksiýada peýdalanmak boýunça birnäçe işler alnyp barylýar. Seleksionerler bugdaýyň gadymy ak bugdaý, at dişi, bahary bugdaý, gyzyldäne, jaýdary bugdaý, tokgabaş bugdaý, garagaş bugdaý ýaly sortlaryny täzeden dikelttiler.

Ýurdymyzyň alymlary tarapyndan gadymy bugdaý sortlaryny peýdalanmak arkaly seleksiýa geçirilip “Bitarap”, Gunça, Garagum, WG-5, Kelek – 1, Gylçyksyz – 7 sortlary döredildi.

Bugdaýda hasyllylygyň ýokarlanmagy, kesellere durnuklylygy, sypalynyň ýatmaýanlygy, dänesinde belok düzüminiň artyklygy ugrunda geçirilen seleksiýa netijesinde A.Gelenow, Gäwers – 1, W.P.Çesnowa, H.Hajyyew, Türkmenbaşy sortlaryny döredtiler.

Garrygala ösümlikleriň nesil toplumy stansiýasy N.I.Wawilow tarapyndan 1927-ýylda döredilýär. Stansiýada ösümlikleriň nesil toplumyny öwrenmek, ýabany görnüşleriň

esasynda täze sortlary almak boýunça ylmy barlaglar geçirilýär. Bu stansiýada M.G.Popow, O.F.Mizgirýewa, A.W.Gurskiý, A.E.Nyýazow, G.M.Lewin dagylar çuňňur ylmy barlaglary alyp bardylar.

Garrygala stansiýasynda miweli agaçlaryň 4000-den gowrak nusgasy ösdürilýär. P.P.Boguşewskiý, I.A.Linçewskiý inbriding geçirmek we himiki supermutagenezi ulanmak arkaly naryň miwesiniň hili oňat, süýji tagamly formalaryny dörediler. Häzirki döwürde Garrygalada naryň 872 nusgasy ösdürilýär. Bu sortlar tohumynyň ýumşaklygy, pes boýlylygy, sowuga çydamlylygy bilen tapawutlanýarlar. Türkmenistanda ösdürilýän sortlara Ajy däne, Gyrmzy, Gazak – Omar degişlidir.

Köpetdagda we Uly Balkan dagynda ýabany injir giň ýaýrandyr. Türkmenistanyň ylymlar akademiýasynyň Botanika institutynyň Magtymguly ylmy-synag tejribe merkezinde (Garrygalada) injiriň 245 nusgasy ösdürilýär. Türkmenistanda injiriň Kalota, Dalmat, Adriata sortlary ösdürilýär. Bu sortlar bol hasyl berijiligi, miwesiniň ýokumlylygy bilen meşhurlyklar.

Türkmenistanda ata-babalarymyz köp sanly ýokary hasylly üzümi sortlaryny döredipdirler. Magtymguly ylmy-synag tejribe merkezinde üzümiň 932 nusgasy ösdürilýär, şolardan 80-den gowragy halk seleksiýasy tarapyndan döredilen sortlardyr.

Magtymguly ylmy-synag tejribe merkezinde üzümiň Içkimar sortuny Parkent we Soltan sortlary bilen gíbridleşdirmek arkaly iri, owadan hoşaly süýji tagamly, oidium keseline durnukly Wawilow sorty döredildi.

Türkmenistanda üzümiň 100-den gowrak sorty ösdürilýär. Olardan has giň ýaýranlaryna Terbaş, Aşgabat gara üzümi, Gara halili, Ak hüseyini, Ak şekerrek, Asker, Gara kişmiş, Gözel gara, Gyzyt türkmen kişmiş, Nohur kişmiş, Gelin barmak, Taýpy we beýlekiler degişlidir.

Magtymguly ylmy-synag tejribe merkezinde şetdalynyň 185-den gowrak nusgasy ösdürilip ýetişdirilýär. Olaryň arasynda biziň şertlerimizde ýokary hasyl berýänlerine Irki sary, Altyn sene, Jeýserlant, Kardinal, Nektared-6, Täze injir sypat, Lola degişlidir.

Bu sortlaryň hasyllylygy her düýpde 130-160 kg çenli ýetýär, miwesinde gandyň saklanylyşy 16-20% barabardyr.

Türkmenistanda alçanyň ýokary we durnukly hasylly sortlary ösdürilýär. Esasanda alçany, garaly bilen gibridleşdirmek arkaly alnan ýakymly ysly alyça, giçki gyrmyzy, gyzyлча, bäsdeş, gök soltan, saraly ýaly sortlar gowy tagamlylygy, sowuga çydamlylygy, ir ýetişegenligi bilen tapawutlanýarlar. Magtymguly ylmy-synag tejribe merkezinde Pissardi sortuny, Amerikadan getirilen Dýuart sorty bilen gibridleşdirip, ýokary hasylly, garamtyl malina reňkli, miwesi orta ululykly sortlaryň birnäçesi döredildi.

Türkmenistanda almanyň 420-den gowrak sorty ösdürilip ýetişdirilýär. Halk seleksionerleri irki döwürlerden bäri öý almasynyň esasynda köp sortlary alypdyrlar. Olardan giň ýaýranlaryna süýji alma jopazak alma, turşy alma, gyzyl alma we beýlekiler degişlidir. Magtymguly ylmy-synag tejribe merkezinde alymlar babaarab almasynyň formalaryny Uelsi we Feýmoz sortlary bilen gibridleşdirip turşumtyl tagamly, dykyz we şireli konsistensiyaly, ir bişýän gibridd sorty döredtiler.

Ýerli şertlerde giňden uýgunlaşdyrylan alma sortlaryna Simirenkonyň Reneti, Hasyldar, Jonatan mysal bolup biler.

Türkmenistanda gawunyň we garpyzyň örän köpsanly sortlary irki döwürlerden bäri ösdürilip gelinýär. Muňa waharman, gülaby, garrygyz, handelek, mengesek, jeýhun, alagarpyz ýaly sortlar degişlidir. Bu gawunlary bilen Türkmenistan dünýä tanalýar.

Türkmenistanda ahalteke atlary, düýeleriň arwana tohumy, alabaý iti, saryja goýunlary halk seleksiýasy tarapyndan individual seçgi geçirmek netijesinde alynypdyr. Türkmenin ahalteke bedewleri dünýä bellidir. Hormatly Prezidentimiz tarapyndan döredilen atçylyk toplumynda ahalteke atlarynyň ganynyň arassa saklanmagy ugrunda ýörite ylmy barlaglar alnyp barylýar. Atlaryň şejere daragty düzülýär.

Türkmenistanda ýörite bedew baýramy bellenilýär. Hat-da iň owadan bedewler üçin konkurslar geçirilýär.

Barlag üçin soraglar.

1. Genetikanyň haýsy usullary sort almakda peýdalanylýar?
2. Mutasion üýtgeýjiligiň tohum we sort almakdaky ähmiýetini düşündiriň.
3. Türkmenistanda genetiki usullary giňden peýdalanmak arkaly alnan tohumlar we sortlar haýsylar?

Peýdalanylan edebiýatlar.

1. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistanda saglygy gorayşy ösdürmegiň ylmy esaslary. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr. Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
3. G.A. Mezilow. Bioenergetikanyň esaslary. Aşgabat, 2001.
4. Кербабоева З.А., Довлетова Е.А. Умуы генетикадан меселелер йыгындысы. Методики голланма. Ашхабад. 1989.
5. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж, Рефф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. Т. 1-3. М. «Мир» 1994.
6. Алиханян С.И., Акишев А.П., Черненко Л.С. Общая генетика. М. «Высшая школа» 1985.
7. Айала Ф., Кайгер Дж. Современная генетика. М. «Мир» т.1-3 1987.
8. Баев А.А. Программа «Геном человека», её возникновение, содержание и развитие. Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Геном человека, 1990.
9. Босток К., Самнер Е. Хромосома эукариотической клетки. М. «Мир» 1981.
10. Бочков Н.П., Чеботарёв А.Н. Наследственность человека и мутагены внешней среды. М. Медицина, 1989.
11. Браун А.Д., Фадеева М.Д. Молекулярные основы жизни. М. «Просвещение» 1976.
12. Ватти К.В., Тихомирова М.М. Руководство к практическим занятиям по генетике. М. «Просвещение» 1979.
13. Грин Н., Стаут У., Тейлор Д. Биология. М. 1990. Т. 3.
14. Гужов Ю.Л. Генетика и селекция сельскому хозяйству. М. «Просвещение» 1984.

15. Гуттман Б., Гриффитс Э., Сузуки Д., Куллис Т. Генетика М. : ФАИР-ПРЕС, 2004.
16. Дубинин Н.П. Молекулярная генетика и действие излучений на наследственность М. Госатомиздат, 1963.
17. Дубинин Н.П., Карпец Н.И., Кудрявцев В.Н. Генетика, поведение, ответственность. М. «Мир» 1989.
18. Дубинин Н.П. Некоторые проблемы современной генетики. М. «Наука» 1994.
19. Дубинин Н.П. Общая генетика. М. «Наука» 1976.
20. Инге-Вечтомов С.Т. Генетика с основами селекции. М. «Высшая школа» 1989.
21. Каминская Е.А. Общая генетика. Минск. «Высшая школа» 1982.
22. Константинов А.В. Цитогенетика. Минск. «Высшая школа» 1971.
23. Лакин Г.Ф. Биометрия. М. «Высшая школа» 1980.
24. Лобашев М.Е., Ватти К.В., Тихомирова М.М. Генетика с основами селекции. М. «Просвещение» 1979.
25. Лобашев М.Е. Генетика. Изд-во ЛГУ, 1969.
26. Льюин Б. Гены. М. «Мир» 1987.
27. Меркурьева Е.К. Генетические основы селекции в скотоводстве. М. «Наука» 1984.
28. Нейфах А.А., Лозовская Е.Р. Гены и развитие организма. М. «Наука» 1984.
29. Орехова В.А., Лашковская Т.А., Шейбак М.П. Медицинская генетика. Минск. «Высшая школа» 1998.
30. Полуновский В.А., Тропинина Н.А. Руководство к практическим занятиям по генетике. (Методические

- разработки.) М. «Прометей» 1989.
31. Приходченко Н.Н., Шкурит Т.П. Основы генетики человека. М. «Мир» 1997.
 32. Ригер Р., Михаэлис А. Генетический и цитогенетический словарь. М. «Колос» 1967.
 33. Сойфер В. Арифметика наследственности. М. «Просвещение» 1970.
 34. Хелевин Н.В., Лобанов А.М., Колесова О.Ф. Задачник по общей медицинской генетике. М. «Высшая школа» 1976.
 35. Цицин Н.В. Теория и практика отдалённой гибридизации. М. «Наука» 1981.
 36. Шевцов Н.А. Популярно о генетике. Киев. Наук. Думка, 1989.
 37. Шевченко В.А., Топорнина Н.А., Стволинская Н.С. Генетика человека. М. «Владос» 2002.
 38. Штерн К. Основы генетики человека. М. «Мир» 1987.
 39. Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию М. ИКЦ «Академкнига» 2004.

MAZMUNY

Genetika dersine giriş. Genetikanyň ösüş taryhy.	7
--	---

I BÖLÜM.

NESLE GEÇIJILIGIŇ MATERIAL ESASLARY

1. Nesle geçijiligiň material esaslary. Jynsyz köpeliş.	17
2. Jynsy köpelişiň sitologik esaslary.	31

II BÖLÜM.

ALAMATLARYŇ NESLE GEÇIJILIGINIŇ KANUNALAÝYKLYKLARY

3. Monogibrid çaknyşdyrmada nesle geçijilik.	51
4. Digibrid we poligibrid çaknyşdyrmada nesle geçijilik.	68
5. Allel däl genleriň özara täsirinde nesle geçiş.	79
6. Jyns bilen baglanyşykly nesle geçişin kanunalaýyklyklary.	95
7. Baglanyşykly nesle geçiş. Krossingower.	111
8. Ýadrodan daşary bolan (sitoplazmatik) nesle geçijilik.	124

III BÖLÜM.

ÜYTGEÝJILIGIŇ GENETIKASY

9. Üytgeýjilik, onuň sebäpleri we öwreniliş usullary.	127
10. Gen we hromosoma mutasiýalar	132
11. Genom mutasiýalar.	138
12. Spontan we indusirlenen mutasiýalar	144
13. Modifikasion üytgeýjilik	147

IV BÖLÜM.

NESLE GEÇİJİLİĞİÑ MOLEKULÝAR ESASLARY

- | | | |
|-----|---|-----|
| 14. | Nuklein kislotalary we olaryñ nesle geçijilikdäki ähmiýeti. | 150 |
| 15. | Mikroorganizmlerde genetiki analiziñ aýratynlyklary. | 158 |
| 16. | Genofondy saklamak meseleri. Genefondy saklamakda molekulýar genetikanýñ ähmiýeti. | 172 |
| 17. | Genetiki kod. Belogyñ biosintezi. | 175 |
| 18. | Geniñ tebigaty. | 184 |

V BÖLÜM.

ONTOGENEZIÑ GENETIKASY

- | | | |
|-----|-------------------------------------|-----|
| 19. | Ontogeneziñ genetiki esaslary. | 192 |
|-----|-------------------------------------|-----|

VI BÖLÜM.

POPULÝASIÝALARYÑ GENETIKASY

- | | | |
|-----|--|-----|
| 20. | Populýasiýanyñ genetikasy we ewolýusiýanyñ genetiki esaslary. | 210 |
|-----|--|-----|

VII BÖLÜM.

ADAMYÑ GENETIKASY

- | | | |
|-----|---|-----|
| 21. | Adamyñ genetikasyny öwrenmegiñ usullary. | 223 |
| 22. | Medisina genetikasy. | 233 |

VIII BÖLÜM.

GENETIKA WE SELEKSIÝANYÑ ESASLARY

- | | | |
|-----|---|-----|
| 23. | Seleksiýanyñ genetiki esaslarynyñ başlangyçlary. | 242 |
| | Peýdalanylan edebiýatlar. | 255 |