

A. Kakajanow, O.Garajaýewa

GENETIKANYŇ ESASLARY

Orta hünär okuw mekdepleri
üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat
Türkmen döwlet neşirýat gullugy
2016

UOK 575 : 378

K 19

Kakajanow A., Garajaýewa O.

K 19 Genetikanyň esaslary. Orta hünär okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2016.

Bu okuw kitabynda genetikanyň esaslary barada giňişleýin düşünje berilýär. Esasan-da, lukmançylyk genetikasyna degişli adamda nesilden-nesle geçýän keseller barada we olaryň döreýşiniň sebäpleri düşündirilýär.

TDKP № 107, 2016

KBK 28.04 ýa 73

© A.Kakajanow, O Garajaýewa., 2016



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

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

Gaýtalama:

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

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

Gaýtalama:

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

SÖZBAŞY

Biologiýanyň beýleki pudaklary bilen bir hatarda genetika ylmy hem özüniň ösüşini ýokary gurluşly jandarlardan başlap, mikroorganizmlerde öwrenmekligi başdan geçirdi.

Optikanyň, mikrotehnikanyň kämilleşmegi, tejribe biologiýasynyň, biohimiýanyň we biofizikanyň ösmegi janly organizmlerde has çuňňur barlaglary geçirmeklige mümkinçilikler berýär.

Okuw kitaby neslegeçijiligiň molekulýar esaslaryndan – molekulýar derejeden başlanýar, soňra neslegeçijiligiň sitologiýa esaslary bolan öýjük derejesine we iň soňunda bolsa, organizmleriň köpeliş biologiýasy – organizm derejesi bilen tamamlanýar.

Bulardan soňra bolsa neslegeçijilik wekil (osob) derejesinde öwrenilýär.

Okuw kitabynda beýan edilýän maglumatlar orta lukmançylyk hünäri ele alýan talyplar üçin niýetlenendir. Genetikanyň esaslarynda häzirki zaman maglumatlar giňişleýin berlendir. Bu bolsa diňe bir lukmançylyk orta okuw mekdebinde okaýan talyplar üçin däl-de, lukmançylyk genetikasy bilen tanyşmak isleýän beýleki okyjylara hem peýdaly bolar.

Okuw kitabyňyň her bir babynyň soňunda soraglar we özbaşdak çözmek üçin meseleleriň takyk goýulmagy talyplaryň öz bilim derejesini barlamaklary üçin oňat ýardam eder.

Berkarar döwletiň bagtyýarlyk döwründe hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýolbaşçylygynda ýurdumyzy ösen döwletleriň derejesine ýetirmek maksady bilen ylmy-barlag institutlaryny, anyklaýyş merkezlerini, hassahanalary, okuw mekdeplerini dünýädäki iň öndebaryjy enjamlar bilen üpjün etmekligiň netjesinde, ylymly, bilimli we ýokary derejeli hünärmenleri taýýarlamakda giň mümkinçilikler döredilýär.



GIRIŞ

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň döwlet Baştutanlygyna saýlanan ilkinji gününden başlap, il-ýurt bähbitli alyp barýan adalatly, öňdengörüjilikli syýasaty netijesinde «Saglyk» we «Bilim» maksatnamalarynda täze özgertmeler geçirilip başlanyldy.

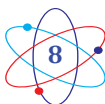
Bu geçen gysga döwrüň içinde ylym, bilim we saglygy goraýyş ulgamlarynda dünýä ülňülerine laýyk gelýän, ýokary derejeli anyklaýyş merkezleri, Ene mähri merkezleri, şeýle hem adamyň saglygyny bejermek we berkitmeklige niýetlenen birnäçe şypahanalar, hassahanalar her welaýatda guruldy.

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň «Biz ylmyň in täze gazananlary bilen deň gadam urmalydyrys» diýen bu ajaýyp sözleri bilim hem-de saglygy goraýyş ulgamynyň işgärleriniň gündelik işlerinde esasy ýörelge bolmalydyr.

Dürli döwletleriň köp sanly alymlarynyň zähmeti netijesinde döredilen **genetika** ylmy-amaly we nazary taýdan gymmatly bolan bilimleriň çeşmesidir. Neslegeçijilik we üýtgeýjilik baradaky ylym, tebigy ýol bilen gelip çykýan, organiki dünýäniň köpdürlüligini we ösüşini düşündirýär.

Adamzadyň ýaşayşynyň häzirki günlerinde genetikanyň we neslegeçijilik bilen baglanyşykly adamyň köpelişiniň fiziologiki aýratynlyklaryna örän uly täsiri bardyr.

Genetika – «genezis» diýen grek sözünden döräp, döremeklik, gelip çykmaklyk diýmekdir. Genetika – neslegeçijiligiň we üýtgeýjiligiň maddy esaslaryny, şeýle hem birnäçe nesilleriň dowamynda bedenleriň alamatlarynyň neslegeçijiliginiň we üýtgeýjiliginiň kanunalaýyklygyny öwrenýär.



Neslegeçijilik – janly bedenleriň öz ähli alamatlaryny we ösüşindäki aýratynlyklaryny özüniň geljekki nesillerine bermeklik häsiýetidir. Neslegeçijilik wiruslardan we bakteriýalardan başlap, ýokary gurluşly bedenlere, haýwanlara we adama häsiýetlidir.

Neslegeçijiligiň esasy häsiýetli aýratynlyklarynyň biri, ol hem köp nesilleriň dowamynda neslegeçijilik alamatlaryny saklamaklygydyr. Şeýle häsiýetiň esasynda million ýyllaryň dowamynda, nesiller öz ata-babalarynyň meňzeşliklerini saklap gelýärler. Mysal üçin, Paleozoý eýýamynyň dewon döwriňiň gatlaklarynda tapylan **akariform** sakyrtdalary şonça uzak ewolýusion ýyllaryň dowamynda üýtgemän saklanypdyr.

Adamyň neslegeçijilik alamatlarynyň käbiri uzak wagtlaryň dowamynda gizlin saklanyp, birden ýüze çykýar. Mysal üçin, **sindaktiliýa** – iki ýa-da köp barmaklaryň bitişip (goşa barmaklyk) ösmekligi Angliýada bir maşgalada 14-nji neslinde ýüze çykypdyr.

Neslegeçijilik – janly-jandarlaryň morfologiki, fiziologiki we biohimiki gurluşyny, olaryň hususy ösüş häsiýetlerini, ýagny ontogeneziňi üpjün edýär. **Neslegeçijilik** diýlende, adatça, nesilleriň öz ata-enelelerine we biri-birlerine meňzeşligi, şonuň ýaly-da ata-eneleriniň alamatlarynyň hem-de aýratynlyklarynyň geljekki nesillere geçmegine aýdylýar.

Neslegeçijilik hadysasyny düşündirmeklige gadym wagtarda Gippokrat we Aristotel synanyşypdyr. Diňe jynsly köpelişiň düýp manysy anyklanylandan soňra, neslegeçijilige dogry düşünmäge mümkinçilik döredi.

Üýtgeýjilik – bir görnüşe degişli bolan bedenleriň bir ýa-da birnäçe nesilleriň dowamynda tapawutly alamatlaryň ýüze çykyp bilmegidir. Üýtgeýjiligiň netijesinde wekiller (osoblar) görnüşiniň çäginde, öz aralarynda tapawutlanýarlar. Bedeniň dürli bölümlerinde, agzalarynda, hatda öýjüklerde hem üýtgeýjilik bolup geçýär. Bir ata-eneden doglan çagalar meňzeş bolsalar-da, köp alamatlary boýunça: jyns taýdan – oňlan we gyz, boýunyň ululygy, saçynyň we gözüniň reňki, gan toparlary bilen tapawutlanýarlar.



Adamyň bir *Homo Sapiens* görnüşiniň çäginde (onuň sany 6,8 milliarda golaý adam) her bir adam genetiki taýdan aýratyn bolup, beýleki adamlardan morfologiki we fiziologiki alamatlary bilen tapawutlanýarlar. Mysal üçin: daşky gurşawyň abiotik täsirlerini duýujylygy, keselleri we ýokanç keselleri kabul edijiligi hem birmeňzeş bolmaýar. Bu aýratynlyklar her bir şahsyýetiň psihologiýasynyň, pikirleniş we beýleki ukyplarynyň ýokary bolmagynda hem ýüze çykýar.

Biziň planetamyzyň ösümlik we haýwanat dünýäsi örän köpdürlüdir we ewolýusiýa döwründe bu köpdürlülük artýar. Ýaş biologiki ylym bolan genetikanyň maksady neslegeçijiligi we onuň üýtgeýjiligi öwrenmekdir.

Häzirki zaman genetikasynyň wajyp düşüňjesi – neslegeçijiligiň esasy birligi bolan *gen* bolup durýar. Genler – DNK-nyň molekulasynda bolmak bilen, görnüşleriň wekilleriniň hususy ösüşinde ýüze çykýan nesle geçiş alamatlarynyň aýratynlyklarynyň düzümini, gurluşyny we häsiýetlerini kesgitleýär.

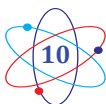
Nesle geçiş alamatlaryny nesilden-nesle geçirmeklik ukyby nuklein kislotalarynyň goşalanyp bilmekligine esaslanandyr.

Gen – bu ol ýa-da beýleki bir alamatyň ýüze çykmaklygyny üpjün edýän nesle geçiş birligidir.

Genetika ösüşi üç döwri öz içine alýar. Her döwürde adamlarda neslegeçijiligiň düzümi, kanunalaýyklyklary we alamatlaryň üýtgeýjiligi barada belli düşüňjeler toplanypdyr.

Birinji döwür – alamatlaryň neslegeçijiliginiň kanunalaýyklygynyň we maddy gurnalyşy baradaky ilkinji pikirleriň ýüze çykarylmagy. Bu döwür *G.Mendeliň* neslegeçijiligiň we üýtgeýjiligiň kanunalaýyklyklaryny açmaklygy bilen baglanyşyklydyr.

Ikinji döwür – sitologiýanyň ösüş döwri. Bu döwürde köp ylmy maglumatlaryň toplanmaklygy – *hromosomalary* – neslegeçijiligi esasy başlangyçlary döredijiler hökmünde kabul edilmegine getirdi. Bu döwürde *T.Morgan* öz neslegeçijiligi hromosoma taglymatyny döretdi.



Üçünji döwür – genetiki barlaglaryň mikroorganizmlerde geçirilmegi we biohimiki usullary ulanmaklyk bilen baglanyşyklydyr. Bu döwürde neslegeçijilikde we üýtgeýjilikde DNK-nyň molekulasynyň esasy orny, fiziki-himiki düzümi kesgitlenildi. Genetiki koduň üsti açyldy.

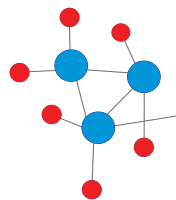
Genetika ylym hökmünde 1900-nji ýyllarda esaslandyryldy we häzirki döwürde biologiýa ylmynda öňdäki orunlarda barýar. Genetikanyň biologiýa ylmynda düşünmekde, lukmançylykda, oba hojalyk tejribesinde, daşky gurşawy goramakda örän uly ähmiýeti bardyr. Geniň ýerine ýetirýän işiniň we gurluşynyň oňat öwrenilmegi, geniň işjeňligini kadalaşdyrmagy öwrenmek genetika çuňňur aralaşmaklyga kömek edýär.

Soraglar

1. Garaşsyzlyk ýyllarynda, Türkmenistanyň Saglygy goraýyş ulgamynda nähili özgertmeler bolup geçdi?
2. Genetika sözi nämäni aňladýar?
3. Neslegeçijiligiň manysy näme?
4. Homo Sapiens görnüşiniň 6,8 milliarda golaý wekili bolup, olaryň biri-birine meňzeş bolmazlygynyň sebäbi näme?
5. Üýtgeýjilik diýip nämä düşüňärsiňiz?
6. Neslegeçijiligiň esasy birligi näme?
7. Gene nähili kesgitleme bermek bolar?
8. Genetikanyň ösüş döwürleri haýsylar?



I BAP NESLEGEÇIJILIGIŇ MOLEKULÝAR ESASLARY



Tebigatda organizmleriň neslegeçijiligini her bir öýjügiň DNK-da ýerleşýän genleriň toplumynyň (genomyň) kesgitleýändigini hemmeler bilýär.

XX asyryň ortalarynda DNK-a molekulasy nesle geçiriji madda hökmünde görkezildi we onuň molekulýar gurluşy kesgitlenildi. Biz bu bapda genleriň himiki tebigatyny we genomlaryň molekulýar gurnalysyna serederis.

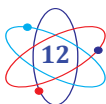
Biologiýanyň bu ugry *molekulýar biologiýa* diýlip atlandyrylýar.

Molekulýar biologiýa ýaşaýşa ukyplylyk hadysalarynyň tebigatynda ýatan molekulalaryň gurluşyny, ýerine ýetirýän işlerini we olaryň özara täsirlerini öwrenýän we düşündirýän ylymdyr.

Molekulýar biologiýa tebigat bilimleriniň içinde täze ugur bolmak bilen, ol biohimiýanyň we biofizikanyň geçirýän ylmy barlaglary bilen ýakyndan baglanyşyklydyr. Ýaşaýşyň esasy biologik polimerleriň kesgitleýändigi sebäpli, molekulýar biologiýanyň esasy ugry beloklary we nuklein kislotalaryny öwrenmekdir.

Iňlis alymy **U.Astberi** ilkinji bolup ylymda *molekulýar biologiýa* diýen adalgasyny ulandy. Onuň düýp maksady ýaşaýşyň neslegeçijilik, özi ýaly nesil öndürmek, beloklaryň biosintezi, oýanyjylyk, önüp-ösmeklik, habar bermeklik we saklamaklyk, hereketlilik ýaly ýüze çykmalara nähili ýagdaýda we neneňsi derejede sebäp bolýandygyny aýdyňlaşdyrmakdyr.

Molekulýar biologiýanyň ösmegi netijesinde, adamyň nesle geçýän kesellerini we zyýanly çişleriň ösüşiniň tebigatyny öwrenmegiň täze ýollary açylýar. Molekulýar biologiýa täze derman serişdeleriniň täsirini öwrenýär, virus kesellerine garşy göreşmegiň täze usullaryny açýar. Bu ylmyň ösmegi geljekde oba hojalyk ösümlükleriniň we haýwanlarynyň neslegeçijilik tebigatyny üýtgetmek mümkinçiligini döredir.



1.1. Nuklein kislotalarynyň açylyşy

Nesle geçiş – maglumatlary geçirmekde öýjügiň düzümine girýän biologiki polimerler bolan nuklein kislotalarynyň uly ähmiýeti bardyr.

Nuklein kislotalaryny 1869-njy ýylda şweýsar alymy **Iogann Fridrih Mişer** (1844–1895) (*1-nji surat*) – ilkinji gezek ýaranyň iriňiniň leýkositleriniň ýadrosynda, soňra bolsa atalyk jyns öýjügi bolan – spermatozoidlerde görüpdür. Soňky barlaglar nuklein kislotalaryny beýleki öýjüklerde hem diňe ýadroda däl-de, sitoplazmada we organoïdlerde hem bardygy subut edildi.

Nuklein kislotalarynyň iki görnüşini bolmak bilen – **DNK** – *dezoksiribonuklein kislotasy* – ýadroda (şeýle hem öýjük organellalary bolan – mitohondriýalarda we hloroplastlarda azda-kände duş gelýär), **RNK** – *ribonuklein kislotasy* bolsa ýadroda we sitoplazmada duş gelýär.

Adamyň beden öýjükleriniň her birinde $6 \cdot 10^{-12}$ grama çenli, jyns öýjügi bolan spermatozoidde bolsa $3 \cdot 10^{-12}$ grama çenli DNK bolýar. Nuklein kislotalarynyň neslegeçijilik maglumatlaryny geçirmekdäki ähmiýeti kesgitlenildi we bulary tassyklaýan birnäçe subutnamalar toplanyldy. Bu barada temmäkiniň mozaik keseliniň wiruslary gözegçilik edilende, her bir wirus bölejiginiň uzynlygy 250 *mkm*, ini bolsa 15 *mkm* ululykdadygy mälim boldy. Temmäkiniň mozaik keseliniň wirusynyň 95%-iniň belokdygyny we 5%-iniň bolsa RNK-dygyny görkezdi. Bu wirusyň RNK-sy elektron mikroskopda gözegçilik edimizde, onuň inçe sapak şekilindedigini görkezdi. Wirusyň her bir bölegi öz aýratynlyklaryny nesline geçirýär.

Nuklein kislotalarynyň neslegeçijilik maglumatlary geçirmekdäki ähmiýetini görkezýän birnäçe görkezme tejribeleri geçirildi. Eger RNK-nyň we belogyň iki dürli şammlary aýratyn alynsa, onda olaryň birinjisi temmäki ýapragynda kesel dörediji şammlary (belok B_1 , nuklein kislota N_1), beýlekisi bolsa atgulygyň ýapragyna täsir edýär (be-



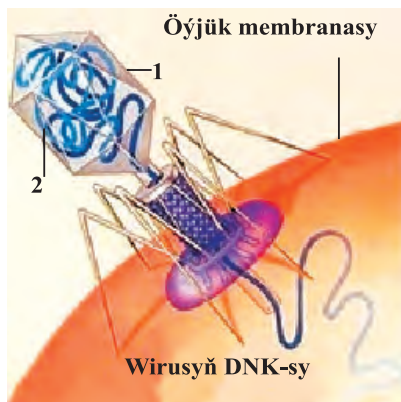
1-nji surat.

I.F. Mişer (1844-1895)



lok B_2 , nuklein kislota N_2), soňra olardan täze utgaşmalar düzülýär, ýagny B_1N_2 we B_2N_1 , onda B_2N_1 utgaşma temmäki ýapragynda kesel döredýän görnüşe (B_1N_1), B_1N_2 utgaşma bolsa atgulak ýapragynda kesel döredýän (B_2N_2) görnüşe öwrülýär, şonuň üçin onda neslegeçilik häsiýeti nuklein kislotasyna degişli bolýar.

Pnewmokokk bilen baglanyşykly mysala seredeliň. Pnewmokokkyň esasy iki görnüşü mälimdir. S görnüşü kapsulaly bolup, **pneumoniýany** – öýken çişme keselini döredýär, R görnüşü bolsa kapsulasyz bolýar we kesel döretmeýär. Tejribede towşanlara diri kapsulasyz we öldürilen kapsulaly pnewmokokkyň garyndylary goýberilýär. Towşanlar pneumoniýa – öýken çişme keseli bilen keselleýärler we ölýärler. Ölen towşanlaryň bedeninden bölünip alnan pnewmokokk S görnüşe degişli bolup çykdy, bu ýerde öldürilen S görnüşe degişli bakteriýalaryň täsirinde, pnewmokokkyň R görnüşü S-görnüşe öwrülýär. Bu öwrülişigi DNK-nyň amala aşyryandygyny tejribe görkezdi. Diýmek, bakteriýanyň S görnüşden bölünip alnan DNK, geljekki R görnüşli bakteriýa goşulandyr, bu bolsa R görnüşli pnewmokokkyň S-görnüşe öwürlmegini amala aşyrýar. Bu açyş gaýtadan geçirilen birnäçe tejribeler arkaly tassyklanyp, DNK-nyň genetiki maglumatlary geçirmekde ähmiýetiniň uludygyny görkezdi.



2-nji surat. Fag T2 Bakteriofagyň gurluşy we onuň bakteriýanyň öýjüginä içine girişi

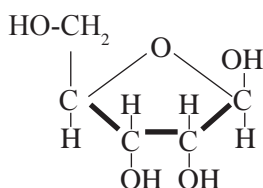
1- belok bardasy; 2-nuklein kislotsy.

Bakteriýalaryň öýjüklerinde ýerleşýän wiruslar hem mälimdir. Olara **bakteriofaglar** ýa-da **faglar** (grekçe «*fagos*» – ýuwudýan, iýýän) diýilýär. Onuň gurluşyna içege taýajygynyň öýjüklerinde ýerleşýän bakteriofagyň mysalynda seredip geçeliň. Onuň daşky görnüşü gurbaga çagasyny ýatladýar. Bakteriofagyň bedeni kellejikden, guýrujakdan we birnäçe guýruk ösüntgilerden ybaratdyr. Kellejigiň we guýrujagyň daşy belok bilen örtülendir. Kellejigiň içinde DNK ýerleşýär (2-nji surat).

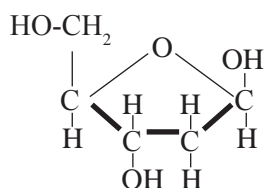
Bakteriofag iege taýajygynyň öýjüginin i ýüzüne ýelmeşendir we onuň bardasyny eredýär. Soňra bakteriofagyň DNK-sy bakteriýanyň iine aralaşýar. Iege taýajygynda onuň hususy öz DNK-sy sintezlenilmeýär-de, bakteriofagyň DNK-sy sintezlenip başlanýar. Şonuň netijesinde bolsa bakteriýa ölýär. Bakteriofaglar bakterial öýjükleri dargadýar we şoňa görä-de olar – **dizenteriýa – ganly igeme, garyn garahassalygy we mergi** ýaly bakterial keselleri bejermeklikde lukmançylykda giňden ulanylýar.

1.2. Nuklein kislotalarynyň himiki gurluşy we häsiýetleri

Nuklein kislotalary suwda we aşgarlarda ereýärler, kislota erginlerinde bolsa çökündi emele getirmegi mümkin. Olar biologiki polimerler bolmak bilen, darganlarynda monomerleri bolan – **nukleotidleri** emele getirýär. Her bir nukleotidiň gurluş birligi **fosfatdan** (fosfor kislotasynyň galyndysyndan), baş atom uglerod saklaýan **şekeriň uglewodly galyndysyndan** – dezoksiribozadan (DNK-da) ýa-da ribozadan (RNK-da) durandyr.



Riboza



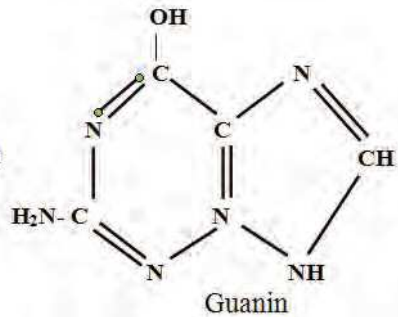
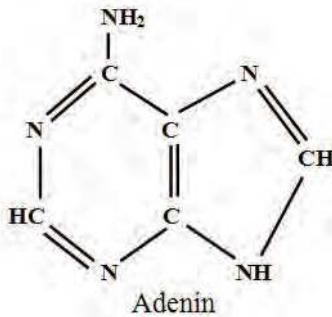
Dezoksiriboza

Fosfatlardan we şekeriň uglewodly galyndylaryndan başga-da her nukleotidiň düzümine **baş sany azotly esaslaryň** diňe biri girýär: **guanin, adenin, sitozin we timin** (DNK-da) ýa-da **urasil** (RNK-da) bolýar.

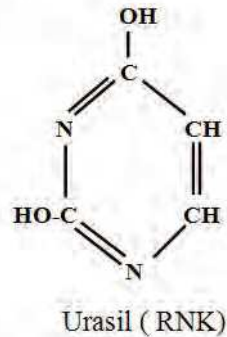
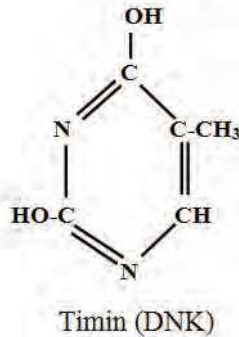
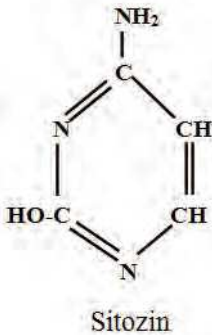
Adenin we guanin purinden emele gelenligi üçin, **Purin esaslary**, sitozin, urasil we timin bolsa primidinden emele gelenligi üçin **pirimidin esaslary** diýlip at berilýär.



Purin esaslary:



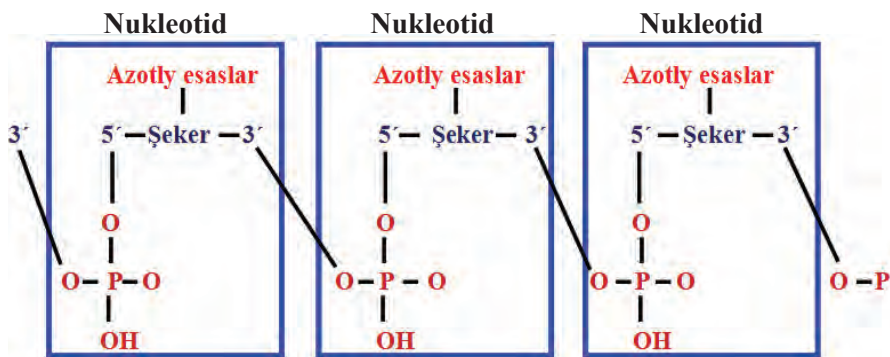
Pirimidin esaslary:



Nukleotidler (mononukleotidler) nuklein kislotalarynyň molekulasy (polinukleotidlerini) düzýän **monomerlerdir**. Polinukleotidlerde mononukleotidler öz aralarynda fosfor kislotasynyň (HPO_3^{-2}) galyndysynyň üsti bilen uglewod galyndysynyň 3-nji we 5-nji uglerodlary arkaly efir emele getirmek bilen, bir nukleotid beýlekä birleşýär. Uglewod galyndysynyň 3-nji we 5-nji uglerod atomlary indiki nukleotidiň fosfor kislotasynyň galyndysy bilen baglanyşýarlar we ş.m.

Nuklein kislotalarynyň polinukleotid zynjyry özüniň düzüminde birnäçe, onlarça, münlerçe we millionlarça nukleotid galyndylaryny saklaýar. Örän köp sanly nukleotidler nukleotid galyndylarynyň düzümine girýän azotly esaslarynyň utgaşmaklary bilen tapawutlanyp, köpdürlüligi emele getirýärler. Şeýle ýagdaýda nuklein kislotalary nukleotidleriniň göni çyzykly (şahalanmaýan) polimerini düzýär.

Nuklein kislotalarynyň monomeri bolan nukleotidlerini azotly esaslarynyň birinji harpy: **A-adenin, G-guanin, S-sitozin, T-timin** bilen belgilenýär. Emele gelýän zynjyryň ugry 5-nji we 3-nji uglerodlar boýunça, ýagny uglewod galyndysynyň 5-nji we 3-nji gidroksilleri bilen çalyşmagy netijesinde amala aşyrylýar.



Polinukleotid zynjyry

DNK-nyň molekulasyňyň gurluşy 1953-nji ýylda ýaş alymlar **Žems Uotson, Frensis Krik** we **Moris Uilkins** tarapyndan hödürle-nildi. DNK-nyň molekulasy umumy okuň daşyndan spiral görnüşinde oralan iki sany uzyn polinukleotid zynjyryndan ybaratdyr (3-nji surat).



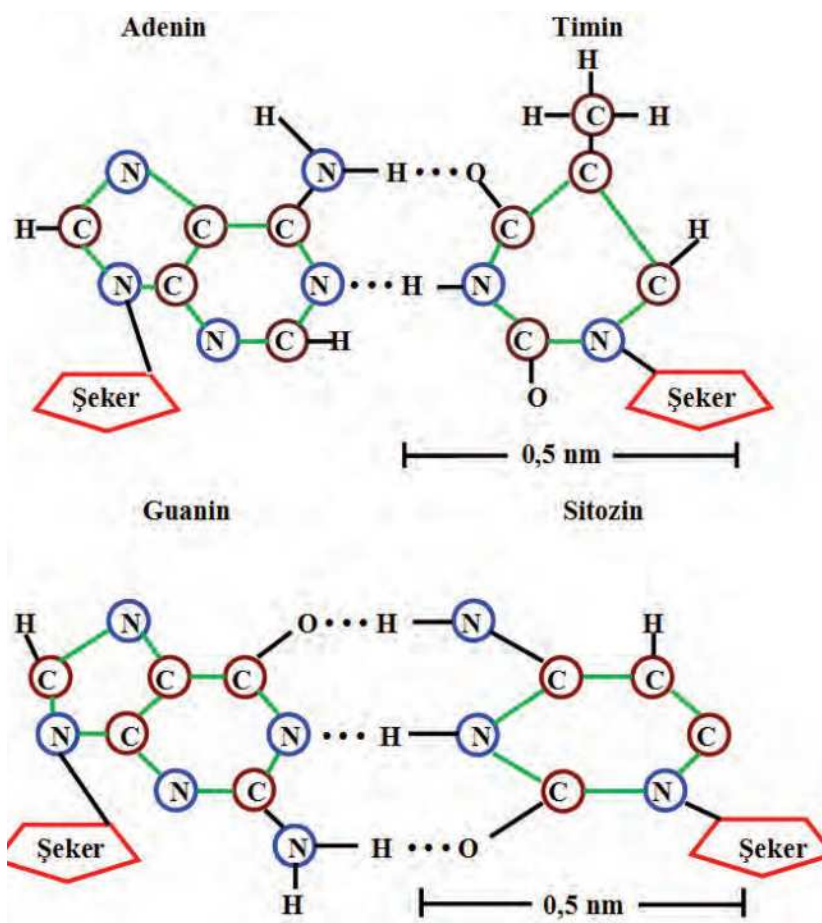
3-nji surat. DNK-nyň molekulasyňyň bir böleginiň goşa sapagynyň gurluşy

Bu zynjyr antiparallellik (biri-biriniň garşysyna), başgaça aýdy-landa eger bir zynjyr ýokardan aşak (5-nji ugleroddan 3-nji ugleroda) ugrukdyrylan bolsa, onda beýleki zynjyr aşakdan ýokaryk ugrukdyry-landyr.

DNK-nyň iki zynjyrynyň arasynda – azotly esaslar **wodorod** baglanyşygynyň hasabyna birleşýärler. Ol baglanyşyk bolsa **komplementarlyk** esasynda bolup geçýär. Bir zynjyrdaky **adeniniň** garşysynda **timin**, **guaniniň** garşysynda bolsa **sitozin** (ýa-da gysgaça jübütler **A – T** we **G – S**) durýar. Diýmek, DNK-nyň molekulasy komplementarlyk düzgüni esasynda gurnalandyr.

DNK-nyň molekulasynda nukleotidleriň bir-biri bilen birleşmegi – bir nukleotidiň uglewodynyň beýleki ýanaşyk duran nukleotidiň fosfor kislotasynyň galyndysynyň üsti bilen bolup geçýär.

Olaryň arasynda kowalent baglanyşygy emele gelýär.



Iki zynjyrdaky azotly esaslar öz aralarynda wodorod atomynyň üsti bilen baglanyşýarlar, oňa **wodorod baglanyşygy** diýilýär. Şeýle baglanyşyklaryň **adenin** bilen **timiniň** arasynda iki sany **A = T**, **guanin** bilen **sitoziniň** arasynda bolsa üç sany **G ≡ S** baglanyşyk bolýar. Her bir wodorod baglanyşygy örän gowşak baglanyşykdyr, emma guanin bilen sitoziň arasyndaky üçli baglanyşyk adenin bilen timiniň arasyndaky ikili baglanyşykdan berkdir. Ikileýin zynjyryň uzaboýunda wodorod baglanyşyklaryň sany näçe köp bolsa, zynjyrlaryň arasyndaky baglanyşyk şonça-da berk bolýar.

Her bir DNK molekulasyňyň iki sany biri-biriniň garşysynda ýerleşen polinukleotid zynjyry komplementar esaslar (biri-biriniň ornuny tutýan esaslar) baglanyşandyrlar, ýagny berlen nukleotidiň bir zynjyrynyň yzygiderligi beýleki bir zynjyryň yzygiderligini kesgitleýär. Bu kanunalaýyklygy 1949-njy ýylda açan amerikan alymy **E. Çargaffyň** hatyrasyna **Çargaffyň düzgüni** diýlip atlandyryldy.

1. Purin esaslaryndaky molekulalaryň sany pirimidin esaslarynyň molekulalarynyň sanyna deňdir, ýagny başgaça:

$$\mathbf{A + G = T + S.}$$

2. Adenin molekulalarynyň sany timin molekulalarynyň sanyna deňdir, ýagny başgaça:

$$\mathbf{A = T.}$$

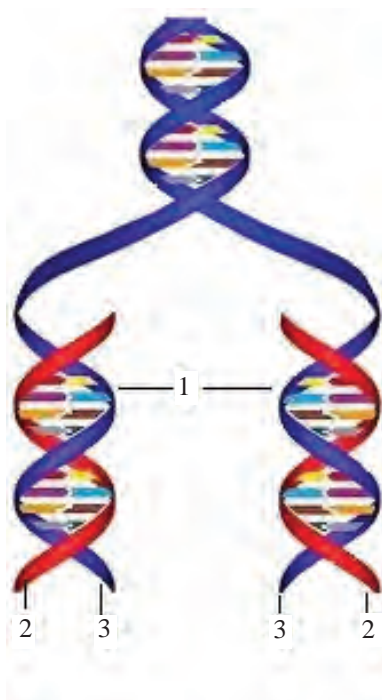
3. Guanin molekulalarynyň sany sitoziň molekulalarynyň sanyna deňdir, ýagny başgaça:

$$\mathbf{G = S.}$$

4. Esaslaryň molekulalaryndaky 6-aminotoparyň sany bilen, esaslaryň molekulalaryndaky 6-oksitoparynyň sany deňdir, ýagny başgaça **A+S=G+T**.

Bu ýerden DNK-nyň molekulasyňyň düzümindäki nukleotidleriniň ýeke-täk ululygy $\frac{\mathbf{A+T}}{\mathbf{C+S}}$ gatnaşykda bolýar, oňa **ayratynlyk koeffisiýenti** diýip at berilýär. Bu koeffisiýent bakteriýalarda, pes derejeli ösümliklerde we haýwanlarda örän giň çäkke üýtgäp durýar, emma ähli ýokary derejeli ösümliklerde we oňurgaly haýwanlarda ol 1,5-e ýakyndyr. Her bir nuklein kislotalarynyň polinukleotid zynjyryndaky nukleotidleriň şeýle yzygiderligi örän seýrek duş gelýän





4-nji surat. DNK molekulasyň replikasiýasy

1-replikasiýa netijesinde täze emele gelen DNK molekulasy;
2-täze emele gelen zynjyr; 3-enelik zynjyr.

ýagdaýdyr. DNK-nyň nukleotidleriniň şeýle yzygiderligi şol organizmiň ähli neslegeçijilik häsiýetlerini özünde saklaýar.

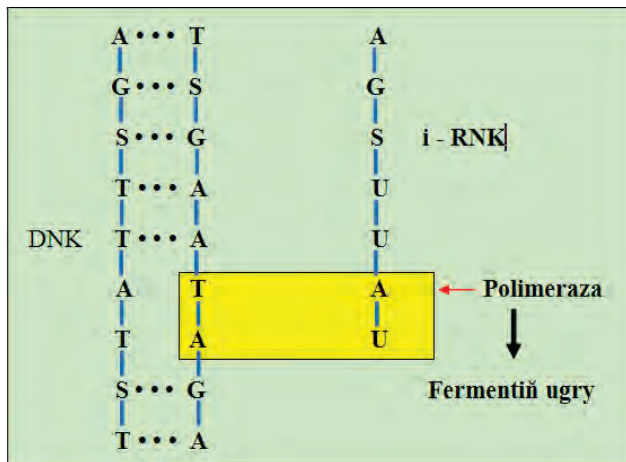
Öýjügiň interfazasynyň ýa-da bölünmeklige taýýarlyk görýän döwrüniň S-sintez döwründe, DNK-nyň mukdarynyň ikilenmeklik *reduplikasiýa* ýa-da *replikasiýa* hadysasy bolup geçýär. Replikasiýanyň tamamlanmagy bilen takyk iki sany komplementar polinukleotid zynjyr emele gelýär.

Reduplikasiýa – DNK-nyň komplementarlyk (laýyk gelmeklik) düzgünine esaslanandyr. Ýörite fermentleriň täsirinde DNK-nyň ikileýin zynjyry ýuwaşlyk bilen iki sany zynjyra bölünýär. Olaryň her birinden bolsa erkin nukleotidlerden komplementarlyk düzgüni esasynda täze ikinji zynjyr emele gelýär. Şeýle ýagdaýda DNK-nyň bir molekulasyna derek, iki sany birmeňzeş DNK-nyň molekulasy emele gelýär.

Bu ýerde emele gelen 2 molekulada DNK-nyň bir zynjyrynyň nukleotidleri enelik molekuladan, ikinji zynjyrynyň nukleotidleri bolsa täzeden sintezlenýär (4-nji surat).

Transkripsiýa. RNK-nyň ähli görnüşleri DNK-nyň molekulasynda sintezlenilýär we nukleotidleriň yzygiderliligi gaýtadan dikeldilýär. Bu ýagdaýda DNK-nyň nukleotidleriniň yzygiderliligini komplementarlyk esasynda RNK-a nukleotidleriniň yzygiderliliginde göçürilip alynýandygy sebäpli, bu hadysa *transkripsiýa* diýilýär (5-nji surat).

**DNK-nyň sapagy 5' GTAASGATSAAA 3';
 RNK-nyň sapagy 3' SAUUGSUAGUUU 5'.**



5-nji surat. Transkripsiýanyň geçişi

RNK-nyň nukleotidleriniň yzygiderliligi (timine derek urasil çalyşýar) belogyň biosinteziniň translýasiýa hadysasynda belogyň polipeptid zynjyrynda aminokislotalaryň yzygiderliligini kesgitleýär we nukleotid ýa-da aminokislota koduny emele getirýär.

1-nji tablisa

Tebigy belogyň düzümine girýän aminokislotalar

Ala	Alanin	Leý	Leýsin
Arg	Arginin	Liz	Lizin
Asn	Asparagin	Met	Metionin
Asp	Asparagin kislotasy	Fen	Fenilalanin
Sis	Sistein	Pro	Prolin
Gln	Glutamin	Ser	Serin
Glu	Glutamin kislotasy	Tre	Treonin
Gli	Glisin	Tri	Triptofan
Gis	Glistidin	Tir	Tirozin
Ile	Izoleýsin	Wal	Walin
---soňy	Belogyň polipepid zynjyrynyň sinteziniň tamamlanýan ýeri		

m-RNK-nyň (ýa-da i-RNK) aminokislota (nukleotid) kody

Birinji esas	Ikinji esas								Üçünji esas
	U		S		A		G		
U	UUU	Fen	USU	Ser	UAU	Tir	UGU	Sis	U
	UUS		USS		UAS		UGS		S
	UUA	Leý	USA		UAA	Soňy	UGA	Soňy	A
	UUG		USG		UAG		UGG		Tri
S	SUU	Leý	SSU	Pro	SAU	Gis	SGU	Arg	U
	SUS		SSS		SAS		SGS		S
	SUA		SSA		SAA	Gin	SGA		A
	SUG		SSG		SAG		SGG		G
A	AUU	Ile	ASU	Tre	AAU	Asn	AGU	Ser	U
	AUS		ASS		AAS		AGS		S
	AUA		ASA		AAA	Liz	AGA	Arg	A
	AUG	Met	ASG		AAG		AGG		G
G	GUU	Wal	GSU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gli	U
	GUS		GSS		GAS		GGs		S
	GUA		GSA		GAA	Glu	GGA		A
	GUG		GSG		GAG		GGG		G

RNK-nyň birnäçe görnüşi mälimdir. Emma olaryň hemmesi belogyň ilkinji gurluşy baradaky maglumaty bermeýär. Öýjükde RNK-nyň esasy agramy (70-80%) ribosomanyň düzümine girýän ribisom RNK-da (r-RNK) ýerleşýär.

Transport – RNK – (t-RNK) – öýjükdäki ähli RNK-nyň 10 –15% - ini tutýar. Ölçeği boýunça iň kiçi RNK-dyr. t-RNK-sy i-RNK-nyň habaryna görä aminokislotalary özüne baglanyşdyryp, belogyň sintezlenýän ýeri bolan ribosoma daşýar.

Informasion – RNK – (i-RNK) öýjükdäki ähli RNK-nyň 1–10% - ini tutýar – sintezleniljek belogyň ilkinji gurluşy baradaky informasiýany DNK-dan belogyň sintezlenilýän ýerine geçirýär.

Ribosom – RNK – (r - RNK) – öýjükdäki ähli RNK-nyň 70-80%-ini tutýar, ribosomyň düzümine girmek bilen, belogyň biosintezini amala aşyrýar.



1.3. Belogyň biosintezi – nesle geçiş maglumatlary esasy amala aşyryjdyr

Häzirki wagtda käbir beloklaryň molekulalaryny emeli usulda sintezlemeklik başartdy. Mysal üçin, insulin (aşgazanasty mäziň gormony). Bu belogy almak üçin ýokary derejeli alymlaryň onlarçasynyň üç ýylyň dowamynda 233 döwürleýin zähmeti siňdi.

Biziň organizmimiz, ähli beýleki janly organizmler ýaly ýaşaýşynyň бүтін dowamynda dürli görnüşli we çylşyrymly belok molekulasyntezlemäge ukyplydyr.

Häzirki wagtda belogyň biosinteziniň köp basgançakly hadysadygy, her bir degişli belogyň özboluşly gurluşyny emele getirmegi ajaýyp biologiki häsiýetdigi belli edildi.

Öýjükleriň her bir görnüşini aýratyn beloklary sintezlemäge ukyplydyrlar. Öýjükleriň aýratyn belogy sintezlemegi, şol görnüşini nesil alamatlaryny saklamaga we neslegeçijiligi maddy esasyntezlemäge nesilden-nesle geçirilmegine mümkinçilik berýär.

Mälim bolşy ýaly beloklar belogyň düzümine girýän 20 sany aminokislotalaryň dürli görnüşdäki utgaşmaklygy netijesinde bir ýa-da birnäçe polipeptid zynjyrdan emele gelendir. Polipeptid zynjyrynyň uzynlygy dürli görnüşlidir. Beloklaryň köpüsiniň polipeptid zynjyrynyň uzynlygy 100-200 aminokislota galyndysyndan düzülendir. Belogyň esasy häsiýetini; polipeptid zynjyryndaky aminokislotalaryň yzygiderliligini onuň ilkinji gurluşy kesgitleýär (*1-nji tablisa*).

Aminokislotalaryň yzygiderliligini bolsa, DNK-nyň düzümindäki nukleotidleriň yzygiderliligi kesgitleýär.

Öýjükde sintezleniljek ol ýa-da beýleki belogyň gurluşy baradaky maglumatlar DNK-nyň molekulasyntezlemäge düzüminde saklanylýar. Bir belogyň ilkinji gurluşy baradaky maglumatlary saklaýan DNK-nyň molekulasyntezlemäge bir bölegine **gen** diýilýär. DNK-nyň molekulasyntezlemäge bir molekulasynda birnäçe ýüzlerçe gen bolmagy mümkin.

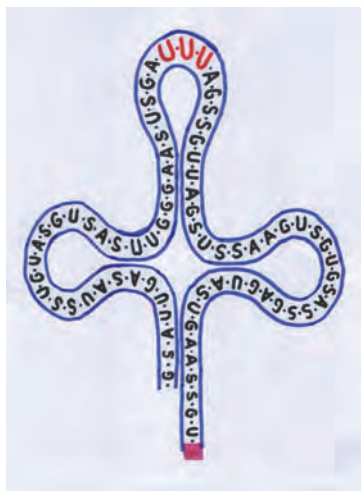
DNK-da belogyň gurluşy baradaky maglumatlar nähili ýagdaýda saklanylýar? Düzgün bolşy ýaly, DNK-nyň düzümine biri-birinden azotly esaslary bilen tapawutlanýan diňe dört dürli nukleotid girýär.



Her bir aminokislota kesgitli üçlenmä (triplete) ýa-da koduna laýyk gelýär. Birnäçe aminokislotalar diňe bir däl-de, birnäçe üçlenmeler arkaly kodirlenilýär. Bu bolsa genetiki koduň örän biologik ätiýaçlylygyny görkezýär. Onuň hem sebäbi, bir üçlenmä şikes ýetende, şol aminokislota beýleki bir üçlenme (triplet) kodirläp bilýär. Genetiki kodda 64 sany üçlenme (triplet) bolmak bilen, şolar-dan diňe üç sanysy hiç bir aminokislota kodirläp bilmeýär.

Bu üçlenmeler bolsa geniň gutarýan ýerlerini kesgitleýär. Olara RNK-nyň kody boýunça alnanda **UAA**, **UAG**, **UGA** üçlenmeler de-gişlidir (2-nji tablisa).

Beloklaryň sintezi transkripsiýa bilen başlanýar. **Transkripsiýa** – DNK-nyň molekulasyň bir bölegi bolan genden, belogyň düzümi baradaky maglumatlary i-RNK göçürilmek hadysasydyr. i-RNK-sy DNK-nyň molekulasyndan belogyň ilkinji gurluşy baradaky maglu-matlary belogyň sintezlenýän ýeri bolan ribosoma eltmekligi üpjün edýär. t-RNK-sy bolsa maglumatlar esasynda sintezleniljek belogyň düzümine girjek aminokislotalary belogyň sintezlenilýän ýeri bolan ribosoma getirýär. Her bir aminokislota kesgitli t-RNK-sy daşýar. Tebigy belogyň düzümine 20 sany aminokislota girýänligi sebäpli, 20 görnüşdäki t-RNK-sy mälimdir. t-RNK-nyň molekulasy 70-80 sany nukleotidlerden durandyr.



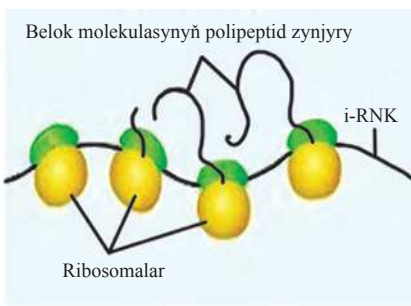
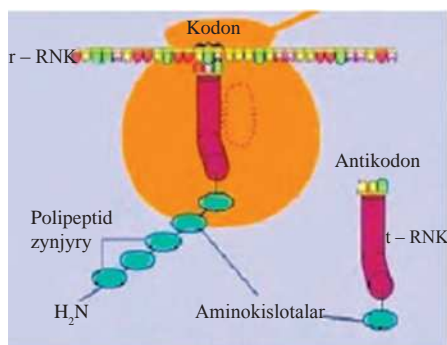
6-njy surat. t-RNK-nyň gurluşy

t-RNK-nyň ikilenji gurluşy ýorunjanyň ýapragyna meňzeş bol-mak bilen, onuň iki sany işjeň merkezi bolýar. Onuň birinjisi molekulanyň oň tarapynda ýerleşmeklik bilen, yzygi-der üç sany nukleotidden ybarat bo-lan **antikodon** ýa-da kod üçlenmesi ýerleşýär. Ol antikodon i-RNK-nyň kodonyna komplementardyr. Ikilen-ji işjeň merkezi bolsa molekulanyň garşylykly yz tarapynda ýerleşýär, oňa bolsa degişli aminokislotalar baglanyşýarlar (6-njy surat).

Belok molekulasyň ýygnaýmaklygy i-RNK-nyň ribosom bilen baglanyşmagy bilen başlanýar. i-RNK-nyň bir sapagynda birnäçe sany ribosom ýerleşýär, ol polisomy emele getirýär. Başgaça aýdylanda i-RNK şol bir wagtyň özünde birmeňzeş belogyň birnäçe molekulasyňy sintezläp bilýär.

Ribosomanyň işjeň merkezine (RIM – belok molekulasyň düzülyän bölegine) i-RNK-nyň iki sany kodony (üçlenmesi) ýerleşýär. Şol kodona komplementar antikodony bolsa t-RNK-sy alyp barýar. Ribosomanyň işjeň merkezinde AAA we GGG kodonlar ýerleşýän bolsa, onuň bilen t-RNK-nyň antikodonlary bolan UUU we SSS baglanyşdyrýarlar we özüne degişli aminokislotalary alyp gelýärler.

Birinji we ikinji aminokislotalaryň arasynda **peptid** baglanyşygy emele gelýär we ol dipeptidi emele getirýär. Soňra birinji aminokislota getiren t-RNK-sy baglanyşykdan boşayar we ol RIM-den çykyp gidýär, RIM-e bolsa i-RNK-nyň indiki täze üçülenji kodony girýär, şonuň esasynda bolsa t-RNK-sy üçülenji aminokislota getirýär. Şeýle hadysa i-RNK boýunça yzygiderli gaýtalanyp durýar. i-RNK-da şol bir wagtyň özünde 4-5 sany ribosoma ýerleşip biler we meňzeş aminokislotalary sintezleýär. i-RNK-nyň ahyrynda belok molekulasyň ýygnaýşy tamamlanýar. Soňra sintezlenilen belok endoplazmatik toruň kanaljygyna düşýär. Ribosomanyň işjeň merkezi bolsa başga islendik bir i-RNK bilen gabatlaşyp biler (7-nji surat).



7-nji surat. Öýjükde belok biosinteziniň geçişi

Mysal üçin, aminokislota kodondaky AUG üçlenme – metionini kodirleýär, ol bolsa DNK-nyň yzygiderliliginiň TAS üçlenmesine laýyk gelýär. Şoňa görä-de, transkripsiýa DNK-nyň zynjyrynyň nukleotidleriniň yzygiderliliginiň garşylykly tarapyna hereket edýär. t-RNK belogyň biosintez hadysasynda özüniň komplementar yzygiderligi esasynda i-RNK-nyň kesgitli kodonyny, antikodony birleşdirýär, başgaça aýdanymyzda i-RNK-nyň kodony komplementar nukleotidler saklaýan t-RNK-nyň antikodonyna laýyk gelýär, mysal üçin, AUU – kodon UAA – antikodona, UUU – kodon AAA – antikodona we ş.m (3-nji tablisa).

3-nji tablisa

Nukleotidleriň komplementarlyk düzgüniniň yzygiderligi

TTT	AAA	SAS	GAA	DNK üçlenmesi
AAA	UUU	GUG	SUU	i-RNK-nyň kodony
UUU	AAA	SAS	GAA	t-RNK-nyň antikodony
Liz	Fen	Wal	Leý	Aminokislota – polipeptid zynjyrynyň molekulasyň düzýän bölek

Beloklaryň biosintezi öýjükde örän köp görnüşli fermentleri, ýagny bu hadysada bolup geçýän ähli täsirleşmelere katalizatorlyk ediji fermentleri talap edýär.

i-RNK-ny sintezlemeklik üçin, ýöriteleşen fermentler hökmanydyr, ol bolsa aminokislotalary t-RNK-a baglanyşdyrýar we aminokislotalaryň arasynda peptid baglanyşygyny emele getirmek üçin zerurdyr.

Öýjükde belogyň biosinteziniň üstünlikli geçmegi üçin, elmydama energiýa talap edýär. Şonuň üçin hem belogyň biosintezi ATF-iň gatnaşmagynda bolup geçýär. ATF-iň dargamagynda oňa gerek bolan energiýa boşaýar.

Genetiki kod – wiruslarda, bakteriýalarda, ösümlüklerde, haýwanlarda nuklein kislotalaryň molekulalarynda nukleotidleriň yzygider görnüşde ýerleşmeginde ýüze çykyan nesil maglumatlarynyň gizlin saklanýan ulgamydyr.



Belogyň biosinteziniň örän möhüm ähmiýeti bardyr. Öýjüklerde müňlerçe dürli beloklar bolýar. Her bir öýjügiň özüne mahsus belogy bolup, ony sintezlemek ukyby neslegeçijilik boýunça öýjükden-öýjüğe geçýär we ýaşaýşyň dowamynda saklanyp gelýär. Ähli öýjükler ýaşaýşynyň dowamynda beloklaryň könelişýändigini, ýerine ýetirýän işleriniň bozulýandygy sebäpli, yzygiderli täzelerini sintezläp durýarlar. Gurluşy we ýerine ýetirýän işleri bozulan beloklar öýjükden aýrylyp gidýär we oňa derek täzeleriniň sintezlenýändigini sebäpli öýjükleriň işjeňligi saklanýar.

1.4. Molekulýar biologiyada geniň orny

Gen – bu neslegeçijiligiň maddy esasyňyň elementar birligi bolmak bilen, bir belogyň polipeptid zynjyrynyň gurluşyny kesgitleýär. Ol neslegeçijilik birligi bolmak bilen, ata-enäniň alamatlaryny geljekki nesillere geçirýär.

Genetika **geni** hromosomanyň aýratyn bir bölegi diýlip atlandyrmak bilen, ol kesgitli alamatyň nesle geçişini amala aşyrmagy üpjün edýär. XX asyryň başlarynda ylymda geniň himiki tebigaty belli bolman, ol hromosomanyň uzaboýuna çyzyk görnüşinde ýerleşendir diýlip aýdylýardy. Biziň günlerimizde DNK-nyň nukleotid zynjyrynda genleriň kesgitli yzygiderlikde nukleotidlerde ýerleşýändigini subut edildi. Gen hem üçlenmeler ýaly, DNK molekulasynda çyzyklaýyn ýerleşendir. Soňky döwürlerde ýöriteleşen usullar arkaly bakteriýalardan geni arassa görnüşde bölüp almaklyk başartdy. Elektron mikroskopynyň kömegi bilen transkripsiýa hadysasynda kesgitli geniň işini, ýagny RNK-nyň komplementarlyk yzygiderliligine görä, özüniň nukleotidleriniň yzygiderliligini ýazyşyny surata alyp görkezmek başartdy.

Her bir gen DNK-nyň bir bölegi bolmak bilen, birnäçe sany monomerden – nukleotidden durandyr. Genleriň ululygy birmeňzeş däl. Ol şol geni kodirleýän belogyň ululygyna baglydyr. Eger belok, mysal üçin, 200 sany aminokislota galyndysyndan duran bolsa, onda ol gende 600 jübüt nukleotidlerden durmak bilen, onuň molekulýar agramy 420 000-e golaý bolardy.



Häzirki zaman görkezmelerine görä her bir hromosoma örän uly bir DNK-nyň molekulasyny saklaýar. Şeýle DNK-a molekulasy – **genoforma** «hromosoma» içege taýajygy bakteriýasynda $1,2\text{ mm}$ halka görnüşinde bolup düzüminde $4 \cdot 10^6$ -a çenli nukleotidleriň jübütlerini birleşdirýär. Süýdemdiriji haýwanlaryň we adamyň hromosomasyndaky DNK-nyň ortaça uzynlygy 2 sm-e çenli bolup, ol özüniň düzüminde $5,3 \cdot 10^7$ -ä golaý nukleotidleriň jübütlerini saklaýar. Adamyň her bir öýjügindäki ähli genom $6 \cdot 10^{12}$ -ä golaý DNK-ny saklamak bilen, onuň uzynlygy 2 metre çenli bolup, özüniň düzüminde $5,3 \cdot 10^9$ -a golaý nukleotidleriň jübütlerini saklaýar we molekulýar agramy $3,7 \cdot 10^{12}$ -ä golaýdyr (*4-nji tablisa*).

4-nji tablisa

Dürli organizmlerde DNK molekulasyňa birnäçe häsiýetnamalar

DNK	Otnositel molekulýar agramy	Nukleotidleriň jübütleriniň sany	Uzynlygy
Bakteriofag T2	$1,2 \cdot 10^8$	$1,86 \cdot 10^5$ (186 müň)	67 mkm
Içege taýajygynyň bakteriýasy <i>Escherichia coli</i>	$2,8 \cdot 10^9$	$4,0 \cdot 10^6$ (4 mln.)	1,2 mm
Guşlarda	$1,5 \cdot 10^{12}$ ($2,5 \cdot 10^{-12}\text{ g}$)	$2,2 \cdot 10^9$ (2,2 mlrd)	80 sm-e çenli
Süýdemdirijilerde, sol sanda adamda	$3,7 \cdot 10^{12}$ ($6 \cdot 10^{-12}\text{ g}$)	$5,3 \cdot 10^9$ (5,3 mlrd)	2 metre çenli

Geniň gurluşynyň ortaça uzynlygyny 500 - 1000 sany nukleotid düzýär diýip hasaplanymyzda, onda adamyň DNK-syny 10 *mln* belok kodirlär.

Häzirki döwre çenli genetikada genleriň örän köpüsine ýazgy geçirildi. Esasan-da, drozofila miwe siňejiginiň (*Drosophila melanogaster*) genleri oňat öwrenilip, onda 3-4 müňe, golaý genlere ýazgy geçirildi. Adamyň genleri, takmynan, hasaplanylanda 10 müňden 100 müňe çenlidir.



Geniň gurluşy nähili inçe? Genetikanyň kesgitlemegine görä, gen – bu neslegeçijilik birligi bolmak bilen, degişli alamaty kesgitleýär (indi polipeptid zynjyr), täzedan utgaşmaga we mutasiýany emele getirmäge ukyplydyr.

Amerikan derňewçisi **S. Benzer** içege taýajygynyň bakteriofag T4-üň rII böleginiň geniniň inçe gurluşyny derňedi. Oňa köp sanly birmeňzeş fagda örän meňzeş üýtgeýjiligi ýüze çykarýan, şol bir geniň dürli ýerlerinde ýerleşýän mutasiýalary almak başartdy. Bu bolsa şol bir geniň dürli ýerlerinde köp sanly täze utgaşmalaryny berýär. Geniň mutasiýany ýa-da täzedan utgaşmany emele getirýän her bir bölegi polipeptid zynjyrynyň gurluşyny kesgitleýän beýleki böleklerindan ululygy kiçi bolýar. Şu we beýleki geçirilen işleriň netijesinde, genleriň esasy üç görnüşini mälim boldy:

1. **Sistron** ýa-da **gurluş geni** – polipeptid zynjyrynyň gurluşyny kesgitleýän gen.
2. **Muton** ýa-da **mutasiýa geni** – mutasiýalara ukyply gen.
3. **Rekon** ýa-da **rekombinasiýa geni** – täzedan utgaşmaga ukyply gen.

1.5. Genleriň üýtgeýjiligi – mutasiýa we rekombinasiýa

Genleriň mutasiýasy ýa-da rekombinasiýasy – täzedan utgaşmagy geniň tutuş gurluşyny (sistrony), şeýle hem onuň bölümlerini mutonyň we rekonyň üýtgemegine sezewar edýär.

Genleriň üýtgeýjiligi baradaky köp sanly maglumatlar gemoglobinde derňew geçirmäge mümkinçilik berdi. Agyr kesel bolan orak şekilli öýjügiň ganazlygy eritrosit gemoglobiniň (HbS) az mukdaryny saklamak bilen, kadaly görnüşindan tapawutlanýar. Kadaly gemoglobini dört polipeptid zynjyry (iki sany α we iki sany β zynjyrlary saklaýar, HbS α -zynjyr HbA α -zynjyrdan tapawutlanmaýar).

HbA we HbS biri-birinden diňe bir sany aminokislota galyndysynyň, ýagny altynjy ýagdaýdaky glýutamin kislotasynyň β -zynjyrdaky walini bilen çalşandygy netijesinde tapawutlanýarlar.

β -zynjyrdaky aminokislotalaryň yzygiderliliginiň kadaly (HbA) başlangyç bölegi, gemoglobindäki üýtgän (HbS) gurluşy şeýle:



1	2	3	4	5	6	7	8	
HbA	Wal . . .	Gis . . .	Leý . . .	Tre . . .	Pro . . .	Glýu . . .	Glýu . . .	Liz . . .
HbS	Wal . . .	Gis . . .	Leý . . .	Tre . . .	Pro . . .	Wal . . .	Glýu . . .	Liz . . .

Glýutamin kislotasyny i-RNK-nyň **GAG** üçlenmesi kodirleýär. Glýutamin kislotasyna derek waliniň geçmegi üçin i-RNK-nyň düzümindäki bir sany nukleotidiň çalyşmagy (ýagny A-adenini U-uratile) ýeterlikdir. Onda üçlenme **GUG** bolup, walini kodirleýär (*1-nji tab-lisa seret*). Şol esasda gemoglobini kodirleýän DNK-nyň β -zynjyryň gen gurluşynyň kadaly ýagdaýda 17-nji nukleotidinde T-timine derek A-adenin çalyşýar. Birnäçe wagtdan soň ýene-de bir ýetmezçilik, gemoglobinde (HbC) agyr bolmadyk gan azlygy döredýän, soňra bolsa α we β -zynjyrlaryň bir sany aminokislota galyndysy bilen tapawutlanýan köp sanly görnüşleri ýüze çykaryldy.

Bir azotly esasyň üýtgemeginden başga-da geniň öz içinde dürli görnüşli üýtgemeler ýüze çykaryldy.

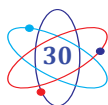
Transwersiýa – DNK-nyň bir polinukleotid zynjyrynyň esaslarynyň beýleki bilen çalyşmagy bolup geçýär, mysal, A – T komplementar jübütler.

T – A geçýär, bir zynjyrda A bilen T, beýlekisinde bolsa T bilen A ýerini çalyşýar.

Transsiziýa – bir komplementar jübütler beýlekisi bilen çalyşýar, mysal, DNK-nyň ikileýin zynjyrynyň şol bir ýerinde A – T jübütler, G – S jübütler bilen ornuny çalyşýarlar.

Inwersiýa – sistronyň (ýa-da hromosomanyň hem) uly böleginiň 180° aýlanmagy bolup geçýär. Sistronyň aýratyn bölegini nukleotidleriň baş harplaryny belgiläliň, onuň başlangyç ýagdaýy şeýle: ATATSGAA, inwersiýa geçýän nukleotidler gara harplar bilen belgilenip aşagy çyzylan we nukleotidleriň yzygiderlilikinde täze utgaşmalar netijesinde ATAAGSTA, täze häsiýetler ýüze çykýar.

Delesiýa – (ýetmezçilik) bir ýa-da birnäçe hatda köp nukleotid jübütleriniň bölünip aýrylmagy bolup geçýär, mysal, ATATSGAA, aýratyn bellige alnan ortadaky bölegiň bölünip aýrylmagy netijesinde yzygiderlik ATAA bolup galýar.



Duplikasiýa – haýsy hem bolsa bir bölegiň ikilenmegi ýa-da birnäçe esse köpelmegi, mysal, ATATSGAA, bellige alnan bölegiň ikilenmegi bolup geçýär: ATATSGATSGAA.

1.6. Gen inženeriýasy

Molekulýar biologiýanyň tejribesinde organizmleriň tebigy nesle geçijiligini genleri bölüp aýyrmak arkaly üýtgedip gurmak giň gerim aldy. Genetikanyň bu ugry **«gen inženeriýasy»** diýen ady aldy.

Bu ugur adamzadyň uzak wagtlap arzuw eden, keselleri (şol san-da onkologiki we nesle geçýän keselleri), ýetmezçilikli genleri doly çalyşmak arkaly bejermekde, medeni ösümlikleriň täze nusgalaryny we haýwanlaryň täze tohumlaryny döretmekde uly itergi boldy.

«Gen inženeriýasy» adalgasy haçanda 1969-njy ýylda amerikan alymlary ilkinji gezek laktoza degişli geni bölüp alanlarynda ýüze çykdy. Munuň üçin, λ (lýambda) fagy ulanyldy. Ony içege taýajygynyň DNK-nyň içinden bölüp aldylar.

1970-nji ýylda çörek hamyrmaýasynyň öýjügindäki 77 jübüt dezoksi nukleotidlerden düzülen t-RNK-nyň alanin geni emeli usulda sintezlenildi.

1970-nji ýylda ýene-de bir geni bölüp aldylar, ol birnäçe zyýanly täsirleri döredýän täze dörän wirusyň aýratyn fermenti ýüze çykaryldy (transkriptazanyň tersi). Bu ferment transkripsiýanyň tersini RNK→DNK («göni» transkripsiýa DNK → RNK) amala aşyrýar.

Transkripsiýanyň tersiniň kömegi bilen t-RNK-nyň genini öýjükdən bölüp almaklyk başartdy.

1972-nji ýylda şeýle tejribeler t-RNK-nyň globulinde dürli haýwanlarda (towşanda, syçanda, kepderide, ördekde) we adamda geçirildi.

Ol ýa-da beýleki usul bilen alnan geni kabul edýän öýjüge ornaşdyrmaklyga **transgenoz** diýilýär. Mysal, amfibiýalardan – gurbağalardan (*Xenopus laevis*) alnan geni içege taýajygy bakteriýasyna (*Escherichia coli*) ornaşdyryldy.

Transgenoz birnäçe ýollar arkaly amala aşyrylýar. **Transformasiýa** – geni berýän öýjügiň DNK-dan arassalamak we bölüp almak arkaly ornaşdyrmak. **Transduksiýa** – geni wirus arkaly ornaşdyrmak.



Konýugasiýa – prokariotik ýa-da eukariotik öýjükleri gibridleşdirmek.

Genetikada neslegeçijiligiň maddy esaslaryny ornaşdyrmagyň oňaýly usuly transduksiýadyr. Bakteriýalaryň genlerini faglaryň kömegi bilen ornaşdyrmak hadysasy tebigy şertlerde giňden ýaýrandyr. SV40 wirusy süýdemdirijileriň bir görnüşiniň öýjüğine girýär we hromosomanyň içine ornaşyp, örän howply täze emele gelmäni döredýär we beýlekiler üçin bolsa howply dälendir.

Indiki mesele – wirus bölejigine girizilen geni şol geniň wirusyň DNK-syna himiki usul bilen berkitmekdir.

Bakteriýalaryň öýjüginde onuň genoforasyna bagly bolmadyk, halka görnüşli erkin DNK molekulasy duş gelyär, oňa **plazmida** diýilýär.

Mikroorganizmleriň antibiotiklere durnuklylygyny kesgitleýän, şertli atlandyrylan R-faktor has oňat öwrenilen plazmidadyr.

Barlaghana şertlerinde aýna gapda iki dürli görnüşdäki antibiotiklere – streptomisine we tetrasikline durnukly (**in vitro**) gibrid plazmida alyndy. Onuň üçin dürli plazmidalar ulanyldy: olaryň biri streptomisine, beýlekisi bolsa tetrasikline durnuklydygyny şertlendirýär. Şeýle plazmida aýratyn ferment bilen işlenilýär, ol plazmida bolsa DNK molekulasyň kesgitli ýerini bölüp almaga ukyplydyr. İşlenilenden soňra plazmida gönelyär we halka görnüşden çyzykly ýagdaýa geçýär. Soňra bu plazmidalary garyşdyrýarlar, şonda olar gutarýan uçlary bilen birleşip, täze halkaly gibrid plazmida emele gelyär. Plazmida – hromosoma degişli bolmadyk özbaşdak replikasiýalaşan DNK molekulasy bolmak bilen, ol gerekli geni äkidiji bolup hyzmat edýär.

Gen inženerçiligi lukmançylykda esasan-da genoterapiýada uly ähmiýeti bardyr. Näsag adamyň derisiniň birleşdiriji dokumasynyň öýjüklerinde nesle geçýän – **galaktozemiýa** (uglewod çalşygynyň bozulmagy) keselinde şekeri galaktoza öwürýän gen bolmaýar. Munuň üçin içege taýajygynyň genomyndan λ -fagynyň kömegi bilen ýetmeýän gen alnyp ýetişdirilýär. Ol iki aýyň dowamynda öýjükde ösüp ýetişýär.

Şeýle hem gen inženerçiliginiň kömegi bilen köp kesellere garşy immuniteti döretmäge kömek berýän, kesel döredijilik häsiýetini ýitiren mikroorganizmleri döredýärler.



Senagatda bolsa gen inženerçiliginiň kömegi bilen ýokary ön-dürijilikli produsentleri antibiotikler, beloklar, fermentler, witaminler emele geler.

Soraglar we meseleler

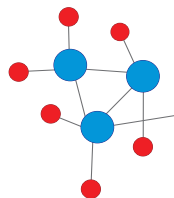
1. Molekulýar biologiýa nämäni öwrenýär?
2. DNK bilen RNK-nyň himiki gurluşynda nähili esasy tapawutlar bar?
3. Nuklein kislotalaryny ilkinji bolup haýsy alym, nämäniň düzüminde ýüze çykarýar?
4. Nuklein kislotalarynyň nähili görnüşleri bar?
5. DNK-nyň molekulasy öýjügiň haýsy düzüm böleginde duşýar?
6. RNK-nyň molekulalary öýjügiň haýsy düzüm böleginde duşýar?
7. Nukleotid näme?
8. Nukleotidiň düzüm bölekleri nämelerden durýar?
9. Nuklein kislotalarynyň ýerine ýetirýän işleri haýsylar?
10. Purin esaslaryna azotly esaslaryň haýsylary degişli we olaryň formulalaryny ýazmaly.
11. Pirimidin esaslaryna azotly esaslaryň haýsylary degişli we olaryň gurluş for-mulalaryny ýazmaly.
12. RNK-nyň nähili üç görnüşleri bolýar?
13. RNK-nyň her bir görnüşiniň ýerine ýetirýän wezipesi haýsylar?
14. i-RNK özünde nähili maglumatlary saklaýar?
15. Belogyň biosintezi öýjügiň haýsy organoidinde geçýär?
16. DNK-nyň molekulasyndan i-RNK nähili emele gelýär?
17. Replikasiýa näme?
18. Transkripsiýa hadysasy näme?
19. Belogyň sintezi üçin başlangyç maglumatlar öýjügiň niresinde ýerleşýär?
20. Genetiki kod näme?
21. Üçlenme näme?
22. i-RNK-nyň kodony näme bolýar?
23. t-RNK-nyň antikodony näme bolýar?
24. Genetiki koduň tablisasy kim tarapyndan we nämä esaslanyp düzülipdir?
25. DNK-nyň kodunyň tablisasyndan peýdalanylýan, **Arg, Wal, Ser, Met** aminokislo-talaryny haýsy üçlenmeler kodirlär?
26. DNK-nyň kodunyň tablisasyndan peýdalanylýan, **SAT, TAG, GTA, AAS** üçlen-meler haýsy aminokislotalary kodirlär?
27. **SUU, AGU, AAA, UGS** üçlenmesi bolan i-RNK-nyň berýän habaryna görä t-RNK haýsy aminokislotalary ribosoma getirer?
28. DNK kodunyň tablisasyndan peýdalanylýan, haýsy aminokislotalar 6 sany üçlen-meler arkaly kodirlenilýär? Ol üçlenmeler haýsylar?
29. DNK kodunyň tablisasyndan peýdalanylýan, haýsy aminokislotalar 4 sany üçlen-meler arkaly kodirlenilýär? Ol üçlenmeler haýsylar?



30. RNK kodunyň tablisasyndan peýdalanyň, haýsy aminokislotalar 2 sany üçlenmeler arkaly kodirlenilýär? Ol üçlenmeler haýsylar?
31. RNK-nyň kodundan peýdalanyň, belogyň polipeptid zynjyrynyň gutarandygyny haýsy üçlenmeler aňladýar?
32. Peptid we wodorod baglanyşyklary näme?
33. Gen nähili üýtgeşmelere sezewar bolýar?
34. «Sistron», «muton», «rekon» adalgalary nämäni aňladýar?
35. «Transwersiýa», «inwersiýa», «delesiýa», «duplikasiýa» adalgalary nämäni aňladýar?
36. DNK molekulasyňyň bir sapagynyň bölümi şu nukleotidlerden düzülen: **AATAGGTTTASSAAAT...** DNK molekulasyňyň ikinji sapagynyň deňişli böleginiň nukleotidleriniň yzygiderligi nähili bolar?
37. DNK molekulasyňyň sapagy **ATTSSGTAATASAA...** nukleotidlerden düzülen bolsa, onuň komplementar nukleotidleriň tertibi RNK molekulasyňyň deňişli bölegi nähili bolar?
38. i-RNK-nyň bölegi **AAUUASSSGGAUAAG...** kodonlardan düzülen. i-RNK-nyň bu bölümüne komplementar t-RNK-nyň antikodon üçlenmeleri nähili bolar?
39. Gen inženerçiligi lukmançylykda nähili maksatlar üçin ulanylýar?
40. Plazmida näme?



II BAP NESLEGEÇIJILIGIŇ SITOLOGIKI ESASLARY



2.1. Öýjük ýaşaýşyň ýeke-täk birligidir

Şol bir biologiki görnüşiň içinde nesle geçiş maglumatlaryny saklamakda we şonuň bilen bir hatarda geljekki nesillere geçirmekligini (gurnalyş derejesine baglylykda) öýjük bölünmek arkaly amala aşyrýar. Şonuň üçin hem hemme zatdan öňürti öýjük baradaky ylym bolan – *sitologiýa* (sitos – grekçe öýjük), uzak ewolýusiýa döwründe emele gelen biologiki gurluş birligi bolan öýjügiň gurluşy bilen tanyşmaly. Soňra bolsa öýjügiň bölüniş usullary bolan – *mitozy* we *meýozy* bilmeli.

Öýjük – ösümlük we haýwan bedenleriniň esasy gurluş we işi ýerine ýetiriji birligi bolmak bilen, öz-özünü täzelemeklige, kadalaşdyrmaklyga, öndürmeklige ukyply bolan sada janly ulgamdyr.

Ýer üstünde bar bolan köp öýjüklileriň, ösümlükleriň, haýwanlaryň we adamyň bedenleri öýjüklerden ybaratdyr. Bir öýjükden duran mikroorganizmleriň öýjük gurluşy köp öýjükli bedenleriň öýjüklerine meňzeşdir.

Öýjügi 1665-nji ýylda **Robert Guk** özüniň oýlap tapan mikroskopynyň kömegi bilen açdy. Öýjükleriň, adatça, mikroskopiki – kiçi gurluşy bolmak bilen, 0,01 – 0,1 *mm* aralykdaky ululykda bolýarlar. Ýöne umumy düzgünlerden gyşarmalar hem duş gelýär. 5-10 *sm* ululykdaky ýaşyl suwotynyň (*Acetobularia*) öýjüklerini adaty göz bilen hem görmek bolýar, leýşmanianyň leýşmanial (*Leishmania*) görnüşiniň ululygy bary-ýogy 3x1 *mkm*-e deňdir.

Mikroskopiki enjamlaryň kämilleşmekligi bilen öýjügiň gurluşyny öwrenmeklik has hem uly üstünliklere eýe boldy (8-nji surat), ýönekeý ýagtylyk mikroskopyndan elektron mikroskoplar, dokumalary ýerleşdirmekde ulanylýan faza-kontras we göçürüp alyjy, surata alyjy, kino düşüriji, mikrohimiýa anyklaýyşlary geçiriji mikroskoplar döredildi.





8-nji surat. Mikroskopyň görnüşleri

1–1876-njy ýylda ýasalan mikroskopyň biri; 2 – mikroskop NM 600;
3 – mikroskop Leica DM 1000; 4 – mikroskop MHKMED-2.

2.2. Mikroskopyň gurluşy



9-njy surat. Ýagtylyk mikroskopy

1 – okulyár; 2 – görüş turba-
jygy – tubus; 3 – makromet-
rik nurbat; 4 – mikrometrik
nurbat; 5 – gysgyç; 6 – söýeg;
7 – rewolwer plastinkasy;
8 – obýektiwler; 9 – jisim
goýulýan stoljuk; 10 – aýna.

Öýjügi we beýleki jisimleri öwren-
mek üçin birnäçe ulaldyjy gurallar: mikros-
kop, binokulyár lupa we adaty el lupasy
peýdalanylýar.

Okuw maksatlary üçin, esasan, ýag-
tylyk mikroskoplary: MBR-1 (biologiki
işçi mikroskop), MBI-1 (biologiki derňew
mikroskopy) we OM-301 (okuw mikros-
kopy) ulanylýar.

Berkarar döwletiň bagtyýarlyk döw-
ründe hormatly Prezidentimiziň tagallasy
bilen dünýä ülnülerine gabat gelýän mek-
depler, hassahanalar, anyklaýyş merkezle-
ri, şypahanalar gurulýar we olar iň ýokary
derejeli enjamlar bilen enjamlaşdyrylýar.
Mekdeplerimiz häzirki zaman ýagtylyk
mikroskoplarynyň dürli görnüşleri bilen
üpjün edilýär (8-nji surat).

Mikroskopyň gurluşy: Mikroskop
mekaniki we optiki bölümlerinden durýar
(9-njy surat).



Mehaniki bölüme söýeg, tubus görüş turbajygy, rewolwer plastinkasy, jisim goýulýan stoljuk, uly (makrometrik) we kiçi (mikrometrik) nurbatlar degişlidir.

Söýeg – bu mikroskopyň esasy bolmak bilen, oňa ähli bölümler berkidilendir.

Görüş turbasy içi boş turba bolmak bilen, ýokarsynda okulýar, aşak tarapynda bolsa rewolwer plastinkasy ýerleşýär.

Rewolwer plastinkasy – onuň oýtumlarynda obýektivler ýerleşendir. Rewolwer plastinkasy obýektivleri sökmesizden çalt çalyşmaklygy üpjün edýär.

Jisim goýulýan stoljuk üstünde iki sany gysgyç ýerleşdirilendir, oňa serediljek jisimli aýna ýa-da mikropreparatlar gysdrylyp goýulýar. Stoljygyň merkezinde deşijek ýerleşýär. Ondan tutulan ýagtylyk geçip obýektiwe gönükdirilýär. Jisim goýulýan stoljuk nurbatlaryň kömegi bilen aşak ýokaryk galdyrylyp düşürilýär.

Uly (makrometrik) we kiçi (mikrometrik) nurbatlyklar görülyň jisimiň dury şekilini almaklygy üçin jisim goýulýan stoljygy aşak we ýokary galdyryp düşürmegi üpjün edýär.

Optiki bölüme ulaldyjy aýnalardan düzülen okulýarlar we obýektivler, şeýle hem kondensor diafragma we aýna degişlidir.

Okulýarlar ulaldyjy aýnalaryň iki görnüşi bolmak bilen, ol görüş turbajygynyň ýokarsynda ýerleşýär. Okulýar göz bilen görmeklige niýetlenendir we olaryň sany bir ýa-da iki sany bolýar. Okulýaryň 7X, 10X, 15X we 20X ululykdaky görnüşleri bolup, görülyň jisimleri ulaldýar.

Obýektivler ulaldyjy aýnalaryň ikisi bolmak bilen, olar rewolwer plastinkasynyň oýtumlarynda ýerleşýärler. Obýektiv görülyň jisimleri ulaldýar. Obýektiwiň iki görnüşi bolup, **gury obýektiwde** ulaldyjy aýnalaryň arasy howa bilen bölünip, ol görülyň jisimleri 8 esseden 40 essä çenli ulaldýar. **Çygly (immersion) obýektiwde** ulaldyjy aýnalaryň arasy suwuklyk bilen doldurylandyr. Çygly obýektivleri 60 esseden 90 essä çenli ulaldýarlar.

Kondensor diafragması jisim goýulýan stoljygyň aşak tarapynda bolmak bilen, onda dürli ululykda bolan dört sany deşijek ýerleşýär. Ol deşikler ýagtylygy sazlamaga mümkinçilik berýär.



Aýna üst ýüzi tekiz we oýuk görnüşde bolýar. Tebigy ýagtylyk ulanylanda oýuk aýna, emeli ýagtylyk ulanylanda bolsa tekiz aýna gerek bolýar. Oýuk aýna gün şöhlesiniň ýagtylygyny bir ýere jemläp, jisim goýulýan stoljugyň merkezinde ýerleşýän deşijekden obýektiwe gönükdirýär. Tekiz aýna ulanylanda ýörite **OI-1** kysymly çygly ýagtylandyryjy peýdalanylýar.

2.3. Binokulýar lupanyň (binokulýar mikroskop BM-51-2) gurluşy



10-njy surat. Binokulýar lupa (BM-51-2)

1 – okulýarlar; 2 – görüş turbajyklary; 3 – obýektiw; 4 – ulaldyjy aýnalar ulgamyny düşüriji we galdyryjy nurbat;
5 – söýeg; 6 – gysgyçlar;
7 – jisim goýulýan stoljuk.

Binokulýar lupa iki sany aýratyn ýerleşen ulaldyjy aýnalar ulgamyndan durup, olar bilelikde söýege birleşendir (*10-njy surat*). Onuň umumy ulaldyp bilijilik ukyby 8,75-e deňdir. Binokulýar lupada iki göz bilen seredilýändigini sebäpli, görülýän jisimi takyk görkezýär.

Binokulýar lupanyň görüş turbajygyny gysgajyk bolýar. Okulýarlaryň iki sanysy bolmak bilen, ony meýdan dürbüsindäki ýaly öz gözüne sazlap bolýar. Ulaldyjy aýnalar ulgamynyň ikisiniň obýektiwi bir bolup, aşaky bölegi bilen söýege berkidilendir. Ulaldyjy aýnalar ulgamyny aşak düşüriji we galdyryjy nurbat söýegiň yz tarapynda ýerleşýär. Jisim görülýän stoljuga ýagtylyk düşende görülýän jisim oňat görünýär.

Binokulýar lupada işlemek ýönekeýdir we drozofila miwe siňejigi bilen işlemek üçin örän oňalydyr. Binokulýar lupany hem edil mikroskoplar ýaly aýawly saklamalydyr.

Häzirki zaman binokulýar lupalarynyň äýnekleli görnüşleri lukmançylykda operasiýa edilende, şeýle hem tehnologiýada ownuk jisimler bilen işlenilende giňden ulanylýar (*11-nji surat*).



11-nji surat. Häzirki zaman binokulyar lupalar

2.4. Öýjügiň gurluşy

Somatik öýjükler («somatos» – grek sözi bolup, soma – beden diýmegi aňladýar) – beden öýjükleridir.

Generativ öýjükler («genero» – latyn sözi bolup, dogurmak, öndürmek diýmegi aňladýar) – oňa jyns öýjükleri bolan gametalar – atalyk we enelik jyns öýjükleri bolan spermatozoidler bilen ýumurtga öýjükleri degişlidir.

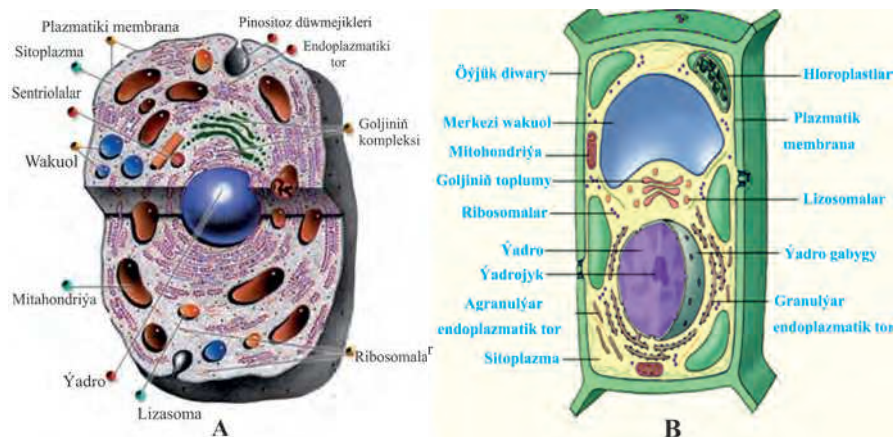
Hemme tapawutlyklary bilen birlikde, öýjükleriň gurluşynda köp umumy meňzeşlikler häsiýetlidir. Olar genetiki maddy esasy bolan, sitoplazmadan ýadro gabygy bilen araçäkleşýän ýadrony we genetiki maglumatlary (DNK) saklaýarlar.

DNK-nyň molekulasy – beloklar bilen çylşyrymly toplumy – **hromatini** emele getirýär. Hromatinler – neslegeçijiligiň maddy esaslaryny özünde saklaýar. Olar öýjük bölünýän döwründe oňat görünýän hromosomalary emele getirýärler.

Ýönekeý bedenler bolan wiruslaryň, bakteriýalaryň, gök-yaşyl suwotularyň doly bahaly gurnalan ýadrolary bolmaýar, bularyň DNK-nyň molekulalary hakyky hromosomalary emele getirmeyärler.

Öýjükleriniň gurluşy boýunça janly organizmler **eukariotik öýjüklere** – ýadrony (grekçe **karion**-ýadro) we hromosomalary saklaýan, hususy ýadrosy bolan öýjüklere we **prokariotik öýjüklere** – ýadrosyz öýjüklere, kämilleşen ýadrony we hromosomany saklamaýan, neslegeçijiligiň maddy esaslaryny DNK-nyň molekulasy – **genoforma** – görnüşinde saklaýan, öýjüklere bölünýärler.

12-nji suratda haýwan we ösümlik öýjükleriniň häzirki zaman şekili berlen. Öýjügiň esasy düzümleri bölge dürli görnüşdäki fiziologiki we biologiki işleri ýerine ýetirýär.



12-nji surat. Eukariotik öýjükleriniň gurluşy

A-haýwan öýjügi; B-ösümlik öýjügi.

Öýjügiň içinde şeýle hem onuň daşynda öýjük membranasynyň ulgamy ýerleşýär.

Ösümlik öýjükleriniň we haýwanlaryň tohumlanan ýumurtga öýjügi - zigotanyň hakyky görünýän gabygy bolýar.

Öýjük membranalaryny diňe elektron mikroskoplarynda görmek mümkindir. Ýadrony sitoplazmadan ýadro gabygy araçäklendirýär.

Ýadro gabygy endoplazmatik toruň kanallary bilen birleşen içki we daşky membranalardan durandyr. Endoplazmatik toruň (**retikulum**) we birnäçe organellalaryň membrana gurluşy bardyr. Sitoplazmatik membrananyň bozulmalaryny düzetmeklik mümkin, emma ýadro gabygyna şikes ýetse öýjük heläk bolýar.

2.5. Öýjük membranalary

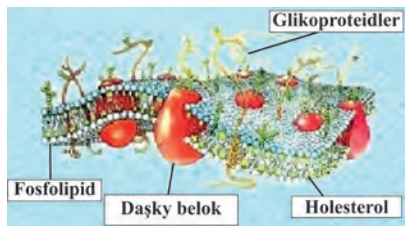
Öýjügiň daşyny örtüp durmakda, onuň içki gurluşyny mydalmalyk saklamakda we beýleki öýjükler bilen aragatnaşykda bolmagy üçin **öýjük** ýa-da **plazmatik membrananyň** ähmiýeti örän uludyr. Plazmatik membrana **plazmalemma** diýilýär.

Öýjük gabygy öýjügiň ýaşayşyny kadalaşdyrýar we daşky gurşawyň üýtgemegini çalt duýmagy üpjün edýär. Ýadro gabygy «+» položitel zaryadlydyr, öýjük gabygy bolsa «-» otrisatel zaryadlydyr. Plazmalemmanyň galyňlygy 7-10 nm -e deňdir (13-nji surat).

Öýjük membranasy öýjügiň ýaşayşynda esasy işleri ýerine ýetirýär. Ol birnäçe fermentleri özünde saklamak bilen madda çalşygyny üpjün edýär we öýjükde dürli maddalaryň girip-

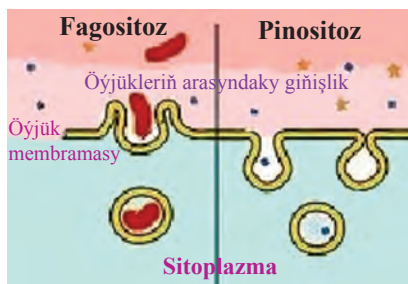
-çykyşyny kadalaşdyrýar. Onuň maddalary saýlap geçirmeklik ukyby bolup, bellibir maddalary öýjügiň içine salýarlar, beýleki bir maddalary bolsa öýjükden çykarýarlar. Birnäçe birleşmeler we maddalar, ionlar öýjügiň içinde, öýjükleriň arasynda we öýjükleriň daş-töwreginde işjeň göçüp-gonup ýörmeklige ukyply bolýarlar. Öýjük gabygy öýjügiň daşky keşbini saklamakda esasy orny eýeleýär, dürli hili şikeslenmelerden gorap saklaýar. Öýjük membranasynda käbir maddalaryň **adsorbsiýasy** (sorulmaklygy) bolup geçýär.

Plazmatik membranada köp sanly deşijekler (poralar) bolup, olardan suwda erän organiki däl we organiki maddalar diffuziýa (syzylmak) hadysasy esasynda öýjügiň içine girýär. Bu hadysada energiýa sarp bolmaýar. Emma membrananyň deşijeklerine sygmaýan iri makromolekulalar fagositoz (grekçe **phados** ýuwudýaryn) we pinositoz (grekçe **pino** içýärin) usulynda öýjügiň içine girýär. Bu hadysada membrananyň özi hereketlenmäge, öýjügiň içine tarap бүкүlmäge, iýmiti garbap almaga ukyplydyr. Muňa **öýjügiň çalt iýmitlenmegi** hem diýilýär, bu ýagdaýda energiýa sarp bolýar (14-nji surat).



13-nji surat.

Öýjük membranasyň gurluşy



14-nji surat. Fagositoz we pinositoz

Öýjükde ýerleşýän organoidleriň hemmesi diýen ýaly (*ribosomalardan we öýjük merkezinden başgasy*) membrana gurluşly bolup, mitohondriýanyň we plastidleriň iki, endoplazmatik toruň, lizosomanyň we Goljiniň toplumynyň bir membrana gurluşy bolýar. Olar öýjügiň ýaşaýşynyň dowamynda çylşyrymly bir ýa-da birnäçe işleri ýerine ýetirýärler.

2.6. Sitoplazmanyň himiki düzümi

Sitoplazmada yzygiderli madda çalşygy geçip duranlygy sebäpli, ol hereketjeň, hemişe üýtgäp durýan ulgamdyr. Sitoplazmanyň düzüminiň üýtgäp duranlygy sebäpli onuň himiki düzümini anyklamak kyn bolýar.

Şeýle-de bolsa, sitoplazmada hemişe C – uglerodyň, O – kislorodyň, H – wodorodyň, N – azotyň, S – kükürdiň, P – fosforyň, Cl – hloruň, Na – natriniň, K – kaliniň, Ca – kalsiniň, Fe – demriň, Mg – magniniň, Al – alýuminiň bolýandygyny himiki barlaglar görkezdi. Bu elementlerden başga-da Cu – mis, Si – kremniý, Li – litiý, F – fluor hem gabat gelip biler.

Öýjügiň düzüminde kislorod, uglerod, wodorod we azot, has köp duş gelýär. Şol sebäpli olara *makroelementler* diýilýär. Bu elementleriň öýjügiň düzüminde saklanyşy hem deň mukdarda däl.

Kislorod we uglerod öýjügiň düzüminde has köp mukdarda (98%-e çenli) duş gelýär. Öýjükde kislorod 50 – 60%, uglerod 30–50% möçberde duş gelýär. Wodorod we azotyň mukdary 10%-e çenlidir. Beýleki elementleriň mukdary bolsa örän ujypsyzdyr. Bu elementler sitoplazmanyň düzümindäki çylşyrymly organiki we organiki däl birleşmeleriň düzümine girýärler.

Öýjük özüniň düzüminde örän köp mukdardaky möhüm birleşmeleri saklaýar. Olara, esasan, beloklar we nuklein kislotalary degişlidir. Sitoplazmada bu birleşmeleriň mukdary suwuň mukdaryndan az bolsa-da, janly bedenleriň gurluşyny we ýerine ýetirýän işini kesgitlemekde möhüm orun eýeleýär.

Beloklar – ýokary gurluşly biopolimerlerdir. Belok molekulasynyň düzümine girýän köp sanly atomlar, onuň ýokary molekulýar agramyny kesgitleýär. Gemoglobin belogynyň agramy 63000-e



deňdir. Öýjügiň sitoplazmasynyň umumy agramynyň 10-20% -ini beloklar düzýär.

Himiki düzümi boýunça beloklar uglerodyň, kislorodyň, wodorodyň we azotyň atomlaryndan emele gelendirler. Belogyň düzüminde azotyň atomlarynyň bolmagy häsiýetli alamatdyr. Sol sebäpli hem beloklar uglewodlardan we ýaglardan tapawutlanýarlar. Bu elementlerden başga-da beloklar kükürdi we fosfory saklaýarlar.

Beloklar özüniň köpdürlülige we düzüminiň çylşyrymlylygy bilen tapawutlanýarlar. Bedendäki beloklaryň ýerine ýetirýän işleri birmenzeş dälidir.

Ýönekeý beloklara **proteinler** degişli bolup, olaryň wajyplary albuminler, globulinler we proteinoidlerdir. Çylşyrymly beloklara proteinleriň belok däl häsiýetli maddalar bilen birleşmeleri degişlidir. Olara proteinleriň nuklein kislotalary bilen birleşmesi **nukleoproteinler**, ýaglar bilen birleşmesi **lipoproteinler**, uglewodlar bilen birleşmesi **glukoproteinler** degişlidir. Gemoglobini düzümine demir girýän çylşyrymly belokdyr.

2.7. Sitoplazma we öýjük organoidleri

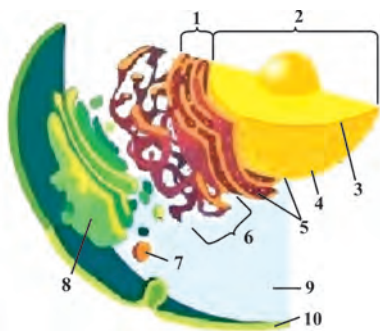
Sitoplazmanyň we öýjük organoidleriniň gurluşy elektron mikroskopynyň kömegi bilen öwrenildi. Soňky wagtlarda sitologlara täze **stereoskan mikroskopy** öýjügiň gurluşyny has oňat öwrenmekde kömek edýär. **Stereoskan** görülyän öýjügi 5-20 mün esse ulaldyp görkezmek bilen, öýjügiň içine has çuňňur aralaşmaga mümkinçilik berýär (15-nji surat).

Öýjük organellalary. (16-njy surat) Stereoskan mikroskopynyň kömegi bilen **endoplazmatik retikulumyň** kanalyklarynyň diwarynda ýerleşýän, belogyň biosintezinde esasy işi ýerine ýetiriji bolan **ribosoma** oňat gözegçilik etmek bolýar.



15-nji surat. Stereoskan 360





16-njy surat.

Sitoplazma we onuň organoidleri

- 1 – ýylmanak endoplazmatik tor;
2 – ýadro; 3 – ýadro gabygy;
4 – ýadronyň deşijekleri; 5 – ribosomalar;
6 – бүдүр-сүдүр endoplazmatik tor; 7 – lizosoma; 8 – Goljiniň toplumu; 9 – sitoplazma; 10 – öýjük membranasy.

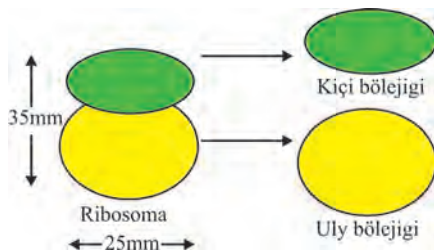
getik stansiýasy» bolan **mitohondriýalar** ýerleşýär. Mitohondriýalary 1894-nji ýylda nemes alymy **Rihard Altman** (1852-1901) açdy. 1897-nji ýylda nemes alymy **Karl Benda** (1857-1933) **mitohondriýalar** diýip atlandyrdy. Mitohondriýalarda DNK, RNK we okislenme-gaýtarma

hadysasyny amala aşyrýan **fermentler** ulgamy ýüze çykaryldy. Mitohondriýalarda energiýa baý bolan maddalar sintezlenilýär. Mitohondriýalarda okislenme netijesinde ýaşaýyş işjeňligi üçin möhüm

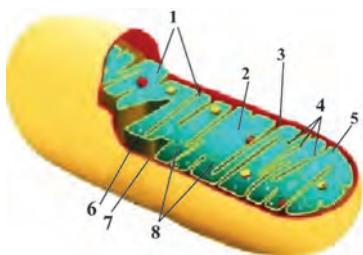
Ribosomanyň diametri bary-ýogy 25-35 nm-e deňdir. Ribosoma ähli haýwan öýjüklerinde duş gelýär.

Her bir ribosoma ululy-kiçili iki sany bölejikden durýar. Ribosomanyň kiçi bölejigi r-RNK-nyň bir molekulasyndan we 20-30 sany dürli belok molekulasyndan durandyr. Ribosomanyň uly bölejigi RNK-nyň iki molekulasyndan (biri – örän kelte, ikinjisi–örän uzyn) we 30-40 sany dürli belok molekulasyndan durandyr (17-nji surat).

Sitoplazmada öýjügiň «ener-



17-nji surar. Ribosomanyň gurluşy



18-nji surat.

Mitohondriýanyň gurluşy

- 1 – molekulýar ATF-sintetaza;
2 – matriksi; 3 – membranalaryň aralygyndaky giňişlikler; 4 – kristler; 5 – ribosomalar; 6 – daşky ýylmanak membrana; 7 – içki бүдүр-сүдүр membrana; 8 – DNK molekulasy

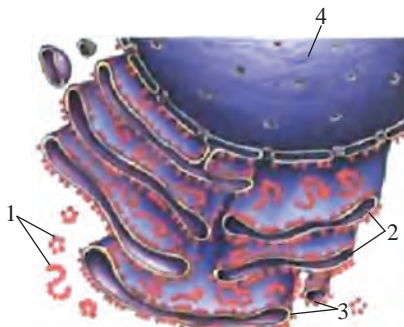
bolan ähli hadysalara we şonuň bilen birlikde belogyň we nuklein kislotalarynyň sintezi üçin hökmany gerek bolan energiýa bölünip çykýar (*18-nji surat*).

Mitochondriýalardaky adenzintrifosfor kislotasyndaky (ATF) we beýleki fosfor birleşmelerindäki energiýa baý bolan **makroergiki** himiki baglanyşykda toplanýan energiýa (40 *kj*), dem alyş hadysasynda boşaýar.

Mitochondriýalar öýjükdäki iň uly *organelladyr*. Onuň uzynlygy 0,5-den 0,7 *mkm* töweregi, galyňlygy 0,2-2 *mkm*-e golaý bolýar. Mitochondriýalaryň ölçegi öýjügiň fiziologiki işjeňligine bagly bolup durýar. Mitochondriýalaryň öýjükdäki sany 1-den 100 000-e çenli bolýar. Mitochondriýalar replikasiýa (öz-özünden ikilenmek) hadysasyna ukyplydyr. Ol galyňlygy 20 *nm*-e çenli bolan iki sany (daşy – ýylmanak, içi–büdür-südür) membrana bilen örtülendir. Mitochondriýalaryň içinde (içki membrananyň gasynlaryndan) **kristler** (latynça *crista*–kürek) bolup, ol bu organellanyň içki göwrümini ulaldýar. Mitochondriýalaryň içinde **matriks** bolup, ol öz düzüminde organiki däl maddalaryň ionlaryny, uglewodlary, beloklary, DNK-ny, RNK-ny, ribosomalary we beýleki düzümleri saklaýar. Şonuň üçin mitochondriýalar özi üçin beloklary sintezlemäge ukyplydyr.

Sitoplazmada ösümlik we haýwan öýjüklerine mahsus bolan **endoplazmatik tor** ýerleşýär. Endoplazmatik toruň gurluşy elektron mikroskopynyň üsti bilen öwrenildi. Ol birnäçe şahajyklardan, boşluklardan duran tory emele getirýär (*19-njy surat*).

Onuň kanalyjyklarynyň we boşluklaryň diwarlarynyň membrana gurluşy bolýar. Endoplazmatik torda organiki maddalaryň: **ýylmanak görnüşinde** uglewodlaryň we lipidleriň sintezi, şeýle hem ähli öýjükleriň membranalary emele gelýär, **büdür-südür görnüşinde**



19-njy surat. Endoplazmatik toruň gurluşy

- 1 – sitoplazmadaky erkin ribosomalar;
- 2 – boşluklar; 3 – endoplazmatik toruň membranasyna berkleşen ribosomalar;
- 4 – ýadro.

bolsa beloklaryň biosin-tezi amala aşyrylýar we öýjükden daşary çykaryl-mak üçin Goljiniň toplu-myna geçirilýär.

Goljiniň toplumy membrana gurluşy bolmak bilen, olaryň uýy dürli düw-mejikleri, ýasy boşluklary emele getirýärler. Bu orga-

nella 1898-nji ýylda italýan alymy **Kamillo Golji** (1844-1926) tarapyndan açylýar we alymyň hatyrasyna onuň ady dakylýar. Goljiniň toplu-my ähli eukariotik öýjüklere mahsusdyr (20-nji sur.).

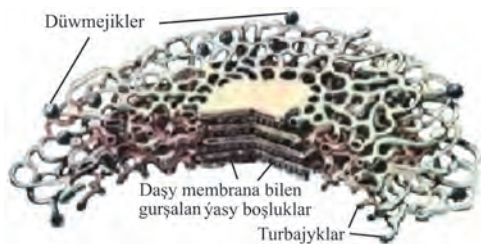
Endoplazmatik torda sintezlenilen maddalar Goljiniň toplumynda gaýtadan işlenilip, öýjügiň özüniň ýaşaýyş işjeňliginde peýdalanylýar ýa-da beýleki öýjüklere iberilýär. Goljiniň toplumynyň özi hem poli-saharidleri we lipidleri sintezlemäge ukyplydyr. Lizosomalaryň emele gelmegi hem Goljiniň toplumynyň işjeňligi esasynda bolup geçýär (21-nji surat).



21-nji surat. Goljiniň toplumyndan lizosomalaryň emele gelşi

lary, uglewodlary, ýaglary we nuklein kislotalaryny eredip bilýän gidrolitik fermenti saklaýar. Şonuň üçin hem ol öýjügiň iýmit siňdirmişine gatnaşýar. Şeýle hem lizosomalar özündäki gidrolitik fermentiň kömegi bilen gartaşan, ölen, şikesli öýjükleriň organoidleriniň membranalaryny we beýleki gaýry maddalary eredýär we dargadýar. Lizosomalara öýjügiň sanitarlary hem diýilýär.

Plastidler. Ösümlikleriň ýaşyl böleklerinde **hloroplastlar** ýerleşýärler. Hloroplastlar dürli şekillerde bolmak bilen, örän köp sanly

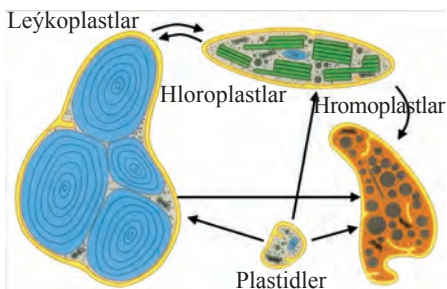


20-nji surat. Goljiniň toplumynyň elektron mikroskopda görnüşi

(bir hloroplastda 60-a çenli) plastinkalar bolup, olar **hlorofillerden** durandygyny elektron mikroskopda oňat görmek bolýar (ol grek sözi bolup, **hloros** – ýaşyl, **filon** – ýaprak diýmegi aňladýar (22-nji surat).

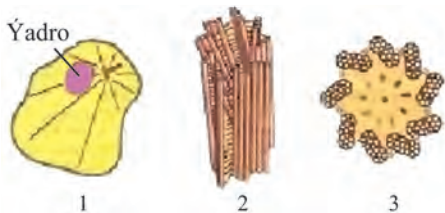
Hlorofil düzüminde Mg – magniý saklamak bilen, himiki düzümi boýunça gemoglobiniň Fe – demir saklaýan beloksyz bölegi **gemo** bilen meňzeşdir.

Hlorofil – adamyň we aetrob ýaşayan organizmler üçin zerur bolan kislorody emele getirýän, fotosintez hadysasyny amala aşyran pigmentdir. Bularyň ölçegleri (4-6 mkm) deň bolmak bilen, DNK-ny saklaýanlygy, öýjügiň içinde hereket etmäge we replikasiya (ikilenmeklige) ukyplylygy, iki membrana gurluşynyň bolmagy bilen mitohondriya meňzeş bolýar.



22-nji surat. Plastidler

Öýjük merkezi. Ähli haýwan öýjüklerinde we käbir ösümlik öýjüklerinde bolmak bilen, ol öýjük bölünýän döwründe öýjügiň düzüm böleklerini deň ikä bölmekligi üpjün edýär (23-nji surat).



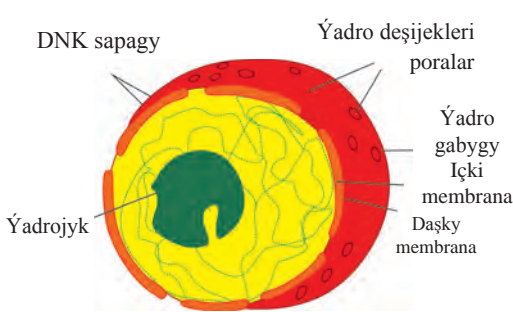
23-nji surat. Öýjük merkeziniň gurluşy

1-öýjügiň ýadrosy we öýjük merkezi;
2-sentriollaryň gurluşy; 3-sentriolyň kese kesiminiň gurluşy.

Öýjük merkezi ýokary gurluşly ösümlik öýjüklerinde bolmaýar. Öýjük merkezi sentriollardan ybaratdyr. Sentriollar üç-üçden düzülen mikroturbajyklaryň (23-nji 2,3 surat) 9 sany dessejiginden durandyr. Öýjük bölünýän mahalyndaky

ahromatin ýumagynyň sapajyklary sentriollardan emele gelýär. Sentriollar öýjük bölünmäge taýýarlyk görýän döwründe (sintez döwründe) ikilenmeklige ukyplydyr.

2.8. Öýjük ýadrosy



24-nji surat. Ýadronyň gurluşy

olary özünde gaýtadan işleýär we sitoplazma geçirýär. Neslegeçijilikde öýjük ýadrosynyň ähmiýeti örän uludyr. Ýadro öýjügiň ýaşayyş işjeňligini kadalaşdyrýar we öýjügiň şikes ýeten ýerlerini gaýtadan dikeldýär (24-nji surat).

Eger-de emeli usulda öýjügiň ýadrosy bölünip aýrylsa – **enukleasiýa**, RNK-nyň biosinteziniň geçmeýänligi we belok çalşygynyň togtaýanlygynyň netijesinde iru-giç öýjük ölýär.

Öýjük ýadrosynyň köpüsi öýjügiň merkezinde ýerleşýär, öýjükleriň birnäçesiniň ýadrosy dürli ýerlerde ýerleşendir. Öýjügiň ýadrosy sitoplazma bilen gurşalyp alnandyr. Sitoplazmasy örän az bolan öýjükler hem mälimdir, mysal üçin, spermatozoidleriň kelle bölüminiň köp bölegini ýadro tutýar, şeýle-de bolsa onuň daşyny ýukajyk sitoplazma örtüp durýar.

Öýjük ýadrosynyň daşky görnüşi örän köpdürlüdür. Ýadro, köplenç, şar, ýumurtga şekilinde, süýri, taýajyk görnüşde bolýar. Ýadronyň daşky görnüşi, köplenç, öýjügiň daşky görnüşine meňzeş bolýar. Birnäçe öýjükleriň daşky görnüşi örän çylşyrymly bolsa-da olaryň (nerw öýjükleriniň) ýadrolary şar şekilindedir.

Ýadronyň esasy düzümi bölegini çylşyrymly belokly birleşmeler bolan, **nukleoproteidler** - ýadronyň beloklary düzýärler.

Öýjük ýadrosy (latynça – **nukleus**, grekçe bolsa – **karion** – diýmegi aňladýar) 1831-nji ýylda şotlandiýaly alym **Robert Broun** tarapyndan öýjük ýadrosy açylypdyr. Öýjük ýadrosy örän çylşyrymly işleri ýerine ýetirýär. Ol özünde köp maglumatlary saklamak bilen,

Ýadronyň ölçegi hem dürli ululyklarda bolýar. Bagryň öýjükleriniň ýadrosy öýjügiň bedeniniň 10%-ini, galkan görnüşli maziň öýjükleriniň ýadrosy öýjügiň bedeniniň 50%-ini tutýar. Ýadronyň ululygy we formasy öýjügiň işjeňlik ýagdaýyna we mitoz bölünişiň dürli döwürlerinde üýtgap durýar.

Düzgün boýunça köp öýjüklerde bir ýadro bolýar, ýöne bu sanyň üýtgemegine hem gözegçilik edilipdir. Infuzoriýalarda iki dürli ýadro bolýar. Uly wegetatiw ýadro **makronukleus** we kiçi generatiw ýadro – **mikronukleus** diýlip atlandyrylýar. Makronukleus poliploid hromosoma toplumyny saklaýar. Infuzoriýalarda bir sany makronukleus bolýar, mikronukleusyň sany bolsa dürli bolup biler. Mysal üçin, adamyň ýogyn içegesinde mugthorlyk edýän balantidiýada (**Balantidium coli**) bir sany, beýleki infuzoriýalarda bolsa iki ýa-da ondan hem köp mikronukleuslar bolýarlar. Adamyň iýmit siňdiriş ulgamynda mugthorlyk edýän lýambliýada (**Lambliia intestinalis**) we dientamýobada (**Dientamoeba fragilis**) iki ýadroly bolup (iki ýadro hem şol bir işi ýerine ýetirýär).

Ýadronyň esasy düzüm bölegi **hromatin** (grekçe hroma – reňk) bolup durýar. Hromatin ýadronyň ýörite reňkleri bilen reňklenen, DNK-nyň molekulasyňy saklaýar, özi hem karioplazmada (nukleoplazma ýa-da ýadro şiresi) ýerleşýär.

Ýadro bir ýa-da birnäçe ýadrojykdan (**kariosom** ýa-da **nukleol**) durandyr (24-nji surat). Ýadrojygyň ululygy 1-5 mkm-e deňdir. Onuň düzümine **fibriller**, **granulalar**, **RNK** girýär. Interfaza döwründe ýadrojyk oňat görünýär, öýjük bölünýän döwründe ol ýitip gidýär, bölünişiň soňunda ol täzeden ýüze çykýar.

Interfaza döwründäki ýadronyň hromatini elektron mikroskopda seredilende spirallaşan (işilen) köp sanly uzyn we inçe sapajyklar-dan emele gelen ýogyn tanap görnüşindedir. Öýjük bölünmezden ön hromatinden **W. Gofmeýster** tarapyndan açylan **hromosoma** diýlip atlandyrylýan, ýörite bedenjikler emele gelýär. Hromatiniň iki görnüşi – **euhromatin** we **geterohromatin** tapawutlandyrylýar. Euhromatiniň ýadrosy oňat reňklenmeýär. Geterohromatin bolsa öýjük bölünýän döwründe owadan reňklenýär. Häzirki wagtda flýuoresentli usulyň

kömegi bilen geterohromatiniň biri-birinden yşyklanyşy boýunça güýçli tapawutlanýan görnüşleri ýüze çykaryldy. Hromosomada eu-hromatiniň we geterohromatiniň bölekleriniň gezekleşip ýerleşýändigini drozofila miwe siňejiginiň liçinkasynyň we beýleki birnäçe ikiganatlylaryň tüýkülik mäsinden alnan äpet hromosomada oňat görünýär (108-nji sahypa 74-nji surata seret).

Hromosomanyň geterohromatin bölegi işjeň däl, geterohromatinlerde transkripsiýa hadysasy geçmeýär. Geterohromatinler DNK sapagynyň hromosomanyň spirallaşmagynyň ýa-da onuň bolmazlygynyň derejesine gözegçilik edýär, RNK bolsa transkripsiýa ukyply däl.

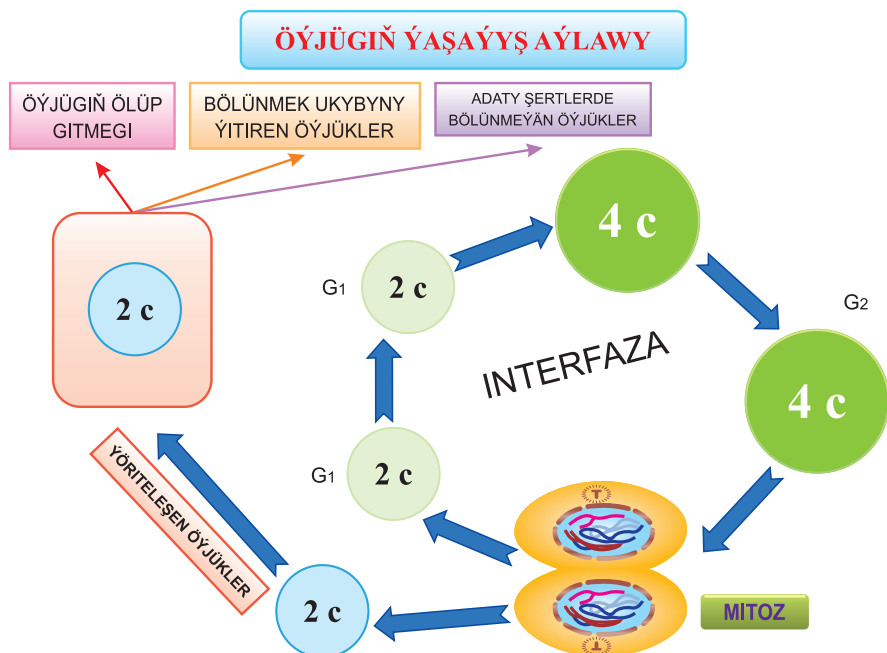
2.9. Mitotiki döwür. Öýjügiň bölünishi – mitoz

Janly bedenler köpelmek arkaly nesil alamatlaryny geljekki nesillere geçirýärler. Onuň esasy bolsa öýjügiň bölünmegi arkaly amala aşyrylýar.

Enelik öýjükler özüniň ýaşaýşynyň dowamynda bölünmek arkaly emele gelýärler, olaryň indiki bölünýän döwrüne çenli ýa-da ölýänçä aralykdaky döwrüne *öýjügiň ýaşaýş aýlawy* diýilýär.

Beden öýjükleriň we ýetişmedik jyns öýjükleriniň esasy, adaty bölünüş usuly bolan *mitoz* (grekçeden – *mitoc* – sapak) ýa-da *kariokinez* (grekçeden – *karion*-ýadro, *kinezic*-hereket) bölünishi arkaly bölünýärler. Bölünmekligiň bu usulyňy nemes gistology **W. Flemming** (1843–1905) açypdyr. Şeýle hem mitozyň netijesinde ýadronyň maddalarynyň takyk bölünýändigini nemes alymy **A. Weýsman** (1834–1914) takyklypdyr. A. Weýsmanyň belläp geçişine görä, nesil alamatlarynyň ýaş öýjükleriň arasynda takyk bölünmeginde ýadronyň ýerine ýetirýän işi örän uludyr. Onuň üçin bolsa, enelik öýjügiň ähli hromosomalarynyň birmeňzeş iki bölege bölünmegi bolup geçýär. Şonda ilki bilen her bir hromosoma deň ikä, ýagny *hromatide* bölünýär. Mitoz – bu öýjügiň ýaşaýş öwrülişiginiň bir bölegidir (25-nji surat).





Iki bölünişiň arasynda **interfaza** ýa-da **interkinez** (latynça **-inter-** aralyk) diýip at berilýär. Interfazada, ýagny öýjük bölünmäge taýýarlyk görýän döwründe – öýjügiň bölünmegi üçin zerur bolan maddalaryň sintezi bolup geçýär.

Interfaza üç sany döwürden

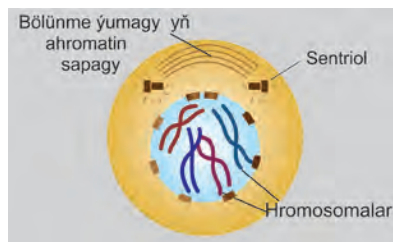
1. Ilki bilen bölüniş tamamlanan badyna **sinteze çenli döwür G_1** (ji bir) başlanýar. Bu döwürde öýjük diňe bir ösüp ulalmaýarda, özüniň daşky keşbini dikeldýär, energiýa baý bolan maddalary aminokislotlary, nukleotidleri, fermentleri toplaýar. Şeýle hem bu döwürde ol özüniň genetiki gurluşyny iklendirmeklige taýýarlyk görýär. Öýjügiň her bir hromosomasy bir sany iki sapakly DNK-nyň molekulasyndan durandyr (25-nji surat).

2. Sintez döwri S – bu döwürde genetiki gurluşyň iklenmekligi, ýagny DNK-nyň molekulasyňyň reduplikasiýasy bolup geçýär. Şol bir

wagtyň özünde bolsa beloklaryň we RNK-nyň sintezi güýçli geçýär, şeýle hem bu döwürde sentriollaryň mukdary iki esse köpeliýär (25-nji surat).

3. Sintezden soňky döwür G_2 – bu döwürde RNK-nyň sintezi dowam edýär, hromosomalar indi iki sany hromatidden durýar, olaryň hersi hem bir sany iki sapakly DNK molekulasyndan durandyr. Öýjük indiki bölünmeklik üçin energiýa toplaýar we oňa taýýarlyk görýär. Hromosomalar biri - biriniň daşyna işilýär we sentrosoma dartylyp iki bölege bölünýär. Şondan soňra mitoz bölünişiniň döwürleri başlanýar.

Mitoz. Mitoz bölünişi profaza, metafaza, anafaza, telofaza döwürlere bölünip öwrenilýär (28-nji surat).



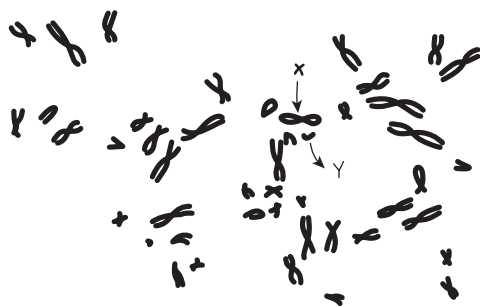
26-njy surat. Profaza döwründäki öýjük

1. Profaza – bölünýän öýjügiň öýjük merkezi dürli garşylykly taraplara (polýuslara) aýrylyşýarlar. Sentrosomalaryň arasynda belok sapagyndan emele gelen bölünme ýumagynyň sapagy (**ahromatin sapagy**) emele gelýär (26-njy surat).

Profaza wagtynda hromosomalar gysgalýar, ýognaýar we ýagtylyk mikroskopynda görünýär.

Ýadrojyk we ýadro gabygy dargaýar we ýitip gidýär, karioplazma bilen sitoplazma garyşýar.

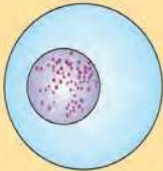
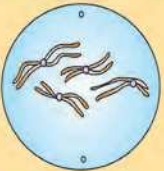



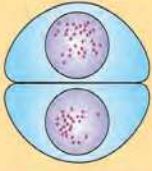
2. Metafaza – bu döwürde hromosomalar ekwator giňişligi boýunça bir tekizlikde ýerleşip, metafaza plastinkasy (eger bu döwürde öýjügiň polýuslaryndan hromosomalara seredenimizde) aýratyn oňat görünýär (27-nji surat).



27-nji surat. Erkek adamyň metafaza plastinkasy

Bölünme ýumagynyň sapaklary doly emele gelip gutarýar. Indi olaryň iki görnüşini tapawutlandyryp bolýar.

Olaryň birinjisi öýjük merkezleriniň arasyny birleşdirip durýar, ikinjisi bolsa (olaryň sany hromosomalara bagly bolup durýar) onuň bir ujy sentrosoma, beýleki ujy bolsa hromosomanyň sentromerine birleşendir. Bu ýerde sentrosomanyň hem dartylmak arkaly ikä bölünýändigini görmek bolýar. Metafazanyň ahyrynda hromosomalaryň sentromerleriniň ýerleşýän ýerinden dürli taraplara dargap başlaýar (28-nji surat).

INTERFAZA	PROFAZA	METAFAZA
 <p>DNK-a molekulasyňyň reduplikasiýasy-ikilenmekligi, sentriollaryň sanyňyň ikiesse artmaklygy-2n-4e bolup geçýär. Mitoz bölünisi üçin gerek bolan beloklar we RNK-a sintezlenilýär.</p>	 <p>Iki hromatidden duran (2n-4e) hromosom emele gelýär. Hromosomlar gysgalýarlar we emele gelýär. Hromosomlar gysgalýarlar we ýygnaýarlar. Yadrogabygy ereýär. Sitoplazma bilen karioplazma goshulýar. Yadrojyklar ýitýärler.</p>	 <p>Bölünme ýumagynyň ahromatin sapaklary emele gelýär. Sapaklar dürli polýuslaryň arasynda dartyladýr. Ikinjisi hromosomalaryň sentromeralary bilen baglansandyr. Hromosomlar ekwator tekizligde ýerleşýär. Metafaza plastinkasy emele gelýär. Hromosomlar iki hromatidden durandyr.</p>
 <p>Ahromatin sapaklarynyň gysgalmagy netijesinde hromatidleriň her biri dürli ýadronyň garyşyklyk polýuslaryň çekilýärler. Hromosomlar indi bir hromatidden durandyrlar.</p>	 <p>Bölünme ýumagynyň ahromatin sapaklary ýitýär. Hromosomlaryň isimleri çöşenýärler. Yadrojyklar, ýadro gabygy emele gelip, iki sany täze ýaş ýadro emele gelýär.</p>	 <p>Sitoplazmanyň bölünmekligi netijesinde öýjügiň düzüm bölekleriniň organoidleriniň täze öýjüklere arasynda paýlanmaklygy bolup geçýär we öýjükläriň membranasy emele gelýär.</p>
ANAFAZA	TELOFAZA	ÖYJÜGIŇ BÖLÜNIŞI-SITOKINEZ

28-nji surat. Mitoz we onuň döwürleri

3. Anafaza – hromosomalaryň dargap başlamagy bilen bu döwür başlanýar we bölünme ýumagynyň sapaklarynyň gysgalmagy netijesinde ýaş hromosomalaryň hromatidleri dürli polýuslara aýrylyşýarlar. Indi olar bir hromatidden durandyrlar.

4. Telofaza – bu döwürde hromosomalaryň işiminiň çöşlenýändigini sebäpli, inçelýärler we uzalýarlar. Ýadrojyk we ýadro gabygy emele gelýär. Ýaş öýjükleri biri-birinden bölünip aýyryan membrana emele gelýär, öýjügiň düzüm bölekleri täze öýjükleriň arasynda deň ikä bölünýär (28-nji surat).

Kähalatlarda sitotomiya (öýjügiň sitoplazmasynyň bölünmegi) bolup geçmezden; DNK molekulasyňyň birnäçe sapar reduplikasiýasy bolup geçýär. Bu hadysa **endomitoz** diýilýär we poliploid öýjükleriň emele gelmeginiň esasy çeşmesidir, munda öýjügiň hromosoma toplumy birnäçe esse köpeliýär. Mysal, bagyr öýjüklerinde onlarça we yüzlerce ýadro bolýar.

Mitozyň dowamlylygy, köplenç, bir minutdan uzaga çekmeýär. Ýöne hiç haçan ýarym sagatdan geçmeýär.

Organizmleriň fiziki taýdan ösüşini öýjügiň kadaly bölünüşini üpjün edýär. Uly adamyň bedenini düzýän örän köp mukdardaky (10^{18}) öýjükleriň emele gelmegi üçin ortaça hasap bilen öýjügiň yzygider 50 gezek bölünmegi ýeterlikdir.

2.10. Hromosomanyň gurluşy we sany

Bir we köp öýjükli bedenleriň hemişelik hromosoma toplumy mitoz bölünüşiniň esasynda mydamalyk saklanýar. Eukariotik öýjükleriniň kadaly beden öýjükleriniň hromosoma toplumy **diploid – $2n$ (jübüt)** sanly bolýar. Diňe ýetişen jyns öýjüklerinde hromosoma toplumy **gaploid – $1n$ (täk)** sanly bolýarlar (5-nji tablisa).

5-nji tablisa

Ösümlükleriň we haýwanlaryň öýjüklerindäki hromosoma toplumy

Görnüşler	Diploid hromosoma toplumy $2n$	Gaploid hromosoma toplumy n
Adam	46	23
Şimpanze	48	24
Pişik	38	19
Goýun	54	27



5-nji tablisanyň dowamy

1	2	3
Sygyr	60	30
It	78	39
Gidra	12	6
Gurbaga	24	12
Teňňe balyk	28	14
Derýa leňňeji	116	58
Deňizde ýaşayan bir öýjükli radiolýasiýa	1600	800
Drozofila miwe siňejiginde	8	4
Kepderi	80	40
Tarakan (saçakçy)	48	24
Öý siňegi	12	6
Sosna agajy	12	6
Ysmanak	12	6
Gowaça	26-52	13-26
Bugdaý	14-42	7-21
Tut agajy	308	154
Günebakar	20	10
Ýer tudanasy	56	28

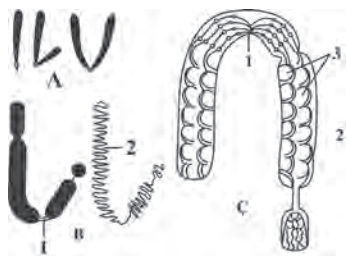
Adamyň we şimpanzeniň gaploid hromosoma toplumlary deňeşdirilende adamda 22 sany, şimpanzede bolsa 23 sany autosom – jynsy däl hromosoma bolýar, emma olaryň tapawudy şimpanzede 2-nji hromosomanyň iki sany bolmagyndan ybaratdyr (29-njy surat).



29-njy surat. Adamyň we şimpanzeniň gaploid hromosoma toplumlarynyň deňeşdirilişi



Käbir öýjükler ikiden – diploid – $2n$ hem köp hromosoma toplumyny saklaýar. Şeýle öýjüklere **poliploid** hromosoma toplumly öýjükler diýilýär ($3n$, $4n$, $5n$ we başg.).



30-njy surat. Hromosomanyň gurluşy

A – hromosomalaryň görnüşleri.

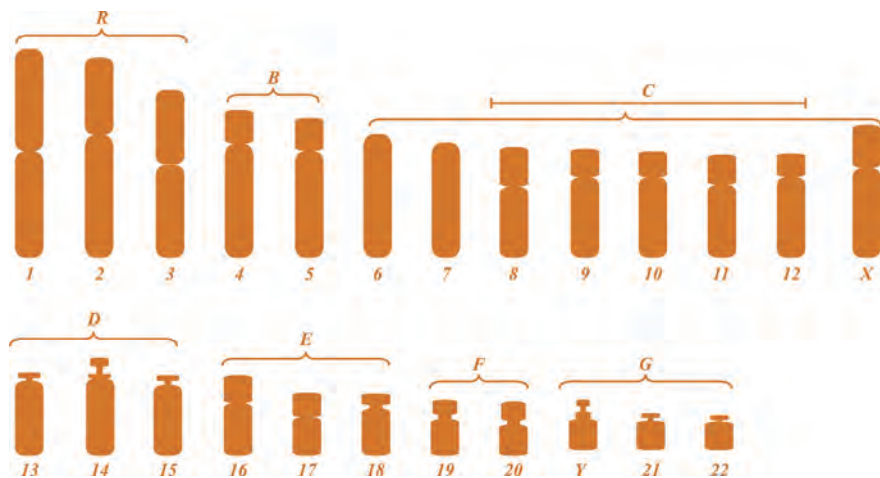
B, Ç – hromosomanyň gurluşy.

1 – sentromer; 2 – DNK-nyň sapagyň spiraly; 3 – hromatidler.

Hromosomal **hromatid** diýlip atlandyrylýan iki sany bölekden durýar. Olaryň her biri düzüminde inçe sapaklary – **hromonemalary** – (grekçe–nema–sapak) saklaýar (30-njy surat). Olar **dezoksiribonukleoproteidlerden** (DNP) durup, öz düzüminde 40% DNK we 60% belok saklaýar. Hromatidler bir-birine kiçijik bedenjikler bolan, **sentromerler** arkaly birleşendir.

Neslegeçijilik birligi bolan **genleri** saklaýan hromosomalaryň toplumyna **genom** diýilýär. Prokariotik öýjükleriniň genomlary eukariotik öýjükleriňkiden

DNK molekulasyňy az saklaýandygy bilen we genleriň işjeňliginiň sazlanýşynyň sadalygy bilen tapawutlanýarlar. Prokariotik öýjükler, mysal üçin, içege taýajygy – genler barybir gaploid halka şekilindäki



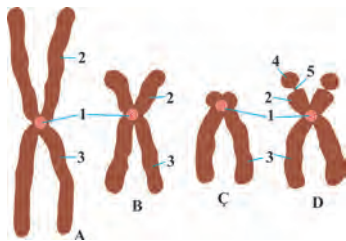
31-nji surat. Adamyň gaploid hromosoma toplumy

1 – 22 – autosomlar-jynsy däl hromosomalary; X we Y – atilosomal-geterohromosomalary-jyns hromosomalary. Latyn harplary bilen hromosomalaryň toparlary belgilenen.

DNK sapagynda ýerleşendir, ol bolsa adamyň gaploid hromosoma toplumyndaky DNK-dan münherçe esse azdyr (31-nji surat).

Hromosomalaryň gurluşyna mitoz bölünişiniň metafazasynda oňat gözegçilik etmek bolýar.

Meňzeş jübüt hromosomalarda sentromerleriň kesgitli ölçegi we ýerleşiş yzygiderligi bardyr. Sentromerleriň ýerleşýän ýerlerine we hromosomanyň eginjiginiň uzynlygynyň kesgitlenişine görä, hromosomalaryň şu aşakdaky ýaly görnüşleri bolýar (32-nji surat).



32-nji surat. Hromosomalaryň görnüşleri

A – metasentrik; B – submetasentrik;
 Ç – akrosentrik; D – hemraly hromosoma;
 1 – sentromer-ilkinji bogun; 2 – hromosomanyň kiçi eginjigi; 3 – hromosomanyň uly eginjigi; 4 – hemra-satellit;
 5 – ikilenji bogun.

1. Metasentrik – sentromerler hromosomanyň merkezinde ýerleşmek bilen, onuň iki eginjiginiň hem ululygy deň bolýar.

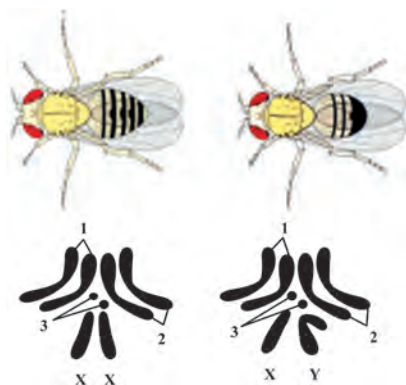
2. Submetasentrik – sentromerler hromosomanyň ilgençekli uçlaryna ýakyn ýerleşmek bilen, onuň eginjikleriniň biri uzyn, beýlekisi bolsa kelte bolýar.

3. Akrosentrik – sentromerler sapak şekilli hromosomanyň ujunda ýerleşmek bilen, olar bir eginlije ýaly bolup görünýär.

Sentromeriň ýerleşýän ýeri hromosomanyň ilkinji inçelýän ýeri diýlip atlandyrylýar. Ikilenji inçelen ýeri bolan hromosomalar hem gabat gelyärler. Eger ikilenji inçelen ýeri çuň we uzyn bolsa, onda ikilenji inçelen ýer bilen bölünen bölege **hemra (sputnik)** ýa-da **satellit** diýilýär.

Drozofil miwe siňeginde 8 sany hromosoma $2n$ bolup, olaryň iki jübüti **metasentrik** görnüşli, bir jübüti bolsa kiçijek şar şekilindedir, jynsy X – hromosomasy bolsa **submetasentrik** görnüşli, Y – hromosomasy bolsa **akrosentrik** görnüşde bolýar (33-nji surat).

6-njy tablisada adamyň hromosomalarynyň kadaly ýerleşşi we 34-nji suratda bolsa kadaly kardiogrammasy görkezilendir.



33-nji surat. Drozofil miwe siňejigi we onuň kariotipi

♀ – urkaçysy; ♂ – erkegi;

1-2-3 – autosomlar-jynsy däl hromosomalar;
(1-2 – metasentrik; 3 – şar şekilli);

XX we XY – geterohromosomalar-jynsy hromosomalar;

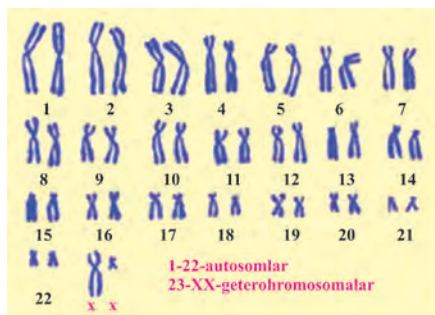
X – submetasentrik; Y – akrosentrik.

Dürli täsirleriň netijesinde hromosomalaryň sany we formasy üýtgäp bilýär. Meselem, ýokary ýa-da pes temperaturalaryň täsiri netijesinde hromosomalar gysgalyp ýa-da uzalyp bilýärler. Ionlaşdyryjy şöhlelendirmegiň netijesinde hromosomalaryň aýry böleklere dargamagyna we olaryň toplumdan bölünip aýrylmazlygyna getirip biler.

6-njy tablisa

Adamyň kadaly hromosoma toplumy

Topary	Ölçeği we görnüşi	Tertip belgisi	Diploid hromosoma toplumyndaky sany
A	Uly metasentrik we submetasentrik	1-3-nji	6
B	Uly submetasentrik	4-5-nji	4
C	Ortaça submetasentrik	6-12-nji, X	Erkeklerde – 15 Aýallarda – 16
D	Ortaça akrosentrik	13-15-nji	6
E	Kiçi metasentrik	16-18-nji	6
F	Örän kiçi metasentrik	19-20-nji	4
G	Kiçi akrosentrik	21-22-nji, Y	Erkeklerde – 5 Aýallarda - 4



A **B**
34-nji surat. Adamyň hromosoma toplumy (kariotipi)

A – aýalyňky; B – erkegiňki; sanlar bilen hromosomalaryň klassifikasiýada kabul edilen tertibi, harplar bilen bolsa toparlary görkezilen.

Genetikanyň bir ugry bolan **sitogenetika** hromosomalaryň gurluşynyň aýratynlyklaryny, olaryň sanyny we olaryň kariotiplerini öwrenýär. Kariotipe mitoz bölünişiniň metafazasynda (metafaza plastinkasynda) oňat gözegçilik etmek bolýar, onda hromosomalar bir tekizlikde ýerleşýärler (*52-nji sahypadaky 27-nji surat*).

Adamyň öýjügiň hromosomalarynyň sanynyň köplügi we metafazada seýrek bolmadyk ýagdaýda bir hromosoma beýlekiniň üstünde ýerleşýändigini sebäpli, onuň kariotipini öwrenmek kyn düşýär.

Sitogenetik derňewleriň häzirki zaman usullary nesle geçýän, dogabitdi keselleri – şöhleleriň täsirleri netijesinde hromosomalaryň düzüminiň we sanynyň üýtgemeginde ýüze çykýan keselleri önünden anyklamaga mümkinçilik berýär. Hromosomalaryň sanyny kesgitlemekde dürli görnüşdäki öýjükler ulanylyp bilner. Mysal üçin, deri öýjükleri, süňk öýjükleri, gan öýjükleri – leýkositler ulanylyp bilner.

Az mukdardaky gany alyp, ony bir hepdeň dowamynda sowadyjyda saklamaly ýa-da ýöriteleşdirilen barlaghanalara ugratmaly.

Eritrositi sentrifugada ýa-da 10%-li želatin ergininiň kömegi bilen çökdürmek ýoly arkaly leýkositi bölüp alýarlar. Leýkositi arassa gapda, ýöriteleşdirilen gurşawda dokuma mikroorganizmleri bilen garyşdyrýarlar. Onuň arasyna limfositleriň ösüşini sazlaýan noýbadan alnan, ösümlikden gelip çykyşly bolan ýörite belok – **fitogemagglutinin** goşýarlar. Soňra, olary ýöriteleşdirilen gapda garyp, 37°C



35-nji surat.

Güýzlük kolhisin (*Colchicum autumnale* L.)

temperaturada 3 gün saklaýarlar. Mikroorganizmde birnäçe öýjükler bölünip başlaýar. Berkitmäge 60 minut galanda öýjüğe alkolloidiň gowşak ergini bolan **kolhisini** (güllü ösümlik bolan güýzlük kolhisin *Colchicum autumnale* L.) goşýarlar (35-nji surat).

Ol mitozyň anafazasynda ahromatin sapagyny dargadýar we şeýle ýagdaýda bölüniş saklanýar. Ergindäki kolhisini hromosomalar çişýänçä birnäçe minutlap gipotoniki erginde saklaýarlar, dürli osmos basyşynyň netijesinde öýjük we hromosomalar çişýär, soňra ony berkitmeli. Öýjügi arassa predmet aýnalygynda

ýerleşdirýärler we **Romanowskiý-Gimzenii** ýa-da **Felgenii** usulynyda reňkleýärler.

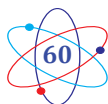
Reňklenen mikroorganizmi örtüji aýna bilen örtüp, onuň suratyny alýarlar. Suraty ulaldyp, ähli hromosomalary seresaplyk bilen kesip alýarlar we gurluşyna hem-de ululygyna göre tertipli ýerleşdirip san goýýarlar we toparlara bölüp latyn harplary bilen belgiläp, **kariogrammany** taýýarlaýarlar.

2.11. Hromosomanyň ýerine ýetirýän işi

Hromosomanyň genetiki we fiziologiki işjeňligi diňe interfaza döwründäki ýadronyň hromosomalarynyň spirallaşmagynyň bozulmagyna bagly bolup durýar. Bu aýratyn hem gije kebeleginiň **hironomusyň** liçinkasynyň tüýkülik mäsinden alnan äpet hromosomada aýratyn bir ýeri çiş emele getirip, ol örän işjeň bolýar.

Diňe öýjük bölünmeklige taýýarlyk görýän döwründe – interfazada – hromosomalar DNK-nyň molekulalaryny ikilendirýär, (**reduplikasiýa** ýa-da **replikasiýa**), şeýle hem RNK molekulalaryny emele getirýärler (transkripsiýa).

Her bir aýratyn DNK-nyň molekulalarynyň reduplikasiýasy (ikilenme-gi) bir ýa-da birnäçe minutyň dowamynda bolup geçýär. Adamyň we ýokary gurluşly haýwanlaryň hemme hromosomalarynyň



DNK-nyň molekulasyňyň doly sintezlenmegi üçin 6 sagat wagt gerek bolýar, sebäbi hromosomalaryň dürli bölekleriniň reduplikasiýasy deň geçmeýär. Aýallaryň geterohromo-somasynyň X – hromosomalarynyň birinde ikilenmeklik haýal geçýär.

Hromosomalaryň ýerine ýetirýän işlerini käbir mikroorganizmlerde öwrenmeklik oňaýlydyr. Meselem, içege taýajygynyň bakteriýasy (*Escherichia coli*), onuň ýeke hromosomasy bolup, uzynlygy 1200 nm bolan bir sany halka şekilindäki DNK-nyň molekulasyndan durandyr. Bu hromosomanyň ikilenmegi bir böleginde başlanýar, halka bolup aýlanyp başlaýan ýerinde **30 minutdan** tamamlanýar. İçege taýajygynyň bakteriýasy reduplikasiýanyň bir birligini saklaýar, oňa **replikon** diýilýär. Bakteriýalaryň genofory – hromosomasy ähli prokariotlaryňky ýaly diňe bir replikondan ybaratdyr. Eukariotik öýjükleriň her bir hromosomasy ýüzlerçe we münlerçe replikondan durandyr.

Adamyň leýkositiniň replikonynyň uzynlygy, takmynan, 48 mkm - -den durýar, onuň replikasiýasynyň tizligi 0,5 mkm/minuta deňdir. Ýokary gurluşly haýwanlaryň replikonynyň replikasiýasynyň tizligini derňemeklik gurluşynyň çylşyrymly bolanlygy sebäpli kyn bolýar, ähmiýeti bolsa bakteriýalaryňkyça ýokdur.

Metodiki öwrülişiň G_2 döwrüne geçilende diňe birinji jübüt hromosomasy (adamyň iň iri hromosomasynyň uzynlygy 10 mkm), işilende keltelip we ýognanda 16 sm uzynlykdaky DNK sapagyny özünde saklaýar. Öýjügiň bölünýän döwründe hromosomalar genetiki işjeň däldirler. Olar geljekki bölünjek ýaş öýjüklere genetiki maglumatlary takyk bölmegi üpjün etjek gural bolup hyzmat edýärler.

2.12. Ýetişen jyns öýjükleriniň bölünişi – meýoz

Ýetişen jyns öýjüklerinde düzgün bolşy ýaly **täk** – **gaploid** hromosoma toplumy bolýar. Eger jyns öýjüginde jübüt – diploid hromosoma toplumy bolsa, onda täze nesilde **tetraploid** ($2n+2n=4n$), indiki nesilde bolsa $4n+4n=8n$ **oktoploid** hromosoma toplumy bolardy. Kada bolşy ýaly ene-atanyň hromosoma toplumy onuň neslinde hem saklanmalydyr, ýagny ol mydalmalydyr. Bu nähili ýagdaýda amala aşyrylýar?



Meýoz – (grekçe – *meiosis* – azalmak) – ýadronyň bölünmeginiň jynsly köpelişe mahsus bolan usulydyr. Meýoz bölünişiniň esasy aýratynlygy hem, onuň netijesinde hromosomalaryň toplumdaky **sanynyň iki esse azalmagydyr (reduksiýasydyr)** we onuň diploid hromosoma toplumdan gaploid hromosoma topluma geçmegidir. Meýozda hromosomalaryň sanynyň azalmagy, interfaza döwrüni geçmezden, yzygiderli çalt iki gezek bölünmegi netijesinde amala aşyrylýar. Olaryň birinjisinde – **geterotip** bölüniş has çylşyrymly bolup, hromosomalaryň sanynyň reduksiýasy – azalmagy bolup geçýär. Ikinjisi bolsa **gomeotip** bölüniş bolup, ol edil mitoza meňzeşdir.

I meýoz – geterotip bölüniş:

Birinji bölüniş profazasy mitozyň profazasyndan tapawutlanýar. Ol 5 sany döwürden durandyr. 1) **leptonema** (latynça «*inçe sapaklar*»); 2) **zigonema** (sapaklaryň birleşmegi); 3) **pahinema** (ýogyn sapaklar); 4) **diplonema** (ikileýin sapaklar); 5) **diakinez** (öňe, uzak aralyga tarap hereket).

Meýozyň **geterotip** bölünişi – profaza I, metafaza I, anafaza I, telofaza I döwürlerden durýar. **Gomeotip** bölünişiniň döwürleri profaza II, metafaza II, anafaza II, telofaza II-den durandyr.

Profaza I mitozyň profazasyndan tapawutlylykda örän uzaga çekmek bilen, ýadronyň düzüm bölekleriniň çylşyrymly özgermesi bolup geçýär (37-nji surat).

1. Leptonema ýa-da inçe sapaklaryň döwri.

Ýadroda diploid (2n) toplumly hromosomalar inçeden uzyn sapak görnüşinde bolýarlar.

2. Zigonema ýa-da konýugata döwri (sapaklaryň birleşmegi).

Bu döwürde gomologik hromosomalar jübüt-jübütünden golaýlaşýar, ikileýin sapak emele getirip, meňzeş ýerleri bilen birleşýär.

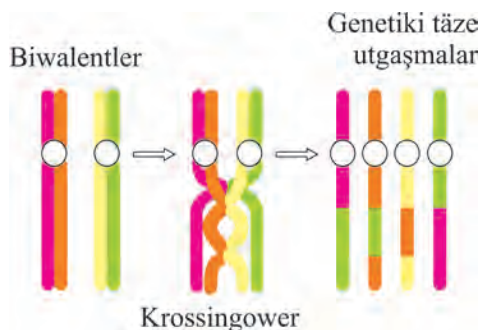
3. Pahinema ýa-da ýogyn sapaklaryň döwri.

Bu döwürde gomologik hromosomalar jübütleşip berk goşulyşýarlar we olaryň ikidigi bu döwürde bildirmeýär. Şonuň üçin oňa **biwalentler** diýlip atlandyrylýar. Bu döwürde her bir konýugasiýa geçen hromosomalar iki hromatidden durandyr, **biwalentler** bolsa dört hromatidden durýarlar.



Pahinema döwründe ýadrojyk oňat görünýär, kesgitli hromosomalardan ikilenji inçelme ýerleri bilen birleşendirler (36-njy surat).

4. *Diplonema ýa-da ikileýin sapaklaryň döwri*



36-njy surat. Krossingower

Bu döwürde her gomologik jübütde hromatidleriň iki jübütini tapawutlandyryp bolýar. Her bir gomologik jübüt dört sany hromatid-den durýar. Bu döwürde hromosomalaryň biri-biriniň daşyndan aýlanmagy, olaryň atanaklaşmagy ýa-da hromatidleriň meňzeş böleklerini çalyşmagy-**krossingower** hadysasy bolup geçmegi

bilen hromosomalarda genleriň täzedan utgaşmagy (kombinasiýasy) bolup geçýär (36-njy surat).

5. *Diakinez – profazanyň tamamlanýan döwri*

Bu döwürde hromosomalar bir-biri bilen işilýär, ýadro gabygy dargaýar, ýadrojyk ýitýär we meýozynyň ikinji fazasy bolan metafaza I başlanýar.

I metafaza - (mitozynyň metafazasyna meňzeş bolýar) bu döwürde hromosomalar ekwatorial tekizlikde ýerleşýärler we ýadro plastinkasyny emele getirýärler (52-nji sahypadaky 27-nji sur. ser.). Bölünme ýumagynyň ahromatin sapaklary emele gelýär. Munda biwalentler 4 sany hromatidden durandyr.

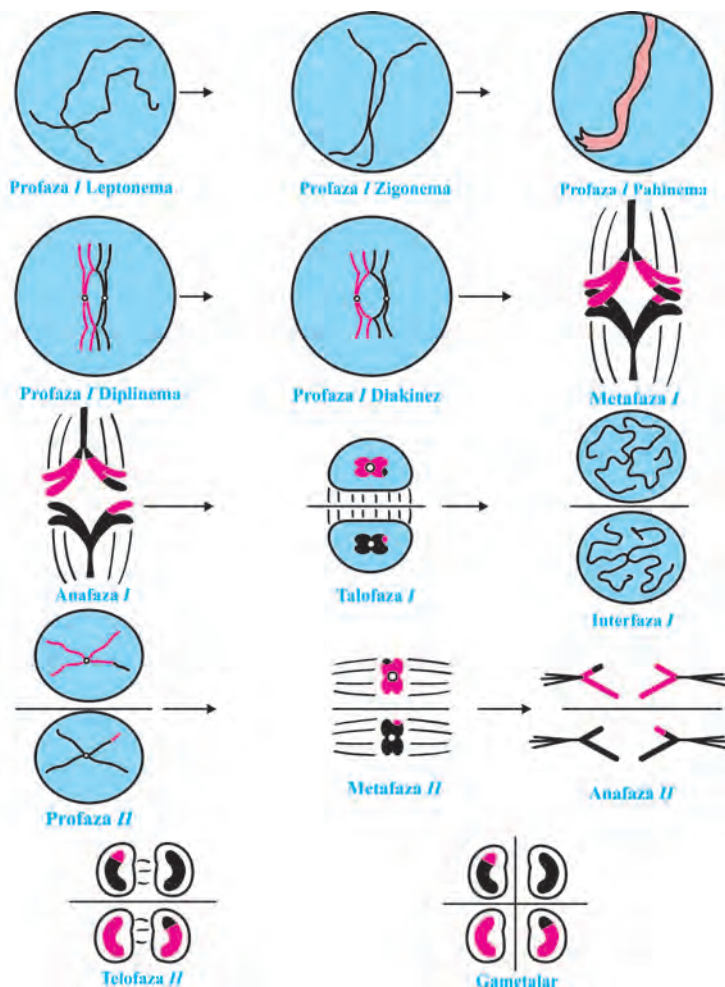
I anafaza – bu hem mitozynyň anafazasyna meňzeş bolýar. Ýöne mitozda dürli polýuslara dargan hromosomalar bir hromatidden, meýozda bolsa iki hromatidden durandyr.

I telofaza – hromosomalaryň sanynyň azalmagy bolup geçenligi sebäpli, her polýusda hromosomalaryň sanynyň ýarysy bolýar, ýagny hromosomalaryň diploid toplumyndan 2 sany gaploid toplum emele gelýär. Bu ýerde hromosomalar iki sany hromatidlere bölünen ýagdaýda bolýar (38-nji surat).

II meýoz – gomeotip bölüniş:

Bu bölüniş profaza II bilen başlanýar, soňra metafaza başlanýar, olar mitoz bölünişiniň fazalaryna meňzeşdirler. Munda hromosomalar hromatidlere dargaýarlar we anafaza II döwürde dürli polýuslara çekilýärler. 2 sany polýuslaryň her birinde hromosomalaryň gaploid – täk sany ýerleşýär.

II telofazada – 4 sany gaploid hromosoma toplumly ýadro emele gelýär we olaryň daşynda barda emele gelýär.


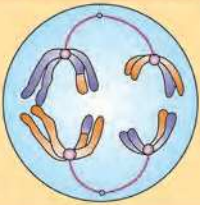
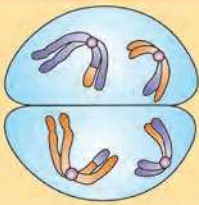
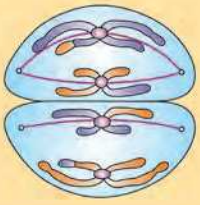
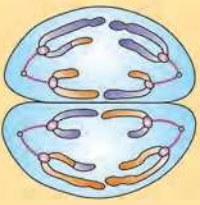
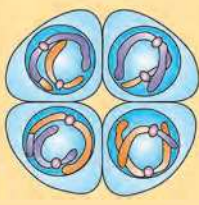


37-nji surat. Meýoz we onuň döwürleri

Şeýlelikde, meýozyň yzygiderli iki gezek bölünmegi netijesinde: **Birinjiden** – hromosomalaryň sanynyň iki esse azalmagy bolup geçýär.

Ikinjiden – täze emele gelen ýaş öýjüklerde hromosoma toplumynyň genleriniň dürli utgaşmalarynyň (kombinasiýasynyň) bolmagy, nesle geçýän üýtgeýjiligiň ýokarlanmagyna mümkinçilik döredýär.

Hromosoma jübütleriniň mümkin bolan kombinasiýa derejesi 2-ä deňdir. Ol **n** bilen belgilenýär. **n**-e derek gaploid hromosoma toplumynyň sanyny ýazmaly. *Drozofila* miwe siňejiginiň diploid hromosoma toplumu 8-e deň. Gaploid hromosoma toplumu 4-e deň bolýar. Onda $2^4=16$ görnüşli utgaşmany emele getirip bilýär. Meýoz netijesinde adamyň hromosomalarynyň kombinasiýasy (utgaşmasy) 2^{23} -derejä deň bolýar. Ol bolsa 16.772.216 utgaşma deňdir.

<p>PROFAZA I</p>  <p>Gomologik hromosomalar jübütleşip, biwalerntleri emele getirýärler. Biwalerntler dört sany chromatiddan durandyr. Hromosomalar atanaklaşýarlar. Hromatidleriň gomologik bölekleri biri-biri bilen çalsyp, krossingower hadysasy bolup geçýär.</p>	<p>METAFAZA I - ANAFAZA I</p>  <p>Hromosomalar ekwator tekizlikde ýerleşýürler. Metafaza plastinkasy emele gelýär. Bölünme ýumagyňyň ahromatin sapaklary emele gelýär. Ahromatin sapaklarynyň gysgalmagy netijesinde iki chromatiddan duran hromosomalar dürli polýuslara ýerleşýär.</p>	<p>TELOFAZA I</p>  <p>Sitoplazmanyň bölünmekligi netijesinde iki sany ýaş öýjük emele gelýär. Diploid hromosoma toplumdan iki sany gaploid hromosoma toplumy emele gelip, olardaky hromosomalar 2 sany chromatide bölünen ýagdaýda bolýar (1n 2c)</p>
<p>PROFAZA II - METAFAZA II</p>  <p>Emele gelen täze ýaş öýjükleriň ikisdäki hromosomalar ekwator tekizliginde ýerleşýärler.</p>	<p>ANAFAZA II</p>  <p>Bölünme ýumagyňyň ahromatin sapaklarynyň gysgalmagy netijesinde bir chromatiddan duran hromosomalar garsylykly polýuslara çekilýärler.</p>	<p>TELOFAZA II</p>  <p>Täze ýadro gabyklary emele gelýär. Sitoplazmanyň bölünmekligi netijesinde dört sany gaploid hromosoma toplumu (1n 1c) öýjük emele gelýär.</p>

38-nji surat. Meýoz

Ondan daşary hem meýozyň profaza I diplonema wagtyndaky krossingower we mutasiýalar üýtgeýjiligiň mümkinçiliklerini artdyrýar.

Soraglar

1. Prokariotik we eukariotik öýjükler nähili tapawutlanýar?
2. Beden öýjükleri bilen jyns öýjükleri nähili tapawutlanýar?
3. Öýjügiň gurluşy. Ösümlik we haýwan öýjükleriniň gurluşyndaky tapawutlar haýsylar?.
4. Öýjük membranasynyň gurluşy nähili?
5. Öýjük membranasynyň ähmiýeti.
6. Sitoplazmanyň gurluşy nähili?
7. Öýjügiň haýsy böleginde belok emele gelýär? Ol organoidiň gurluşy nähili?
8. Öýjügiň haýsy böleginde ATF sintezlenilýär? Ol organoidiň gurluşy nähili?
9. Lizosomalar we onuň ähmiýeti nähili?
10. Endoplazmatik torlaryň gurluşy we sintezdäki ähmiýeti.
11. Goljiniň toplumynyň gurluşy we ýerine ýetirýän işi.
12. Öýjük ýadrosy we onuň ähmiýeti.
13. E nukleasiýa hadysasy näme?
14. Hloroplastlaryň gurluşy nähili?
15. Ýadrojygyň neslegeçijilik alamatlaryny geçirmekdäki ähmiýeti.
16. Infuzoriýalarda ýadronyň nähili görnüşleri bolýar?
17. Hromatin näme?
18. Hromonema näme?
19. Euhromatin bilen geterohromatin nähili tapawutlanýar?
20. Mitoz we onuň fazalary.
21. Mitozyň biologiki ähmiýeti.
22. Hromosomalaryň nähili görnüşleri bolýar?
23. Hromosomanyň nähili gurluşy bar?
24. Diploid hromosoma toplumy näme?
25. Gaploid hromosoma toplumy näme?
26. Hromosomalar sentromerleriniň ýerleşýän ýerine görä nähili toparlara bölünýär?
27. Metasentrik hromosomalaryň nähili gurluşy bolýar?
28. Submetosentrik hromosomalaryň nähili gurluşy bolýar?
29. Akrosentrik hromosomalaryň nähili gurluşy bolýar?
30. Poliploid hromosoma toplumy nähili bolýar?
31. Dürli bedenlerde diploid hromosoma toplumy birmeňzeş bolup bilermi?
32. Drozofila miwe siňejiginiň diploid hromosoma toplumynda hromosomalaryň haýsy görnüşleri bolýar?
33. Kariotip näme?
34. Adamyň kadaly hromosoma toplumy haýsy toparlara bölünýär?

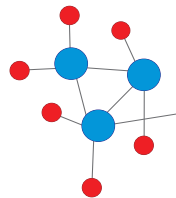


35. Adamyň kadaly hromosoma toplumynyň haýsy toparynda erkeklerde 15, aýallarda 16 sany hromosoma saklaýar?
36. Adamyň kadaly hromosoma toplumynyň haýsy toparynda erkeklerde 5, aýallarda 4 sany hromosoma saklanýar?
37. Jyns öýjükleri bölünişiň haýsy görnüşi boýunça bölünýär?
38. Meýoz bölünişi nähili bolup geçýär?
39. Meýoza näme üçin reduksion bölüniş diýilýär?
40. Geterotip bölüniş nähili bolup geçýär?
41. Profaza I haýsy döwürlere bölünýär?
42. Leptonema ýa-da inçe sapaklaryň döwründe nähili üýtgeşmeler bolup geçýär?
43. Zigonema ýa-da konýugata döwründe nähili üýtgeşmeler bolup geçýär?
44. Pahinema ýa-da ýogyn sapaklaryň döwründe nähili üýtgeşmeler bolup geçýär?
45. Diplonema ýa-da ikileýin sapaklaryň döwründe nähili üýtgeşmeler bolup geçýär?
46. Diakinez – profazanyň tamamlanýan döwründe nähili üýtgeşmeler bolup geçýär?
47. Gomeotip bölüniş nähili bolup geçýär?
48. Meýozyň biologiki ähmiýeti nähili?



III BAP

JYNSLY KÖPELIŞIŇ ESASY HÄSIÝETLERI



Neslegeçijiligiň biologik esasy özüne mahsus bolan organizmi emele getirmekden, döretmekden ybaratdyr, muňa başgaça **biologiki köpeliş** diýilýär. Bu alamat – häsiýet ähli organizmlere mahsus bolmak bilen, ýaşaýşyň esasy häsiýeti bolup durýar.

Köpeliş diňe şol bir berlen görnüşüň alamatlaryny nesilden-nesle geçirip saklamak bilen çäklenmän, onuň köp görnüşlilikini ýüze çykarmak bilen, ewolýusiýa üçin mümkinçilik döredýär.

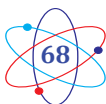
Ewolýusiýa hadysasynda köpelişiň birnäçe usullary ýüze çykyp, nesilden-nesle geçip gelipdir. Organizmler esasy iki usulda: **jynssyz** we **jynsly** köpeliş arkaly köpelýärler.

Jynssyz köpeliş ösümlikler dünýäsinde giňden ýaýrandyr, köp öýjükli organizmleriň arasynda, oňurgasyz haýwanlaryň birnäçe klaslarynda duşmak bolýar. Jynssyz köpelişde diňe enelik organizm gatnaşmak bilen, onuň uly ýa-da kiçi bölegi bölünip aýrylýar, bölünip aýrylan öýjük hromosomalaryň diploid toplumyny saklaýar, şol böljikden bolsa şol görnüşüň täze wekili (osoby) ösüp ýetişýär. Jynssyz köpeliş haýwanlarda **böölünmek** we **pyntyklamak arkaly**, ösümliklerde bolsa **wegetatiw** we **sporalar arkaly** bolup geçýär.

Ösümlikleriň we haýwanlaryň jynsly köpelişi enelik we atalyk jyns öýjükleriniň gatnaşmagynda bolup geçýär. Dürli görnüşdäki organizmlerde jynsly köpelişiň birnäçesi: **izogamiýa** (ýönekeýjelerde); **anizogamiýa** (infuzoriýalarda); **geterogamiýa** (suwotularyň käbir görnüşlerinde); **oogamiýa** (köp öýjükli haýwanlarda, pes derejeli ösümlikleriň birnäçesinde, ýokary derejeli ösümliklerde) duş gelýär.

Köp öýjükli haýwanlarda jyns öýjükleri - gametalar – **jyns mäszerinde**, **tohumlykda** we **ýumurtgalykda** emele gelýärler.

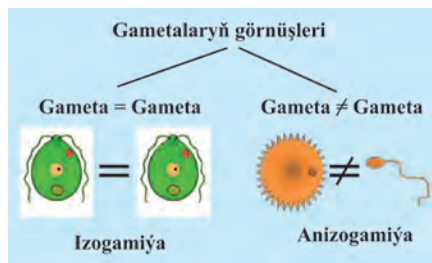
Jyns öýjükleriniň ösüş döwründe mitoz bölüniş, ýetişýän döwründe bolsa meýoz bölüniş bolup geçýär. Şonuň netijesinde **ýetişen jyns öýjükleri täk** – **gaploid hromosoma toplumly** bolýarlar.



3.1. Ýönekeý jandarlarda jynsly köpeliş.

Ýönekeýjelerde jynsly köpeliş örän köp görnüşlidir. Olarda jynsly köpelişin esasy iki görnüşi giňden ýaýrandyr.

Izogamiýa – (grekçe *isos* - meňzeş, *gamos* nika) köpelişe gatnaşýan jyns öýjükleri bir-birine daşky gurluşy boýunça – morfologiki taýdan tapawutlanmaýar, ululygy deňdir we meňzeş bolýarlar. Olara biri-birinden biohimiki we fiziologiki taýdan tapawutlanýan gametalar degişlidir (39-njy surat).



39-njy surat. Gametalaryň görnüşleri

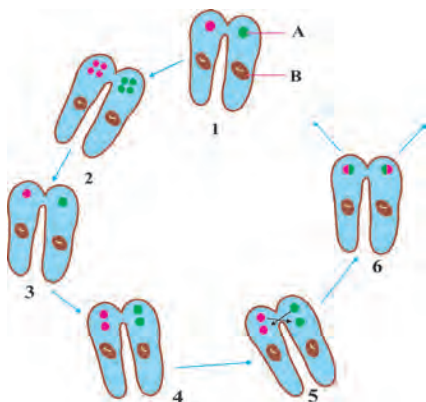
Anizogamiýa – (grekçe *ani-* *isos* – deň bolmadyk, *gamos* nika) köpelişe gatnaşýan jyns öýjükleriniň biri örän uly – (**makrogameta**) beýlekisi bolsa kiçi – (**mikrogameta**) bolýarlar (39-njy surat).

Köp öýjüklilerde bolşy ýaly, bir öýjüklilerde hem jynsly hadysa çylşyrymly ýa-da çylşyrymlyrak meýozyň bolup geçmegi bilen baglanyşyklydyr.

Bir öýjüklilerde bu hadysa **endomeýoz** – görnüşinde bolup geçýär, onda öýjügiň soňky bölünişi (**sitotomiýa**) bolup geçmezden gaploid hromosoma toplumly ýadro emele gelýär.

Tohumlanmaklyk – **kopulýasiýa** ýoly bilen, ýagny jyns öýjükleriniň birleşmegi arkaly bolup geçýär (mysal üçin, gyzyrma çybynynda) ýa-da **konýugasiýa** ýoly bilen, ýagny (diňe bir öýjüklilerde gabat gelýär) jyns öýjükleri öz aralarynda wagtlaýyn jebisleşýärler we şol döwürde nesle geçiş maglumatlarynyň çalyşmagy bolup geçýär (40-njy surat).

Infuzoriýalaryň konýugasiýasyna seredeliň, infuzoriýalarda iki görnüşli ýadro bolup, uly ýadro – *vegetativ*, *poliploid* – **makronukleus**, kiçi ýadro – *generativ*, *diploid* – **mikronukleus** bir ýa-da birnäçe sany bolýar. Iki konýugatyň aralygynda generativ ýadrolaryň – mikronukleusyň bir böleginiň çalyşygy bolup geçýär (konýugatlaryň sitoplazmasy garyşmaýar). Mikronukleus böleklerini çalyşmazdan



40-njy surat. Infuzoriýanyň konýugasiýasy

A – mikronukleus; B – makronukleus:

- 1 – konýugasiýa geçýän her bir infuzoriýada bir sany diploid toplumly mikronukleus; 2 – endomeýoz her bir infuzoriýada dört sany mikronukleusyň emele gelmegine getirýär; 3 – dört sany mikronukleusyň üçüsi dargaýar; 4 – galan bir sany mikronukleus endomitoz ýoly bilen ika bölünýär; 5 – mikronukleuslaryň çalşylmagy; 6 – gaploid mikronukleuslar goşulysyp diploide öwrülýär.

öňürti, onda endomeýoz bolup geçýär. Şonuň netijesinde gaploid mikronukleuslar emele gelýär. Olaryň biri «enelik» ýadro bolup, öňki ýerinde galýar, beýlekisi bolsa «atalyk» ýadro bolup goňşy öýjügiň bedenine geçýär. Konýugasiýa tamamlanandan soňra, iki öýjük biri-birinden aýrylyşýar, enelik we atalyk gaploid mikronukleus birleşip, bir sany diploid mikronukleusy emele getirýär.

Bakteriýalarda jynsly köpelişiň açylmagy genetikanyň ösmeginde ähmiýetli döwür boldy. Atalyk hromosomanyň bölegini enelik öýjüge bermegi netijesinde, ol ýerde genetiki täzeden utgaşmalar bolup geçýär.

Bakteriýalaryň jyns tapawutlaryny *F* faktoryň kömegi bilen ýüze çykarýarlar.

Bakteriýalaryň öýjükleri eukariotik öýjüklerden tapawutlylykda gaploid hromosoma toplumlydyrlar, şonuň üçin bakteriýalarda reduksion bölüniş bolup geçmeýär. Şeýle öýjük jyns öýjükleriniň häsiýetli aýratynlyklaryny oňat ýüze çykarýanlygy genetikanyň ösmeginde uly ähmiýetli boldy. Bakteriýalar örän çalt köpelyändigigi sebäpli, olarda genetiki barlaglary geçirmäge mümkinçilik döreýär. Mysal üçin, bir sany süýt turşadyjy bakteriýa 2 gije-gündiziň dowamynda **50 mlrd** nesil öndürýär. Amatly şertler bolanda birnäçe gije-gündiziň dowamyn-da tutuş Ýeriň üst ýüzüni örtüp bilýär. Mergi (holeranyň) wibriony erkin köpelyär, ol bir günň dowamynda **1 kwadrillion 600 trillion** nesil berip, onuň agramy **100 tonna** çenli ýetýär.



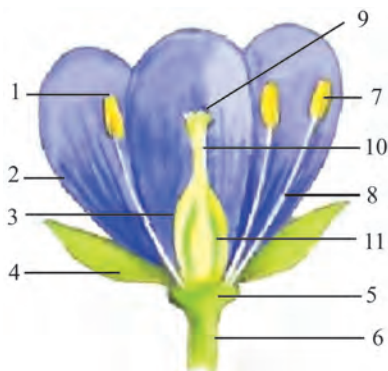
Geterogamiya (grekçe *getero* dürli, *gamos nika*) köpelişe gatnaşýan jyns öýjükleri – enelik uly, atalyk bolsa kiçi bolýar. Olar daşky keşbi boýunça hem tapawutlanýarlar. Jyns öýjükleriniň ikisi hem hereket edýär (suwotularyň käbir görnüşlerinde gabat gelýär).

3.2. Ýokary derejeli gülli ösümlüklerde jynsly köpeliş

Oogamiya (grekçe *oon* ýumurtga, *gamos nika*) köpelişe gatnaşýan jyns öýjükleri ululygy, daşky keşbi we hereketi bilen biri-birinden tapawutlanýar. Ýumurtga öýjügi uly we hereketsiz, spermatozoid bolsa kiçi we hereket edip bilýär.

Ýokary derejeli ýapyk tohumly gülli ösümlüklerde ýöriteleşen jynsly köpeliş organy bolup **gül** hyzmat edýär. Gül – ýaşyl reňkli okara ýapragyndan (4), dürli reňklerdeki gül täjiniň ýapragyndan (2), sary reňkli tyçinkadan (1) we miwelikden (3) durandyr. Okara ýapragyna we gül täjiniň ýapragyna **gülýany** (4,2) diýilýär (41-nji surat).

Bularyň jyns organlary tyçinkalar (1) we miweliklerdir (3). Her bir tyçinka tyçinka sapajygyndan (8) we tozanlykdan (7) durandyr. Tyçinkada atalyk jyns öýjügi – tozanlyk ýerleşip, onda dänejikleri bişip ýetişýär. Gül miweliginiň tumşujagy (9), sütünjigi (10) we düwünçegi (11) bolýar. Miwelik enelik jyns öýjügi bolmak bilen, miweligiň aşaky giňelýän böleginde – düwünçeginiň içinde **tohum pyn-tygy** ýerleşýär, olarda bolsa **ýumurtga** saklanýar. Jyns öýjükleri ýetişenlerinden soňra, olarda meýoz bölünişi bolup geçýär we öýjükler gaploid hromosoma toplumly bolýar (42-nji surat).

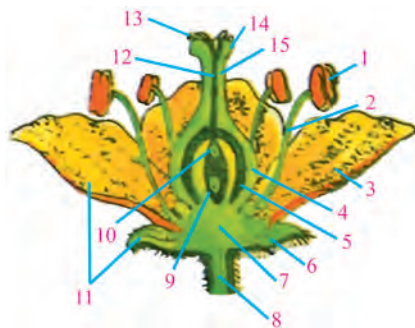


41-nji surat. Gülüň gurluşy

- 1 – tyçinka; 2 – gül täjiniň ýapragy;
- 3 – miwelik; 4 – okara ýapragy;
- 5 – gül ýatagy; 6 – gül sapagy;
- 7 – tozanlyk; 8 – tyçinkanyň sapajygy;
- 9 – miweligiň tumşujagy; 10 – miweligiň sütüni; 11 – düwünçek.



42-nji surat. Gülüň jyns öýjükleri



43-nji surat. Gülde tohumlanmanyň geçişi

- 1 – tozanlyk; 2 – tyçinkanyň sapajygy;
- 3 – gül täjiniň ýapragy; 4 – miwelik;
- 5 – düwünçek; 6 – okara ýapragy;
- 7 – gül ýatagy; 8 – gül sapagy;
- 9 – tohum pyntygynyň ýadrosy;
- 10 – tozanjygyň ýadrosy; 11 – gülýany;
- 12 – tozan turbajygy; 13 – gögeren tozanjyk;
- 14 – miweligiň tumşujagy;
- 15 – miweligiň sütünjigi.

gi dürli wagtda ýetişýär. Olaryň käbir gülünde tyçinkalar ýetişseler, miwelikleri ýetişmeýär, beýleki gülde miweleri ýetişse, tyçinkalary ýetişmeýär. Şeýle ýagdaýda şol gülüň tyçinkalarynyň tozanjyklary şol gülüň miweliginiň tumşujagyna düşüp, ony tozanlandyryp bilmeýär. Bular ýaly ýagdaýda ýetişen tyçinkanyň tozanjyklary başga gülüň



44-nji surat. Garşylyklaýyn tozanlanma

ligiň gülüniň miweliginiň tumşujagyna getirilmegidir. Mysal üçin, alma, erik, ülje, alça we başga-da birnäçe ösümlikler degişlidir.

Gülde miwäniň emele gelme-gi üçin, ilki bilen tozanlanýş hadysasy bolup geçmeli. Tyçinkanyň tozanlygy ýetişenden soňra onuň tozan dänejikleri miweligiň tumşujagyna düşmegine **tozanlanmak** diýilýär (43-nji surat).

Ösümlikleriň gülleri dürli ýollar bilen tozanlanýar: mör-möjekleriň we şemalyň kömegi arkaly **garşylyklaýyn tozanlanma**, **öz-özünden tozanlanma** we adam tarapyndan geçirilýän **emeli tozanlanmalar** bolýar.

Garşylyklaýyn tozanlanma

– ösümlikleriň örän köpüsiniň gülüniň tyçinkalary we miweligi ýetişen miweliginiň tumşujagyna düşmeli bolýar. Tozanlanmanyň bu görnüşine **garşylyklaýyn tozanlanma** diýilýär (44-nji surat).

Garşylyklaýyn tozanlanmany mör-möjekleriň we ýeliň kömegi bilen bir ösümligiň gülüniň tozanjyklarynyň başga bir ösüm-



45-nji surat.

Gülleriň mör-möjekler arkaly
tozanlandyrylyşy

gonmaýar. Ýeliň kömegi bilen tozanlanýan ösümlikleriň gülleriniň birnäçelerinde diňe tyçinkalar, beýlekilerinde bolsa diňe miwelikler bolýar. Mysal üçin, mekgejöwen, tut, derek we söwüt ösümlikleri degişlidir.

Öz-özünden tozanlanma – şol bir ösümligiň tyçinkalarynyň tozanjyklary, şol gülüň miweliginiň tumşujagyna düşmelidir, öz-özünden tozanlanma ýapyk gülde, ýagny gunçada bolup geçýär, gül açylanda tozanjyk miweligiň tumşujagyna ýelmeşip durýar. Muňa bugdaý, noýba, nohut, ýer almasy we beýleki medeni hem-de ýabany ösümlikleri degişlidir (46-njy surat).

Benewşe ösümliginiň güli hiç hili açylmaýar, şonuň üçin bu gül hökmany öz-özünden tozanlanmalydyr.

Emeli tozanlandyryma – bu bagbanlar we seleksionerler tarapyndan belli bir maksatlar üçin, täze nusgalary döretmeklik we hasyllylygy ýokarlandyrmak üçin geçirilýär. Emeli tozanlandyrmany geçirmek üçin ilki bilen ýetişen tozan dänejiklerini kagyzdan ýa-da ýörite ýasalan guýguçlara ýygnaýarlar we degişli gülüň

Mör-möjekleriň kömegi bilen tozanlanýan ösümlikleriň, mör-möjekleri özüne çekmek üçin açyk reňkli gülleri, gülleriniň ýakymly ysy we güllerinde şiresi – nektary bolýar (45-nji surat).

Ýeliň kömegi bilen garşylyklaýyn tozanlanýan ösümlikleriň gülleri açyk reňkli bolmaýar, güllerinde şire we ys bolmaýar, şonuň üçin ol ösümlikleriň güllerine mör-möjekler



46-njy surat. Öz-özünden
tozanlanma



47-nji surat.

Emeli tozanlandyrmanyň
geçirilişi

miweliginiň tumşujagyna ýumşajyk çotga bilen ýelmeşdirýärler we ol güle mör-möjekler gelip tozanlandyrmaz ýaly güli hasadan tikilen haltajyk bilen ýapyp goýýarlar (47-nji surat).

3.3. Ýokary gurluşly köp öýjükli haýwanlarda jynsly köpeliş

Köp öýjükli haýwanlaryň aglabasyn-da jyns öýjükleri – gametalar ýöriteleşen jyns mätzlerinde: atalyk jyns mätzlerinde – *tohumlyklarda*, enelik jyns mätzlerinde – *ýumurtgalykda* emele gelýärler.

Tohumlygy saklaýanlar – atalyk jynsa, ýumurtgalygy saklaýanlar – enelik jynsa degişli bolýarlar. Ýöne kähalatlarda şol bir beden tohumlygy we ýumurtgalygy saklaýar, şeýle bedenlere *germafrodit organizmler* diýilýär. Muňa gubkalar, boş içege ýalylardan (gidralar), mugthor ýasy gurçuklardan – (sorujylar, soguljanlar we lenta şekilli gurçuklar), balyklardan (deňiz okuny *Serranus siba* we *Serranus cabrilla*) mysal getirmek bolar. Bularda germafroditlik kadaly, fiziologiki ýagdaý hökmünde bolýar.

Beýleki haýwanlarda, şeýle hem kä halatlarda adamlarda hem *en-dokrin mätzleriniň* işiniň bozulmagy netijesinde ýalan ýa-da genetiki sebäplere görä hakyky germafrotlik (*Hermaphrodites*–rowaýatlarda, *Germesin* we *Afroditanyn* ogly; *hyýaly*, *iki jynsly ynsan*) ýüze çykyar.

Jyns öýjükleriniň emele geliş we ösüş hadysasyna *gametogenez* diýlip atlandyrylýar.

Atalyk jynsyn biologiki belgisi – Marsyn antik hudaýynyň belgisi bolan edermenligiň we urşujylygyň – ♂ galkan we naýzanyň şekili bilen belgilenýär. Enelik jynsy bolsa owadanlygyň we söýginiň hudaýy bolan Weneranyň belgisi bolan ♀ tutawaçly aýnany aňladýar.

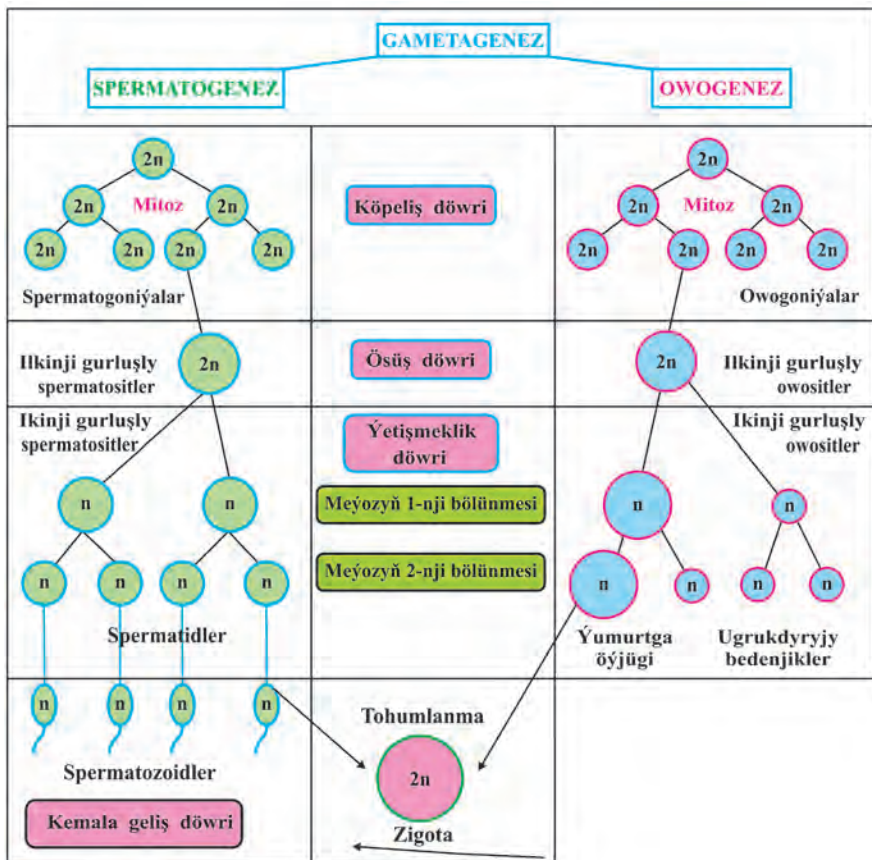
3.4. Adamyň we ýokary gurluşly haýwanlaryň atalyk jyns öýjügiň gurluşy we emele geliş

Adamyň we ýokary gurluşly haýwanlaryň tohumlygy tohum emele getiriji kanallardan durandyr. Her kanalyň özüniň aýratyn çäkleri bolýar. Her çägiň özüne mahsus bolan ösüş döwründäki öýjükler ýerleşýär.



Süýdemdirijilerde tohum emele getiriji kanallaryň ösüşi embrional döwründe başlanýar. Çaga eneden bolandan soňra spermatogeneziň ge- çiş kesilýär. Jynsy taýdan kemala gelenden soňra, ol täzedən dikelýär.

Spermatogenez. Spermatogeneziň 4 sany döwri bolup, **köpeliş, ösüş, ýetismeklik we kemala geliş** döwürleri degişlidir (48-nji surat).



48-nji surat. Gametagenез – jyns öýjükleriniň emele geliş

Köpeliş döwri: Bu döwürde tohumlyk kanalyňyň merkezinden daşda bolup geýýär. Bu döwürdäki öýjükler **spermatogoniýalar** mitoz ýoly bilen güýçli depginde bölünýär. Şonuň netijesinde öýjükleriň

sany köpelyär, göwrümi bolsa kiçelýär. Öýjüklerde $2n$ diploid hromosoma toplumy saklanyp galýar.

Ösüş döwri: Bu döwürdäki öýjükler birinji gurluşly *spermatozitler* ösüp ulalýanlygy sebäpli, spermatogoniýalardan göwrümi uly bolýar. Olara *ilkinji gurluşly spermatozitler* diýilýär.

Ýetismeklik döwri: Bu döwürde tohumlyk kanalynyň merkezine has ýakyn ýerleşýär. Bu döwürdäki öýjükler meýoz usulynda bölünýär. Meýoz I bölünişiniň netijesinde emele gelen öýjüklere *ikinji gurluşly spermatozitler* diýilýär. Soňra ýetismeklik döwriüniň ikinji bölünişi başlanýar, bu döwürde diploid hromosoma toplumly öýjüklerden gaploid hromosoma toplumly öýjükler *spermatidler* emele gelýär. Şeýle ýagdaýda bir sany diploid hromosoma toplumly öýjükden – *ilkinji gurluşly spermatozoidden* dört sany gaploid hromosoma toplumly öýjük – *spermatidler* emele gelýär.

Kemala geliş döwri: Bu döwür diňe spermatogeneze degişli bolmak bilen, spermatidler tohumlyk kanalyna golaýlaşýar we kem-kemden guýruk emele gelmek bilen ol *spermatozoidlere* (*spermalar*) öwrülýär.



49-njy surat. Spermatozoidiň daşky gurluşy

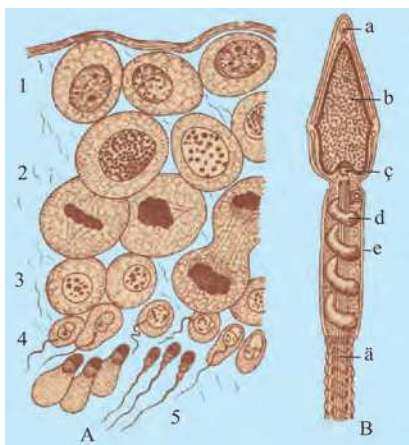
Adamyň we ýokary gurluşly haýwanlaryň spermatozoidleriniň bedeni: *kellejikden, boýunjykdan we guýrujakdan* durandyr (49-njy surat).

Spermatozoidiň esasy *kelle* bölegi bolmak bilen, onda ýadro ýerleşýär, ol ýukajyk sitoplazma gatlagy bilen örtülendir. Sitoplazmatik organella bolan spermatid gurluşyny özgertmek bilen spermatozoidiň dürli böleklerine öwrülýär. Kelläniň öňki bölümi *perforatory* ýa-da *akrosomany* emele getirýär, ol ýumurtga

öýjügiň daşky bardasyny eredýär we sperma bilen ýumurtga öýjügiň birleşmegini üpjün edýär (50-nji surat).

50-nji surat. Süýdemdirijileriň tohumlygynyň tohum kanalynyň bir bölegi we spermatozoidiň gurluşy

- A – tohum kanalynyň bölümi:
 1 – spermatogoniýalar; 2 – ilkinji gurluşly spermatositler; 3 – ikinji gurluşly spermatositler; 4 – spermatidler; 5 – spermatozoidler.
 B – elektron mikroskop boýunça spermatozoidiň gurluşy; a – akrosoma; b – ýadro; ç – sentrosoma; d – mitohondriýa; e – boýunjyk; ä – guýrujak.



Boýun bölümünde sentrosoma we mitohondriýa ýerleşýär. Spermatozoidiň mitohondriýasy tohumlanma mahalynda ýumurtga öýjüğine goşulmaýar. Ol diňe atalyk jyns öýjügininiň hereketini üpjün edýär. Mitohondriýa boýunjygyň daşyna oralan görnüşinde bolýar.

Spermatozoidiň ýumurtga şekilli kellesiniň ini 1,5-2 *mkm*, guýrugynyň uzynlygy bolsa 60 *mkm*-e deňdir (49-njy surat).

Atalyk hromosomalaryň iki görnüşü bolup, olaryň biri:

Y – hromosomany göterip atalyk jynsy, beýlekisi bolsa?

X – hromosomany göterip enelik jynsy emele getirýärler we olar haýsy hem bolsa bir alamaty bilen biri-birinden tapawutlanmalydyr. Emma, häzire çenli olaryň takyk tapawutlary belli däl.

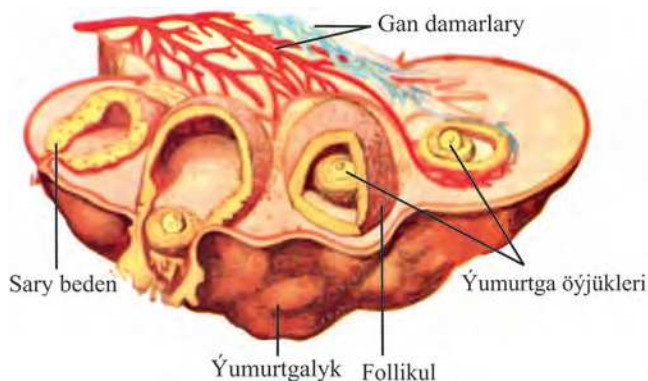
Spermatozoidler tohumlyk kanalynyň giňişliginden çykandan soňra, jyns taýdan ýetişýän döwri başlanýar we onuň dowamlylygy jyns mázleriniň işjeňliginiň peselmegi bilen garraýança dowam edýär.

Adamyň spermatogeneziň doly öwrülişigi 64 günde tamamlanýar. Her bir jynsy gatnaşygynda adamda 200 *mln* spermatozoid bölünip çykýar, ol aýalлык jyns ýolunda 1 sagatda, takmynan, 7,5 *sm* tizlik bilen kelle tarapyňyň öňe edip kynlyk bilen ýatgynyň epitelisiniň kirpijeklerine barýança hereket edýär. Spermatozoid aýalлык jyns ýolunda iki günün dowamynda özüniň ýaşaýyş ukybyny ýitirmeýär (53-nji surat).



3.5. Adamyň we ýokary gurluşly haýwanlaryň enelik jyns öýjüginäniň gurluşy we emele gelşi

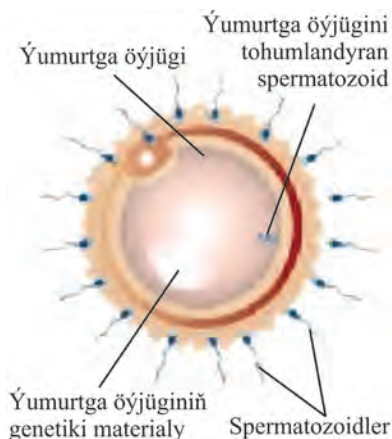
Owogenez – enelik jyns öýjükleriniň emele gelşi bolup, ol üç döwür boýunça ösüp ýetişýär, **köpeliş**, **ösüş** we **ýetismeklik** döwürleridir (48-nji we 51-nji sur. ser.). Enelik jyns öýjükleriniň ösüşiniň başlangyjy enelik bedeniň embrional döwründen başlanýar. Gyzlyk düwünçegiň 5 aýlyk döwründe **ilkinji gurluşly owositler** ýerleşýär, gyzjagaz eneden doglanda özüniň ýumurtgalygynda 30 000 ýumurtga öýjüginäni saklaýar, şolardan aýalyň ýaşaýşynyň dowamynda 300-600-e çenlisi jyns taýdan ýetişýär (jyns taýdan ýetişen mahlalynda ýumurtgalykdan bir ýylyň dowamynda, takmynan, 13 ýumurtga öýjügi bölünip çykyar), olaryň bolsa onlarçasyny tohumlanýarlar. Owogeneziň **köpeliş döwri** hem edil spermatogeneziň köpeliş döwürüne meňzeş bolmak bilen, öýjükler mitoz ýoly bilen bölünip, ol öýjükleriň – **owogoniýalaryň** sany köpeliýär we göwürümleri kiçeliýär, şeýle hem ol öýjükler $2n$ diploid hromosoma toplumyny saklaýar.



51-nji surat. Süýdemdirijileriň ýumurtgalygy

Ösüş döwründäki öýjüklere **ilkinji gurluşly owositler** diýilýär. Owositleriň ösüşü spermatositleriň ösüşine garanynda has uzağa çekýär. Sebäbi ýumurtga guzlamak bilen köpeliýän haýwanlarda düwünçegiň ösüp ulalmagy üçin iýmitlik madda bolan sarylyk maddasyny (fosfoproteinleri) toplamaly bolýar.

Ýetismeklik döwründe: meýozyň yzygider iki gezek bölünişi bolup geçýär. Meýozyň birinji bölünişinde bir-birine meňzeş bolmadyk iki sany öýjük emele gelýär. Uly öýjüğe **ikinji gurluşly owosit**, kiçi öýjüğe bolsa, **birinji ugrukdyryjy bedenjik** diýilýär. Meýozyň ikinji bölünişiniň netijesinde ikinji gurluşly owosit hem iki sany ululygy deň bolmadyk öýjük emele gelýär. Olaryň ulusyna **ýetişen ýumurtga öýjügi**, kiçisine bolsa **ikinji ugrukdyryjy bedenjik** diýilýär (birinji ugrukdyryjy bedenjik hem ikä bölünýär).



52-nji surat. Adamyň ýumurtga öýjügi, öýjügiň daşyny gurşap alan şöhle şekilli täji we spermatozoidler

Şeýlelikde diploid hromosoma toplumly ilkinji gurluşly owosit dört sany gaploid hromosoma toplumly öýjügi: bir sany ýetişen ýumurtga öýjüginini we üç sany ugrukdyryjy bedenjigi emele getirýär (ol bedenjikler dargaýarlar, olary leýkositler fagositoz usulynda ýok edýärler) (52-nji surat).

Owogeneziň doly öwrülişi 12-ýaşdan 55-ýaş çenli bolýar. Adamyň we birnäçe haýwanlaryň ýetişen ýumurtga öýjüklerriniň özboluşly gurluşy bolýar.

Adamyň ýumurtga öýjügininiň diametri 150-220 *mkm*, göwrümi – 0,01 *mm*³, agramy bolsa – 0,001 *mg* (spermatozoidiň agramyndan 1000 esse uly bolýar). Uly ölçegdäki ýumurtga öýjüginde sitoplazma we onuň organellalary bolmak bilen çäklenmän, özüniň düzüminde düwünçeginiň ösmegi üçin ätiýaçlyk iýmitlik maddany saklaýar. Şonuň üçin hem iň uly ýumurtga öýjügi guşlarda, süýrenijilerde, ýerde-suwda ýaşaýanlarda, balyklarda we beýleki haýwanlarda bolýar, sebäbi olaryň düwünçekleri organizmden daşarda, ýumurtganyň içinde ösüp ulalýarlar. Gury ýerde ýaşaýan oňurgalyalaryň, guşlaryň we süýrenijileriň ýumurtga öýjügininiň daşynda gaty goraýjy gabyk bolýar. Adamyň we süýdemdiriji haýwanlaryň ýumurtga öýjügininiň

daşynda goraýjy gatlak ýumurtga öýjüginä *follikulasy* bolýar – oňa *şöhle şekilli tüç* diýilýär. Öýjügiň bu gatlagy aýratyn nemli madda bilen berk baglanyşyklydyr. Follikulanyň ýarylyp ýumurtga öýjügiňiň çykmagyna *owulýasiýa* diýilýär. Süýdemdirijileriň birnäçesiniň ýumurtga öýjükleri birnäçe sagadyň dowamynda öz ýaşayşy ukybyny saklap bilýär. Adamyň ýumurtga öýjügi ýetişenden soňra bir gije-gündiziň dowamynda tohumlanmak ukybyny saklaýar.

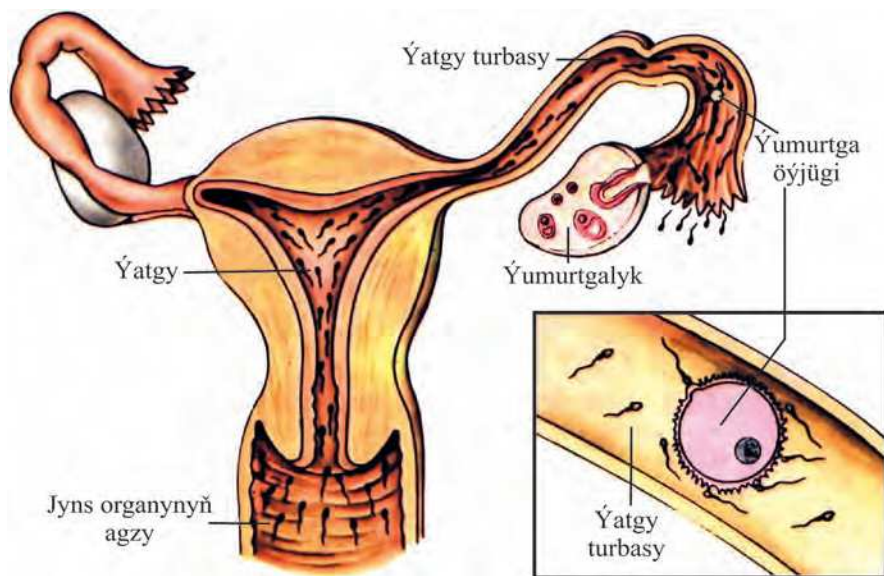
3.6. Tohumlanma

Adamda we süýdemdiriji haýwanlarda spermatozoid bilen ýumurtga öýjügi ýatgynyň ýokarky üçünji fallokiýew turbalarynda birleşýärler. Tohumlyk suwuklygynyň düzümine girýän aýratyn fermentiň täsiri netijesinde, maddanyň bölünip çykmagy ýumurtga öýjüginä şöhle şekilli täjine ýelmeşmegi bolup geçýär. Soňra spermatozoid ýumurtga öýjüginä daşky üsti bilen gatnaşykda bolýar (53-nji surat). Spermatozoidleriň tohumlandyrmaga ukyplylygy 2-4 gije-gündiziň dowamynda saklanyp bilýär. Düzgün boýunça ýumurtga öýjüginä bir sany spermatozoid girýär. Şondan soňra ýumurtga öýjüginä membranasy başga spermatozoidler girmez ýaly galyň tohumlanyş gabygy emele gelýär. Ýumurtga öýjüginä bir sany spermatozoidiň girmegine *monosperm tohumlanma* diýilýär, emma, käbir haýwanlarda ýumurtga öýjüginä birnäçe spermatozoidler girip bilýärler, oňa *polisperm tohumlanma* diýilýär. Olara süýrenijiler we guşlar degişlidir.



53-nji surat. Tohumlanma hadysasy

A – ýumurtga öýjügi we spermatozoidler; B – ýumurtga öýjüginä spermatozoidiň girişi.



54-nji surat. Ýumurtga öýjüginin emele gelşi we ýatgyda spermatozoidleriň hereketi

Spermatozoid ýumurtga öýjüginin içine girenden soňra, onuň guýrujagy **degenerasiýa** (bölünip aýrylýar) sezewar bolýar, kelle bölümindäki ýadro ýumurtga öýjüginin ýadrosy bilen goşulyşýar we diploid hromosoma toplumly düwünçegi emele getirýär ($1n+1n=2n$).

Tohumlanan ýumurtga öýjügi bolan zigota ýatgy turbasy boýunça hereket edýär we şol wagtyň özünde bölünip başlaýar. Bölünmegiň netijesinde köp öýjükli düwünçege öwrülýär. Düwünçek 4-5 günden soň ýatga baryp ýetýär we iki günün dowamynda ýatgyda erkin bolýar. Soňra ýatgynyň nemli bardajygyna çümüp, oňa berklesýär (54-nji surat).

3.7. Partenogenez

Partenogenez – jynsly köpelişiň örän seýrek duşýan görnüşi bolmak bilen (grekçe – **partenos** – gyzlyk, **genesis** – ösüş) tohumlanma geçmezden ýumurtga öýjüginde ýaş bedeniň ösüp ýetişmegidir. Partenogenezde neslegeçijiligi maddy esasy we ýumurtga öýjüginin ýokumly maddalary peýdalanylýar.

Tebigatda partenogenez pes gurluşly leňneç şekillilerde (*dafniýalarda, sikloplarda*), mör-möjeklerde (*şirejelerde, garynjalarda, arylarda, balarysynda*), käbir bognaýaklylarda, ýerde-suwda ýaşayanlarda, süýrenijilerde we guşlarda duş gelýär.

Rus alymy **A.A.Tihomirow** ýüpek gurçugynda emeli usulda partenogenezi alypdyr. 1930-njy ýyllarda sowet alymy **N.K.Kolsow**, soňra onuň okuwçysy sowet alymy **B.L.Astaurov** dürli usullary ulanmak bilen (iňňe sançmak, örän ýumşak çotga bilen sypamak, dürli kislotalara salmak, gyzdymak arkaly) ýüpek gurçugynyň tohumlandyrylmadyk ýumurtga öýjüginde ownamanyň bolup geçýändigine gözegçilik edipdirler.

Emeli we tebigy partenogeneziň dürli ähmiýeti bardyr. Meselem: *şirejelerde* - jynsly köpeliş bilen partenogenez düzgün bolşy ýaly gezekleşip gelýärler. *Balarylarynda* ene balarysy aryň keteginde tohumlanma geçen we tohumlanma geçmedik ýumurtga öýjüklerini goýýar. Tohumlanma geçen ýumurtga öýjüginde – *enelik we işçi balarylary* emele gelýär. Tohumlanmadyk ýumurtga öýjüginde bolsa – *erkek balarylary* emele gelýär. Balarylarynda partenogenez atalyk jynsy kesgitleýär.

Häzirki wagtda tejribeleriň üsti bilen dürli oňurgasyzlarda we oňurgaly haýwanlardan: gurbagalarda, tritonlarda we towşanlarda emeli partenogenez alyndy.

Soraglar

1. Köpelişiň haýsy görnüşleri bolýar?
2. Köp öýjükli haýwanlaryň jyns öýjükleri – gametalar nirede emele gelýär?
3. Ýönekeý jandarlarda jynsly köpeliş nähili bolup geçýär?
4. Izogamiýa näme?
5. Anizogamiýa näme?
6. Geterogamiýa näme?
7. Endomeýoz hadysasy nähili geçýär?
8. Kopulýasiýa näme?
9. Konýugasiýa näme?
10. Ýokary derejeli gülli ösümliklerde jynsly köpeliş nähili ýagdaýda bolup geçýär?
11. Gülüň gurluşy nähili?
12. Tozanlanmanyň nähili görnüşleri bar?

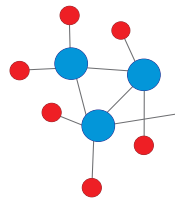


13. Garşylyklaýyn tozanlanma nähili geçýär?
14. Öz-özünden tozanlanma nähili geçýär?
15. Emeli tozanlandyrma nähili geçirilýär?
16. Ýokary gurluşly köp öýjükli haýwanlarda jynsly köpeliş nähili bolup geçýär?
17. Germofrodit organizmler nähili aýratynlyga eýe?
18. Ýokary gurluşly haýwanlarda we adamda atalyk jyns öýjükleri nähili emele gelýär?
19. Spermatogenez näme?
20. Spermatogeneziň haýsy döwürleri bolýar?
21. Spermatozoidiň bedeni nähili gurluşa eýe?
22. Atalyk jyns öýjükleriniň hromosomalarynyň nähili görnüşleri bolýar?
23. Ýokary gurluşly haýwanlarda we adamda enelik jyns öýjükleri nähili emele gelýär?
24. Owogenez näme?
25. Owogeneziň haýsy döwürleri bolýar?
26. Partenogenez nähili hadysa?



IV BAP

GENETIKANYŇ ESASLARY



Neslegeçijiligiň maddy esasy baradaky düşüňjelerine seredenimizden soňra, ata-enäniň alamatlaryny öz nesline bermeklige boýun bolýan neslegeçijilik kanunlaryna seredip geçeliň.

Genetika ylmynyň düýbünü tutujy, alamatlaryň neslegeçijiliginiň esasy kanunlaryny açan çeh alymy **Ýan Gregor Mendel**dir.

XVIII – XIX asyrlarda alymlaryň birnäçesi (**I.G.Kýolreýter**, **T.E.Haýt**, **Ş.Hoden**, **O.Sažpe we beýlekiler**) alamatlaryň haýsy kanunalaýyklykda nesle geçýändigini düşündirmäge birnäçe sapar synanyşyk edipdirler.

1760-njy ýylda botanik **I.G.Kýolreýter** şol bir wagtyň özünde Russiýada, Peterburgda işläň alym, temmäkiniň iki görnüşini (**Nicotiana paniculata** we **Nicotiana rustica**) çaknyşdyrmak arkaly, ata-ene alamatlarynyň tozanlygyň we tohum pyntygynyň üsti bilen geçýändigini subut etdi. Bir alamatyň beýleki bir alamatdan agdyklyk etmekligi **dominirleme** hadysasyna (latynça **dominare** – *agdyklyk etmek*) T.E.Haýtdan we G.Mendelden ozalky işläň alymlar göz ýetiripdirler. Emma hiç bir alyma bu hadysanyň sebäbini açmak, neslegeçijiligi esasy manysyna düşünmek başartmandyr. G.Mendel özüniň tejribelerinde ata-ene jübütlerinde bellibir alamatlary boýunça gapma-garşylykly alamatlary bolan, galan ähli häsiýetleri boýunça tapawutlary bolmadyk wekilleri saýlap almagy başarypdyr. Ol öwrenilýän alamaty saklaýan nesliň takyk hasabyny ýöretmegi we her bir ösümligiň hem-de onuň nesillerini aýratynlykda anyklaýyş işlerini geçiripdir.

4.1. Ý.G.Mendel genetikanyň düýbünü tutujydyr

Biologiyada soňky 500 ýylyň içinde beýik açyş eden, alamatlaryň neslegeçijiliginiň esasy kanunlaryny açan, genetika ylmynyň düýbünü tutujy çeh alymy **Ýan Gregor Mendel** (1822-



-1884) (55-nji surat) 1822-nji ýylyň 22-nji iýulynda daýhan maşgalasynda eneden dogulýar. Mendel mekdepde okan ýyllary ýetmezçiliklerden ejir çekipdir. Mendel ýaşlyk we ýetginjeklik ýyllarynda özüniň akylydygy, örän bilisigelijiligi we tebigat bilimlerine gyzyklanýandygy bilen, öz okadýan mugallymlarynyň ünsüni özüne çekipdir.



55-nji surat.

Ý.G.Mendel (1822–1884)

Okuwyny dowam etdirmeklik üçin, hiç hili serişdesiniň ýoklugy sebäpli, ýaş Mendeliň ylma we mugallymçylyk işine bolan islegi ony 1843-nji ýylda Çehoslowakiýanyň Brno şäherindäki awgustin monastyrynda monah bolup işe başlaýar we ol ýerde özüniň tebigat bilimlerini ýokarlandyrýar. Monastyrdä diňleýji bolup okaýarka, Mendel täze ady – **Gregor** adyny alýar, ol at häzirki wagtda hem bellidir. Monastyrdäki Mendel özüniň oňat görýän tebigat bilimleri bilen içgin gyzyklanýar, Brno şäherindäki ýörite orta okuw mekdebinde fizika, matematika we beýleki dersleri okadýar.

1851–1863-nji ýyllar aralygynda Mendel Wena uniwersitetinde fizika, matematika ugurlaryny okaýar, himiýa, zoologiýa, botanika we paleontologiýa kurslarynda diňleýji bolýar, organiki dünýäniň ewolýusiýasy baradaky pikirler bilen, ylmyň tejribe - barlag usullary bilen tanyşýar.

1856–1863-nji ýyllar aralygynda Mendel özüniň ilkinji tejribelemini monastyryň meýdançasýnda ekilen nohut (***Pisum sativum***) ösümliginde geçirip başlaýar. 1865-nji ýyl genetika ylmynyň dörän ýyly hasaplanylýar. Şol ýylda G.Mendel «Ösümlikleriň gibridlerindäki tejribeler» atly nutuk bilen çykyş edýär. Emma şol döwrüň ylmy we adamzat jemgyýeti Mendeliň pikirlerine akyl ýetirip bilmändir. Mendeliň bu açyşy öz döwründe düşnüksiz bolup galýar.

Mendel nohut bilen tejribe geçirmezden ozal syçanlarda, birnäçe gülli ösümliklerde tejribeler geçiripdir. Özüniň açyşyndan soňra bolsa, balarylarynda we öý guşlarynda dürli tejribeleri geçiripdir.



1868-nji ýylda G.Mendel monastyra ýolbaşçy edilip belleni-lenden soňra, ýolbaşçylyk we hojalyk işleri sebäpli, onuň tejribeler-den we gözegçiliklerden ünsi bölünipdir. Köp ýyllaryň dowamynda yzygiderli agyr işländen soňra, alymyň saglygy peselýär, gözünüň görşi haýallaýar. Mendel onlarça ýyllaryň dowamynda adam güýji ýetmejek derejedäki ösümlikleri nusgalara bölüşdirdi we birnäçe münlerçe ösümlikleri elden geçirdi.

1884-nji ýylyň 6-njy ýanwarynda *braýtowa keselinden* – böwreginiň işiniň bozulmagy sebäpli aradan çykýar. 1965-nji ýylda ge-netika ylmynyň döremeginiň *100 ýyllygyna* bagyşlanyp, monastyryň ozalky ýerleşen ýerinde, beýik alymyň ýaşan, işlän ýerinde, Mendeliň hatyrasyna muzeý döredilip, oňa «*Mendelianum*» diýlip at berilýär.

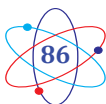
4.2. Mendeliň kanunlary

Islendik görnüşüň ösümlikleriň, haýwanlaryň ýa-da adamyň wekilleriniň emele gelmeginiň birinji döwri jynsly köpeliş ýoly bilen jyns öýjükleriniň – gametalaryň goşulmagynda hromosomalarda ýerleşýän genleriň (neslegeçijiligiň başlangyçlarynyň ýa-da faktorlaryň amala aşyryandygyny, entek hromosomalardyr diýip gü-man edilmänkä G.Mendel uçursyz zehinlilik bilen öňünden belläp geçipdir) köp alamatlaryň nesle geçijiligini şertlendirýär.

Örän zehinli alym G.Mendel geçiren tejribeleri netijesinde neslegeçijiligiň täsiri nesilleriň arasynda tötänleýin paýlanýandygyny dogry subut etdi.

G.Mendel çaknyşdyrma geçirmezden öň ekilen nohut nusgasynyň 34 sanysyndan diňe 8 jübütini saýlap aldy. Her bir jübüt biri-birinden kesgitli, gapma-garşylykly alamatlary bilen tapawutlanýarlar (*7-nji tablisa*).

1. Gül täjiniň reňki – melewşe gyzył ýa-da ak.
2. Gülüniň ýerleşşi – goltukda ýa-da ahyrynda.
3. Baldagynyň uzynlygy – $2m$ -e çenli ýa-da 60 sm -den uly bolmadyk.
4. Közügiň keşbi – çiş görnüşinde ýa-da bogun-bogun.
5. Bişip ýetişmedik közügiň reňki ýaşyl ýa-da sary.
6. Tohumyň keşbi – togalak ýa-da бүдүр-сүдүр.



7. Tohumyň reňki – sary ýa-da ýaşyl.

8. Tohum gabygynyň reňki – çalymtyk mele ýa-da ak.

G.Mendeliň uzak wagtlap geçiren tejribeleriniň netijesinden öz-özünden tozanlandyrmakda belli bolşy ýaly, ondan soňra bolsa daniýaly alym **Wilhelm Iogansen** wekilleriniň toparyna – «arassa tohumly» diýip at beripdir. Soňra geçirilen barlaglar nohudyň öz-özünden tozanlanýandygyny görkezdi, bir enelik ösümligiň tyçinkasyny tozanlygy bilen goparyp, emeli usulda beýleki enelik ösümligi bilen tozanlandyrýarlar. Genetikada ata-ene nesli **P** harpy bilen (latynça *parentes* – *ata-ene*) belgilenýär. Emeli usulda tozanlandyrylan ösümlikden, tomsuň ahrynda – **gibrid** (latynça – *hibrida* – gatyşyk) birinji nesil **F₁** (latynça *filii* – çagalary, nesiller) alýar. Olaryň ählisi birmeňzeş alamatly bolmak bilen, olar haýsy hem bolsa bir ata-enäniň **dominant** alamatyny ýüze çykarýar, beýleki ata-enäniň alamaty bolsa ýitip giden ýaly bolýar. Ol alamata **resessiw** alamat (latynça *recessivus* – alamatyň ýüze çykmazlygy) diýlip at berilýär.

Gomologik hromosomalaryň birmeňzeş ýerlerinde ýerleşýän we şol bir alamatyň gapma-garşylykly ýagdaýlarynyň kemala gelmegini kesgitleýän jübüt genlere **allel genler** ýa-da **alleller** diýip at berilýär. Başgaça aýdylanda, alleller bir alamatyň dürli ýagdaýlaryny aňladýarlar.

Mysal üçin, nohudyň tohumynyň reňkiniň sary we ýaşyl bolmagy. Munda **dominant alamatlar baş harplar** bilen, **A** – sary reňkiň allelleri, **resessiw alamatlar setir harplar** bilen, **a** – ýaşyl reňkiň allelleri belgilenýär.

Çaknyşdyrmanyň **F₁** birinji neslinde gibridlerden emele gelen sary nohut tohumy daşky görnüşi boýunça birmeňzeş bolýarlar. Ýagny, olaryň birmeňzeş fenotipi bardyr.

Emma, olaryň düzümindäki genleriň utgaşmagy (kombinasiýasy) dürli bolanlygy üçin genotipi hem dürlüdür.

Genleriň ikileýin toplумы görnüşiň wekiliniň şol ýa-da beýleki alamatyň genetiki düzümine salmak bilen **genotipiň** ösüşini kesgitleýär, wekiliň daşky keşbinde genotipiň takyk ýüze çykmagyna **fenotip** (grekçe *fenon* – ýüze çykmak) diýilýär. Bu adalgany 1903-nji ýylda **W. Iogansen** ylma girizdi.



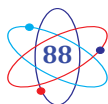
Arassa tohumly ata-ene ösümligiň genotipi we fenotipi **AA** we **aa** meňzeş gelýär. F_1 – birinji nesildäki gibridiň genotipi **Aa** bolsa hem, fenotipi **AA** – genotipli ata-enesine meňzeş bolýar. Bu ýerde dominantlyk häsiýet üstün çykýar.

7-nji tablisa

Nohut ösümliginde (*Pisum sativum*) jübüt alamatlary boýunça çaknyşdyrma geçirmek bilen alan netijeleri

Alamat	Ata-enesiniň keşbi (P)		Gibridiň birinji nesli F1	Gibridiň ikinji nesli F2	
	Dominant	resessiw		Dargamagy	Gatnaşygy
Gül täjiniň reňki	Melewşe-gyzyl	Ak	Ählisi melewşe gyzyl	705 melewşe gyzyl, 224 ak jemi 929 ösümlik	3,15:1
Gülleriniň ýerleşşi	Goltukda	Ahyrynda	Ählisi goltukda	651 goltukda, 207 ahyrynda jemi 858 ösümlik	3,14:1
Baldagy	Uzyn	Kelte	Ählisi uzyn	787 uzyn, 177 kelte jemi 1064 ösümlik	2,84:1
Kösügininiň keşbi	Çiş görnüşinde	Bogun-bogun	Ählisi çiş görnüşinde	882 çiş görnüşli, 299 bogun-bogun jemi 1181 ösümlik	2,95:1
Bişip ýetişmedik kösügiň reňki	Ýaşyl	Sary	Ählisi ýaşyl	428 ýaşyl, 152 sary jemi 580 ösümlik	2,82:1
Tohumyň keşbi	Togalak	Büdür-südü	Ählisi togalak	5474 togalak, 1850 бүдүр-сүдү jemi 7324 ösümlik	2,96:1
Tohumyň reňki	Sary	Ýaşyl	Ählisi sary	6022 sary, 2001 ýaşyl jemi 258 ösümlikden 8023 tohum	3,01:1
Tohum gabygynyň reňki	Çal-melemtil	Ak	Ählisi çal-melemtil	705 çal-melemtil, 224 ak jemi 929 ösümlik	3,15:1
				ortaça	3,00:1

G. Mendel jyns öýjükleriniň nesle geçiş täsirleriniň diploid däl-de gaploid toplumy saklaýanlygy barada pikir ýöredipdir. Tohumlanma hadysasynda atalyk we enelik jyns öýjükleriniň gaploid toplumlarynyň birleşmeginde, mysal üçin, **A** we **A** diploid toplumly **gomozi-**



got (grekçe – **goma** birmeñzeş, **zigota** – tohumlanan ýumurtga öýjügi) bedeni emele getirýär. Biri - birinden tapawutlanýan gaploid toplumly **A** we **a** jyns öýjükleri birleşse, onda diploid toplumly **geterozigot** (grekçe – **getero** – dürli) beden emele gelýär.

Inlis genetigi **Uilýam Betson** (1861-1926) «**gomozigot**» we «**geterozigot**» adalgalary ylma girizmek bilen, XX asyryň başlarynda Mendeliň «arassa gametalar kanunyny» ylmy çaklamany esaslandyrdy.

Geterozigot genli gibridiň birinji neslinde doly dominirlenmesinde dominant alleller ýüze çykýar, resessiw genler ýitip gitmeýärler we dominantlar bilen garyşmaýarlar. Ikinji nesilde resessiw genler hem edil dominant genler ýaly özüniň «arassa» görnüşinde gomozigot ýagdaýda (**AA** we **aa**) ýüze çykýar.

Arassa tohumlar çaknyşdyrylanda gibridleriň birinji nesliniň birmeñzeş bolmagyny nemes alymy **Karl Korrens Mendeliň birinji kanuny, gibridleriň birinji nesliniň birmeñzeşlik kanuny ýa-da dominirlenme kanuny** diýip atlandyrdy.

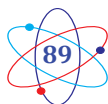
G. Mendeliň geçiren tejribeleriniň esasy bolup hyzmat eden usulyna **gibridologik usul** diýilýär. Onuň asyl manysy – biri-birinden bir ýa-da birnäçe alamatlary boýunça tapawutlanýan bedenleriň arasynda çaknyşdyrmaklyk netijesinde alnan nesle **gibrid nesiller** diýilýär. Şonuň üçin hem bu usula **gibridologik usul** diýilýär.

G. Mendel özüniň tejribelerini geçirende şu aşakdaky alamatlara aýratyn üns beripdir.

1. G. Mendeliň usulynyň esasy aýratynlyklarynyň biri ol hem, onuň öz tejribeleri üçin «**arassa**» tohumlary saýlap almagydyr. «Arassa» tohumlaryň her birinde genleriň hemişelik we birmeñzeş tohumy saklanýar. **Gomozigot genli wekilleriň bolmagydyr.**

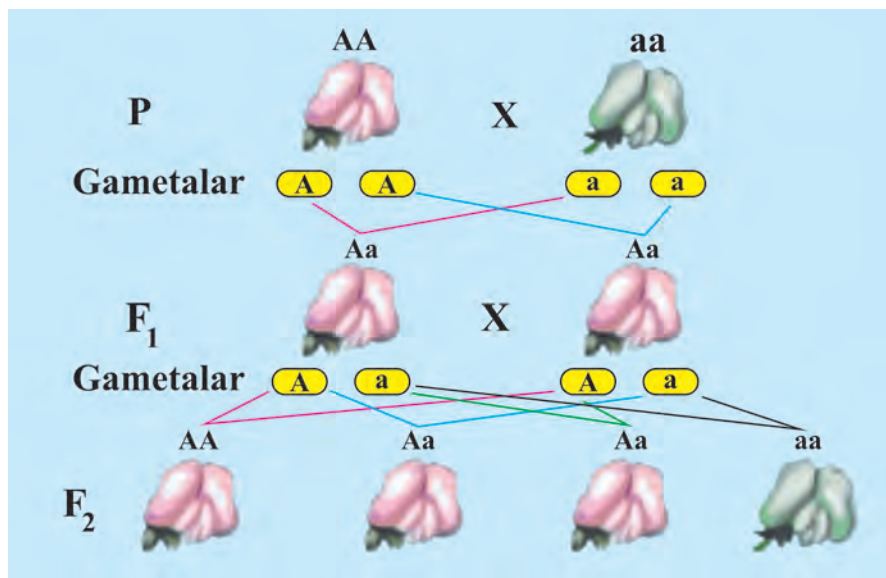
2. Gibridologik usulyň ikinji bir aýratynlygy – saýlanyp alnan, öwrenilýän alamatlaryň **biri-birine gapma-garşy (alternatiw)** bolmagydyr. Mysal üçin, gülüň reňkiniň ak ýa-da gyzyň, tohumyň reňkiniň sary ýa-da ýaşyl, ösümligiň boýunyň uzyn ýa-da gysga bolmagydyr.

3. Gibridologik usulyň üçünji bir aýratynlygy **mukdar hasaplamalaryň takyklyk bilen geçirip** bolýanlygydyr. Bu usul boýunça biri-birine gapma-garşy alamatlaryň her bir jübütleri

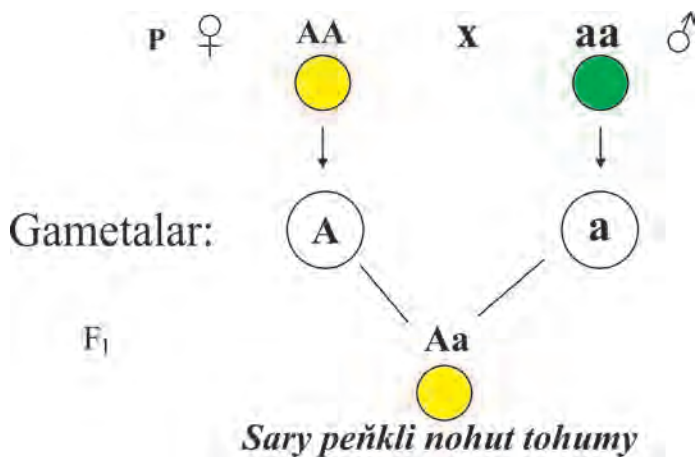


nesliň dowamynda hökmany suratda hasaba alynmalydyr. Bu bolsa Mendeliň öwrenýän alamatlarynyň neslegeçijiliginiň mukdar kanunalaýyklygyny anyklamaga ýardam edýär.

Haýsy hem bolsa bir öwrenilýän alamaty boýunça tapawutlanýan ata-eneden ybarat bolan bedenleriň özara çaknyşdyrylmagyna **monogibrid çaknyşdyrma** diýilýär. G.Mendel öz tejribeleri üçin, nohut tohumlarynyň reňki boýunça tapawutlanýan iki görnüşini aldy. Olaryň biri sary, beýlekisi bolsa ýaşyl reňkli nohut tohumlarydyr. Nohut ösümligi öz-özünden tozanlanýanlygy sebäpli, görnüşiniň çäginde tohumlaryň reňki boýunça üýtgeýjilik ýüze çykmaýar. Şol sebäpden, G.Mendel nohut tohumlarynda emeli tozanlandyрма geçirdi. Ýöne enelik ösümligiň haýsy görnüşe deňişlidigine garamazdan, çaknyşdyrmadan soň, diňe hibrid **sary** tohumlary emele getiripdir. Şeýlelikde, birinji nesliň F_1 hibridlerinde ata-enäniň diňe biriniň alamaty ýüze çykypdyr. G.Mendel bu hili alamatlary **dominant alamatlar** diýip atlandyrdy. Birinji nesilde ýüze çykmaýyk alamatlara bolsa, **resessiw alamatlar** diýip atlandyrdy. Bu tejribeden görnüşiniň ýaly, sary reňk ýaşyl reňkden üstün çykyp, ony dominirleýär. Şeýlelikde,



56-njy surat. Nohut gülüniň gyzyl (AA) we ak (aa) reňkleriniň arasynda monogibrid çaknyşdyrma (I we II kanunlar)



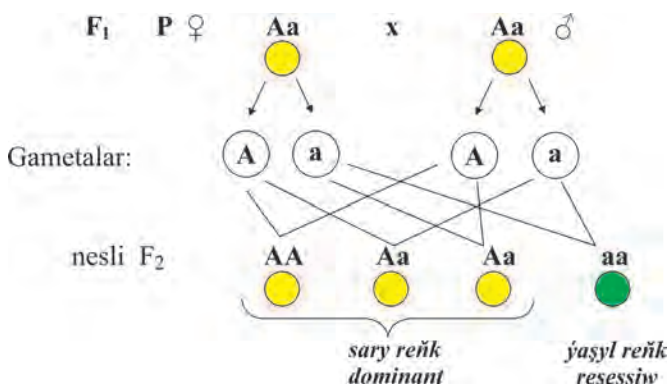
Sary reňkli nohut tohumy
57-nji surat. G.Mendeliň nohut tohumyndaky dominirleme (I)
 kanuny

G.Mendel gibridleriniň ***birinji neslinde birmeňzeşligi*** alypdyr (56-njy we 57-nji suratlar).

G.Mendel ikinji tejribesine daşky görnüşi boýunça birmeňzeş bolan F₁ gibrin nesli sary tohumlary öz-özünden tozanlandyryar. Güzde bolsa F₂ nesli alýar.

Ikinji nesli alanda tohumlar indi diňe sary däl-de, ýaşyl tohumlar hem emele gelipdir. Ol öz geçiren tejribelerinde 8023 sany tohum alypdyr, şolaryň 6022 sanysy sary, 2001 sanysy bolsa ýaşyl tohumlar bolupdyr. Ikinji nesliň gibridleriniň $\frac{3}{4}$ - si sary, $\frac{1}{4}$ - si bolsa ýaşyl reňkli tohumlar alnypdyr. Munda dominant alamatlaryň resessiw alamatlara bolan gatnaşygy **3:1-e** deň bolupdyr (58-nji surat).

F₂-de alnan dört nesliň üçüsi dominant alamatlary boýunça meňzeş bolsalar-da olar doly meňzeş däldirler. Olaryň bir bölegi (AA) özara tozanlandyrylanda (3-nji ýyl) F₃ neslinde «arassa tohumly» nesli (AA) emele getirdi. F₂ nesliň dördten iki bölegi bolsa, geterozigot (Aa) bolup, olar özara tozanlandyrylanda F₃ ýene-de 3:1 gatnaşykda nesil berdi. F₂ nesliň iň soňky dördünji bölegi bolsa resessiw alamatly (aa) bolup, olar özara tozanlandyrylanda F₃ ähli nesli diňe resessiw alamaty ýüze çykarýar.



58-nji surat. G.Mendeliň nohut tohumyndaky F_2 nesildäki alamtalaryň dargama (II) kanuny)

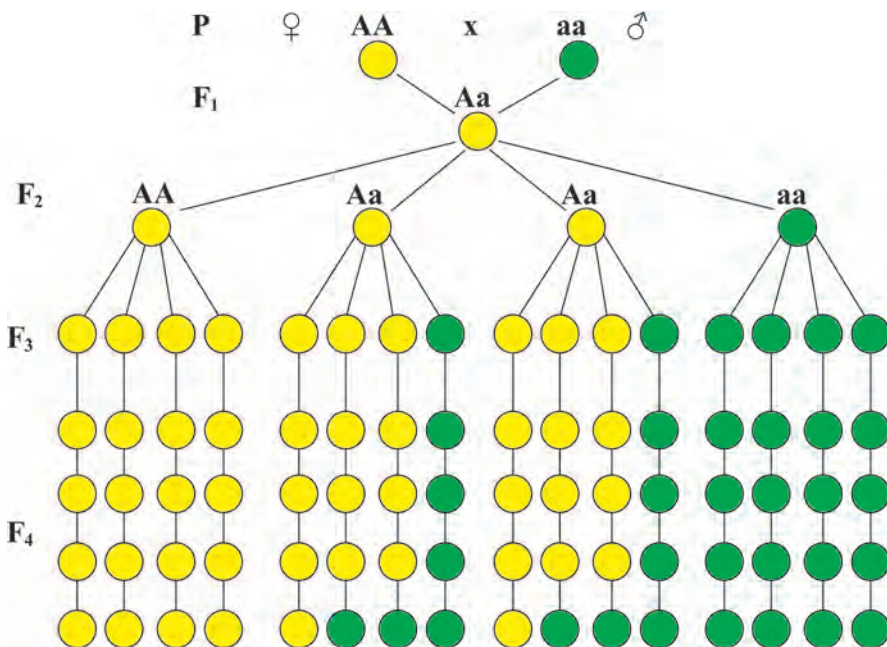
Şeýlelikde gibridlerň birinji neslinde fenotipi boýunça 3:1 gatnaşykda, genotipi boýunça bolsa 1 (AA) : 2 (Aa) : 1 (aa) gatnaşykda dargamany ýüze çykarýar. Soňra bu maglumatlary umumylaşdyrmak bilen, **K. Korrens** ony **Mendeliň ikinji kanuny** – **F_2 nesilde alamtalaryň dargama kanuny** diýip atlandyrdy.

G.Mendel alamtalaryň F_3 -de, F_4 -de we beýleki nesillerinde ýüze çykyşyny barlamak maksady bilen öz-özünden tozanlandyrmak arkaly bu nesilleri alypdyr.

Resessiw (aa) alamtly ösümlikleriň soňky nesilleriniň islendik sanynda alamtalaryň dargamaýandygyna, olaryň neslinde dominant alamtly ösümlikler hiç wagt döremändir. Dominant alamtly ösümlikleriň umumy sanynyň 1/3 böleginden ybarat bolan birinji topar-da (doly dominirlenmede) mundan beýläk dargama bolup geçmeýär, olaryň soňky nesilleri diňe dominant alamtly ýüze çykarýar. Dominant alamtly ösümlikleriň umumy sanynyň 2/3 böleginden ybarat bolan, ikinji topar ösümlikler, soňky nesillerinde özlerini düýbünden başgaça alyp barýarlar. Olaryň nesillerinde hem, edil ikinji nesliň gibridlerindäki ýaly 3:1 gatnaşykda (3/4 bölegi dominant, 1/4 bölegi resessiw alamtly) dargama peýda bolýar (59-njy surat).

Allelgenleriň iki jübüti boýunça tapawutlanýan wekilleriniň arasyn-da geçirilýän çaknyşdyrmaklyga **digibrid çaknyşdyrma** diýilýär.

Her beden örän köp alamatlar bilen häsiýetlendirilýär. Bedenlerde hromosomalaryň kesgitli sany bardyr. Emma bir hromosomalarda örän köp genler saklanylýar. Barlanylýan alamatlaryň genleriniň bir ýa-da dürli hromosomalarda ýerleşişine görä, digibrid çaknyşdyrmanyň netijeleri hem dürli bolup biler.

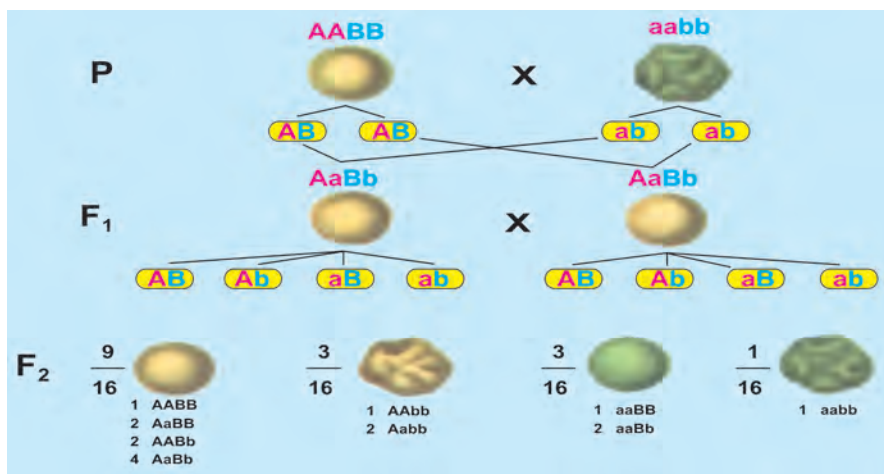


59-njy surat. Monogibrid çaknyşdyrmanyň F₁, F₂, F₃, we F₄ nesillerde geçişi

Digibrid çaknyşdyrmada genler dürli hromosomalaryň jübütlerinde ýerleşýän bolsa, alamatlaryň jübütleri biri-birinden garaşsyz nesle geçip bilýärler. G.Mendel tejribe geçirmek üçin *sary ýylmanak* we *ýaşyl ýygirtly* tohumlary alypdyr. Birinji nesilde gibrid ösümlikleriň ählisinde *sary ýylmanak* tohum emele gelipdir. Bu Mendeliň birinji kanunyna laýyk gelýär.

F₁ özara çaknyşdyrma geçirende F₂-de dargama bolup geçýär. 675 sany tohumdan 405 sary ýylmanak tohum, 108 sany yaşyl ýylmanak, 101 sany sary ýygirtly, 32 sany bolsa yaşyl ýygirtly tohumlar alnypdyr. F₂-de görnüşi ýaly dört sany fenotip ýüze çykdy.

Ikinji nesilde her bir alamat biri-birine garaşsyz nesle geçýär, alamatlar aýratynlykda 3:1 we 3:1, umumy alnanda bolsa 9:3:3:1 gatnaşykda ýüze çykyar. 9=A-B- (sary ýylmanak) 3= A-bb (sary ýygirtly) 3=aaB- (ýaşyl ýylmanak) we 1= aabb (ýaşyl ýygirtly) tohumlar emele gelipdir. Bu hadysany hem G.Mendel açdy. **Muňa Mendeliň üçünji kanuny diýip at berdiler.** Munda meýoz bölünişi döwründe genleriň her jübütiniň dargamaklygy başga genleriň jübütlerine **garaşsyz** ýagdaýda bolup geçýär. (60-njy surat).



60-njy surat. Arassa nohut tohumynyň iki alamaty boýunça (reňki we daşky keşbi, AABB x aabb) digibrid çaknyşdyrma (III kanun)

Garaşsyz dargamaklygy tablisa görnüşinde hem suratlandyrylýar. Bu tablisa ony açan alymyň hormatyna **Pennetiň gözenegi** diýip at berildi (8-9-10-njy tablisalar).

8-nji tablisa

Gibridleriň ikinji nesliniň F2 genotipi üçin Pennetiň gözenegi
1. Monogibrid çaknyşdyrma (3:1)

Gametalar		♂	
		A	a
♀	A	AA	Aa
	a	Aa	aa

2. Digibrid çaknyşdyrma (9:3:3:1)

Gametalar		♂			
		<i>AB</i>	<i>Ab</i>	<i>aB</i>	<i>ab</i>
♀	<i>AB</i>	AABB	AABb	AaBB	AaBb
	<i>Ab</i>	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
	<i>aB</i>	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
	<i>ab</i>	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

3. Trigibrid çaknyşdyrma

Gametalar		♂							
		ABM	ABm	AbM	Abm	aBM	aBm	abM	abm
♀	ABM	AABBMM	AABBmM	AABbMM	AABbMm	AaBBMM	AaBBMm	AaBbMM	AaBbMm
	ABm	AABBmM	AABBmm	AABbMm	AABbmm	AaBBmM	AaBBmm	AaBbmM	AaBbmm
	AbM	AABbMM	AABbMm	AAbbMM	AAbbMm	AaBbMM	AaBbMm	AabbMM	AabbMm
	Abm	AABbMm	AABbmm	AAbbMm	AAbbmm	AaBbmM	AaBbmm	AabbmM	Aabbmm
	aBM	AaBBMM	AaBBMm	AaBbMM	AaBbMm	aaBBMM	aaBBMm	aaBbMM	aaBbMm
	aBm	AaBBmM	AaBBmm	AaBbMm	AaBbmm	aaBBmM	aaBBmm	aaBbmM	aaBbmm
	abM	AaBbMM	AaBbMm	AabbMM	AabbMm	aaBbMM	aaBbMm	aabbMM	aabbMm
	abm	AaBbMm	AaBbmm	AabbMm	Aabbmm	aaBbmM	aaBbmm	aabbmM	aabbmm

Digibrid çaknyşdyrmada emele gelyän dürli genotipleriň sany 9-a deňdir. Doly dominirleme hadysasynda F_2 -de fenotipleriň sany 4-e deň bolýar. Şonuň üçin digibrid çaknyşdyrmak iki özbaşdak geçýän monogibrid çaknyşdyrmalaryň netijeleri biri-biriniň üstüne goşulýan ýaly bolup görünýär. Ony barlamak üçin her alamatyň neslegeçijiligi biri-birinden aýry göz önüne getirilende, 16 sany emele gelen ýagdaýyň 12 sanysy sary reňkli we 4-üsi ýaşyl reňkli, 12 sanysy ýylmanak we 4-üsi ýygirtly tohumlar emele gelyär. Tohumyň reňki we daşky keşbi boýunça 3:1 gatnaşyga laýyk gelyär.

Ikinji kanundan tapawutlylykda Mendeliň üçünji kanuny barlanylýan genler gomologik hromosomalaryň dürli jübütlerinde ýerleşenlerinde diňe garaşsyz neslegeçijilige degişli bolýarlar.

4.3. Mendeliň kanunlarynyň ikinji açylyşy

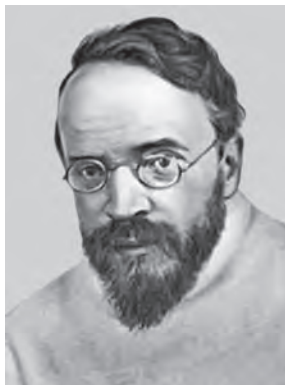
G.Mendeliň işleriniň ylmy edebiýatlarda birnäçe gezek nemes, rus we şwed dillerinde çap edilenligine garamazdan, XX asyryň başlarynda birinji gezek giňden üns berildi.

1900-nji ýylda Mendeliň taglymaty ikinji gezek üç sany ýaş alymlar **Gugo De Friz** (61-nji surat), **Karl Korrens** (62-nji surat) we **Erih Çermak** (63-nji surat) tarapyndan gaýtadan açyldy.



61-nji surat.

G. De Friz (1848 – 1935)



62-nji surat.

K. Korrens (1864 – 1933)



63-nji surat.

E. Çermak (1871 – 1962)

Neslegeçijiligiň esasy kanunlary ikinji gezek açylýança öýjükleriň mitoz we meýoz bölünişleriniň öwrenilmegi bilen gametalaryň – jyns öýjükleriniň beden öýjüklerinden iki esse az hromosoma toplumyny saklaýanlygy belli edilipdi. Tohumlanmanyň düýp esasy ýüze çykaryldy. De Friz özüniň «Gibridleriň dargama kanuny» atly işinde ösümlikleriň 11 görnüşinde çaknyşdyrma geçirip, şol sanda özüniň döreden mutasion taglymatynda ulanan *enotera* (*Oenothera Lamarckiana*), *gülälek* (*Papaver somniferum*), *dänergerçek* (*Datura*) we beýleki ösümliklerde tejribelerini ýazgy etdi. De Friz hem ösümlikleriň monogibrid çaknyşdyrmanyň ikinji neslinde 3:1 gatnaşygy aldy we ähli ösümlik dünýäsi üçin kanunalaýyklygyň dogrudygyna akyl ýetirdi. De Friziň bu çykyşyna Karl Korrens *mekgejowende* (*Zea mays*) geçiren tejribesinde «Jynsy gibridleriň nesilleriniň özüni alyp barşy barada G.Mendeliň düzgüni» atly işinde ikinji nesilde (F_2) dargamada gatnaşyklaryň emele gelmegine «Mendeliň kanuny» diýip

belleýär, 1910-njy ýylda bolsa Mendeliň pikirlerini üç görnüşli kanunda umumylaşdyrýar.

Barlag geçirijileriň arasynda Mendeliň işlerine dykgat bilen üns bermek, **U. Betsonyň towuklarda (*Gallus gallus*)** geçiren tejribesini ýatlamak bilen Mendeliň kanunlarynyň haýwanat dünýäsinde hem giňden ýaýrandygyny belläp geçýär.

1908-nji ýylda şwed alymy **G.Nilson-Ele** (genetiki alamatlaryň mukdaryny esaslandyryjy) Mendeliň kanunlarynyň açylmagynyň düýp esasy neslegeçijiligiň birliginiň anyklanmagydyr, 1909-njy ýylda **W. Iogansen** bu birlige «gen» diýen adalgany dakdy we ylma girizdi.

W. Iogansen **noýbanyň (*Phaseolus vulgaris*)** bir nusgasynda tejribeler geçiripdir. Alym ösümligiň maýda we iri tohumlaryny saýlap alyp, saýlanyp alnan ösümlikleri özara tozanlandyrmak arkaly ýakyn garyndaşlyk çaknyşdyrmany geçiripdir. Tohumlaryň neslinde Iogansen ululygy boýunça gomozigot alamatly tohumlary alypdyr.

Barlagçy her bir täze nesilde geterozigot alamatly wekillerini azalýandygyny belläp geçýär. Eýýäm üçünji nesilde geterozigotlaryň mukdary 12,5%, dördünji nesilde 6,25%, başynjy nesilde bolsa 3,13%-e çenli peseldi, soňky nesillerde tutuşlaýyn gomozigot «arassa tohuma» öwrülýär. Şu tejribäniň esasynda alymlar «**arassa tohumy**» almaklygy döretdiler.

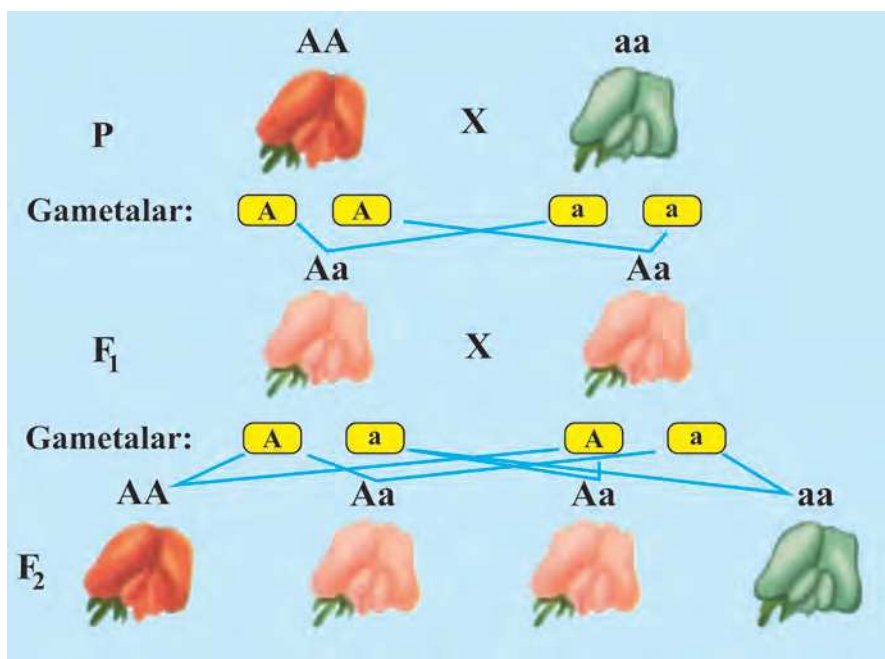
4.4. Mendeliň kanunlaryna goşundylar

Mendeliň kanunlarynyň ikinji gezek açylanyndan birnäçe wagt geçenden soňra, dürli görnüşdäki ösümliklerde: *kädide*, *gije gözeli ösümliginde* (Mirabilis jalapa), *arslan agzy ösümliginde* (Aethyrinum majus), *ysly däljemäşde* (Lathyrus odoratus), *drozofila miwe siňejiginde* (Drosopila melanogaster), *towuklarda* (Gallus gallus), *syçanlarda*, *deňiz doňuzjyklarynda*, *itlerde*, *atlarda* we beýleki birnäçe haýwanlarda genetiki barlaglar geçirmeklige synanyşyklar edildi. Adam genetikasy barada birnäçe maglumatlar kem-kemden toplanyp ugrady. Emma, barlaglardan alnan maglumatlar kähalatlarda 3:1 gatnaşykdan başga netijeleri hem ýüze çykarýar. Bu ýagdaýlar Mendeliň kanunlaryna garşy bolman, onuň üstüni doldurýar.



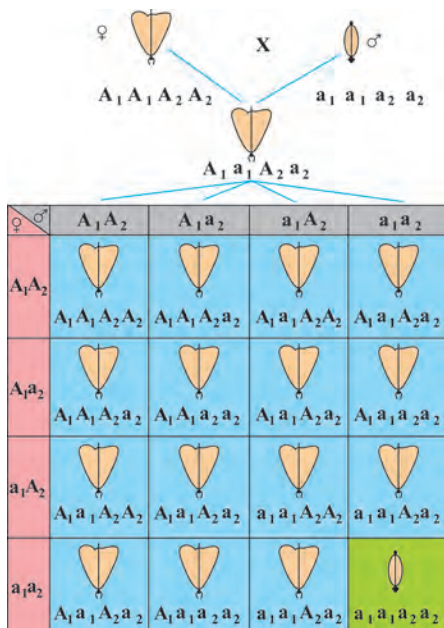
Alamatlaryň dominirlenmegi käbir ýagdaýlarda doly däl dominirlenmäni düýbünden ýüze çykarmaýar, bir alamat beýleki bilen garyşdyrylan ýaly aralyk neslegeçijiligi ýüze çykaryrlar.

Aralyk neslegeçijiligi köp gülli ösümlüklerde: *arslan agzy* (*Ahtherinum majus*), *gije gözeli* (*Mirabilis jalapa*), *ysly däljemäşiň* (*Lathyrus odoratus*) we beýlekilerde gyzy (AA) we ak (aa) gül täji bolan ösümlükleriň çaknyşdyrylmagynda gözegçilik edip bolýar. Gibridleriň birinji nesliniň birmeňzeş gülgüne reňkli gül täçleriniň emele gelmegine gözegçilik edildi. Ikinji nesilde dargamaklyk 1:2:1 gatnaşygyň, ýagny bir bölegi gyzy (AA), iki bölegi gülgüne (Aa), bir bölegi ak (aa) reňkli gül täçlerini ýüze çykardylar (64-nji surat).



64-nji surat. Ysly däljemäşiň (*Lathyrus odoratus*) gyzy (AA) we ak (aa) gülli iki arassa tohumlary çaknyşdyrylanda aralyk nesliň emele gelşi

Genetika ilki dörän döwründe bir gen bir alamatyň ýüze çykmagyna täsir edýär diýip hasap edýärdiler. Takmynan, ýarym asyrdan soňra, alamat näçe çylşyrymly bolsa, onuň ýüze çykmagyna



65-nji surat. Çopan torbasy (*Capsella bursa-pastoris*) ösümliginiň miwesiniň formasynyň neslegeçijiligi

edýärler. Şeýle alamatlara **poligenler** diýilýär. Polimeriýada alamatlaryň örän köp mukdardaky üýtgeýjilikleri ýüze çykýar. Şunuň ýaly neslegeçijiligi **çopan torbasy** (*Capsella bursa-pastoris*) ösümligiň miwesinde alamatlaryň ýüze çykyşynda gözegçilik etmek bolar.

Ata-enesi arassa tohumly (gomozigot genli) ösümlikleriň üçburçly miwesi bolan dominant alamatlysy ($A_1A_1A_2A_2$) bilen süýri miwesi bolan resessiw alamatlysy ($a_1a_1a_2a_2$) çaknyşdyrylanda gibridiň birinji nesliniň ählisi birmeňzeş bolup, dominant alamaty $A_1a_1A_2a_2$ ýüze çykardy. Ikinji neslinde bolsa 15/16 gatnaşykda üçburçly miwesi bolan (geni A_1 , A_2 ýa-da A_1 we A_2) we 1/16 gatnaşykda bolsa süýri miweli ($a_1a_1a_2a_2$) ösümlükler emele geldi (65-nji surat).

Gülälegiň gül ýapragynyň reňki azyndan 10 sany gene bagly bolýar. Poligen alamatlar *bugdaýyň*, *gant şugundyrynyň*, *ýumurtga guzlaýjy towuklaryň*, *mallaryň* we beýleki oba hojalyk ekinleriniň çalt ýetmegine hem-de ýokary hasyllylygyna täsir edýär.

şonça-da geniň gatnaşýandygy barada jedelsiz subutnamalar toplandy.

Haçanda birnäçe genleriň bir sany alamatyň ösüşini kesgitlemekligi (**polimeriýa** düzgüni, grekçe **polimeros** – köp görnüşlilik) ýa-da bir gen birnäçe alamatyň ösmegini kesgitlemek (**pleotropiýa** düzgüni, grekçe **pleýros** – has köp, **trope** – ugurly) utgaşmalar düş gelýär.

Polimeriýany ilkinji bolup, 1908-nji ýylda **G.Nilson-Ele** birnäçe alamatlaryň ýüze çykmagy köp genlere bagly bolup durýandygyny ýüze çykardy.

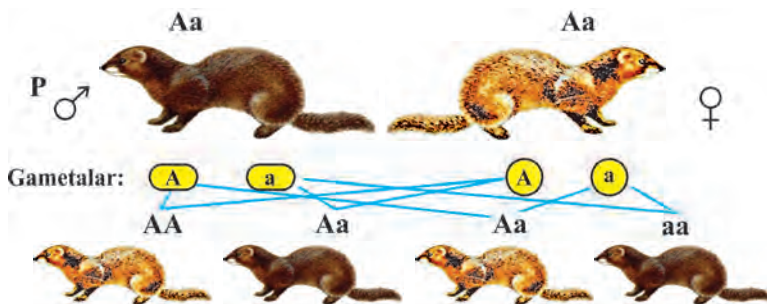
Polimer genler alamatyň ýüze çykyş mukdaryny we hilini kesgitlemekde anyk täsir

Poligen neslegeçijilik adamda hem duş gelýär. Mysal üçin deriň reňkiniň ýewropoidlerde açyk reňkden – negroidlerde gara reňkiň neslegeçijiligini üpjün edýär.

Adamyň boýy azyndan 10 jübüt gene bagly bolup durýar.

Aýratyn alamatlara bir geniň täsiriniň bardygyny Mendel hem öz döwründe belläp geçipdir, bu hadysa soňra **pleýrotropiýa** diýip atlandyryldy. Mysal üçin, nohudyň tohum ülsüne reňk berýän gen, bu ösümligiň gülüniň we ýaprak sapagynyň reňkini hem kesgitleýär. Kämahal şeýle alamatlaryň sanynyň uly ähmiýeti bolmagy mümkin, ondan başga-da bir alamatyň şeýle geni käte dominant ýagdaýda, beýleki birinde bolsa resessiw ýagdaýda täsir edýär.

Şeýle hem, **norkalaryň** (*Mustela vison*) dürli öwüşginli sütüklü görnüşleri duş gelýär. Norkalaryň ýalpyldawuk samyr reňkli sütüklü iki görnüşü çaknyşdyrylanda, olaryň birinji neslinde alamatlaryň dargamaklygynyň 2 ýalpyldawuk samyr reňkli; 1 melemtil güjük emele gelýär. Ýalpyldawuk samyr reňkli norkalar jübüt genleri boýunça geterozigot bolmak bilen pleýrotropiýa täsirlidigini genetiki anyklamalar görkezdi (66-njy surat).



66-njy surat. Iki ýalpyldawuk samyr reňkli norkalar çaknyşdyrylanda pleýrotropiýa esasynda alamatlaryň ýüze çykyşy

Şu ýagdaýda **A** gen ýalpyldawuk samyr reňke garanyňda dominant gatnaşykda bolýar we bir wagtyň özünde resessiw ýagdaýda bolmak bilen ontogeneziň irki döwründe düwünçegiň ölmegine alyp barýar. Melemtil reňki **a** gen ýüze çykarýar. Başgaça aýdylanda

ýalpyldawuk samyr reňkli **Aa x Aa** → **AA** (düwünçek döwründe ölýär), **2Aa** (ýalpyldawuk samyr reňkli) we **aa** (melemtil) reňkli bolýarlar.

Melemtil urkaçy norka bilen ýalpyldawuk-samyr reňkli erkek norka çaknyşdyrylanda, (şeýle hem çaknyşdyrmany tersine geçirenimizde) ♀ **aa** x ♂ **Aa** şeýle hem ♀ **Aa** x ♂ **aa** dargama adaty gatnaşykda 1:1 (1 Aa- ýalpyldawuk samyr reňkli, 1 aa melemtil) nesilleri berýär.

Genleriň özara täsirleriniň ýene-de biri **komplementarlyk** (latynça **complementum** – doldurma) häsiýetidir. Komplementar ýa-da dolduryjy genler diýip iki (ýa-da ondan hem köp) dominant genlere aýdylýar, bu genler aýratynlykda öz täsirini ýüze çykarmaýarlar, bilelikde bolsa kesgitli alamatlary ýüze çykarýarlar.

Komplementarlyk täsirine ajaýyp bir mysaly, towuklaryň kekeçleriniň şekiliniň iki gen boýunça neslegeçijiligini görkezmek bolar.

Towuklarda kekejiň şekiliniň birnäçe, ýagny gül şekilli, nohut şekilli, hoz şekilli we ýönekeý ýaprak şekilli görnüşleri duş gelyär.

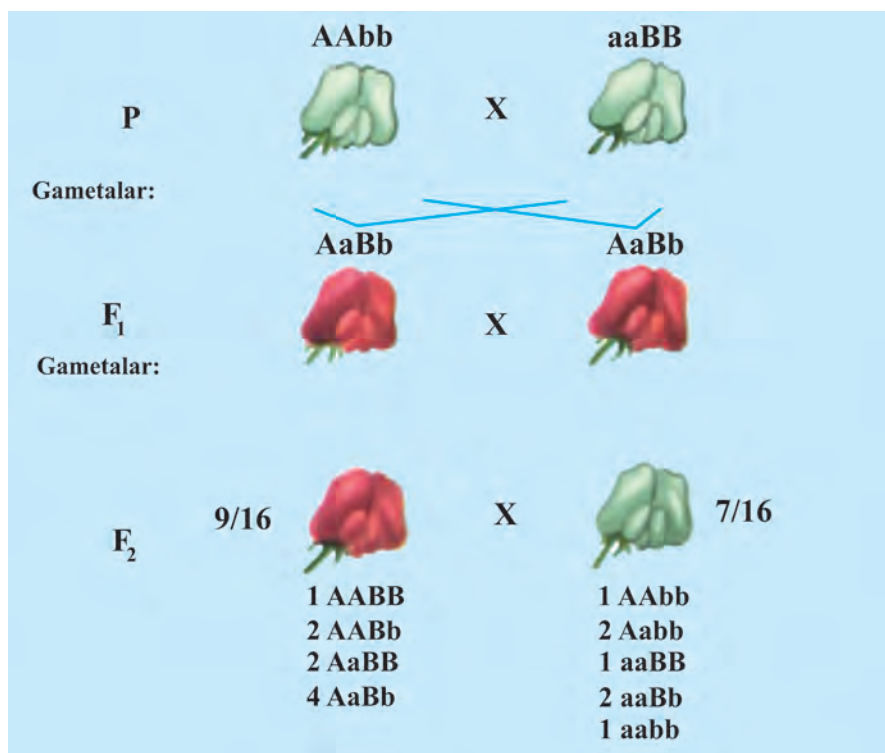
Gül şekilli (**AAbb**) we nohut şekilli (**aaBB**) kekeçleri bolan arassa tohumly towuklar çaknyşdyrylanda, birinji nesliň ählisi kekejiniň gurluşy boýunça birmeňzeş nesil berdi, emma olaryň kekeçleri atas-enesiniň hiç birine hem meňzemeýän hoz şekilinde (**AaBb**) boldy (67-nji surat).



67-nji surat. Iki komplementar genleriň özara täsirinde towuklaryň (*Gallus gallus*) kekeçleriniň görnüşleri

Birinji nesliň wekilleri özara çaknyşdyrylanda ikinji nesilde kekeçleriň dört görnüşini emele getirdi: olar nesliň 9/16 bölegi hoz şekilli (1 **AABB**, 2 **AaBB**, 2 **AABb**, 4 **AaBb**); 3/16 bölegi gül şekilli (1 **AAbb**, 2 **Aabb**); 3/16 bölegi nohut şekilli (1 **aaBB**, 2 **aaBb**); 1/16 bölegi ýönekeý ýaprak şekilli (**aabb**) kekeçleri boldy.

Komplementarlyk esasynda alamatlaryň nesle geçişini ysly däli-jemäşiň iki jynsyny çaknyşdyrmak arkaly synlamak bolar. Ösümlikleriň iki jynsy hem ak gül täçli bolup, olar dürli genotipe (**AAbb** we **aaBB**) degişlidir (68-nji surat).



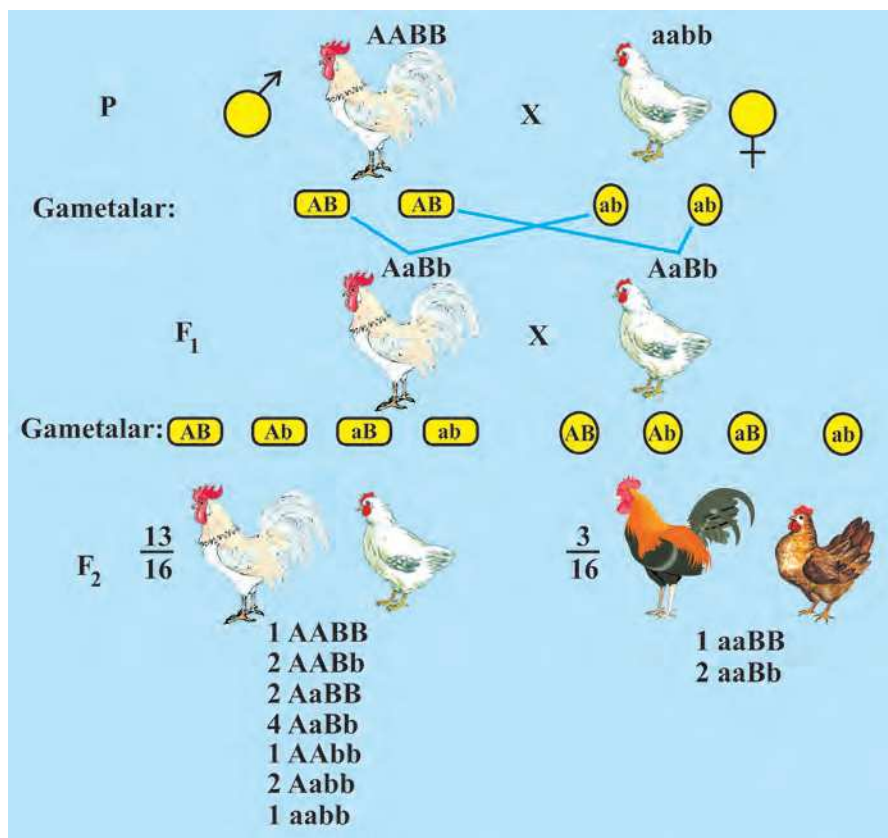
68-nji surat. Ysly dälijemäşiň iki dürli arassa tohumlary çaknyşdyrylanda alamatlaryň komplementarlyk esasynda ýüze çykyşy

Gibridleriň birinji nesli iki dominant **A** we **B** genleriň özara täsirinde gül täji goýy gyzyň reňkde bolýar. Ikinji nesliň ähli gomozigot we geterozigot **A** we **B** geni goýy gyzyň reňkli gül täçleri, beýleki ak gül täji bolan dominant genleriň ikisiniň bir wagtda bolmadyk,

başgaça aýdylanda (**aaBB, aaBb, aabb, AAbb, Aabb**) ösümliklerden tapawutlanýarlar. Şeýle ýagdaýda goýy gyzyr reňk bilen ak reňkiň gatnaşygy 9:7 bolýar.

Genleriň *epistatik* täsiri komplementarlyk täsiriniň garşysyna, ýagny *suppressor* we *ingibitor* genler bolup, olar beýleki genleriň täsirini basyp ýatyryrlar.

Arassa tohumly köp ýumurtga guzlaýan towuklarda reňkli bolmagy dominant **A** geni bolýar, emma, dominant ingibitor **B** geniň barlygy sebäpli reňk ýüze çykmaýar. Arassa tohumly ak minorka we ak plimutrok towuklarynyň iki geni hem resessiw (**aabb**) ýagdaýdadyr (69-njy surat).



69-njy surat. Ak öý towuklarynyň iki dürli görnüşleri çaknyşdyrylanda almatlaryň epistaz esasynda ýüze çykyşy

Leggorn towuklarynyň ak minorka (**AABB**) bilen ak plimutrok (**aabb**) çaknyşdyrylanda gibridleriň birinji nesli (**AaBb**) ak bolýar. Ikinji nesli bolsa, 13/16 bölegi ak (**AB** ýa-da **aabb**), 3/16 bölegi bolsa reňkli (**A bb**) bolýar.

Mendeliň kanunlaryna goşundylar bolan polimeriýa, pleýotropiýa, komplementarlyk düzgünleri, şeýle hem has ähmiýetli goşundy bolsa, neslegeçijiligiň dördünji kanuny diýip aýdyp boljak *alamatlaryň tirkelme kanunyny* 1906-njy ýylda **U. Betson** we onuň işdeşi **Pennet** açdylar.

4.5. T. H. Morgan we onuň hromosoma taglymaty

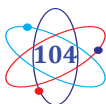


70-nji surat.

Tomos Hant Morgan
(1866 – 1945)

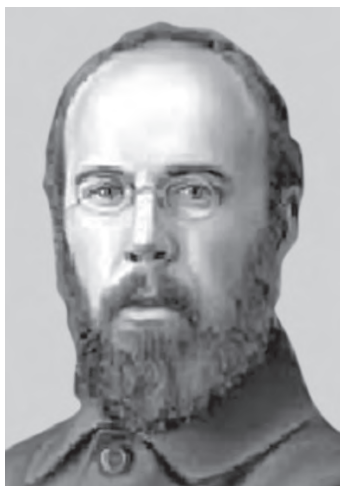
Tomos Hant Morgan (1866–1945) (*70-nji surat*) – 1866-njy ýylda Amerikanyň Kentukki ştatynda eneden dogulýar. Ol Amerikan biology, genetikany esaslandyryjylaryň biri bolmak bilen, 20 ýaşynda uniwersiteti tamamlýar, 24 ýaşynda bolsa ylymlaryň doktory, 25 ýaşynda professorlyk derejani alýar.

1890-njy ýylda Morgan tejribe embriologiýasy bilen meşgullanyp başlaýar. XX asyryň başlarynda neslegeçijilik bilen gyzyklanyp başlaýar. T.M organ özüniň döredijiliginiň başynda alym G. Mendeliň garşydaşy hasaplapdyr we onuň towşanda geçiren tejribelerine we onuň kanunlaryna garşy gidipdir. Morgan drozofila miwe siňejiginde geçiren tejribeleriniň netijeleri esasynda, Mendeliň kanunlaryna garşy gitmek däl-de, onuň işlerini dowam etdiripdir. Drozofila miwe siňejiginde tejribeleriň barlagçysy N. K. Kolsow neslegeçijiligiň hromosoma taglymatyna «biologiýadaky bu açyşa – himiýadaky molekulýar taglymat we fizikadaky atomlaryň gurluşy taglymatlary ýaly uly orun berýär».





71-nji surat. N.K.Kolsow
(1872 – 1940)



72-nji surat. A.S.Serebrowskiy
(1884 – 1938)

1909–1911-nji ýyllarda T. Morgan we onuň birnäçe atly alymlary A. Stýortewant, G. Meller, K. Brijes bolup, Mendeliň üçünji kanunyna goşundylary girizmekligi makul bilýärler. Neslegeçijilikde genler elmydama garaşsyz bolup durmaýarlar, olar tutuş topar bolup biri-birleri bilen goşulyşýarlar. Şeýle toparlar degişli hromosomalarda ýerleşmek bilen, meýozyň (profaza I) döwründe beýleki gomologiki hromosomalar bilen konýugasiýa netijesinde garyşýarlar.

1910-njy ýylda täze genetiki tejribe geçirmek üçin has amatly jandar bolan *drozofila miwe siňejiginde* ýüze çykarylan üýtgeýjiligiň – *mutasiýanyň* neslegeçijiligini öwrenýär. Munuň netijesi neslegeçijiligi hromosoma taglymatynyň esasy ugurlaryny jemlemeklige we ony gutarnykly subut etmeklige alyp barýan neslegeçijiligiň maddy esaslary baradaky düşüňjeleri tejribeleriň üsti bilen doly anyklanyldy.

Hromosoma taglymaty 1911–1926-njy ýyllarda T.H.Morgan tarapyndan doly esaslandyryldy.

Hromosoma taglymatynyň geljekki ösüşine diňe bir Morganyň we onuň mekdebiniň alymlary däl-de, daşary ýurt alymlarynyň hem goşandy uludyr. Olaryň arasynda birinji nobatda **N.K.Kolsowy** (1872 –1940) (*71-nji surat*) we **A.S.Serebrowskini** (1884 – 1938)

(72-nji surat) atlandyrmak bolar. Neslegeçijiligiň hromosoma taglymatyna laýyklykda nesle geçiş maglumatlary geçirmeklik, bermeklik hromosomalar bilen baglanyşyklydyr. Genler – hromosomalaryň belli bir ýerine tertipli ýerleşendirler.

Hromosoma taglymatyna laýyklykda, nesle geçiş maglumatlary hromosomalar bilen baglanyşyklydyr, olar göni çyzykly bolup, **lokusy** (latyn sözi bolup – *locus*-ýeri) geniň ýerleşýän ýerini kesgitleýär.

Hromosomalar jübüt bolandygy sebäpli, bir hromosomanyň geniniň ýerleşýän ýeri, beýleki hromosomanyň geniniň ýerleşýän ýerine gabat gelýär. Ol genler **gomozigotlarda** – **birmeňzeşdirler**, **geterozigotlarda bolsa dürli** görnüşlerde bolýarlar. Bir hromosomada ýerleşýän genleriň toparyna **tirkeg toparlary** diýilýär. Tirkeg toparlarynyň sany hromosomalaryň jübütleriniň sanyna deň bolýar. Mysal üçin, adamda 23 jübüt hromosoma bolup, onda 23 sany tirkeg topary, nohudyň 7 jübüt hromosomasy bolup, onda 7 sany tirkeg topary bardyr.

Genleriň dürli formalary mutasiýanyň täsiri bilen başlangyç ýagdaýyndan emele gelýär, olara **alleller** ýa-da **allelomorflar** (grekçe **allo**-dürli, **morfa**-forma). Alleller alamatyň ýüze çykmagyna dür-lüçe täsir edýär. Eger gen ikiden köp allel ýagdaýda bolsa, onda oňa **populýasiýa** (latynça-**popularus**-ilat, bir görnüşiniň wekilleriniň topary) **köpçülikleýin alleller** diýilýär.

Populýasiýanyň her bir wekili özüniň genotipinde islendik iki (ondan köp bolmaly däl) alleli, her bir jyns öýjügi gameta degişli bir alleli saklaýar. Populýasiýada şol bir wagtyň özünde wekiller özbaşdaklykda allelleriň islendik iki görnüşini saklap biler. Mysal üçin, allelleriň köpçülikleýin täsirini gemofiliýada görmek bolýar.

Allelleriň dominirlenme derejesi resessiw genler dominant genlerden näçe daşda ýerleşse, şonça-da güýçli bolýar. Muňa birnäçe mysallar getirmek bolar. Towşanlarda resessiw gen allelleriň köpçülikleýin täsiriniň bolmagyna **c** gen **albinizmiň** ösüşini üpjün edýär. Bu gene görä dominant gatnaşykda **c^h** gen gimalaý reňkli (gülgüne gözli, ak bedenli, burnunyň, gulagynyň, guýrugynyň we aýaklarynyň uçlarynyň gara bolmagy), şeýle hem **c** dominirlemengi



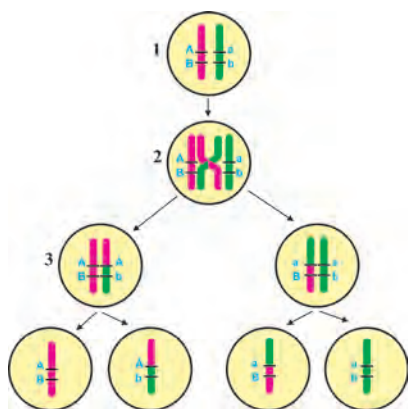
bilen c^{ch} aýyk çal reňki ýüze çykarýar. Dominantlyk derejesi bulardan gowşak gen *aguti* – c^a (c , c^h , we c^{ch} genlerden dominirlenýär). Has dominirleniji gen C bolup, ol gara reňkiň genidir. Bu gen galan ähli genlerden c , c^h , c^{ch} , we c^a dominirlenýär.

Dominantlyk resessiw allel ýaly, onuň düzümine baglylykda mydamalyk däl. Dominantlyk we resessiwlik derejesi dürli ýagdaýda bolup biler. Şol bir alamat dominant bolup biler. Şol bir alamat dominant ýa-da resessiw görnüşde nesle geçip biler. Mysal üçin, gözün içki burçundaky gasyňlar (*epikantus*) mongoloidlerde dominant, negroidlerde bolsa resessiw alamatdyr.

Öýjügiň meýoz bölünişinde gomologik hromosomalar öz bölümleri bilen çalşyp – *atanaklaşýarlar*. Atanaklaşmagyň netijesinde hil taýdan täze hromosomalar emele gelýär. Atanaklaşma hadysasy kähallatlarda ýgy-ýgydan, kähallatlarda bolsa seýrek ýagdaýda bolup geçýär. Olaryň ýgylygy hromosomadaky genleriň aralygyna bagly bolýar. Bir hromosomada ýerleşýän iki allel däl genleriň atanaklaşmagy, olaryň aralygyna baglydyr. Öwrenilýän genler hromosomada biri-birine ýakyn ýerleşýän bolsalar, olaryň tirkelmesi

has berk bolýar, şonuň üçin atanaklaşma wagtynda olar biri-birinden aýrylyşmaýarlar. Tersine genler biri-birinden daşda ýerleşýän bolsalar, olaryň tirkelmegi gowşak bolýar we atanaklaşma ýgy-ýgydan amala aşýar.

Atanaklaşmanyň ýagdaýyna görä, hromosomadaky genleriň aralygyny, meýoz profaza I zigonema wagtynda gomologiki hromosomalaryň konýuasiýasynda krossingoweri genetiki we sitologiki anyklamalaryň kömegi bilen kesgitläp bolýar (73-nji surat).



73-nji surat. Krossingower

- 1 – iki gomologiki hromosomalar;
- 2 – olaryň konýugasiýa wagtynda atanaklaşmagy; 3 – hromosomalaryň täze iki utgaşmasy.

Häzirki wagtda genleriň birnäçe lokuslarda berk tirkeg toparlary mälüm bolmak bilen olaryň näçe göteriminiň atanaklaşandygynyň hasaby çykarylady. Genleriň tirkeg toparlary **rezus-faktoryň** we ganyň MN-ulgamyndaky genleriň ýüze çykyşyny kesgitleýär.

Aýratyn maşgalalarda rezus-faktoryň **owalositoz** (eritrositiň takmynan 80-90% süýri formada bolýar) tirkeg toparlaryny yzarlamak mümkinçiligi bolýar, bu 3% atanaklaşmany berýär. Ganyň **ABO** we **Lu** faktoryň ýüze çykyşyna gözegçilik edilende genleriň arasyndaky krossingower 9%-e çenli bolýar. Barmaklaryň we bogunlaryň gurluşynda ýetmezçilikleri döredýän, şeýle hem ABO ulgamynda lokus bilen tirkeg genler belli bolup, olaryň özara atanaklaşmagy 10%-e çenli bolýar. Adamyň X we Y hromosomalarynda tirkeg toparlary has önät öwrenilendir. Genleriň özara baglanyşygy **daltonizmiň** (reňkleri saýgaryp bilmezlik) we **gemofiliýanyň** (ganyň lagtalanmak ukybynyň bolmazlygy) ösüşini kesgitleýär, olaryň özara atanaklaşmagy 10%-e deňdir.

Morganyň çaklamalarynyň dogrudygyny geçen asyryň başlarynda drozofila miwe siňejiginiň liçinkasynyň tüýkülük mäsinden äpet hromosomany (beýleki iki ganatlylarda hem) **Kurt Ştern** we Morganyň işdeşleri **Teofilus Paýnter** (sitolog) hem-de **Kalwin Brijes** (genetik) görüp tassykladylar.



74-nji surat. Hronomusyň liçinkasynyň tüýkülük mäsinden alnan äpet hromosomanyň gurluşy

74-nji suratda gije kebeleği bolan hironomusyň liçinkasynyň tüýkülük mäsinden alnan äpet hromosoma görkezilen.

Hromosomalardaky genleriň aralygy morganidlerde aňladylýar. Bir hromosomadaky genleriň tirkelmegi hökman dälidir.

Äpet hromosomanyň gurluşy ýagtylyk mikroskopynda öwrenilende hromomerleriň açyk we has garamtyl bölekleriniň gezek-

leşip gelyändigini oňat görünyär we olar güýçli spirallaşandyrlar hem-de biri-birine jebis ýatandyrlar.

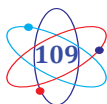
Şeýle äpet hromosomanyň emele gelmegine *politen* diýlip atlandyrylýar, başgaça aýdylanda hromosomanyň sanyny artdyrmazdan reduplikasiýa geçmegidir. Bu ýerde reduplikasiýa geçen hromatidler biri-birine jebis ýerleşendirler.







Eger hromosoma iki hromatidden duran bolsa, dokuz sapa kem-kemden ikilenip, politen hromosomada sapaklaryň (hromonema) sany 1024-e deň bolýar. Şeýle hromosomanyň spirallaşmasy aýrylanda, adaty hromosoma bilen deňeşdirilende hromonemanyň uzynlygy 150 – 200 esse uly bolýar.

1925-nji ýylda *Stertewant* krossingower deň derejede geçmedik ýagdaýynda: gomologiki hromosomalaryň birinde iki sany birmeňzeş genleriň ýerleşýän ýeri (lokusy) bolýar, mysal drozofila miwe siňejiginiň gözüniň formasyna täsir edýän – *Bar gen* ýerleşýär, beýlekisinde bolsa hiç hili geniň ýerleşýän ýeri (lokusy) bolmaýar. Şeýle ýagdaýda drozofila miwe siňejiginde örän seýrek gabat gelýän alamat bolan inçeden tekiz (*Ultra Bar geni*) görüş emele gelýär.

Hromosoma taglymatynyň dogrulygyny sitologiki subutnamalardan başga-da, drozofila miwe siňejiginiň dürli jynslaryny çaknyşdyrmak arkaly genetiki tejribeler geçirilip üsti ýetirildi. Drozofila miwe siňejiginiň örän köp goşulyşma genleriniň arasynda, iki sany resessiw gen: bedeniň gara reňkiniň geni (*bleack*) we ganaty düwünçek halyndaky geni (*vestigial*) bolýar.







Ol genleri *a* we *b* harplar bilen şertli belgiläliň. Olaryň deňişli dominant allelleri *A* çal bedenliligi, *B* bolsa kadaly ganatlylygy ýüze çykarýar. Arassa tohumly drozofila miwe siňejikleriniň *aabb* we *AABB* genotipli wekilleri çaknyşdyrylanda birinji nesliň ählisiniň genotipi *AaBb* bolýar. Ikinji (F_2) nesilde şu aşakdaky ýaly nesle garaşmak bolar (75-nji surat).



Gametalar		♀ 			
		<i>AB</i>		<i>ab</i>	
♂ 	<i>AB</i>		<i>AABB</i> Çal bedenli we kadaly ganatly		<i>AaBb</i> Çal bedenli we kadaly ganatly
	<i>ab</i>		<i>AaBb</i> Çal bedenli we kadaly ganatly		<i>aabb</i> Gara bedenli we ganaty düwünçek halýnda

75-nji surat. Drozofila miwe siňejiginiň F_2 neslinde genleriň goşulyşmasy

Emma, üýtgeşik gametalardan köp bolmadyk mydamalyk göterimli deň nesiller düş gelýär. Şeýle gametalar her bir çaknyşdyrma-da nesilleriň 18%-ine (9% *Ab* we 9% *aB*) gözegçilik etmek bolýar (76-njy surat).

Gametalar		♀ 			
		<i>Ab</i>		<i>aB</i>	
♂ 	<i>AB</i>		<i>AABb</i> Çal bedenli we kadaly ganatly		<i>AaBB</i> Çal bedenli we kadaly ganatly
	<i>ab</i>		<i>Aabb</i> Çal bedenli we ganaty düwünçek halýnda		<i>aaBb</i> Gara bedenli we kadaly ganatly

76-njy surat. Drozofila miwe siňejiginiň F_2 neslinde üýtgeşik gametalardan aýratyn nesilleriň emele gelşi

Şeýle kadadan çykma ýagdaýyň ýüze çykmagyny **krossingower** hadysasy oňat düşündirýär. Şeýle ýagdaýlarda we genetiki barlaglar krossingowerde tirkelmeleriň bozulmagynda üýtgeýjiligiň köpelmekligine alyp barýar.

Biz «dominant» we «ressesiw» genler (alleller) we alamatlar adalgasyny örän köp ulanýarys. Emma, soňky ýyllardaky barlaglar resessiw genler hakyky doly bolmaýar diýlip bellenilýär. Resessiw genler fenotipde örän gowşak görnüşde ýa-da bildirmeýän görnüşde ýüze çykýandygyny belläp geçmeli. Soňky ýagdaýlarda resessiw alleller fenotipiň daşky keşbinde ýüze çykmaýar, ony ýöriteleşen biohimiki usullar bilen ýüze çykaryp bolýar. Mundan başga-da, ol ýa-da beýleki gen daşky gurşawyň bir şertinde özüni dominant, beýleki bir şertde bolsa, özüni resessiw gen hökmünde alyp barýar.

Şeýle hem, ähli organizmleriň ösüşi daşky gurşawyň täsirinde we oňa garaşly bolup durýar. Genotipiň fenotipde kesgitli ýüze çykmagynda daşky gurşawyň täsiri (ýylylyk, iýmit, çyglylyk, atmosferanyň gaz düzümi, atmosfera basyşy, şol berlen organizmiň özüniň ýetmezçilikleri, suwuň himiki düzümi, toprak we başgalar degişlidir), adam üçin bolsa ýaşayşy şertleri täsir edýär. Genotipiň ähli mümkinçilikleri fenotipde hiç haçan ýüze çykmaýar. Şonuň üçin hem, dürli şertlerde meňzeş genotipler fenotipde ýüze çykyşy boýunça biri-birinden güýçli tapawutlanýarlar. Şonuň üçin hem, alamatlaryň ýüze çykmagyna (köp ýa-da az derejede) genotip we daşky gurşaw gatnaşýar.

Hromosoma taglymatynyň esasy düzgünleri

1. Neslegeçijiligiň maddy esasy ***hromosomadyr***.
2. Neslegeçijiligiň maddy esasyň işjeň birligi ***genlerdir***.
3. Hromosomalaryň diploid toplumynda genler jübütdirler.
4. Hromosomada genler goşulyşma toparyny emele getirmek bilen toparlaýyn ýerleşýärler.
5. Goşulyşma (tirkeg) toparlarynyň sany gaploid toplumdaky hromosomalaryň sanyna gabat gelýär. Her bir goşulyşma topary genleriň toplumu boýunça örän täsindir.
6. Hromosomada genler tertipli ýerleşýärler.
7. Genleriň arasy ***morganidlerde*** ölçenilýär.



4.6. Jyns genetikasy. Hromosoma boýunça jynsnyň kesgitlenilişi

Öýjügi öwreniji alymlar – sitologlar XIX asyryň ahylarlaryna, XX asyryň başlarynda somatik – beden öýjükleriniň hromosoma toplumlarynda jynsy tapawutlaryň bardygyny birnäçe mör-möjeklerde anyklapdyrlar. Ol tapawutlar bolsa, her bir jynsnyň özüne mahsus bolan jynsy hromosomasyna – *geterohromosomasyna* ýa-da *allosoma* (X we Y hromosomalara) bagly bolup durýar. Ähli galan jynsy däl hromosomalar atalyk we enelik jynslarda *birmeňzeş* bolup, olara *autosomlar* diýilýär.

Ilkibaşda geterohromosomalaryň 2 görnüşiniň üsti açylypdyr.

Potentor - ♀ XX; ♂ XO – spermatozoidiň iki görnüşü bolýar – X we O. **Lygaeus** - ♀ XX; ♂ XY – spermatozoidiň iki görnüşü bolýar – X we Y.

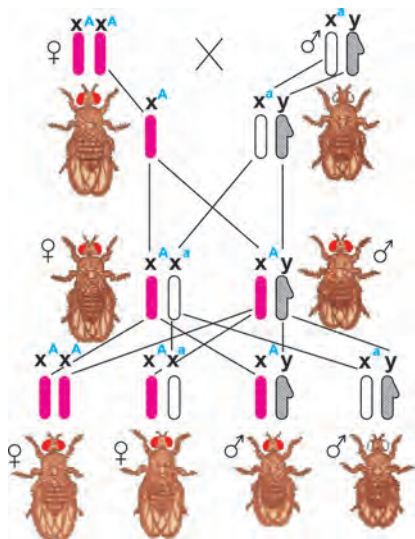
Sitologiki barlaglar – jynsy kesgitlemekde meýoz bölünişi geçende jynsy hromosomalaryň paýlanyşyna bagly bolup durýandygyny anykladylar. Köp wagt geçmänkä jynsy hromosomalaryň paýlanyşynyň sitologiki taýdan dogrudygyny tassyklaýan genetiki maglumatlaryň ylmy eserleri ýüze çykyp başlady.

Morgan we onuň işdeşleri (**Brižes, Meller, Stertewant**) drozofila miwe siňejiginiň 4 jübüt hromosomasynda ♀ – enelikde XX we ♂ – atalykda XY hromosomalaryň bardygyny görkezdiler.

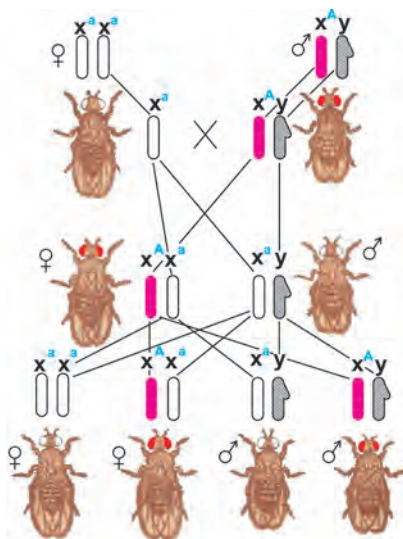
1909-njy ýylda T. Morgan drozofila miwe siňejiginiň ak gözliliginiň resessiw alleliniň *white* we onuň X – hromosomada ýerleşen gendigini anyklapdyr. Drozofila miwe siňejiginiň gözüniň kadaly gyzyl reňki bolan eneligi bilen gözüniň ak reňki bolan atalygy çaknyşdyrylanda F_1 – birinji nesliň ählisi jynsyna garamazdan gözi gyzyl reňkli boldular, F_2 – ikinji neslinde bolsa alamatlaryň dargamagy bolup geçýär we nesilleriň 3 böleginiň gözi gyzyl reňkli, 1 böleginiň bolsa gözi ak reňkli bolupdyr. Olaryň erkeginin 1-i ak gözli bolupdyr, galanlary – 2 sany enelik we 1 sany atalyk gyzyl gözli bolupdyr (77-nji surat).

Drozofila miwe siňejiginiň ak gözli eneligi bilen kadaly gyzyl gözli atalygy çaknyşdyrylanda F_1 birinji nesilde geterozigot genli gyzyl gözli eneligi we ak gözli atalygy (1:1 gatnaşykda) emele gelýär.





77-nji surat. Drozofila miwe siňejiginiň kadaly gyzyly gözli eneligi bilen ak gözli atalygy çaknyşdyrylanda alamatlaryň jyns bilen goşulyşy



78-nji surat. Drozofila miwe siňejiginiň ak gözli eneligi bilen kadaly gyzyly gözli atalygy çaknyşdyrylanda alamatlaryň jyns bilen goşulyşy

F₂ ikinji nesilde bolsa eneligiň biri ak, beýlekisi bolsa gyzyly gözli, atalygynyň biri ak, beýlekisi bolsa gyzyly gözli boldular (78-nji surat).

Bu tejribe, sitologiki we genetiki ýollar bilen anyklanyp neslegeçijilik alamatlarynyň jynsy hromosomalar bilen baglanyşandygyny takyk görkezýän ilkinji açyşdyr.

Adamyň jynsy kesgitlenende *Lygaeus* görnüşe gabat gelýär. Aýallaryň öýjüginde jynsy hromosomalary XX bolup, **gomozigot** bolýar, erkekleriňki bolsa jynsy hromosomalary XY bolup, **gemizigot** (grekçe-**gemi**-ýarysy) bolýar, olaryň biri X-hromosoma, beýlekisi bolsa Y-hromosomadyr.

Şeýlelikde, aýallaryň we erkekleriň kadaly ýagdaýdaky kariotipiniň düzümi 44 sany **autosomlar** - **jynsy däl hromosomalardan** we 2 sany bolsa **allosomdan** - **geterohromosomalardan**: aýallaryňky XX – hromosomadan, erkekleriňki bolsa XY – hromosomadan durýar (59-njy sahypadaky 34-nji sur. ser.).

Spermatogenez mahalynda X we Y allosomlar ýa hiç hili konýugasiýa geçmeýändigini ýa-da bir uçlary bilen birleşýändigini sitogenetiki barlaglar subut etdi.

Jynsy hromosomalar dürli jyns öýjüklerine düşýärler, ýagny adamyň ýetişen spermatozoidleri 22 autosomy + X hromosomany (gyzlar üçin sperma) ýa-da 22 autosom + Y hromosomany (oglanlar üçin sperma) göterýärler. Adamyň ähli kadaly ýetişen ýumurtga öýjükleriniň düzümi birmeňzeş bolup, 22 autosom + X hromosomadan durýar.

Süýdemdirijilerde, käbir mör-möjeklerde (mysal üçin, drozofila miwe siňejiginde) jynsy kesgitlenende **gemizigot** hromosoma erkeklik jynsy kesgitleýär. Guşlarda we käbir kebeleklerde gemizigot hromosoma eneligi, gomozigot hromosoma bolsa atalyk jynsy kesgitleýär.



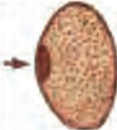





Geçen asyryň ortalaryna 1949-njy ýylda **Bertr** we **Barr** pişigini nerw öýjüginde öwrenip, ähli süýdemdirijilerde (şol sanda adamda) beden öýjükleriniň interfaza ýagdaýyndaky ýadrosynyň gurluşynda jynsy tapawudynyň bardygyny ýüze çykardylar. Süýdemdirijileriň eneliginiň dürli dokumalarynyň öýjükleri öwrenilende interfaza ýagdaýyndaky ýadrosynda noýba pisint gara uly bölejigiň **hromatiniň** (ululygy 0,8-den 1,2 *mkm-e* çenli) barlygy ýüze çykaryldy. Muňa **Barryň bedenjigi** diýip at berildi. Atalyk öýjüginde bu bedenjik bolmaýar (79-njy surat).

Adamda Barryň bedenjigini agyz boşlugynyň epitelial öýjükleriniň nemli bardasynyň emzijeklerinde ýüze çykarmak örän aňsatdyr.

Kadaly aýalyň leýkositleriniň ýadrosynyň **neýtrofil** bölegi (limfositler) «**deprek taýajygy**» diýip atlandyrylýan özboluşly ösüntgini saklaýar.

Adamyň kariotipiniň hromosoma toplumynyň bozulmalary öwrenilende mysal üçin, X hromosomanyň artykmaç (aýallarda XXX, erkeklerde XXY, XXXY we ondan hem köp) bolmagy, agyz boşlugynyň nemli bardasynyň öýjüklerinde bir sany Barryň bedenjigi we leýkositlerinde X hromosomanyň sanyndan az «**deprek taýajygy**» ýüze çykaryldy.



X hromosomanyň sany bilen baglanyşykda ýüze çykýan näsazlyklar		Agyz boşlugynyň nemli bardasynyň öýjüklerindäki Barryň bedenjigi- niň sany	Limfositleriň ýadrosyndaky «deprek taýajyk- larynyň» sany
1X=hromosoma	Kadaly erkek XY ýa-da näsag aýal XO (Şereşewskiý-Temer keseli)		
2X=hromosoma	Kadaly aýal XX ýa-da näsag erkek XXY (Klaýnfelter keseli)		
3X=hromosoma	Näsag aýal XXX (trisomiýa X) ýa-da näsag erkek XXY (Klaýfeltler keseli)		
4X=hromosoma	Näsag aýal XXXX (polisomiýa X) ýa-da näsag erkek XXXXY (Klaýfeltler keseli)		

79-njy surat. Adamyň agyz boşlugynyň nemli bardasynyň öýjügindäki Barryň bedenjiginiň we limfositleriň ýadrosyndaky «deprek taýajyklarynyň» şekillendirilişi

Barryň bedenjiginde we «deprek taýajygynda» soňky geçirilen barlaglar aýalyň X hromosomalarynyň biri geterohromatinlik ýagdaý-da bolup, ol özüniň gomologyndan üýtgeşik reňklenýär. X hromosomanyň geterohromatinligi özüniň gomologyndan ikinjä garanynda birinjide DNK-nyň sinteziniň soň geçýänligi bilen tapawutlanýar. Şeýle hem geterohromatinlik ýagdaýdaky hromosoma genetiki taýdan işjeň bolmaýar we interfazada Barryň bedenjigini emele getirýär.

Soraglar we meseleler

1. G.Mendeliň ýaşlyk ýyllary nähili geçipdir?
2. G. Mendel nirelerde bilim alypdyr?
3. G.Mendeliň nähili ylmy işleri bar?
4. G. Mendel nohutda nähili tejribeler geçiripdir?
5. G.Mendel çaknyşdyrmakda nähili alamatlary saýlap alypdyr?
6. Alternatiw alamat näme?
7. G.Mendel jyns öýjükleriniň neslegeçijiligi barada nähili pikirler ýöredipdir?
8. Gibridologiki usul näme?
9. G.Mendeliň çaknyşdyrmak üçin saýlap alan nohut ösümliگی nähili ýagdaýlary kanagatlandyrmaly?
10. Näme üçin monogibrid çaknyşdyrma diýilýär?
11. Nohut tohumynda monogibrid çaknyşdyrma nähili bolup geçýär?
12. Dominant alamat näme?
13. Resessiw alamat näme?
14. «Arassa tohum» nähili alynýar?
15. G.Mendeliň birinji kanunyň esasy manysy näme?
16. G.Mendeliň birinji kanunyňa näme üçin birinji nesliň birmeňzeşlik we dominirlenme kanuny diýip at berilýär?
17. G.Mendeliň dargama kanuny näme?
18. Näme üçin digibrid çaknyşdyrma diýilýär?
19. G.Mendeliň üçünji kanuny nähili atlandyrylýar?
20. Pennetiň gözeneginiň gurluşy nähili?
21. Gibridleriň ikinji nesli F_2 genotipi üçin Pennetiň gözenegi nähili doldurylýar?
22. Kädiniň miwesiniň ak reňkiniň geni (A) dominant, sary reňkiniň geni (a) bolsa resessiw alamatdyr. Eger gomozigot genli ösümlikler çaknyşdyrylanda olaryň F_1 we F_2 nesilleriniň fenotipi hem-de genotipi nähili bolar?
23. Genotipi AA, aa, Aa ösümlik genotipi nähili atlandyrylýar we gametalaryň nähili görnüşlerini emele getirer?
24. Deňiz doňuzjyklarynda tüýüniň hüžžükligi dominant gen (A), ýylmanak tüýlülük bolsa resessiw gen (a) hasaplanylýar. Eger bu alamatlary boýunça gomozigot genli haýwanlar çaknyşdyrylanda olaryň F_1 we F_2 nesilleriniň fenotipi hem-de genotipi nähili bolar?
25. «Allel» we allel genler näme?
26. T.H.Morganyň ýaşlyk ýyllary nähili geçipdir?
27. Neslegeçijiligiň hromosoma taglymatyny haýsy alym açypdyr?
28. T.H.Morgan tejribelerini, esasan, haýsy jandarda geçiripdir?
29. Tirkeg topary diýip nämä aýdylýar?
30. Hromosomalaryň ataklaşma hadysasy näme?
31. Hromosoma taglymatynyň esasy düzgünleri nämelerden ybarat bolup durýar?
32. Jyns genetikasy nämäni öwrenýär?
33. Hromosomalalar boýunça jynslar nähili kesgitlenilýär?

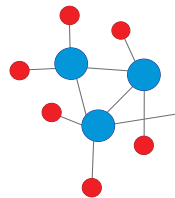


34. Autosomalar näme?
35. Geterohromosomalar näme?
36. Allosoma näme?
37. Neslegeçijiligiň haýsy görnüşine aralyk neslegeçijilik diýilýär?
38. Epistaz näme? Oňa mysallar getirmeli.
39. Komplementarlyk näme? Oňa mysallar getirmeli.
40. Pleotropiýa näme? Oňa mysallar getirmeli.
41. Polimeriýa näme? Oňa mysallar getirmeli.
42. Drozofila miwe siňejiginiň gözüniň reňkiniň genotipi: mele reňki *Abb*, açyk gyzyl reňki *aaB*, gyzyl reňki *AB*, ak reňki *aabb* bilen şertlendirilýär. Arassa tohumly *Aabb* we *aaBB* genotipi bolan siňejikler çaknyşdyrylanda F_2 nesliň nesil gatnaşyklary nähili bolar?
43. Ingibitor gen düşünjesi nämäni aňladýar?
44. Gara tüýli syçanlar (*Aabb*) bilen albinos (reňksiz) tüýli (*aaBB*) syçanlar özara çaknyşdyrylanda birinji nesliň ählisi ýabany reňkli (*AaBb*) bolupdyr. Olaryň ikinji neslinde nähili gatnaşyga garaşyp bolar (syçanlaryň *aabb* genotipi bolanlar albinoslardyr). Alamatlaryň neslegeçijiliginiň bu görnüşiniň nähili atlandyrylýar?
45. Bugdaý dänesiniň reňkiniň neslegeçijiligi iki jübüt gen bilen baglanyşykly bolýar. Gyzyly reňk dominant A_1 we A_2 genlere, ak reňk resessiw a_1 we a_2 genlere bagly bolýar. Arassa tohumly gyzyly we ak reňkli ösümlikler çaknyşdyrylanda olaryň F_1 we F_2 nesilleriniň däneleriniň reňki nähili bolar? Neslegeçijiligiň bu görnüşiniň nähili atlandyrylýar?
46. Krossingower näme, onuň nähili ähmiýeti bar?
47. Genleriň arasy haýsy birlik bilen kesgitlenilýär?
48. Adamyň jynsy genetiki taýdan nähili kesgitlenilýär?
49. Barryň bedenjigi we «deprek taýajygy» näme? Olary nirede aňsat ýüze çykaryp bolýar?



V BAP

ÜYTGEÝJILIK WE ONUŇ EWOLÝUSIÝADAKY ÄHMIÝETI



Üytgeýjilik iki görnüşde *genotipiki* we *fenotipiki* bolup, ondan başga-da genotipiki üytgeýjilik fenotipiki üytgeýjilige garanynda ululygy çäksizdir. Görnükli sowet genetigi **N.W.Timofeyew-Resowskiý** (1900–1981) fenotipiki üytgeýjilige ikitaraplaýyn baha berdi. *Penetrantlylyk* – bu şol alamaty özünde saklaýan görnüşüň wekilleriniň alamaty ýüze çykarýan wekilleriniň sanynyň göterim gatnaşygyny görkezýär. *Ekspressiwlik* – bu şol alamatyň wekillerinde ýüze çykyş derejesini görkezýär.

Üytgeýjilik – bu janly organizmleriň ajaýyp häsiýetleriniň biridir. Üytgeýjilik netijesinde ewolýusiýa hadysasynda şol bir giňişlikde organizmleriň bile ýaşamagy üçin zerur bolan dürli formalary ýüze çykypdyr. Şeýle «ýaşaýşyň jeminiň» artýandygyny beýik inlis tebigaty öwrenijisi **Çarlz Robert Darwin** (1809-1882) öz döwründe sutbut etdi.

5.1. Ç.Darwiniň üytgeýjilik baradaky esasy düşüňjeleri

Üytgeýjilik hadysasy örän irki döwürlerden, ýagny medeni ösümlikleriň nusgalary we öý haýwanlarynyň tohumlary bilen gyzyklanyp başlaly bäri bellidir.

Ewolýusion taglymaty dörediji alym Ç. Darwin üytgeýjiligiň iki görnüşini tapawutlandyrypdyr:

1. *Belli üytgeýjilik;*
2. *Näbelli üytgeýjilik.*

Ç. Darwiniň pikirine görä, *belli üytgeýjilik* daşky gurşawyň şertleriniň täsirine göni baglydyr. Bu üytgeýjilige *toparlaýyn üytgeýjilik* hem diýilýär, sebäbi bellibir şertiň täsirine düşen, şol bir görnüşe degişli wekilleriniň başlangyç ýagdaýyndakydan üytgeýär we ählisinde şol bir meňzeş üytgeýjilik ýüze çykýar. Mysal üçin, garyň ýagmagy bilen köp haýwanlaryň tüýüniň reňki agaryýar, ähli ösüm-



likler mineral we organiki dökünlere baý bolan toprakda ösdürilse, olaryň hemmesi iri bolýarlar we başgalar.

Ç. Darwin **näbelli üýtgeýjiligi** – daşky gurşawyň şertleriniň täsirine bagly däldir diýip belleýär. Ç. Darwin görnüşlerde birden ýüze çykýan, görnüş üçin peýdaly ýa-da zyýanly bolan, soňky nesillerde hem ýüze çykýan üýtgeşmeleriň birnäçesine gözegçilik edipdir. Bu üýtgeşmeleriň ýüze çykyşynyň sebäpleri, neslegeçijilik we alamatlaryň dominirlenmegi baradaky düşüňjeler heniz Ç. Darwine belli däldi.

Ç. Darwin üýtgeýjiligiň ýene-de bir görnüşini «**dowamly üýtgeýjiligi**» tapawutlandyrypdyr. Onda daşky gurşawyň şertleriniň täsirinde ownuk üýtgemeler ýüze çykýar.

Darwinizmiň garşysyna nesilde täze alamatlaryň ýitip gitmegi baradaky pikirler ýüze çykypdyr. Tebigatda şeýle tötänleýin nesle geçýän üýtgemeler ýüze çyksa, ol hem şol görnüşiniň wekilleriniň hemmesinde bolmasa, üýtgeşme çykan wekiliň beýleki adaty wekiller bilen çaknyşdyrylanda F_1 birinji nesil täze aralyk häsiýeti – alamaty ýüze çykarýar. Ikinji we soňky nesillerde bolsa tötänleýin alamat kän ýüze çykmaýar, iň soňunda bolsa ol alamat doly ýitip gidýär diýip, 1867-nji ýylda matematik **F. Ženkin** pikir ýöredýär.

Geçirilen genetiki barlaglar F. Ženkiniň pikiriniň nädogrudygyny görkezdi, täze emele gelýän, nesle geçýän üýtgemeler çaknyşdyrmada ýitip gitmeýärler, diňe resessiw ýagdaýda bolup, olar gizlin ýagdaýda saklanýarlar.

«**Belli**» – **modifikasion** we «**näbelli**» – **mutasion** üýtgeýjilikleriň köpdürli utgaşmalary, ewolýusiýanyň esasy şerti bolan, tebigy seçginiň täsirine giň mümkinçilikler berýär. Seçgä mydama saýlamaga mümkinçilik bardyr. Tebigatda seçginiň täsirinde her bir janly beden wagtyň geçmegi bilen üýtgäp bilýär, täze bir görnüşe başlangyç berip bilýär.

5.2. Mutasion taglymat

Tötänleýin birden ýüze çykýan, neslegeçijilikde bellibir ugra gönükdirilmedik üýtgemekligiň – **mutasiýanyň** (latynça **mutation** – üýtgemeklik) açylmagy XX asyryň başynda klassyky genetikanyň çalt



ösmegine we ewolýusiýada nesle geçýän üýtgemeleriň ähmiýetine düşünmäge kömek berdi.

1898-nji ýylda rus botanigi **S.I.Koržinskiý** (1861–1900) (80-nji surat), iki ýyldan soň, golland botanigi **De Friz** (1884–1935) (Mendeliň kanunlaryny ikinji gezek açan üç alymyň biri) biri-birinden habarsyz genetiki umumylaşdyrma bolan – **mutasion taglymatyny** esaslandyrýarlar.



80-nji surat.

S.I.Koržinskiý (1861 – 1900)

Mutasion taglymatyň esasy mazmuny:
a) mutasiýalar birden we garaşsyz döräp bilýärler;

б) mutasiýalar bir döränden soňra, olar durnukly bolýarlar;

ç) şol bir mutasiýa gaýtadan döräp bilýär;

De Friz adaty ösüp oturan ýabany **enotera** ösümlikleriniň içinde, olardan has tapawutlanýan şol görnüşiniň wekillerini görýär. Şolaryň tohumlaryny ýygnap alýarda özünüň tejribe geçirýän meýdançasýnda ekýär. De Friz 17 ýyllap, şol ösümligi her ýyl ekipdir we oňa yzygiderli gözegçilik edipdir. Ilkibaşda ol üç sany mutasiýany görýär (81-nji surat).

1. Karlik – göýdüşek ösümligi alypdyr.
2. Gigant – ýapraklary, güli, miweleri, tohumy iri baldagy uzyn bolan ösümligi alypdyr.
3. Ýapraklarynyň we miweleriň içinden gyzyldamarlar geçýän ösümligi alypdyr.

10 ýylyň dowamynda De Friz gözegçilik edende saýlap alan kadaly ösümliginden birnäçe alamatlary boýunça tapawutlanýan köp täze görnüşleri alypdyr. Köp ýyllaryň dowamynda alym **mutantlara** (**mutasiýany göterijilere**) we olaryň nesillerine gözegçilik edip gelipdir.

Ol özünüň gözegçilikleri esasynda täze görnüşiniň emele gelmegi üçin hökman mutasiýalar gerek diýen netijä gelipdir. Hemme mutasiýalar mutantlaryň ýaşayşyny üpjün edip bilmeýärler. Olaryň soňky ýaşayşy, tebigy seçgi ýoly bilen, ýaşayşy ugrundaky göreşe





81-nji surat. Lamarkyň enoterasy we onuň mutasiýalary

1 – Lamarkyň enoterasy (*Oenothera Lamarckiana*);

2 – göýdüşek enotera (*Oenothera nanella*);

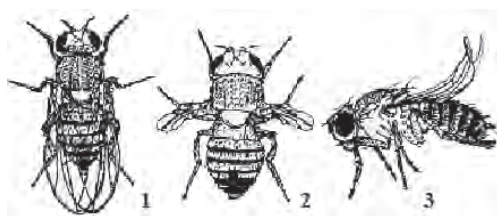
3 – äpet enotera (*Oenothera gigans*).

bagly bolup durýar. Ýlmy edebiýatlarda ösümlikleriň we haýwanlaryň dürli mutasiýalarynyň köp maglumatlary çap edildi.

De Friz mutasiýalaryň döreýiş ýollaryny bilmeýändigini sebäpli, üýtgemeler erkin, öz-özünden döreýändir diýip pikir edipdir. Köp täze döreýän mutasiýalar resessiw ýagdaýda gizlin saklanýar, ol dürli görnüşüň bedenlerinde häsiýetli gizlin üýtgeýjiligi ýokarlandyrýar. Daşky gurşawyň şertleri üýtgände, meselem, tebigy seçginiň täsiri üýtgände, gizlin nesle geçýän üýtgeýjiligiň ýüze çykmagy mümkindir, onuň sebäbi hem geterozigot ýagdaýdaky resessiw mutasiýalaryň döreýän wekilleri täze şertlerde ýaşaýyş ugrunda göreşde ýitip gitmeýärler we olar nesilden-nesle berilýärler.

Erkin mutasiýalar daşyndan hiç bir zat goşulmazdan döreyär. Mundan başga-da, **indusirlenen mutasiýalar** hem bardyr. Indusirlenen mutasiýalara – mutagenleriň täsirinde döreyän mutasiýalar degişlidir.

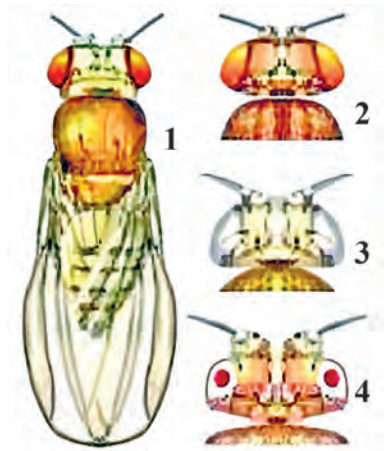
Daşky gurşawyň dürli täsirleri indusirlenen mutasiýany döredýän täsir bolup biler. Temperatura, ultramelewşe şöhleleri, radiasiýa, dürli himiki birleşmeleriň täsiri – **mutagenler** hasaplanylýar. Daşky gurşawyň agentlerine – **mutagenler** diýilýär. Genotipiň üýtgemegine – **mutasiýa**, mutasiýalaryň emele geliş hadysasyna **mutagenez** diýilýär.



82-nji surat. Drozofila miwe siňejiginiň ganatyndaky mutasiýalar

1 – bedeniniň daşky keşbi; 2 – ganaty düwünçek halynda (*vestigial gen*); 3 – towlanan ganatly (*curled gen*).

1925-nji ýylda sowet alymlary **G.S. Filippow** we **G.A. Nadson** genetikanyň taryhynda ilkinji bolup, hamyrmaýada (**drožda**) mutasiýa almak maksady bilen rentgen şöhlelerini ulandylar.



83-nji surat. Drozofila miwe siňejiginiň bedeniniň we gözüniň reňki boýunça mutasiýalar

Bir ýyldan soňra amerikan alymy **G. Miller** şol mutageni drozofila miwe siňejiginde ulanypdyr (82-nji surat).

Soňky ýyllarda geçirilen barlaglaryň netijelerinde drozofila miwe siňejiginiň bedeniniň we gözüniň reňki boýunça hem birnäçe mutasiýalar alyndy. (83-nji surat).

1 – bedeniniň daşky görnüşi; 2 – erik göz (*apricot gen*) we garamtyl beden (*ebony gen*); 3 – ak göz (*whit gen*) we sary beden (*yellow gen*); 4 – gyzyl gözli we çal beden.

Häzirki wagtda bu ugurda alnyp barylýan işler *radiasion biologiyanyň* uly ähmiýeti bolan ylma öwrülmegine alyp bardy. Mysal üçin, antibiotikleri öndürýän kömeleklerde alnan käbir mutasiýalar derman serişdelerini öndürmekde 100–1000 esse ýokarlandy. Oba hojalygynda alynýan mutasiýalaryň kömegi bilen, köp hasyl berýän ösümlikleri almaklyk başartdy.

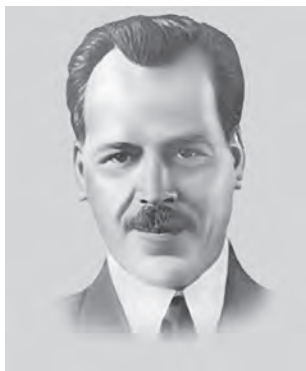
1931-nji ýylda ilkinji bolup **N.K. Kolsow** we **W.W. Saharow** drozofila miwe siňejiginiň ýumurtga öýjüğine ýod täsir etdirip, himiki mutagenezi öwrenipdirlər.

Soňky ýyllarda haýwanlarda täze tohumlary almakda himiki mutagenleri ulanmagyň üstünde işler alnyp barylýar. Towşanlaryň tüýüniň reňkini üýtgetmekde we goýunlaryň ýüňüniň uzaldylmagy barada oňat netijeler gazandylar. Bu netijeler tejribe geçirilýän haýwanlaryň heläk bolmaz ýaly mukdarda ulanmak bilen gazanylýar.

Seleksiýanyň esasy meseleleriniň biri hem kömelekleriň we wiruslaryň döredýän kesellerine durnukly oba hojalyk ekinleriniň täze nusgalaryny döretmekden ybaratdyr. Dürli kesellere durnukly ösümlikleri almakda himiki mutagenler esasy serişde bolup hyzmat edýär.

N.I.Wawilow (1887 – 1942) (84-nji-surat) köp ýyllaryň dowamynda medeni däneli ösümlikleriň we olaryň urug başlangyçlarynyň nesle geçýän üýtgeýjiligini öwrenipdir. Ol genetiki taýdan biri-birine ýakyn garyndaş görnüşleri we uruglary üýtgeýjiligiň ugurlaryna laýyklykda bellibir tertipde ýerleşdiripdir. Bu iş oňa wajyp kanunalaýyklygy tapmaga kömek etdi.

Genotipiň meňzeşliginiň çäginin uludygy sebäpli, golaý garyndaş görnüşlerde we uruglarda nesle geçýän üýtgeýjilik meňzeş bolýar. N.I.Wawilowyň bu açyşyna *nesle geçýän üýtgeýjiligiň gomologik* (latynça *homologis* – gelip çykyşy birmeňzeş) *hatarynyň kanuny* diýilýär.



84-nji surat.

N.I.Wawilow (1887 – 1942)



Nesle geçýän üýtgeýjiligiň gomologik hatarynyň kanunynyň kesgitlemesi genetiki taýdan ýakyn bolan görnüşlerde nesle geçýän meňzeş üýtgeýjiligi bilen häsiýetlendirilýär. Şol sebäpli hem bir görnüşüň çäginde görnüşleriň hataryny anyklap bolsa, beýleki görnüşleriň we uruglaryň meňzeş formalaryny önünden kesgitläp tapyp bolýar.

Bu kanun dürli sistematik toparlaryň (görnüşleriň, uruglaryň, klaslaryň we hatda tipleriň) arasynda özüniň morfologiki we fiziologiki häsiýetleriniň meňzeşlikleriniň gaýtalanýan hataryny ýüze çykarýar. Bu meňzeşlikler umumy genleriň we olaryň mutasiýalarynyň meňzeşliginde ýüze çykýar.

Bugdaýyň we süläniň nusgalarynyň arasynda meňzeşlikler köp gabat gelýär: olaryň güýzlügininiň we ýazlygynyň, sümmülleriniň gylçyklarynyň, kelte gylçykly we gylçygynyň bolmazlygy, sümmülleriniň gyzyly, ak, gara bolmagy we beýleki alamatlar meňzeş gelýär. Bu bolsa olaryň kowumdaşlygyny görkezýär.

Haýwanlaryň görnüşleriniň, uruglarynyň, maşgalalarynyň we dürli klaslaryna degişli organizmleriň arasynda meňzeşligiň ýüze çykýandygyny synlamak bolýar. Mysal üçin, süýdemdirijilerde, guşlarda, şeýle hem beýleki haýwanlarda we ösümliklerde örän äpet görnüşi, girdenekligi ýa-da reňk beriji pigmentleriň bolmazlygyny – albinizmi synlamak bolýar.

Adamda mutasiýanyň ýygylgyy tebigy şertlerde 1:1000 000 gatnaşygy düzýär, eger genleriň köp sanlydygyny hasaplasaň, atalyk gameta, şeýle hem enelik gameta 10%-den az bolmadyk haýsy hem bolsa täze mutasiýany emele getirýär.

5.3. Mutasiýalaryň klassifikasiýasy

Mutasiýalar her bir görnüşüň wekiliniň gurluşyna, fiziologik aýratynlyklaryna, özüni alyp barşyna täsir edip üýtgedip bilýärler. Köp öwrenilen mutasiýalar, esasan, morfologik alamatlaryň üýtgemegi bilen baglanyşyklydyr. Haýsy hem bolsa bir fermentiň üýtgemegi bilen ýüze çykýan mutasiýalara *biohimiki mutasiýa* diýilýär.

Görnüşleriň wekilleriniň ýaşayyş ukyplylygyna täsir edişi boýunça mutasiýalar şu aşakdaky toparlara bölünýär:



a. Letal mutasiýa – görnüşiň wekillerine ölüm howpuny salýan mutasiýalar.

b. Poluletal mutasiýa – görnüşiň wekilleriniň köpüsiniň ölmegine alyp barýan mutasiýalar.

ç. Subletal mutasiýa – görnüşiň wekillerinde ýokary derejeli ölümi ýüze çykarýan mutasiýalar.

Bular azda-kände bedenleriň ýaşayşa ukyplylygyny peseldýär. Berlen şertlerde ýaşayş ukyplylygyna göni täsiri bolmaýan aralyk mutasiýalar hem bolup bilýär. Seýrek hem bolsa, döränden soňra peýdaly mutasiýalar hem bolýar.

Mutasiýalaryň aglabasy organizm üçin oňaýsyz bolýarlar. Olar, köplenç, ölüme ýa-da şikesli, kemli dogulmaklyga alyp barýar. Ýer üstünde radiasiýanyň derejesiniň ýokarlanmagy, aýratyn genleriň we hromosomalaryň üýtgemeginiň ýygylaşmagyna alyp barýar.

Atom bombasynyň 1945-nji ýylda ýarylmaklygyndan ejir çeken Ýaponiýanyň **Hirosima** we **Nagasaki** şäherleriniň ýaşajylary barlagdan geçirilende, şöhläniň täsirleriniň diňe köpçülikleýin keselleri döretmän, şikesli nesilleriň dogulmagyna ýa-da düwünçegiň ölmegine alyp barýan birnäçe nesle geçýän üýtgeýjilikleri döredýändigini görkezdi. Şeýle hem Ukrainada Çernobyl atom elektrostansiýasynyň 1986-njy ýylda partlamagyny (bu ýerde radiasiýanyň derejesi Hirosima we Nagasaki şäherindäki bilen deňeşdirilende 100 esse ýokarydygy, şeýle hem bu ýerde adamlar ýene-de 900 ýyldan soňra ýaşap biljekdigi aýdylýar), 2011-nji ýylyň mart aýynda Ýaponiýada ýer titremesi netijesinde atom elektrostansiýasyna şikes ýetmegini mysal getirmek bolar.

Mutasiýalar emele gelşine görä üç topara bölünýärler:

a. Gen mutasiýalary.

b. Hromosoma mutasiýalary.

ç. Genom mutasiýalary.

Geniň bir bölegi ýa-da tutuşlaýyn üýtgäp biler. Drozofila miwe siňejiginde geçirilen tejribelerde gözüniň reňkine, bedeniň reňkiniň we ganatynyň şekili bilen baglanyşykly köp sanly mutasiýalar alyndy (82-nji we 83-nji suratlar).



Has uly birlikden bolan hromosomalaryň bir bölegi, bitewi hromosomalara, hatda genom hem mutasiýa sezewar bolup biler. Hromosoma mutasiýalaryň esasy iki görnüşi has köp duşýar.

a. Hromosomalaryň arasyndaky mutasiýalara – translokasiýa degişli hasap edilýär.

b. Hromosomalaryň gurluşynyň üýtgemegi – inwersiýa, delesiýa, duplikasiýa degişli hasap edilýär.

Translokasiýa – hromosomanyň gurluşynyň üýtgemeginiň (diýmek DNK-a molekulasyňyň) bir görnüşi bolmak bilen, onuň bir böleginiň şol ýa-da beýleki hromosomanyň (şonuň netijesinde başga topara goşulýşmagy) başga bir ýerine geçmegidir. Hromosomalarda genleriň yzygiderligini harplar bilen belgiläliň: **ABC \overline{G} D \overline{Y} JZ**, beýleki hromosoma **IKLMNOPR**. Birinji hromosomadan **ABC** bölegi bölünip aýrylyp, ikinji hromosoma goşulýar. Şeýlelikde, genleriň iki sany täze utgaşmalary alynýar: birinji hromosoma **GD \overline{Y} JZ**, ikinji hromosoma **AB \overline{C} IKLMNOPR** düzümde bolýar. Translokasiýa hadysasyna krossingoweriň geçişini düşündirenimizde gabat gelipdik (*IV-V bap, 4.5 bölüm, 107-nji sahypadaky 73-nji sur. ser.*).

Görnükli sowet genetigi **A.S. Serebrowskiý** 1929-njy ýylda inwersiýanyň we translokasiýanyň emele gelşini aýdyňlaşdyrdy. Ol zyýanly mör-möjeklere garşy göreşiň genetiki usulyny hödürledi: zyýankeş mör-möjegiň urkaçysynyň bir ýa-da birnäçe translokasiýasynyň şöhlelendirmek arkaly zyýankeşler köpelyän döwründe goýberýär, ondan bolan nesilleri ýaşaýşa ukyply bolmaýarlar. Ol döwürde populýasiýanyň san taýdan azlygyna görä, kadaly urkaçy zyýankeşleriň arasynda örän güýçli görnüp duran bäsleşik emele gelýär. Populýasiýanyň sany birden azalýar we onuň бүтинлеý yok bolmagy hem mümkin. A.S. Serebrowskiniň işleri birnäçe dillerde çap edildi. Şeýlelikde, ýer ýüzüniň birnäçe böleginde zyýankeş mör-möjeklere garşy göreşmek mümkinçiligini döretdi.

Inwersiýa – genleriň we hromosomalaryň gurluşynyň üýtgemegi bilen, olaryň bir böleginiň 180°-a öwürlmekligi bolup geçýär. Mysal üçin, hromosomalarda genleriň yzygiderligi **ABC \overline{G} D \overline{Y} JZ** görnüşde berlen bolsa, ol **AB \overline{C} \overline{Y} D \overline{G} JZ** görnüşe geçýär.

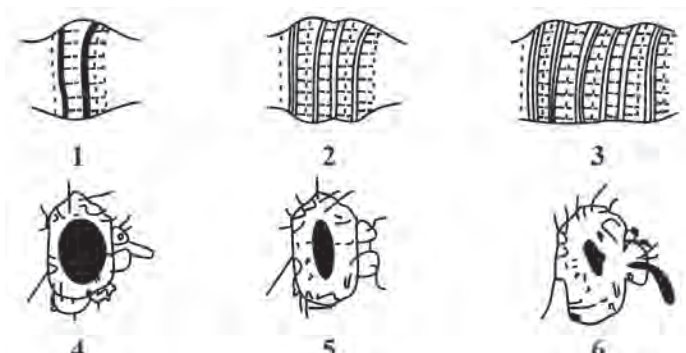
Delesiýa – genleriň we hromosomalaryň mutasiýalarynyň bir görnüşi bolmak bilen, onda hromosomanyň bir böleginiň aýrylmagy



bolup geçýär. Mysal üçin, hromosomalarda genleriň yzygiderligi **ABÇGDÝJZ** görnüşde berlen bolsa, ol **ABÇGD** görnüşe geçýär.

Duplikasiýa – genleriň we hromosomalaryň mutasiýalarynyň bir görnüşini bolmak bilen, geniň bir böleginiň ýa-da hromosomanyň ikilenmegi, ýagny goşalanmagy bolup geçýär. Mysal üçin, hromosomalarda genleriň yzygiderligi **ABÇGDÝJZ** görnüşde berlen bolsa, ol **ABÇGDÝGDÝJZ** görnüşe geçýär.

Hromosoma mutasiýasyna drozofila miwe siňejiginiň **Bar** geniniň duplikasiýasynda **Ultra Bar** inçeden tekiz gözüň emele gelmegini mysal getirmek bolar (85-nji surat).



85-nji surat.

Drozofila miwe siňejiginiň tüýkülik mäsındäki politen hromosomanyň bölümleriniň we gözüniň gurluşynyň üýtgemegi

1 – hromosomanyň bölegindäki Bar; 2 – Bar geniň mutasiýasy;

3 – Ultra Bar geniň mutasiýasy; 4 – kadaly göz; 5 – Bar geniň mutasiýasy; 6 – Ultra Bar geniň mutasiýasy.

Genom mutasiýalarynda hromosomalaryň sanynyň üýtgemekligi bolup geçýär. Mitoz ýa-da meýoz bölünişinde döreýän genom mutasiýalaryň iki görnüşini bolup geçýär: **geteroploidiýalar** we **poliploidiýalar**.

Geteroploidiýa – genomyň haýsy hem bolsa bir böleginde hromosomanyň sanynyň üýtgemegine alyp barýar. Geteroploidiýa netijesinde kadadan çykma ýagdaýda (kadaly hromosoma toplumyna $2n$ -e derek):

Monosomiýa – $2n - 1$

Trisomiýa – $2n + 1$

Geteroploidiýanyň – polisomiýalarynda $2n + 2$, $2n + 3$ keselbent ýa-da heläkçilik çekýän wekiller emele gelýär.

Adamda geteroploidiýa hadysasy bilen VI babyň 6.8. we 6.9. bölümlerinde tanşarys.

Poliploidiýa – gaploid hromosoma toplumynyň sanynyň artmagydyr (86-njy surat).



86-njy surat. Gara itüzümiň hromosoma toplumu

1 – diploid hromosoma toplumu $2n$;
2-3-4 – poliploid hromosoma toplumlar ($3n$, $6n$, $9n$).

5.4. Poliploidiýa

Poliploidiýa – gaploid hromosoma toplumynyň sanynyň artmagydyr. Poliploidiýanyň **tebigy** we **emeli** görnüşleri mälimdir. Poliploidiýa emele gelen görnüşüň şol wekiline täze häsiýet we hil berýär.

Haýwanlarda tebigy we emeli şertlerde poliploidiýa hadysasy seýrek duş gelýär.

Germafrodit haýwanlarda we partenogenez ýoly bilen köpelyän haýwanlarda poliploidiýa hadysasy alyndy. Mysal üçin, ýagş gurçugynda $1n$, $2n$, $3n$ we ondan hem köp poliploidiýa alyndy. Görnüşi ýaly, aýry jynsly haýwanlarda we iki öýjükli ösümlüklerde poliploidiýanyň geçmegini olaryň jynsy kesgitleýän hromosomalary kynçylyk döredýär.

Emma örän seýrek ýagdaýda bolsa hem, aýry jynsly haýwanlarda poliploidiýa gabat gelýär. Mysal üçin, sary saçakçynyň (*Blatta germanica*) kariotipi 24 hromosomadan, gara örän iri saçakçynyňky (*Blatta orientalis*) 48 hromosomadan durandyr.

Ýüpek gurçugynda (urug *Bombix*), birnäçe balyklarda poliploidiýa hadysasy duş gelýär. Zagara balyklar maşgalasynyň (*Cypriniiformes*) köpüsinde hromosomalaryň sany 52, zagara balygynda (*Cyprinus carpo*) bolsa 104 sany hromosoma bolýar. Gyzylbalyklar

maşgalasynyň (*Salmonidae*) we hažžyklaryň (urug *Lacerta*) birnäçe wekillerinde hem poliploidiýa duş gelýär.

Gurbagalaryň (urug *Rana*) käbir görnüşlerinde, tritonlaryň (urug *Triturus*) we beýleki haýwanlarda poliploidiýa hadysasy alyndy.

Ösümlikler dünýäsinde bolsa poliploidiýa hadysasy giňden ýaýrandyr. Poliploidiýa hadysasy pes gurluşly we ýokary gurluşly ösümliklerde duş gelýär. Biziň Ýer togalagymyza ösýän ösümlikleriň görnüşleriniň üçden biri poliploidlerdir. Medeni ösümlikleriň ählisi diýen ýaly, şol sanda biziň seýil baglarymyzy bezeyän güller hem poliploidlerdir. Tebigy poliploidiýa enotera ösümliginde hromosomanyň kratny sany 14 diýlip baha berilýär. Bugdaý urugynda (*Triticum*) hromosomanyň kratny sany 7-ä deňdir. Bir däneli bugdaýda (*T. Monococcus*) 14 hromosoma, gaty bugdaýda (*T. Durum*) 28, ýumşak bugdaýda (*T.aestivum*) 42 sany hromosoma bolýar. Itüzümler urugynyň (*Solanum*) wekilleriniň poliploid toplumy 12, 24, 36, 48, 60, 72, 96, 106, 114 hromosomadan durandyr (86-njy surat). Bu uruga 1700-e golaý görnüş degişlidir, şonuň bilen birlikde zäherli ösümlik bolan gara itüzümiň (*S.nigrum*), süýjümtik aýy itüzümiň (*S.dulcamere*), şeýle hem mellek ösümliگی bolan ýer almasynda (*S.Tuberosum*) 48 hromosoma, pomidorda (*S.Licopersicum*) 24 hromosoma bolýar. Tut agajynda poliploid hatary $1n, 2n, 3n, 4n \dots 308n$ duş gelýär.

Ösümliklerde poliploidiýanyň iki görnüşі tapawutlandyrylýar:

a) awtopoliploidiýa;

б) аллополипloidiýa.

Awtopoliploidiýa – gametogenez döwründe kesgitli görnüşіň wekilleriniň gaploid hromosoma toplumynyň sanynyň artmagydyr. Munuň netijesi hasylyň pes bolmagyna alyp barýar.

Allopoliploidiýa – dürli görnüşleriň wekilleriniň çaknyşdyrylmany netijesinde emele gelýän gibridlerіň genomynyň hromosomalarynyň sanynyň köpelmegi netijesinde ýüze çykýan ýagdaýlardyr.

5.5. Üýtgeýjiligiň ewolýusiýadaky ähmiýeti

Biologiki görnüşіň içinde meňzeş iki sany wekiliň gabat gelmeýşi ýaly, tebigatda hem doly we takyk birmeňzeşlik bolmaýar. Hatda ge-



netiki gelip çykyşy bir ýumurtga öýjüginde bolan ekizler hem fenotipiki taýdan biri-birinden tapawutlanýarlar, ýagny her bir bedeniň ösüş döwründe ýüze çykýan, hususy häsiýetleriniň jemi boýunça tapawutlanmagydyr. Islendik görnüşüň içinde kömeleklerde, mikroorganizmlerde, ösümlüklerde, haýwanlarda, adamda ähli morfologiki, fiziologiki, biohimiki, ekologiki, etologiki aýratynlyklarynda alamatlarda hil we mukdar taýdan tükeniksiz üýtgemeler gabat gelýär.

Genetiki taýdan kesgitlenilýän ahlumumy üýtgeýjilikler, jynsly usulda köpelyän görnüşüň her bir wekiliniň genetiki taýdan aýratyn bolmagyna alyp barýar.

Görnüşüň kesgitli ýaşaýan giňişliginde (arealynda) onuň wekilleriniň ýaşaýşy deň derejede bolmaýar. Giňişlikde elmydama ýaşaýş üçin az ýaramly ýerleriň, şol berlen görnüşüň seýrek ýa-da hiç hili duşmaýan ýerleri, käbir beýleki ýerlerde wekilleriniň köpsanlysynyň mydamalyk we durnukly ýaşaýan ýerleri bolýar. Şonuň netijesinde görnüşüň wekilleri arealyň giňişliginde özbaşdaklaşan toparlary – populýasiýalary emele getirýär. Bir görnüşe degişli wekilleriniň şol görnüşüň arealynyň bellibir bölegini eýeläp, öz aralarynda erkin çaknyşýan we beýleki populýasiýalardan doly ýa-da kem-käsleýin üzňeleşen toparlara **populýasiýa** diýilýär.

Populýasiýalar ewolýusiýanyň elementar birligi bolmak bilen, onda mutasiýalaryň dürli görnüşleriniň ýygylgynyň üýtgemegi, täze mutasiýalaryň döremegi, täze alamatlaryň we häsiýetleriň emele gelmegine getirýän seçgi hadysalary bolup geçýär.

Tebigy seçgi populýasiýany we onuň düzümini üýtgedip bilýän, esasy ewolýusion şert bolup hyzmat edýär. Tebigy seçginiň esasy ähmiýeti dünýä inen, emele gelen bedenleriň az bölegine ýaşamaga we nesil öndürmäge mümkinçilik bermekden ybaratdyr. Ýaşaýş ugrunda göreş netijesinde saýlanyp galan wekiller – heläk bolup ölüp giden janly bedenlerden položitel « + » aýratynlyklary bilen tapawutlanýarlar.

Soraglar

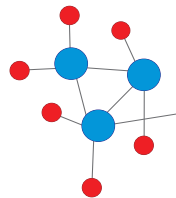
1. Ç.Darwin üýtgeýjiligiň nähili görnüşlerini belläp geçipdir?
2. Näbelli üýtgeýjilik näme?
3. Belli üýtgeýjilik näme?



4. Mutasion taglymaty haýsy alymlar açypdyr?
5. Mutasion taglymatyň esasy manysy näme?
6. De Friz ilki başda mutasiýalaryň nähili görnüşlerini görüpdir?
7. Mutasiýalary görterijiler nähili atlandyrylýar?
8. Mutagenler näme?
9. Mutasiýa näme?
10. Mutagenez näme?
11. N.I.Wawilow nähili ylmy işleri geçiripdir?
12. Nesle geçýän üýtgeýjiligiň gomologik hatarynyň kanuny nähili kesgitlenilýär?
13. Biologiki mutasiýa näme?
14. Ýaşayşa ukyplylyga täsiri boýunça mutasiýalaryň nähili görnüşleri bolýar?
15. Mutasiýalar emele gelşi boýunça nähili toparlara bölünýär?
16. Hromosoma mutasiýalarynyň haýsy görnüşleri bolýar?
17. Hromosomalaryň arasyndaky mutasiýalara nämeler degişli?
18. Hromosomalaryň gurluşynyň üýtgemegine nämeler täsir edýär?
19. Geteroploidiýa hadysasy näme?
20. Poliploidiýa näme?
21. Ösümlikleriň poliploidiýasynyň nähili görnüşleri bolýar?



VI BAP ADAMYŇ NESLEGEÇIJILIGI

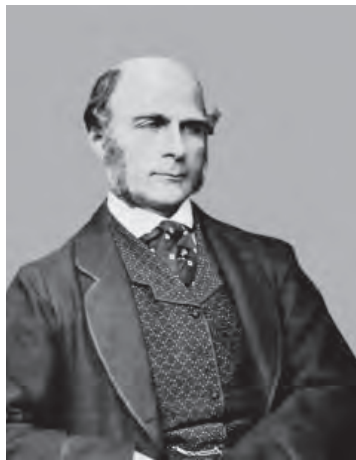


Adamyň neslegeçijiligi hem, beýleki janly bedenleriň neslegeçijiliginiň kanunalaýyklyklaryna boýun egýär. Adamda hem beýleki jynsly usulda köpelyän bedenlerindäki ýaly dominant hem-de resessiw alamatlara gabat gelmek bolýar. Adamyň her bir fenotipiki häsiýetiniň we alamatynyň kemala gelmegine neslegeçijiligi we daşky gurşawyň täsirleriniň uly ähmiýeti bardyr.

Adamyň neslegeçijiligini **antropogenetika** (grekçe – **antropos** – adam) ylmy öwrenýär. Nesle geçýän keselleri, kadaly ganyň we keselli ganyň alamatlaryny, kesel dörediji mikroorganizmleri we antibiotikleri öndürijileri öwrenmek bilen meşgullanýan antropogenetikanyň bir bölegi medisina genetikasynyň düzümine girýär.

Beýleki keselleriň içinde, nesilleýin kemli dogulmaklyk esasy orunlaryň birini tutýar.

Keseller neslegeçijilik bilen baglanyşykly bolýarlar. Dürli keselleriň nesilden - nesle geçmegi we ondan soňra sagalmagy her bir adamyň neslinden geçýän immunologik, biohimiki, fiziologiki, psihiki we beýleki häsiýetleriniň aýratynlyklaryna bagly bolup durýar.



87-nji surat. F.Galton
(1822 – 1911)

Nesle geçýän keselleriň ýüze çykmagyna biz ilki bilen genlerde, hromosomalarda ýa-da genomlarda dürli täzedan gurnalmalardaky ýetmezçilikler diýip düşüňýäris. Şu günlere çenli nesle geçýän keselleriň 2 müňe golaýy mälim edildi. Şeýle kesellerden Ýer togalagynda 13 milliondan hem köp adam ejir çekýär, her ýylda täze dogulýan çagalaryň 4 – 6%-i nesle geçýän näsazlyklar bilen

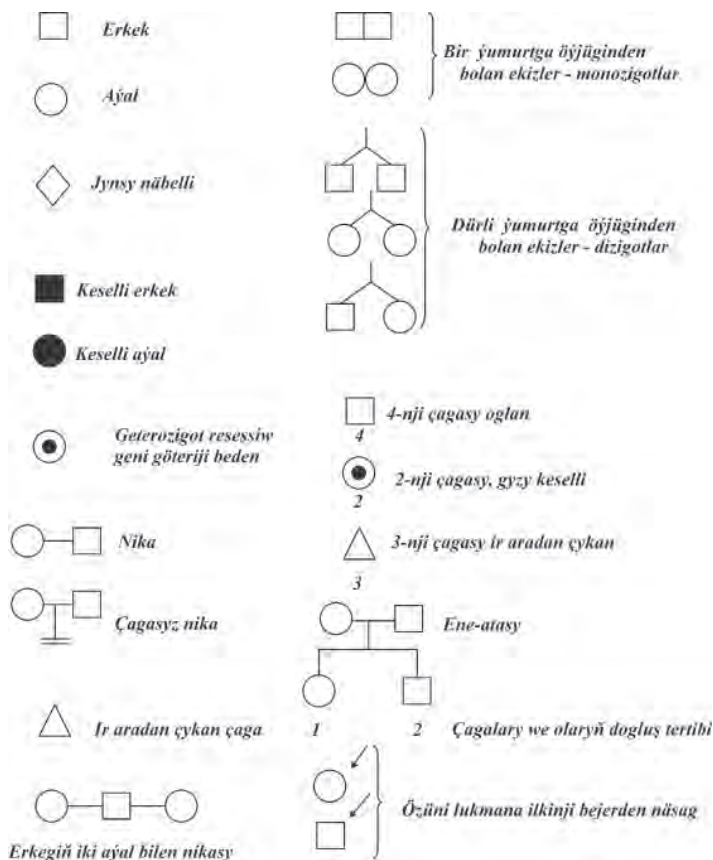


dogulýar. Çagalaryň 5-den biri doglanda öli dogulýar. Dürli sebäplere görä, adamyň neslegeçijiligini öwrenmekde kynçylyk döreýär.

Häzirki zaman antropogenetikasy dürli usullary peýdalanyň, nesle geçýän alamatlaryň kanunalaýyklyklaryna gözegçilik edýär.

Alym **F. Galton** (1822 – 1911) (87-nji surat.) adamyň neslegeçijiligini öwrenmegiň birnäçe usullaryny hödürledi. Olara: **genealogiki, ekizlik, sitogenetiki, biohimiki** we **populýasion – genetiki** usullar degişlidir.

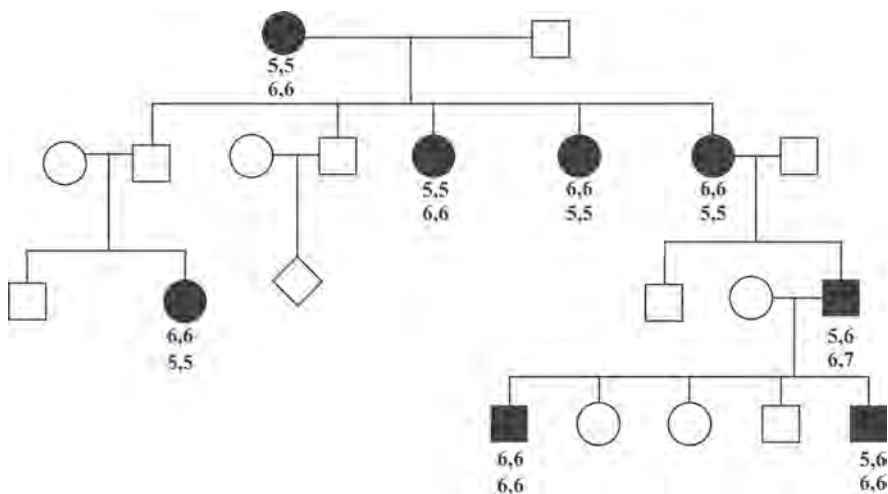
6.1. Antropogenetikanyň genealogiki, ekizlik we sitogenetiki usullary



88-nji surat. Adamyň kowumdaşlygyny öwrenmek üçin ulanylyan şertli belgiler

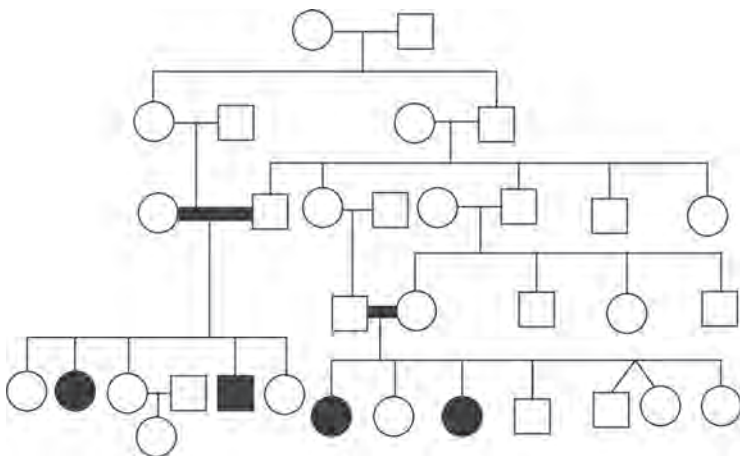
Genealogiýa – adamyň nesliniň taryhyny – şejeresini öwrenýän ylymdyr. Genealogik usulyň manysy nesle geçýän kesellere eýe bolan maşgalalaryň nesil daragtyny öwrenmeklikdir (88-nji surat).

Genealogiýa usulynda iň bolmanda birnäçe garyndaşynyň lukmana ilkinji özüni bejerdən näsagy nesil şejerede ýaýjagaz bilen belgilenýär. Bu usul adamyň dürli alamatlarynyň neslegeçijiliginiň kanunalaýyklyklaryny anyklamaga kömek berýär. Şol alamatlaryň arasynda kadaly hem-de nesle geçýän keseller bilen baglanyşykly alamatlar bolýar. Nesil şejeresinde nika belgilenende erkek adam sag tarapda, aýal bolsa çep tarapda belgilenýär. Bu usulda ýörite şertli belgiler ulanylýar. Mysal üçin, nesil daragty boýunça adamda autosom-dominant alamat bolan polidaktiliýany (89-njy surat) we autosom-resessiw alamat bolan fenilketonuriýany yzarlap öwrenip bolýar (90-njy surat).



89-njy surat. Adamyň nesil daragty boýunça autosom-dominant alamat bolan polidaktiliýanyň neslegeçijiligi

Ýokarky sanlar, eliň barmaklarynyň sanyny, aşaky bolsa, aýak barmaklarynyň sanyny görkezýär



90-njy surat. Adamyň nesil daragty boýunça autosom-resessiw alamat bolan fenilketonuriýa neslegeçijiligi (ýakyn garyndaşlyk nikasy ýogyn gara çyzykda görkezilen)

Antropogenetikanyň başga bir usuly – ekizlik usulydyr – genotipe daşky gurşawyň täsiriniň netijesinde fenotipde almatlaryň ýüze çykyşyna baha bermekde ähmiýeti örän uludyr.

Ekizleriň iki görnüşi bolmak bilen: **dürli ýumurtga öýjüginde bolan ekizler (DÝ)** we **bir ýumurtga öýjüginde bolan ekizler (BÝ)** mälimdir.

Dürli ýumurtga öýjüginde bolan (DÝ) ýa-da **meňzeş däl, dizigot ekizler**, iki sany we ondan hem köp ýumurtga öýjüginde, dürli spermatozoidler bilen tohumlanmagy netijesinde emele gelýärler. Şonuň üçin, olaryň biri-birine meňzeşligi dürli wagtda doglan erkek doganlaryň we uýalaryň meňzeşligi ýaly bolýarlar. Olar bir (oglanlar hem-de gyzlar) ýa-da dürli (biri gyz beýlekisi oglan) jynslara degişli bolup biler (91-nji surat).



91-nji surat. Dürli ýumurtga öýjüginde bolan dizigot ekizler

Dogulýan ekizleriň dörtde biri **bir ýumurtga öýjüginde bolan (BÝ), meňzeş** ýa-da **monozigot ekizlerdir**. Olaryň genotipi birmeňzeş bolýar, sebäbi bir sany ýumurtga öýjüginde bir sany spermatozoid tohumlandyrylar, ondan bolsa iki we ondan hem köp düwünçek ösüp başlaýar. Monozigot ekizleriň genetiki gelip çykyşy bir bolanlygy sebäpli, olaryň jynslary hem meňzeşdir, diňe oglanlar ýa-da gyzlar bolýar, şeýle hem olar biri-birine örän meňzeş bolýarlar (92-nji surat).



92-nji surat. Bir ýumurtga öýjüginde bolan monozigot ekizler
1–ikem ekizler; 2–üçem ekizler.

Meňzeş ekizleriň emele gelşini öwrenmek adamyň neslegeçijiligine göz ýetirmeklikde gymmatly maglumat berýär. Onuň hem sebäbi, meňzeş ekizlerde ýüze çykyan tapawutlar dürli genotipleriňki ýaly bolman, ösüş şertleriniň ýa-da gurşawyň täsirinde ýüze çykyan tapawutlaryny görmek bolýar.

Bir ýumurtga öýjüginde bolan ekizleriň özara tapawudy daşky gurşawyň täsirine bagly bolup durýar. Kähalatlarda ol ýa-da beýleki maşgalanyň agzalary çagalykda dürli ýaşayyş şertlerine düşýär. Şeýle ýagdaý bir ýumurtga öýjüginde bolan ekizlerde bolsa, bu daşky gurşawyň täsirleriniň netijesinde daşky keşbindäki – fenotipiki tapawutlaryň gelip çykyşynyň genetiki derejesini kesgitlemeklige mümkinçilik berýär. Ekizleri hemmetaraplaýyn daşky gurşawyň täsirinde alamatlaryň fenotipde ýüze çykyşyny öwrenmek adam genetikasi baradaky düşüňjelerimizi giňeldýär.

Ekizlik usulynyň kömegi bilen ilki BÝ we DÝ öýjüginde bolan ekizlerde kesgitli meňzeş alamatlaryň neslegeçijiligi öwrenilýär. Öwrenilýän meňzeş alamatyň ýa-da alamatlaryň umumy ýüze çykyş derejesi kesgittenilýär. Mysal üçin, BÝ öýjüginde, şeýle hem DÝ

öýjüginde bolan ekizlerde **gyzamyk keseli** örän ýokary derejede ýüze çykýar, BÝ öýjüginde bolan ekizlerde özara gatnaşygynda kesel döredijini beýlekisine ýeňil geçirýär. Emma, **inçekesel, iglilik, guragyry, angina, gipertoniýa** (ganyň basyş güýjüniň ýokarlanmagy), **ateroskleroz, heýwere** (pis) keseli dizigot (DÝ) ekizler bilen deňşdireniňde monozigot (BÝ) ekizlerde örän ýokary derejede ýüze çykýandygy tassyklanyldy.

BÝ öýjüginde bolan ekizlerde kesgitli alamatlaryň meňzeşligi: gan toparlary, tüýkülige we dokumalary boýunça 100%, barmaklaryň hamynyň nagyşy boýunça 81%, saçynyň formasy boýunça 99,5%, bedeniniň reňki, kirpigi, gaşy, burnunyň formasy, gözünüň älemgoşarynyň reňki boýunça 75%, inçekesel bilen keselleýşi boýunça 50% bolýar.

Monozigot (BÝ) ekizleriň kesgitli keseller bilen keselleýşi dizigot (DÝ) ekizler bilen deňşdireniňde ýokary gelýär (11-nji tablisa).

11-nji tablisa

Monozigot we dizigot ekizleriň keselleýiş derejesi

T/b	Keseliň ady	Monozigot ekizlerde	Dizigot ekizlerde
1	Süýji kesel	42 %	12 %
2	Işemiýa (ýürek myşsalarynyň gan bilen üpjün edilişiniň pes bolmagy)	44%	14%
3	Guragyry	37%	6,6%
4	Gipertoniýa	32%	10%
5	Psihiki keseller: a) ruhy nähoşlyk b) akyl taýdan yzagalaklyk	99% 97%	19% 37%

Ekizlik usulyň kömegi bilen adamyň akyl we döredijilik ukyplarynyň neslegeçijiligini öwrenmek bolýar.

Antropogenetikanyň esasy usullarynyň biri hem – sitogenetik usulydyr.

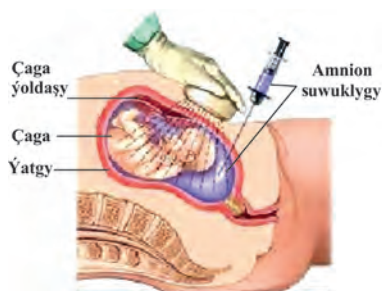
Bu usulda adamyň kariotipinde sitologiki anyklaýyşlar geçirilýär. Sitogenetiki usulda anyklaýyş testleri geçirilip, hromosomalar-daky anyk bildirýän **sindromlary** (grekçe **sin** – bilelikde, **drome** – barmak, alamatlaryň toparlary birleşip umumy patologiki – maýyplyk



ýagdaýa alyp barmagy), trisomiýany, polisomiýany, monosomiýany, agyr psihiki bozulmalary, ilkinji amenoreýi (ilkinji bil açylmanyň bolmazlygy), öz-özünden bolýan çaga aýrylmany ýüze çykarýarlar. Soňky geçirilen barlaglaryň netijeleri 20 – 60% hromosomalaryň kadadan çykmalary bilen baglanyşykly bolýandygyny görkezdi.

Sitologiki barlaglaryň häzirki zaman derejesinde ionlaşdyryjy şöhleleriň, himiki mutagenleriň içki gurşawyna adam ganynyň leýkositlerine täsirini tejribeleriň üsti bilen öwrenilýär. Munuň üçin, 20-40 ýaşlaryndaky sagdyn adamyň ganyny alýarlar we ony dürli görnüşdäki *in vitro* faktorlarynyň täsirine duçar edýärler, şonda hromosomalardaky ýüze çykýan bozulmalary görmek bolýar. **Ekstrapoliruyá** – bu gözegçilik arkaly adamyň nesle geçýän häsiýetlerini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Öz-özünden aýrylan çaganyň, öli doglan çaganyň we doglandan



93-nji surat. Amniosentoz

soň basym ölen çaganyň hromosoma toplumyny barlap öwrenýärler. Kā ýagdaýlarda howpuň ýokary derejesini (14-16%) nesle geçýän agyr kesel **amniosentoz** – enäniň göwresindäki düwünçegiň amnion suwuklygynda kariologiki barlaglar geçirilýär (bu usul howatyrlý bolup, 2% howply gan akma bolýar we 0,2-0,3% çaganyň aýrylmagyna alyp barýar. (93-nji surat).

Ultrasesiň kömegi bilen amnion suwuklygyň ýerleşýän ýerini ýüze çykaryp, şprisiň iňňesini nirä sançmalydygyny kesgitleýärler. Soňra şpris bilen amnion suwuklygyny alyp, ony sentrofugada bölýärler. Bölünip alnan öýjügi barlaghanada ösdürüp ýetişdirýärler we kariogrammany taýýarlaýarlar. Barlagyň netijesi oňat bolmasa onda enä çagany kesip almagy maslahat berýärler.

Biohimiki usul. Bu usulda biohimiki suwuklyklar bolan **ganda, peşewde, amnion suwuklygynda** hil we mukdar taýdan derňewler geçirilip, madda çalşygynyň döredýän keselleriniň üstüni açmaga kömek berýär. Keseliň irki döwründe önüni almak we dürli berhizleri ulanylmagyň netijesinde fermentatiw keselli näsaglary bejermekde ýa-da ýagdaýlarynyň oňatlaşmagyna kömek berýär.

6.2. Antropogenetikanyň populýasion – statistik usulynyň esaslary

Populýasion genetika – häzirki zaman genetikasynyň esasy ugurlarynyň biridir.

Populýasion – statistik usul. Bu usulda adamyň neslegeçijiligini biometriň kömegi bilen adam populýasiýasynyň aýratyn genleriniň (allelleriniň) ýerleşiş ýygylgyny takyklaýarlar.

Adam populýasiýasynyň genetikasy entäk doly öwrenilmedik. Ilkibaşda **Homo sapiens** görnüşiniň populýasiýasynyň ösüşine geografiki – tebigy güýç aýrylmaz böwet bolup durýar. Soňky döwürlerde bu faktor sosial syýasat bilen garyşyp, adam populýasiýasyny geografiki böwetden hem beter üzňeleşdirip goýdy. Şeýlelikde, örän uzak wagtyň dowamynda ýakyn goňşulary bilen, şeýle hem ýakyn ýa-da örän ýakyn garyndaşlary bilen nikalaşyp başladylar. Şonuň netijesinde populýasiýanyň üzňeleşen bölegi emele geldi. Üzňelikde bolsa özüniň kesgitli genofonduny toplan, daşky görnüşini kesgitleýän we tapawutlandyrýan etniki (bir halka degişli) görnüşini emele getirýär.

Alamatlaryň saýlanyp alnyşy, köplenç, tötänleýin bolup, käbir neslegeçijilik aýratynlyklary (güýçli ýüze çykýan kemisliklerden başgalary) göz önünde tutulmaýar. Şol sebäpli üzňelige sezewar bolanlarda ýa-da populýasiýalarda dürli alamatlar boýunça diňe gomozigot däl-de geterozigotlar hem toplanýar.

Populýasiýanyň genetiki derňewlerinde 1904-nji ýylda açylan **populýasiýalaryň genetiki durnuklylyk kanuny** ulanylýar.

Iňlis matematigi **G. Hardi** we oňa garaşsyz nemes lukmany hem-de genetigi **W. Waýnberg** bir wagtyň özünde bu kanuny esaslandyrdylar. Şonuň üçin, häzirki wagtda **Hardi-Waýnbergiň kanuny** diýlip atlandyrylýar. Bu kanun jynsly usulda köpeliýän, uly populýasiýalarda genleriň deňagramlylyk şertlerini, olaryň ýygylgyny görkezýär.

Hardi-Waýnbergiň kanuny populýasiýa şertlerinde gapma-garşy formalaryň (allelleleriniň) erkin çaknysýandygyny, eger ösümlikler we haýwanlar barada aýdylanda deň derejeli nikanyň duşmagy ähtimal, eger adamlar barada aýdylanda birmeňzeş ýokary ýaşaaýyş ukyby bolan dürli genotipleriniň allelleri ilki başlangyç gatnaşyklaryna bagly bolman, geljekki ähli nesillerinde başdaky ýygylgyny saklaýar.



Haýsy hem bolsa bir populýasiýada duş gelyän dominant geni **A**, onuň resessiw allelini **a** bilen belgiläliň. Hakykatdan hem populýasiýada organizmler üç görnüşli genotipde: **AA**, **Aa**, we **aa** duş gelyär. Genotipleriň ýygylgyny kwadratynyň iki agzalary formulasynyň kömegi bilen hasaplamak mümkin, **A** geniň ýygylgyny **p**, **a** geniň ýygylgyny bolsa **q** (bir **p** deňdir) harpy bilen şertli belgileýäris, bu genleriň jemi – genleriň birligini düzýär. F₂ nesliň genotipleriniň ýygylgy şu aşakdaky ýaly bolar:

$$(pA + qa)^2 = p^2 AA + 2pq Aa + q^2 aa.$$

Eger, **A** alleliň ilki başlangyç ýygylgy, mysal üçin, 0,8-e we **a** alleliňki bolsa 0,2-ä deň bolan bolsa, onda formuladan peýdalanyňp şeýle görnüşli alarys:

$$(0,8A + 0,2a)^2 = 0,64A + 0,32Aa + 0,04aa$$

(genotipleriň jemi 1-e deň), şeýlelikde, 50 wekiliň her 100 gametasynyň 80-si **A** alleli emele getirer (32 wekil **AA** jemi 64 gen we 16 gen **Aa**) we galan 20-si **a** allel (2 wekil jemi 4 geni **aa** we 16 geni **Aa**) bolar.

Dürli görnüşdäki çaknyşdyrmanyň ýa-da nikanyň ýygylgy Hardi-Waýnbergiň kanunyna görä şeýle bolýar:

p²(AA x AA), **2pq(AA x aa)** we **q²(aa x aa)** bolan nesliň genotipleriniň ýygylgy bu ýagdaýda şeýle bolar: (12-nji tablisa)

12-nji tablisa

Nikanyň ýygylgy	Nesildäki genotipleriň ýygylgy
p ² (AA x AA)	p ² (AA)
2pq(AA x aa)	2pq(Aa)
q ² (aa x aa)	q ² (aa)

Ata-eneleriň genotipleri iki bolsa, populýasiýadaky nesillerde genotipiň üç görnüşli bolýar. Erkin ýagdaýda nikalaşan ýagdaýlarynda olar şu aşakdaky ýaly dürli jübütleri emele getirerler (13-nji tablisa).



13-nji tablisa

Aýalyň genotipi	Erkegiň genotipi		
	p2(AA)	2pq(Aa)	q2(aa)
p2(AA)	p4(AA x AA)	2p3q(AA x Aa)	p2q2(AA x aa)
2pq(Aa)	2p3q(Aa x AA)	4p2q2(Aa x Aa)	2pq3(Aa x aa)
q2(aa)	p2q2(aa x AA)	2pq3(aa x Aa)	q4(aa x aa)

Dürli genotipleriň maglumatlaryny jemlemek bilen, nesilleriň ýygylgynyň gatnaşyklaryny alýarys (14-nji tablisa).

14-nji tablisa

Nikanyň ýygylgy	Nesilleriň genotipiniň ýygylgy		
	AA	Aa	aa
p4(AA x AA)	p ⁴	-	-
4p ³ q(AA x aa)	2p ³ q	2p3q	-
2p ² q ² (AA x aa)	-	2p ² q ²	-
4p ² q ² (Aa x Aa)	p ² q ²	2p ² q ²	p ² q ²
4pq ³ (Aa x aa)	-	2pq3	2pq ³
q ⁴ (aa x aa)	-	-	q ⁴

Nesilleriň genotipleriniň jemleýji ýygylgy aşakdaky ýaly bolýar:

$$p^2(p^2 + 2pq + q^2) + 2pq(p^2 + 2pq + q^2) + q^2 = (p^2 + 2pq + q^2).$$

Şeýle ýagdaýda, populýasiýadaky genleriň ýygylgy nesilleriň çalyşmagy bilen üýtgemän galýar, şeýle hem her bir köpagzaly köpeldijiler $p^2 + 2pq + q^2$ üýtgemän galýar.

Aralyk neslegeçijilikde gomozigotlar we geterozigotlar biri-birinden genleriň ýygylgy boýunça tapawutlanýar, ony bolsa formula bilen hasaplanylýar. Bu ýerde T – populýasiýadaky özbaşdak ýaşayan organizmleriň umumy sany.

Eger, doly dominirlenmäniň we gomozigotlaryň deregine fenotipiki taýdan geterozigotlardan tapawutlanmaýan bolsalar, onda dominant genleriň (**A**) ýygylgy ähli wekillerde ýüze çykýan alamat kwadrat köküne deň bolar, resessiw geniň (**a**) ýygylgy bolsa, ähli



wekillerde ýüze çykýan alamat kwadrat köküne deň bolar. Soňra q birlikden aýryp, p -ni alarys.

Resessiw gen aýratyn populýasiýalarda örän seýrek duş gelýär, ony, köplenç, görerijiler saklamagy mümkin. **Albinizm** şeýle gen bilen ýüze çykýar, onuň ýüze çykyş ýygylgy 1:20 000-e deňdir. Bu resessiw geniň ýygylgy $q = \sqrt{1/20000} \approx 0,007$ onuň dominant geniniň ýygylgy $p \approx 0,99291$ -e deň bolup ol takmynan, birlige golaýdyr.

Geterozigot geni görerijiniň sany $2pq = 2 \times 0,00709 = 0,01418$, takmynan, 1:70-e deňdir.

Bu usullaryň ählisi nesle geçýän keselleri öwrenmekde we olaryň önüni alyş çärelerinde giňden ulanylýar.

Genetiki barlaglar ýakyn garyndaşlyk nikasynda nesle geçýän keselleriň örän köp ýüze çykýandygyny görkezdi, şonuň üçin hem ***garyndaşlyk nikasyndan gaça durmaly!***

Hasaplamalaryň görkezmegine görä ýakyn garyndaşlyk nikasyndan bolan 100 çagadan ortaça 11-sinde ol ýa-da beýleki nesle geçýän keselleriň bardygy ýüze çykarylady. Bu keseller zyýanly resessiw genleriň gomozigotlary emele getirmegi netijesinde ýüze çykýarlar.

Ýakyn garyndaşlyk nikasy netijesinde nesle geçýän agyr keselleriň ýüze çykýandygy irki döwürlerden bäri mälum bolup, ***köp döwletlerde ýakyn garyndaşlyk nikasy dini taýdan ýa-da kanun esasynda gadagan edilendir.***

6.3. Autosom bilen goşulyşan nesle geçýän alamatlar, adam ganynyň neslegeçijilik häsiýetleri

Adamyň ganynyň häsiýetleriniň nesle geçişini öwrenmegiň lukmançylyk amaly üçin uly ähmiýeti bardyr.

Ilkinji bolup awstriýaly immunolog **Karl Landşteýner** (1868 – 1943) (*94-nji surat*) soňra beýleki alymlar 30-a golaý dürli antigenleri açdylar, eritrositleriň we ganyň beýleki elementleriniň immunitet işjeňligini (Rh, ABO, MN, P, K, Fy, Lu we beýlekiler) ýüze çykarýar.

Dürli öýjükleriň, dokumalaryň, tüýküligiň derňewi ganyň anti-



gen häsiýetiniň bardygyny görkezýär. Bu häsiýet adam bedenine daşky gurşawdan mikroblaryň aralaşmagyna garşy uzak ewolýusiýa döwründe emele gelen goranyş täsirleşmesidir.

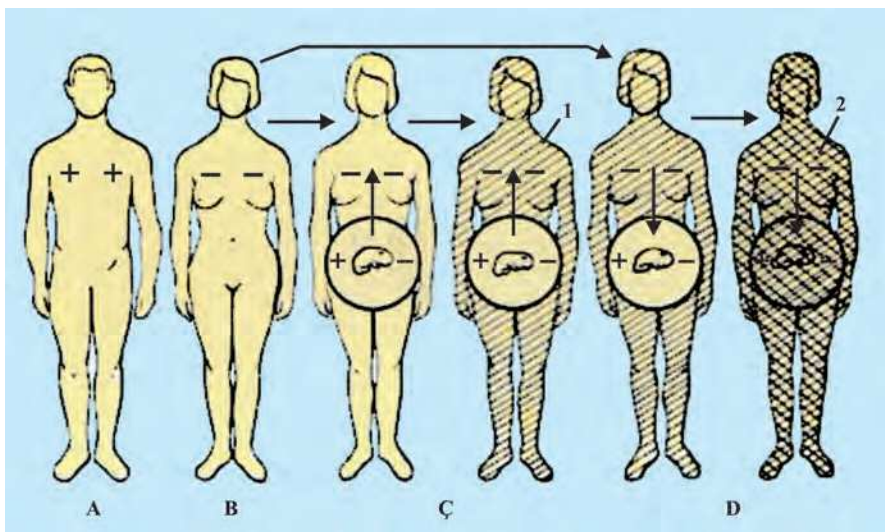
Mendeliň kanuny boýunça rezus-faktor ulgamy iň ýönekeý neslegeçijilik (bir gene bagly bolan monogen neslegeçijilik) bolup durýar.

Ganyň «rezus položitellik» alamatyny dominant gen bolan «Rh+» döredip bilýär. Ganyň «rezus otrisatellik» alamatyny bolsa, resessiw gen «rh-» döredip bilýär.

Adamlaryň «rezus položitel» we «rezus otrisatel» (1868 – 1943) ganlary biri-birine gabat gelmeýärler. «Rh+» geni bolan erkek adam bilen, «rh-» geni bolan aýal maşgalanyň nikasynda, eger erkek adam geterozigot genli bolsa, onda «Rh+» düwünçeginiň emele gelmegi mümkindir. Bular ýaly düwünçeginiň «rh-» enäniň göwresinde ösmegi **rezus konflikte**, – ýagny, **olaryň ylalaşmazlygyna** alyp barýar (95-nji surat).



94-nji surat.
Karl Landşteýner

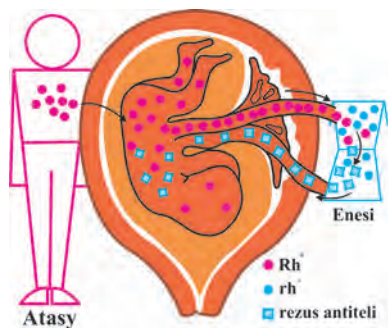


95-nji surat. Adamda rezus-faktoryň neslegeçijiligi we täze doglan çagada ganyň keseli



A—atasy Rh^+ geni göteriji ($RhRh$ ýa-da $Rhrh$); B—enesi rh^- geni göteriji ($rhrh$); Ç—ilkinji göwrelilik, antigen Rh enäniň gan aýlawyna girýär we rezus-antitelanyň emele gelmegine alyp barýar, ýöne ol ýeterlik bolmaýar, çaga kadaly ýagdaýda dogulýar (1); D—ikinji göwrelilik, ene düwünçekdäki Rh goşmaça garşy göreşýär, rezus-antitela eneden düwünçegiň gan aýlawyna geçýär we onuň eritrositleri bilen täsir edişýär, netijede düwünçek ölýär (2).

Munuň ýaly ylaşmazlyk birinji gezek göwrelilikde howply däldir. Ýöne ikinji we soňky göwreliliklerde, ol ölüm howply bolup durýar.



96-njy surat. Düwünçekde Rh^+ bilen rh^- ylaşmazlygy we rezus - antitelanyň emele gelşi

« rh^- » genli enede düwünçegiň ganynyň « Rh^+ » häsiýetine garşy antitelalaryň gatnaşygy ýokarlanýar. Bu bolsa çaganyň aýrylmagyna, onuň öli dogulmagyna, doglandan soňra, **gemolitik** kesellerden (ganda ýüze çykýan kesellerden) ölmegine ýa-da ýaşasa-da akyl taýdan yzagalak bolmagyna getirýär. (96-njy surat).

Doglan çaganyň ganyny doly çalyşmak arkaly ony halas etmek mümkindir. Zyýansyzlandyrylan şertlerde, täze doglan çaganyň bedenindäki ganyny göbek arteriýasyndan aýyrýarlar, göbek wenasynyň üsti bilen bolsa gan toparyna gabat gelyän gany – donoryň ganyny goýberýärler.

Genetikanyň gazanan üstünlikleri « Rh^+ » çaga ony dogran « rh^- » enäniň gany bilen doly çalyşmaga we önünden meýilleşdirmäge mümkinçilik berýär.

Ýewropoid jynsly adamlarda « Rh^+ » gen 84%, « rh^- » gen bolsa 16%-e gabat gelyär.

Awstraliýadaky aborigenlerde we negroid jynslarda rezus ylaşmazlyk hadysasy bolmaýar, sebäbi olaryň « Rh^+ » genleri 100%-e deňdir.

Mongoloidlerde hem (koreýlerde, hytaýlarda, ýaponlarda) «Rh⁺» genlilik 99 – 100%-e deňdir.

Adam ganynyň nesle geçiş antigeniniň MN ulgamy towşanda tejribe geçirmek arkaly açyldy.

Dürli adamyň ganynyň eritrositleri towşanyň ganyna goşulanda, biri-birinden has tapawutlanýan plazmanyň emele gelýändigini, ýagny iki sany görnüşli antitelany (antisyworotkany) görmek bolýar. Islen-dik adamyň gany bu antisyworotka bilen barlanylanda, mümkin bolan üç täsirleşmäniň birini berýär: agglýuntinasiýa antisyworotkanyň haýsy hem bolsa birinde geçýär, ýagny:

- a) anti – M
- b) anti – N
- ç) anti – MN.

Şeýlelikde, adamyň eritrositiniň üst ýüzünde iki görnüşli antigeniň birini (M ýa-da N) ýa-da ikisini bilelekde (MN) saklaýar. Şeýlelikde, adam eritrositi üç görnüşde bolup bilýär: antigen M göterýän, antigen N göterýän we antigen MN göterýän görnüşleri bolýar. Birinji genotip $a^M a^M$, ikinji $a^N a^N$, üçünji $a^M a^N$ bolar. Şeýle yzygiderlilikde adam populýasiýasynda bu antigen boýunça 6 gör-nüşli nika bolup biler (15-nji tablisa).

15-nji tablisa

Ata-enesiniň genotipi	Çagalarynyň genotipi
aM aM x aM aM	100% aM aM
aN aN x aN aN	100% aN aN
aM aM x aN aN	100% aM aN
aM aN x aM aM	50% aMaM + 50% aMaN
aM aN x aN aN	50% aMaN + 50% aN aN
aM aN x aM aN	25%aMaM +50%aMaN +25%aNaN

Ganyň, tüýküligiň, adam bedenindäki beýleki biologiki suwuk-lyklaryň neslegeçijilik häsiýetleri ABO ulgamynda gan topary A we B antigenleri saklaýandygyna ýa-da saklamaýandygyna baglydyr (16-njy tablisa).

Ganyň (we beýleki biologiki suwuklyklaryň) dört topary mälimdir.



ABO ulgamynda gan toparlarynyň düzümi

T/b	Gan toparlary	Ganyň eritrositinde (agglýutinogeni) antigeni saklaýyşy	Ganyň syworotkasy (agglýutinini) antitelany saklaýyşy
1	O ýa-da I	—	α we β
2	A ýa-da II	A	β
3	B ýa-da III	B	α
4	AB ýa-da IV	A we B	—

16-njy tablisadan görnüşi ýaly:

1. **O** ýa-da **I** toparly ganyň eritrositinde (agglýutinogen) antigeniň biri hem bolmaýar, ganyň syworotkasy (agglýutinini) α we β antitelany saklaýar.
2. **A** ýa-da **II** toparly ganyň eritrositi **A** – antigeni (agglýutinogen) saklaýar, ganyň syworotkasy bolsa β – antitelany (agglýutinini) saklaýar.
3. **B** ýa-da **III** toparly ganyň eritrositi **B**-antigeni (agglýutinogeni) saklaýar, ganyň syworotkasy bolsa α -antitelany (agglýutinini) saklaýar.
4. **AB** ýa-da **IV** toparly ganyň eritrositi **A** we **B** antigenleri (agglýutinogenleri) saklaýar, ganyň syworotkasynda bolsa antitelanyň hiç biri hem (agglýutinin α we β) bolmaýar.

Gan toparlarynyň neslegeçijiligi köpçülikleýin alleller ulgamy boýunça kesgitlenýär we ol rezus-faktoryň neslegeçijiligi bilen deňeşdireninde has çylşyrymly hadysadyr. Toparlaýyn tapawutlar özbaşdak üç genler bilen şertlendirilýär: bir sany resessiw **a** we iki dominant genleriň **a^A** we **a^B** özara täsirleşmeginde bolup geçýär. Genotiplere laýyklykda adamda ganyň dört topary bolýar:

- I topar, resessiw **a** gen boýunça gomozigot (**aa**);
- II topar, dominant **a^A** gen boýunça gomozigot ýa-da geterozigot (**a^Aa^A** ýa-da **a^Aa**);
- III topar, dominant **a^B** gen boýunça gomozigot ýa-da geterozigot (**a^Ba^B** ýa-da **a^Ba**);
- IV topar, iki dominant geni boýunça hem geterozigot (**a^Aa^B**).



I topar gany bolan adamlar işemiýa keseli bilen köp keselleýärler hem-de mergi keselini tiz kabul edýärler. Şeýle hem I topar gany bolan adamlar aşgazan ýara kesellerinden köp ejir çekýärler. II topar gany bolan adamlar bolsa, aşgazan rak keseli bilen köp keselleýärler.

Gan toparlarynyň neslegeçijiligi kāmahal kazyýet lukmançylygynda atalygy we eneligi kesgitlemekde ähmiýeti uludyr (17-nji tablisa).

17-nji tablisa

Ata-enesiniň gan topary esasynda çaganyň gan toparynyň kesgitlenilşi

Ata- enesi □		Çagasy □	
Kakasy □	Ejesi □	Bolup biler □	Bolup bilmez □
I (aa) □	I (aa) □	I □	II, III we IV □
I (aa) □	II (a A .) □	I we II □	III we IV □
I (aa) □	III (a B .) □	I we III □	II we IV
I (aa) □	IV (a Aa B) □	II we III □	I we IV
II (a A .) □	II (a A .) □	I we II □	III we IV
II (a A .) □	III (a B .) □	I,II,III we IV □	---- □
II (a A .) □	IV (a A a B) □	II,III we IV □	I □
III (a B .) □	I (aa) □	I we III □	II we IV □
III (a B .) □	III (a B .) □	I we III □	II we IV □
IV (aA a B) □	I (aa) □	II we III □	I we IV □
IV (a A aB) □	IV (a A aB) □	II, III we IV □	I □

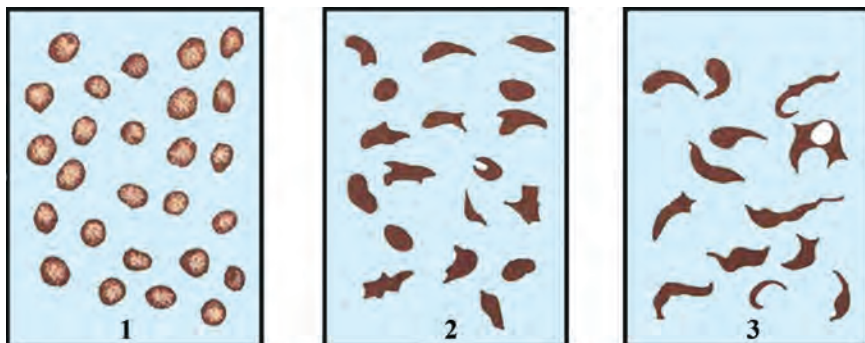
Nesle geçýän keselleriň 50-ä golaýy mälimdir. Şeýle kesellere autosom bilen goşulyşýan we doly däl dominirlenme boýunça iki görnüşini: **gemoglobinopatiýa** ýa-da **gemoglobinoz** hem-de **orak şekilli ganazlyk** we **talassemiya** (Kuli keseli) mysal getirmek bolar.

Gemoglobinopatiýa eritrositleriň kadadan çykma bozulmalaryny aňladýar. Munda kislorod ýetmezçiligi (esasan-da atmosfera basyşy birden aşak düşende, uçarda uçanymyzda ýa-da agyrysyzlandyryş serişdeleriniň ýeterlik derejede ökdelik bilen geçirilmedik ýagdaýynda)



ysytma tutýar we ölüm bilen gutarmagy hem mümkin. Bu kesel de-
gişli alamat boýunça gomozigot ýagdaýda aýratyn howply bolýar.

Orak şekilli ganazlyk geni *S* gemoglobiniň nädogry HbS sin-
tezenmegine jogap berýär, onda eritrositiň kadaly däl orak şekilli
formasynyň emele gelmegine alyp barýar (97-nji surat.).



97-nji surat. Kadaly we üýtgän (şikesli genleriň täsirinde orak şekilli gan
azlygyň ösüşi) eritrositler.

1 – kadaly gomozigotly kadaly eritrositler; 2 – geterozigotlaryň bölekleyin üýtgeýjiligi;
3 – orak şekilli eritrositiň gomozigotlarynyň üýtgeýjiligi

Bu gen, esasan hem, köplenç Gresiýada, Merkezi Afrikada we
Hindistanda duş gelýär. Gemoglobinozyň ýaýraýşy tropiki gyzzyr-
manyň we ony döredijileriň – ganly sporowikleriň *Plasmodium faldi-*
parum ýaýraýşyna gabat gelýär. Gyzzyrma plazmodiýasy diňe kadaly
eritrositlerde ösüp ulalmaga ukyplydyr. Orak şekilli gomozigot erit-
rositlerinde ol hiç hili ösüp ulalmaýar, şonuň üçin geterozigot genli
eritrositleriň ýarysy kadaly, ýarysy bolsa orak şekilli görnüşinde bol-
ýar, şol sebäpli olar kesellemeýär, keselläýende hem ýeňil formasy
bilen keselleýärler.

Gandaky başga bir *T* gen gomozigot ýagdaýda (*TT*) ganyň
düzümüne täsir edip, gemoglobinozadan birneme ýeňil geçýän *talas-*
semiýany (ganazlygyň mikrositar formasy) döredýär. Bu talassemiýa,
esasan, Italiýada, Gresiýada, Orta Aziýada (ýakyn garyndaşlyk ni-
kasyny edýän obalarynda), Azerbaýjanda, Özbegistanyň käbir ýerle-
rinde ýaýrandyr. Talassemiýa keselli näsaglaryň kelle süňki minara

sekilli bolup, süňkleri formasyny üýtgeden bolýar. Şeýle näsaglar (**TT**) on ýaşyna çenli hem ýaşap bilmeýärler, geterozigotlar (Tt) sagdyn adamlardan (tt) az tapawutlanýarlar.

6. 4. Adamda birnäçe başga autosom-dominant alamatlaryň nesle geçijiligi

Eger ganyň neslegeçijilik häsiýetlerini hasaba almany-myzda, onda häzirkî zaman antropogenetikasynda esasy örän seýrek duş gelýän alamatlar barada maglumatlar bardyr, olaryň köpüsi G. Mendeliň kanunlarynda ýa-da ol kanunlara goşundylarda neslegeçijiligi öwrenilendir.

Käbir alamatlaryň nesle geçişine XVIII asyryň ortalarynda ýazgy edilipdir. Fransuz tebigaty öwrenijisi **P. Mopertýui** ilkinji bolup, adamda autosom – dominant alamatlaryň nesle geçişine – **polidaktiliýa** (grekçe **poli** – köp, **daktiloc** – barmak) hadysasyna ylmy taýdan ýazgylar beripdir.

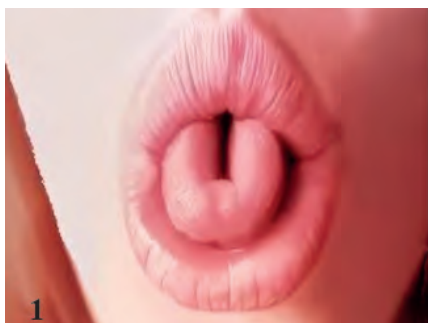
Autosom – dominant kemli dogulmagyň nesle geçmegine fenotipiki üýtgeýjilik häsiýetlidir, alamat ilki çala bildirmekden soň güýçli depginde ýüze çykýar. Şeýle alamatlar nesilden-nesle berlen-de barha güýçlenýär.

Autosomalar bilen goşulyşan birnäçe nesle geçýän alamatlar (autosom-dominant we autosom-resessiw neslegeçijiligiň görnüşleri) 18-nji tablisada görkezilen.

Bu alamatlaryň birnäçesi adamyň ýaşayşynda möhüm ähmiýeti bolmaýar, şeýle hem zyýanly täsiri bolmaýar. Emma ol antropogenetika üçin täsin neslegeçijilikdir.

Diliňi turba şekilli towlap bilmeklik örän giňden ýaýran gendir we onuň resessiw alleli bu hereketi edip bilmezlikdir. S.A.Nyýazow adyndaky Mary lukmançylyk orta okuw mekdebiniň talyplarynyň 165-sinde geçirilen barlagda 101 sany talypda dominant geniň fenotipiki ýüze çykýandygyna, ýagny dilini turba şekilli towlap bilýändiginiň, 64 sany talypda bolsa bu ukybyň ýoklugyna göz ýetirildi (98-nji surat).





98-nji surat. 1 – dili turba şekilli towlap bilmeklik dominant alamat;
2 – onuň resessiw alleli – bu ukybyň bolmazlygy.

18-nji tablisa

Adamda autosom bilen goşulyşan birnäçe nesle geçýän alamatlar

Alamatlar	Neslegeçijiligiň görnüşleri	
	Dominant alamatlary	Resessiw alamatlary
1	2	3
Saçy	Zülpiň ak bolmaklygy	Zülpuň ak bomazlygy
	Ýüňjümek saçly	Ýylmanak saçly
Görşi	Alagaraňkyda görşüň bozul magy - gemerolopiýa	Kadaly görüş
	Astigmatizm	Kadaly görüş
Dili	Dili turba şekilli aýlamak ukybynyň bolmagy	Dili turba şekilli aýlap bilmezlik
Tagam duýujylygy	Feniltiokarbomidiň tagamyny duýmazlyk	Feniltiokarbomidiň tagamyny duýmaklyk ukybynyň bolmagy
Eňegi	Gabsburg eňeklilik	Kadaly eňeklilik
Eşdişi we sözleýşi	Kadaly eşitmek we sözläp bilmek	Lal - günlük
Dyrnagy	Anonihiýa – dyrnaklary doly derejede ösmedik	Kadaly dyrnaklylyk
Barmaklary	Arahnodaktiliýa (Marfana sindromy) – barmaklary möýünki ýaly inçeden uzyn	Kadaly barmakly
	Brahidaktiliýa – kelte barmaklylyk	Kadaly barmakly
	Polidaktiliýa – köp barmaklylyk	Baş barmaklylyk

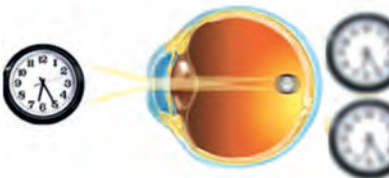
1	2	3
	Sindaktiliýa – goşa barmaklylyk	Kadaly barmakly
Boýy	Ahondroplastik göýdüklik	Kadaly boýlulyk
Madda çalşygy: Aminokislotalaryň çalşygy	Kadaly reňkiň bolmagy	Albinizm – saçyň, gaşyň, kirpigiň, endamyň reňksiz bolmagy
	Kadaly ýagdaý	Fenilketonuriýa
Uglewodlaryň çalşygy	Kadaly ýagdaý	Galaktozemiýa
	Kadaly ýagdaý	Mukopolisaharidozlar (gargontilizm)
Lipidlerň çalşygy	Kadaly ýagdaý	Amabrotiki maşgala kemaklylyk (Teýa-Saksa keseli)
Howply keseller	Kadaly ýagdaý	Göz torjagazynyň gliomasy
	Kadaly ýagdaý	Dogabitdi ihtioz
	Neýrofibromatoz	Kadaly ýagdaý

Dominant gen bilen ***gabsburg*** eňeklilik alamatlary nesilden-nesle geçýär. Munuň esasy alamatlary eňek inçe bolup, aşaky äň öňe çykyp durýar, aşaky dodak sallanyp durýandygy sebäpli, adamyň agzy ýarym açyk bolup durýar (99-njy surat).

Autosom-dominant usul boýunça nesle geçýän keselleriň alamatlaryna seredip geçeliň. Bular ýaly keselleriň sany 900-den hem geçýär.



99-njy surat.
Gabsburg eňeklilik



Astigmatizm

1



Kadaly göz

2



Astigmatizm

100-nji surat. Astigmatizm

1 – gözün görşüniň bozulmagy; 2 – gözün gurluşyndaky tapawutlar.

1. Astigmatizm – (XVIII asyryň ahyrynda ýüze çykarylly) göz perdesine we hrustaljygyna baglylykda gözün görşi bozulýar. Astigmatizmde şekiller ýoýulan görnüşinde bolýar. Astigmatizmden Ýer togalagynyň ilatynyň 40 – 45%-i ejir çekýärler. Bu adamlar äýneksiz islendik tekizlikde jisimleri takyk görüp bilmeýärler (*100-nji surat*).

Astigmatizm adamyň gözünü hereketlendiriji 6 sany myşsanyň sazlaşykly işlemeýändigini sebäpli ýüze çykýar.

2. Gernerolopiýa – (towuk körlük) ala garaňkylykda görşüň durnukly bozulmagydyr. Bu autosom-dominant alamatlaryň neslegeçijiligine degişlidir. Gözüň torjagazynda alagaraňkyda görşi üpjün edýän pigmentleriň emele gelşinde bozulmagyna alyp barýan gen hasaplanylýar.

3. Anonhiýa – adamyň barmaklarynyň birnäçesinde ýa-da ählisinde dyrnak plastinkalary kadaly derejede ösmeýärler. Anonhiýada dyrnak plastinkalarynyň daşky keşbi dürli görnüşde bolýarlar we olaryň reňki üýtgeýär. Şeýle hem elde we aýakda biri – iki ýa-da birnäçe barmaklaryň bolmazlygyna alyp barýar (*101-nji surat*).



1



2



3

101-nji surat. Anonhiýa

1-2 barmaklardaky dyrnak plastinkalarynyň keşbi; 3 – elde barmagyň kem bolmagy

4. Arahnodaktiliýa – (*Marfana sindromy*) möýüňki ýaly barmaklylyk. Arahnodaktiliýada diňe bir barmaklar däl-de, el-aýak gutaryntgylar aşa uzyn bolýarlar. Muny döredýän gen gözün

hrustalynyň şikesli bolmagyna we gan-damar ulgamynyň kemli bolmagyna hem alyp barýar (102-nji surat).



102-nji surat. Arahnodaktiliýa

5. Brahidaktiliýa – (kelte barmaklylyk). Brahidaktiliýada barmaklaryň bogunlarynyň dolyderejede ösmezligi bilen baglanyşykly ýüze çykmalardyr (103-nji surat).



103-nji surat. Brahidaktiliýa

6. Polidaktiliýa – (köp barmaklylyk). Bu hadysa ilkinji gezek Amerikada ýüze çykarylly. Polidaktiliýada adamyň aýagynda we elinde 6-dan 9-a çenli barmaklylyk bolýar. Bu hadysa negroidlerde ýewropeidler bilen deňşdireniňde 10 esse diýen ýaly köp duş gelýär (104-nji surat).



104-nji surat. Eldäki we aýakdaky polidaktiliýa (köp barmaklylyk)

7. Sindaktiliýa – ýumşak ýa-da süňk dokumasynyň üsti bilen iki ýa-da birnäçe barmaklaryň arasy bitişip ösýärler (105-nji surat).



105-nji surat. Eldäki we aýakdaky sindaktiliýa – goşa barmaklylyk



106-njy surat. Ahondroplastik karliklik - göýdüklük

8. Ahondroplastik karliklik – göýdüklük – süňk ulgamynyň kesellemeği, turba şekilli süňkleriň ýokarky kekirdewükleriniň ösüşiniň bozulmagy, kelle çanagynyň esasyňyň we burun süňkleriniň formalarynyň üýtgemegine alyp barýar. Bu zyýanlar kadaly ösen göwrä we kellä görä el-aýaklarynyň gysga bolmagyna alyp barýar (*106-njy surat*).

9. Neýrofibromatoz – nerw sütünlerinde köp sanly çişleriň emele gelmeği bilen häsiýetlendirilýän hroniki (ötüşen, köne) kesel hasaplanylýar. Şeýle çişler islendik organlarda we dokumalarda, merkezi nerw ulgamynda ol esasan hem, köplenç, deride köp duş gelýär, ol ösgün tüýler bilen örtülen gara tegmilli bolýar. Munuň esasy alamatlarynyň ýene-de biri akyl taýdan we fiziki taýdan yzagalaklykdyr (*107-nji surat*). Keseliň ýüze çykmagyny çaga doglanda görmek bolýar, köplenç bolsa irki çagalyk döwründe ýüze çykýar.



107-nji surat. Neýrofibromatozlar

Düzgün bolşy ýaly, autosom-dominant keseller autosom-resessiw kemçiliklerden her hili bolsa-da ýeňilräk geçýär. Örän agyr we ölüm bilen gutarýan dominant alamatlar bilen dogulmagy, görerijileriň dogulmagyna ýa-da kämillik ýaşyna ýetýänçä ýaşamaga mümkinçilik bermeýär.

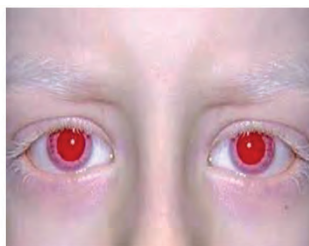
6.5. Adamda autosom-resessiw alamatlaryň neslegeçijiligi

Autosom-dominant neslegeçijilikden tapawutlanmak bilen, autosom-resessiw neslegeçijilik diňe iki sany geterozigot bedenleriň nikasynda ýüze çykyp bilýär. Şonuň üçin, bular ýaly alamatlar ata-ene ýakyn garyndaş bolanlarynda hem ýüze çykyp bilýär.

Autosom-resessiw usulda geniň üsti bilen *feniltiokarbamidiň* we şoňa meňzeş birleşmeleriň tagamyny kabul etmek ukyby nesle geçýär. Ol ukybyň ýoklugyny çäklendirýän dominant alamat örän seýrek düşgeliýär. Autosom-resessiw usul bilen 780-den gowrak keseller nesilden-nesle geçip bilýär.

Içki gulagyň gurluşynyň bozulmagyna getirýän geniň netijesinde kerligiň döremegi hem resessiw gen hasaplanylýar. Dogabitdi kerleriň lallyga alyp barýanlygy bellidir. Bu gen örän ýgy-ýgydan düşgeliýär. Lal-kerligiň nikasy seýrek ýagdaý däl, şeýle nika netijesinde, kähalatlarda sagdyn kadaly eşidýän çagalar hem dogulýarlar.

Madda çalşygynyň köp keselleri autosom-resessiw usul bilen nesle geçýän kesellerdir. Bu keselleriň 600-e golaýy mälum bolup, bedene gerek bolan fermentleriň bolmazlygy ýa-da ol fermentleriň ýetmezçilik etmegi netijesinde döreýärler. Bu keseller degişli fermentleriň sintezine jogap berýän genleriň mutasiýasy netijesinde ýüze çykýarlar.



108-nji surat. Albinostlar

1 Albinizm – **tirozin** aminokislotasyny **melanin** pigmentine öwürýän **tirazinaza** fermentiniň ýoklugy sebäpli ýüze çykýar. Käbir bedenlerde melanin hiç hili emele gelmeýär ýa-da örän az mukdarda emele gelyändigigi sebäpli, olaryň endamy we saçlary örän açyk (ýagty) reňkde bolýar, gözleri bolsa, gyzyly bolýar (gözüň torjagazynyň gan damarlaryny gizleýji pigmentler bolmaýar). Şeýle adamlar, köplenç, gara äýnek dakynyp gezipdirler (108-nji surat).



109-njy surat. Fenilketonuriýa

2 Alkaptonuriýa – näsagyň bölüp çykarýan peşewi garamtyly ýa-da gara hem bolýar. Bu ýagdaý iki aminokislotanyň **fenilalaniniň** we **tiroziniň** aralyk önümi bolan **gomogentezin** kislotasynyň peşewde bolmaklygy bilen baglanyşyklydyr. Näsagyň kekirdewügi reňkli bolýar we gartaşan adamlarda bolsa damarlaryň çişmekligi bolýar.

3 Fenilketonuriýa – (**Fellingiň keseli**) – ganyň düzümindäki **fenilalanin** kislotasynyň mukdarynyň birden ýokarlanmaklygy netijesinde ýüze çykýar. Ol **fenilpiroüzum** we **fenilsüýt** kislotalaryna öwrülýär. Bu bolsa bedene zyýanly täsir edýär. Şol sebäpli çagalaryň akyl taýdan yzagalaklygy döreýär. Şeýle hem **melanin** pigmentiniň mukdarynyň azalmaklygyna alyp barýar. Ol bolsa ak bedenli, mawy gözlülige getirýär (109-njy surat).

4 Amawrotiki idiotiýa (Teýa – Saks keseli) – lipid çalşygynyň bozulmaklygy bilen baglanyşyklydyr. Bu **gekso-samindaz** fermentiniň ýetmeýändigigi zerarly ýüze çykýar. Nerw ulgamyny agyr bozulmalara alyp barýar. Bu keselde çaganyň ýarym



110-njy surat.
Amawrotiki idiotiýa

ýaşyndan soňra, fiziki ösüşinde yzagalaklylyk, görşüň bozulmaklygy we akyl ýetirişiniň peselmekligine alyp barýar, çaga soňra kör bolýar, akyl taýdan gowşak bolýar, ol doly derejede kuwatsyz – mejalsyz bolýar. Ol 4-5 ýaşlarynda ölýär (*110-njy surat*).

5. Galaktozemiýa – uglewod çalşygynyň bozulmaklygy netijesinde döreýän keseldir. Galaktozemiýada bagryň işiniň bozulmaklygy netijesinde dokumalarda we ganda galaktozanyň toplanmaklygy bolup geçýär. Çaga süýji önümlerini köp iýen mahalynda ýüzünde gyzyň düwürtikler emele gelýär. Eger-de ol bejerilmese, onda bagryň **serroz** keseline alyp barýar. Netijede bolsa, akylsyzlyga we ölüme alyp barýar (*111-nji surat*).



111-nji surat. Çagalardaky galaktozemiýa

Täze doglan çaga süýt bilen iýmitlendirilende, onda saraltma ýüze çykýar, gaýtarýar we bedeniniň agramynyň kemelmekligine alyp barýar. Kesel çaganyň ýaşlygynda anyklanylsa, ýagny üç ýaşyna çenli süýt bilen iýmitlendirmeli däl, ýagny galaktoza saklaýan iýmit önümlerini bermeli däl. Şeýle ýagdaýda olar kadaly ýagdaýda ösýärler.

6. Ihtioz – (grekçe *ihthis* – balyk) örän seýrek duş gelýän, nesle geçýän, ölüm howply – dogabitdi keseldir (*112-nji surat*).



112-nji surat. Dogabitdi ihtioz

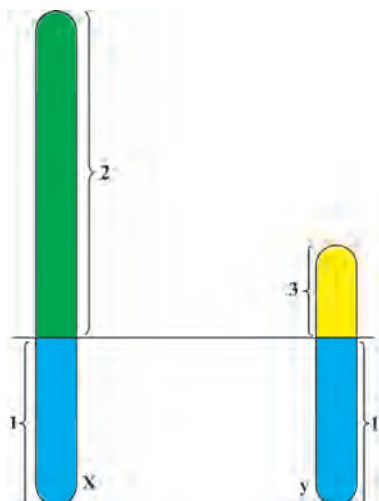
Näsagyň bedeniniň ähli ýeri, balygyň teňňelerini ýada salýan – buýnuzlaşan plastinkalar bilen örtülendir. Şeýle ýagdaýda ol bedeniniň – deriniň üsti bilen dem alyp bilmeyär. Çaga doglanda öli dogulýar ýa-da doglandan soňra ölýär.

7. Afibrinogenemiýa – näsazlyklar **fibrinogeniň** ýetmezçiliginde döremek bilen, ganyň lagtalanmak ukybynyň bozulmagyna alyp barýar. Seýrek duşýan kesel, onuň kliniki kartasy gemofiliýany ýatladýar, ýöne gan goýberilende örän ýeňil geçýär.

6.6. Adamda jyns bilen bagly neslegeçijilik

Adamyň jynsy – geterohromosomalaryň kesgitli utgaşmalaryna bagly bolup durýar: aýallarda XX, erkeklerde bolsa XY – utgaşýarlar.

Erkek adamlaryň ilkinji jyns alamatlaryny (jyns mázlerini we daşky jyns organlaryny) we ikilenji jyns alamatlaryny Y – hromosomada ýerleşýän genler kesgitleýär. Eger, Y we enäniň ikinji X hromosomalary bolmasa, onda interseks – (latynça **inter** – aralyk, **secxus** – jyns) diýip atlandyrylýan aralyk jynsa degişli wekil ösüp ýetişýär (**Şereşewskiý – Turner keseli**), eger, adamda Y – hromosomasy bilen birlikde iki we ondan hem köp X – hromosomalary bolsa, onda ol erkek jynsly adama (**Klaýnfelter keseli**) degişli bolýar.

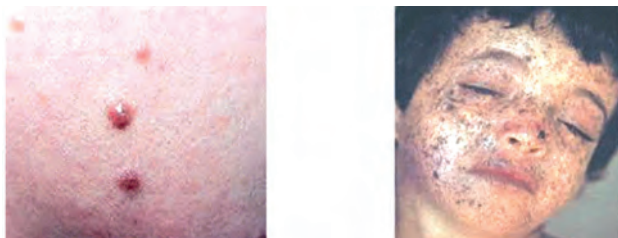


113-nji surat. Adamyň X we Y hromosomalarynyň çyzgysy

1 – X we Y hromosomalaryň gomologik-meňzeş bölekeri (resessiw geni saklamak bilen, gözüň reňki saýgaryp bilmezlik keseliniň, pigment kserodermiýanyň, Oguti keseliniň ösüşine şert döredýär; X-hromosomanyň gomologik däl – meňzeş däl bölegi (gemofiliýa-nyň, daltonizmiň, myşsalaryň distrofiýasynyň, gipogammaglobulinemiýanyň resessiw genlerini, gipofosfatiki igiligiň dominant genlerini saklaýar); 3 – Y-hromosomanyň gomologik däl-meňzeş däl bölegi (barmaklaryň arasynyň perdeli bolmagynyň we gulagyň içiniň tüýlek bolmagynyň genini saklaýar)

X we Y – hromosomalarda umumy gomologik – birmeňzeş bölekleri bolýar. Şol böleklerde bolsa, erkeklerde we aýallarda meňzeş nesle geçýän alamatlary kesgitleýän genler ýerleşýärler (113-nji surat).

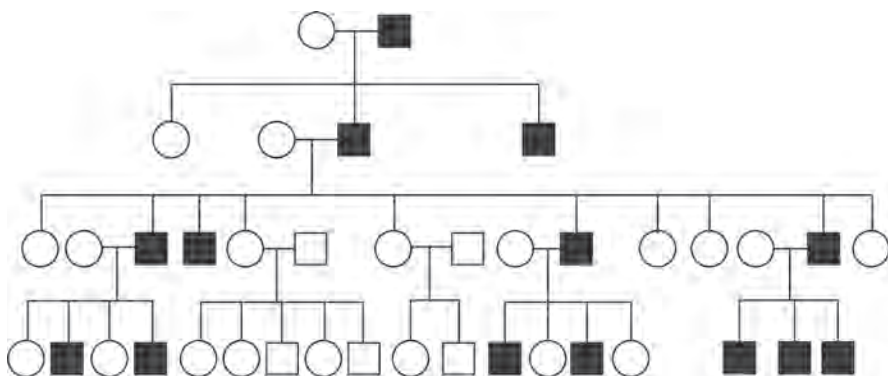
Alamatlaryň bu usulda nesle geçişine mysal edip resessiw häsiýetli zyýanly çiş emele gelmäni aýdyp bolar. Oňa **pigment kseroderma** diýilýär. (114-nji surat).



114-nji surat. Pigment kseroderma

Pigment kseroderma ýagdaýynda, ultramelewşe şöhleleriniň täsirine ýokary derejede duýujylyk emele gelýär. Olaryň täsiri netijesinde ilki menekler, ondan soňra bolsa düwürtikler, iň soňunda bolsa çişler emele gelýär. Pigment kseroderma keseli bilen kesellän näsaglar jyns taýdan kämillik ýaşynyň ön ýanynda ölürlär.

X we Y hromosomalaryň birmeňzeş däl (gomologik däl) bölekleri hem bolýar. Y – hromosomanyň birmeňzeş däl bölegi – diňe bir erkeklik jynsyny kesgitlemän, ol barmaklaryň arasyndaky perdeleriň we gulagyň içiniň tüýlek bolmaklygyny kesgitleýän geni hem saklaýar.



115-nji surat. Jynsy hromosomal bilen goşulyşýan, nesilden-nesle geçýän alamatlar (gemizigot gen arkaly, barmaklaryň arasynda perdeniň dört nesilde ýüze çykyşy)

Y – hromosomanyň birmeňzeş däl (gomologik däl) bölekleri bilen goşulyşýan patologik – şikeslilik alamatlary diňe oğlanlara geçip bilýär, onuň hem esasy sebäbi oğlanlar Y – hromosomalary atalaryndan alýarlar. Barmaklaryň arasyndaky perdäniň bolmaklygy şol bir maşgalanyň dört nesliniň dowamynda oğlanlarda ýüze çykanlygy mälimdir (*115-nji surat*).

X-hromosomanyň gomologik däl bölegi özüniň düzüminde aýallar üçin resessiw genleri, erkekler üçin bolsa dominant geni gemizigoty (iki däl-de diňe ýekeje geni) saklaýar.

Gemizigot usulda neslegeçijilige **gemofiliýa**, **gantsyz diabed**, **daltonizm** we **saçyň düşmekligi** ýaly keselleri mysal getirmek bolar.

Gemofiliýa – ganyň lagtalanmak ukybynyň bozulmaklygy, ganyň lagtalanmaklygyny amala aşyrýan – **antigemofil globuliniň** ýetmezçilik etmekliginde ýüze çykýar. Ýaralaryň, sypjyrylmalaryň we urgularyň netijesinde güýçli içki ýa-da daşky gan akmalaryň bolmaklygy kähallatlarda ölüme alyp barýar (*116-njy surat*).

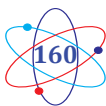


116-njy surat. Gemofiliýa – sypjyryklarda ganyň lagtalanmazlygy

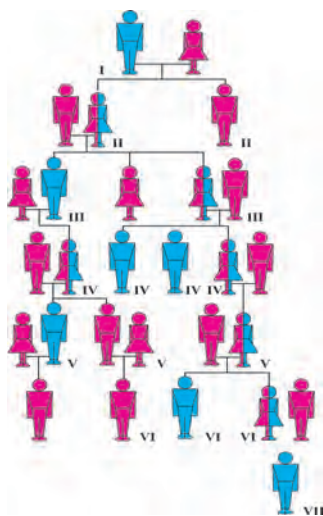
Şonuň üçin gemofiliýa keselli çagalary döwür-ýenjiklerden go-rap saklamaly.

Gök reňkli – gemofiliýa keselli, **gyzyl reňkli** – sagdyn, **ýarysy gyzyl ýarsy gök** bolsa – kesel görteriji bolýar.

117-nji suratdan görnüşi ýaly, birinji nesilde gemofiliýa keselli oğlan (gök reňkli) bilen, sagdyn gyz (gyzyl reňkli) durmuş gurýar.



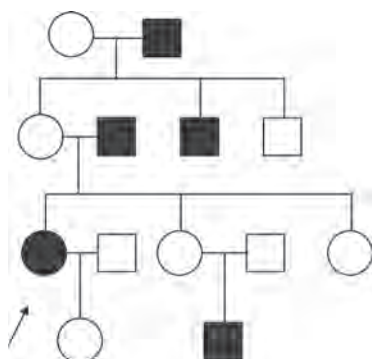
Olaryň iki sany çagalary: sagdyn ogly (gyzyl reňkli) we gemofiliýa genini göteriji gyzy (gyzyl-gök reňkli) bolup, II nesildäki gyz gemofiliýa genli X hromosomany atasyndan alýar we ol gemofiliýa genini göteriji bolýar. Onuň nikasynda, bir ogly we iki gyzy bolýar, ýagny III nesilde gemofiliýa keselli oglany, sagdyn gyzy we gemofiliýa genini göteriji gyzy dogurýar. III nesildäki keselli oğlan sagdyn gyz bilen nikalaşanda olaryň bir gyzy bolup, (IV nesil) gemofiliýa genini göteriji bolýar, sebäbi ol geni atasyndan alýar. III nesildäki gemofiliýa genini göteriji gyz sagdyn oğlan bilen durmuş guran-da olaryň üç çagalary bolup, (IV nesil) iki ogly hem gemofiliýa keselli, bir gyzlary bolsa gemofiliýa genini göteriji bolýar.



117-nji surat.
Gemofiliýanyň neslegeçijiligi

IV nesildäki çep tarapdaky kesel göteriji gyz sagdyn oğlan bilen durmuş gurýar, olaryň iki ogullary bolup, (V nesil) olaryň biri sagdyn, beýlekisi bolsa keselli dogulýar. Olar hem sagdyn gyzlara öýlenýärler. Olaryň her birinden bir sany ogullary (VI nesil) sagdyn bolýarlar. V nesildäki keselli oğlanyň sagdyn oğlunyň bolmagynyň sebäbi, atalar keselli X genlerini diňe gyzlaryna berip bilýärler.

IV nesildäki sag tarapdaky kesel göteriji gyz sagdyn ýigit bilen durmuş gurýarlar. Olaryň bir gyzlary bolup, ol hem ejeleri ýaly gemofiliýa genini göteriji bolýar (V nesil). Ol gyz hem sagdyn ýigit bilen durmuş gurýar, olaryň iki çagalary bolup (VI nesil) ogullary keselli, gyzlary bolsa gemofiliýa genini göteriji bolýar. Ol gyz



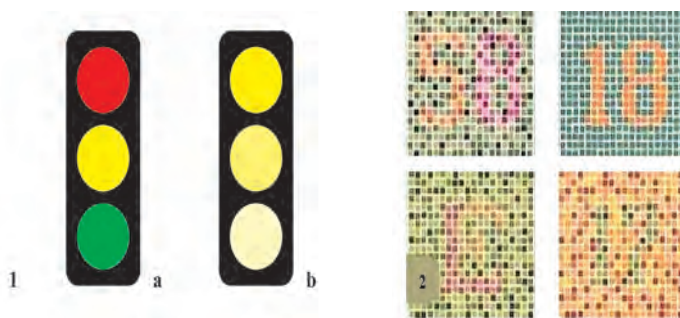
118-nji surat. Jynsy hromosomalar bilen goşulyşýan, nesilden-nesle geçýän alamatlar

hem sagdyn ýigit bilen durmuş gurýar we olaryň bir ogullary bolup (VII nesil) ol hem gemofiliýa keselli dogulýar, sebäbi eneler göterýän gemofiliýa genini gyzyňa berse, ol kesel göteriji, ogluna berse onda ol gemofiliýa keselli bolýar. Atalary gemofiliýa keselli bolsa, olar öz genlerini diňe gyzlaryna berip bilýar we gyzlary gemofiliýa genini göteriji bolýar.

Gemofiliýanyň käbir görnüşleri autosom-dominant we autosom-reseksiw usul bilen nesle geçip bilýär. Gemofiliýanyň örän köp görnüşleri jyns bilen goşulyşyp geçýär. Gemofiliýa X-hromosoma bilen goşulyşýandygy sebäpli, bu kesel erkek adamlarda duş gelýär, aýallarda örän seýrek ýagdaýda gabat gelendigi ýazgy edildi (*118-nji surat*). (Peýkam bilen gemofiliýa keseli boýunça gomozigot genli aýal)

Agammaglobulinemiýa ýa-da **gipogamma – globulinemiýa** ganyň plazmasyny goraýjy **gammaglobulin belogynyň** ýetmezçilik etmekligi netijesinde döreýän keseldir. Bu keselde beden ýokanç kesellere garşy göreşijilik ukybynyň peselmekligi netijesinde çagalary ölüme alyp barýar.

Gantsyz diabet – gipofiz mäsiniň işjeňliginiň peselmegi netijesinde, bedende suwuň mukdarynyň azalmaklygyna getirýär, täze doglan çagalaryň ösüşiniň togtamaklygyna, psihikasynyň üýtgemekligine, aşa horlanmaklygyna we kähalatlarda bolsa ölüme alyp barýar.



120-nji surat. Daltonizmiň alamatlary

1a – ýşyklandyryjyny gözüň kadaly görşi;

1b – ýşyklandyryjynyň reňklerini gözüň saýgarmazlygy;

2 – gözüň reňk saýgaryp bilşini barlamak üçin kitapçadan bir sahypa.

Daltonizm – 1794-nji ýylda iňlis tebigaty öwrenijisi **Jon Dalton** (1766 – 1844) (*119-njy surat*). – özünde reňkleri görüjiligiň bozulandygynyň üsti bilen açypdyr (*120-nji surat*).

Daltonizmiň birnäçe görnüşleri mälimdir. 1775-nji ýylda Şweýsariýada sürüjiniň reňkleri saýgaryp bilijiligi bozulandygy sebäpli, agyr heläkçilige alyp barandygyny belläp geçýär. Bu gynançly wakadan soňra, islendik görnüşdäki ulaglary sürüjileriň we esgerleriň gözüniň reňk görüjiligiňi barlap başlapdyrlar.

Daltonizmiň birnäçe görnüşü mälimdir:

1. Deýteronopiýa – ýaşyl reňki seljerip bilmeýär. Deýteronopiýa görüşde ýaşyl reňk bilen çal reňki, sary reňki bolsa goýy gyzyly reňk bilen garyşdyrýarlar.

2. Protanopiýa – gyzyly reňki seljerip bilmeýär. Protanopiýa görüşde gyzyly reňki bilen çal reňki, sary reňki bolsa goýy ýaşyl reňk bilen garyşdyrýarlar.

Dominant X – hromosomasy boýunça jyns bilen, doly goşulyşan alamatlara **gipofosfatemik rahiti** we eňeklerde **gyýak dişleriň bolmazlygy** mysal bolup biler.

X hromosomanyň gomologik däl böleginde ýerleşýän genleriň nesle geçijiligi dominant alamatlar **A**, resessiw alamatlar bolsa **a** bilen belgilenip 19-njy tablisada maglumatlar berlen.



119-njy surat.
Jon Dalton
(1766 – 1844)

19-njy tablica

X-hromosomanyň gomologik däl bölegi bilen goşulyşan genleriň nesle geçijiligi

Ata-enesiniň genotipi		Çagalarynyň genotipi	
Ejesi	Kakasy	Ogullary	Gyzlary
AA	A	100% A	100% AA
AA	a	100% A	100% Aa
Aa	A	50% A + 50% a	50% AA + 50% Aa
Aa	a	50% A + 50% a	50% Aa + 50% aa
aa	A	100% a	100% Aa
aa	a	100% a	100% aa

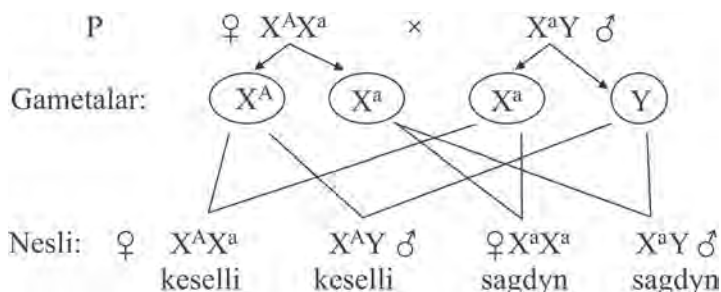


Resessiw X – hromosomanyň meňzeş däl bölekleri bilen goşulyşýan alamatlar, erkek adamlarda aýallar bilen deňeşdirilende has ýygy ýüze çykýar. Sebäbi erkek adamlarda **gemizigotlylyk** – iki geniň däl-de, bir geniň bolmagy häsiýetlidir. Aýallarda bu şikesliligiň ýüze çykmaklygy üçin, ata-enesinden alan iki geni hökman gerek bolup durýar.

Dominant geniň ýüze çykmagy aýallarda has ýokarydyr, sebäbi her populýasiýada 75% X –hromosoma bolýar.

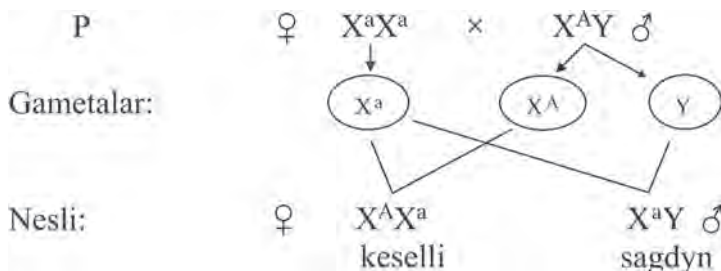
Dominant gen boýunça seýrek nesle geçýän alamatlaryň nika gatnaşyklarynyň iki mysalyna seredip geçeliň.

Geterozigot **Aa** genli keselli aýal bilen, sagdyn **a** erkek adamynyň nikasynyň netijesinde, alamatyň ýüze çykyşy şu aşakdaky ýalydyr.



Aa x a nikada alamatlaryň ýüze çykyşy jynsyna seretmezden 1:1 gatnaşygy berýär. Gyzlaryň ýarsynda (**Aa**) we oglanlaryň ýarsynda (**A**) bu alamat boýunça näsazlyklar ýüze çykýar, ikinji ýarsynda gyzlarda (**aa**) we oganlarda (**a**) genler bolup olar sagdyn bolýarlar.

Gomozigot **aa** sagdyn aýal bilen, keselli **A** erkek adamynyň nikasynyň netijesinde alamatlaryň ýüze çykyşy.



aa x **A** nikada alamatlaryň ýüze çykyşy: ähli gyzlarynda bu alamat (**Aa**) boýunça näsazlyklar döreýär, ähli oglanlary bolsa (**a**) sagdyn bolýarlar.

XIX asyrd a G. Mendeliň açyşlaryndan öň alamatlaryň sitoplazmatik neslegeçijiligi bellidi. Sitoplazmatik neslegeçijilik bolanda, organellalaryň DNK-nyň üsti bilen nesle geçiş maglumatlary geçir-mekligi bolup durýar.

Mitohondriýada we beýleki organellalarda DNK-nyň bolmagy mümkin, şeýlelikde ýumurtga öýjüginin sitoplazmasynyň üsti bilen nesle geçiş maglumatlaryny geçirilmek mümkinçiligi döreýär. Onuň hem esasy sebäbi, tohumlanma mahalynda spermatozoidler ýumurtga öýjüginin içine girende olaryň ýadrolary goşulyp zigotany emele getirýärler.

Häzirki wagtda sitoplazmatik nesle geçijilikde enäniň üsti bi-len geçýän alamatlar bellidir. Mysal üçin, görüş nerwleriniň görüji-lik ukybynyň ýitmegi (**atrofiýa**) netijesinde dogabitdi körlük emele gelyär.

6.7. Adamda gen we hromosoma mutasiýalary

Adamyň *Homo sapiens* görnüş hökmünde ýüze çykmagy, onuň ewolýusiýasy, kämilleşmegi – mikroewolýusiýanyň adaty şertleriniň täsirinde we tebigy seçginiň gatnaşmagynda bolup geçdi.

Mutasiýalar – tötänleýin emele gelen genotipiň durnukly üýtgeşmeleridir. Bu täze emele gelen, özünde ol ýa-da beýleki üýtgeşmeleri saklaýan genotipiň emele geliş hadysasydyr. Olar bütin hromosomalara, olaryň böleklerine ýa-da aýry-aýry genlerine täsir edýärler.

Mutasiýalar bedenler üçin peýdaly, zyýanly we hiç hili täsiri bolmaýan görnüşlerde bolýarlar. Adamda mutasiýalaryň: **gen**, **hromosoma** we **genom** görnüşleriniň mutasiýalarynyň üsti açyldy.

Gen mutasiýalary – mutasiýalaryň in köp duş gelýän gör-nüşü hasaplanylýar. Gen mutasiýalary DNK-nyň molekulasynyň nukleotidleriniň yzygiderliliginiň üýtgemegi netijesinde ýüze çykýar. Gen mutasiýalarynyň netijesinde genleriň ýerine ýetirýän işlerinde üýtgeşmeler ýüze çykýar. Olar bolsa görnüşin taryhy öşüşinde esasy



orny eýeleýär. Şoňa baglylykda, RNK-nyň we beloklaryň emele gelşi togtaýar ýa-da başga bir üýtgeşik belok emele gelýär. Şonuň netijesinde bolsa bedenleriň alamatlary üýtgeýär. Gen mutasiýalarynyň netijesinde täze görnüşli alleller – jübüt genler emele gelýär.

Gen mutasiýalary – DNK-nyň molekulalarynyň ikilenmek hadysasy mahalynda ýüze çykyan ýalňyşlyklardyr. Mälim bolşy ýaly, islendik alamaty şertlendirýän ähli genler üýtgeýär ýa-da mutasiýalara duçar bolýar.

Geni içki üýtgemelerine görä birnäçe toparlara bölýärler.

1. **Transwersiýa** – DNK-a molekulasyň bir polinukleotid zynjyrynyň azotly esasynyň, beýleki birine geçmegidir.
2. **Transsiziýa** – bir komplementar azotly esalarynyň jübütiniň, beýleki biri bilen çalyşmagy bolup geçýär.
3. **Inwersiýa** – geniň gurluşynyň üýtgemegi netijesinde onuň bir böleginiň ýerleşýän ýeriniň 180° aýlanmagy bilen üýtgeýär.
4. **Delesiýa** – azotly esalarynyň bir ýa-da birnäçe jübütleriniň ýetmezçilik etmegidir.
5. **Duplikasiýa** – azotly esalaryň sanynyň ikilenmegi ýa-da ondan hem köp esse artmagydyr.

Genleri ýerine ýetirýän işlerine görä 3-sany topara bölýärler.

1. **Gurluş geni** – ýa-da **sistron** polipeptid zynjyrynyň gurluşyny kesgitleýär.
2. **Mutasiýa geni** – ýa-da **muton** üýtgemäge ukyply gen.
3. **Rekombinasiýa geni** – ýa-da **rekon** gaýtadan dikelmäge ukyply gen.

Gemoglobinde geçirilen barlaglar geniň üýtgeýändigini barada örän köp maglumatlar berdi. Agyr anemiýa keselinde – az ganlylyk – eritrositler şikesli – kemli gemoglobini özünde saklaýar, ol hem gemoglobiniň häsiýetleriniň üýtgemegine alyp barýar. Eger bu alamaty saklaýan gen ata-enäniň ikisinden hem geçse, onda täze bolan nesil **gomozigot** keselli bolýar. **Geterozigot** nesiller sagdyn bolýarlar.

Adamda mutagenezi ilkinji bolup, 1932-nji ýylda sowet alymy **W. P. Efroimson** öz-özünden döreýän mutagenezi öwrenip başlapdyr. Alymlaryň geçirýän derňewleri mutageneziň sanynyň artýandygynyň üstüni açdy. Şol sebäpli hem antropogenetikanyň önünde wajyp meseleler durýar.



- ilki bilen «–» otrisatel mutasiýalaryň bedende toplanmagyna we döremegine garşy göreş alyp barmak;
- mutasiýalary döredýän mutagenleri ýok etmeklik; antimutagenleri gözläp tapmaklyk; daşky gurşawyň genetiki häsiýetlerini hemmetaraplaýyn öwrenmeklik;

Ýokarda adamdaky gen mutasiýalaryň (6.4, 6.5, 6.6 bölümlere seret) autosom-dominant görnüşine (ahondroplaziýa, arahnodaktiliýa, kerlik, neýrofibromatoz), autosom-reseksiw görnüşine (amawrotiki idiottiýa), jyns bilen goşulýşýan (gemofiliýa) seredip geçdik.

Hromosoma mutasiýalary – hromosomalaryň gaýtadan gurnalmaklygydyr. Ýöne olaryň köpüsini, diňe ulaldyjjy gurallaryň kömegi arkaly öwrenip bolýar. Hromosomalaryň gurluşynyň üýtgemegi dürli ýollar arkaly bolup geçýär. Mysal üçin, hromosomalaryň bir böleginiň goşalanmagynyň bolmagy ýa-da onuň tersine bir bölegiň ýitirilmegi bolup biler. Bir hromosomanyň bölegi – başga bir hromosomanyň başga bir ýerine geçip biler. Şeýle sebäplere görä-de hromosomalardaky mutasiýalar, genleriň ýerine ýetirýän işlerini üýtgedip biler. Olar görnüşleriň taryhy ösüşiniň özgermelerinde uly orun eýeleýärler. Hromosoma mutasiýalarda fenotipdäki üýtgemeler genotiplerdäki genleriň üýtgeýiş derejesine, ýagny hromosomalaryň bir böleginiň aýrylmagyna ýa-da onuň goşalanmagyna görä, aýratyn genleriň gatnaşyklarynyň üýtgemegine bagly bolup durýar. Hromosomalaryň gaýtadan gurnalmagy – nesle geçijiligiň maddy esasyňyň gurluşynyň gödek bozulmagydyr. Hromosomalaryň mikroskopiki gurluşynyň öwrenilmegi netijesinde, dürli bozulmalaryň üsti açyldy. Bu bolsa adamba nesle geçýän keselleri anyklamaklyk üçin giňden peýdalanylýar.

Hromosoma mutasiýalara **delesiýa** mysal bolup biler, munda 5-nji hromosomanyň eginjigi gysga bolýar, şeýle ýagdaýda çagalar aglanlarynda **pişigiň sesine** meňzeş aglaýarlar. Şeýle sesiň çykmagy ses beriji perdeleriň kemligi däl-de, merkezi nerw ulgamynyň bozulmagy bilen ýüze çykýan hadysadyr. Şeýle näsaglaryň **infeksiýalara** garşy göreşip bilijilik ukyby pes bolandygy sebäpli, olar ir ölýärler. Adamda hromosoma mutasiýalarynyň başga-da birnäçe görnüşlerine gözegçilik edildi.



Hromosomalardaky *translokasiýalar* deň ölçegli we deňölçegsiz ýagdaýda bolup biler. Deňölçegsiz translokasiýa bolanda ony göterijileriň şikesli, kemli bolmagyna alyp barýar. Deňölçegli translokasiýalar bolsa, fenotipde ýüze çykmaýarlar. Bu alamaty göterijileriň neslinde kemli çagalaryň bolmagyna garaşyp bolar.

Ultramelewşe şöhleler we käbir beýleki maddalar mutasiýalary güýçli ýüze çykarýan sebäplerdir.

Rentgen şöhleleri hem mutasiýalaryň emele gelmegini köp derejede ýokarlandyrýar.

Mutasiýalaryň döremegine täsir edýän sebäpleriň ählisine *mutagenler* diýilýär. Olaryň täsiriniň netijesinde mutasiýalaryň emele gelmeklik ýygylgy birnäçe ýüz esse artýar.

Radioaktiw elementleriň goýberýän şöhleleri ähli jandarlar üçin howpludyr. Şol sebäpli hem, ýadro ýaraglarynyň synaglary we partladylmaklygy gadagan edilýär.

Türkmenistanyň kanunçylygy biziň ýurdumyzyň ýadro, himiki, bakteriologiki ýaragy we köpçülikleýin gyryş ýaragynyň beýleki görnüşlerini we olary öndürmegiň tehnologiýalaryny edinmekden, öndürmekden, saklamakdan, daşamakdan el çekýändigini jar edýär. 2005-nji ýylda Türkmenistanyň Halk Maslahatynyň çözgüdi bilen Halkara guramalarynyň köpçülikleýin gyryş ýaragynyň ýaýradylmagyna garşy göreşmek boýunça beýannama kabul edildi.

2008-nji ýylda Türkmenistan sebitiň beýleki döwletleri bilen birlikde Merkezi Aziýada ýadro ýaragyndan azat sebiti döretmek hakyndaky şertnama Simpalatinsk şäherinde gol çekilendigi baradaky habar hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň «Türkmenistan sagdynlygyň we ruhubelentligiň yurdy» atly kitabynda beýan edilýär.

Häzirki zamanda dürli himiki we fiziki täsirler bilen aýry-aýry genlere täsir etmek netijesinde emeli usulda alynýan mutasiýalar seleksiýada giňden ulanylýar. Emeli mutageneziň kömegi bilen ösümlikleriň, haýwanlaryň we ýönekeý janly bedenleriň täze nusgalaryny we tohumlaryny alýarlar.



Hromosomalaryň sanynyň üýtgemegi bilen bolup geçýän mutasiýalara **genom mutasiýalary** diýilýär. Genom mutasiýalaryň iň giňişleýin ýaýran görnüşi ol hem **poliploididiýadyr**.

Poliploidiya – hromosoma toplumlarynyň sanynyň birnäçe esse artmagydyr. Diploid hromosoma toplumly ($2n$) beden öýjüklerinde gaploid hromosoma toplumy (n) bolsa diňe iki gezek gaýtalanýar, poliploidlerde bolsa ol 4-6, kähalatlarda bolsa 10-12 gezek hem gaýtalanyp bilýär.

Gaploid hromosoma toplumyndan hromosomalary 4 esse köp saklaýan bedenler grek dilinde **tetraploid bedenler** diýlip atlandyrylýar. Eger hromosomalaryň sany gaploid hromosoma toplumyndan 6 esse köp bolsa, onda bu hili bedenlere grekçe **geksaploid bedenler** diýilýär. Poliploidleriň emele gelmegi mitozyň ýa-da meýozyň geçýän döwründe bozulmalaryň ýüze çykmagyna bagly bolup durýar. Mysal üçin meýozda meňzeş – gomologik hromosomalaryň dargamagynyň netijesinde gametaldaky hromosomalaryň sany köpeliýär.

6.8. Jynsy hromosomalardaky geteroploidiya hadysasy

Hromosoma toplumlarynda ýüze çykýan bozulmalaryň biri – **geteroploidiya** bolup, bu köplenç ýagdaýlarda, agyr kesellere alyp barýar.

Geteroploidianyň iki görnüşi mälimdir:

1. **Monosomiya** – hromosoma toplumyndaky hromosomalaryň sanynyň azalmaklygy ($2n-1$) bolup geçýär.
2. **Polisomiya** – hromosoma toplumyndaky aýratyn hromosomanyň sanynyň köpelmegi ($2n+1$) **trisomiya** bolup geçýär.

Monosomiýalar – aýratyn agyr ýagdaýlary döredip bilýär. Monosomiýalaryň 20%-i embrional ösüşiň ilkinji günlerinde şikesli bolmagyna ýa-da düwünçeğiň ösüşiniň soňky döwürlerinde, onuň ölmegine alyp barýar we çagany aýyrmaly bolýar. Monosomiýalar bilen doglan çagalar hem gabat gelýär.



X hromosomanyň mysalynda hromosoma toplumynyň sanynyň üýtgemekliginiň gelip çykyşyna seredip geçeliň.

Gametalaryň ýetişýän döwründe jynsy hromosomalaryň biri-birinden aýrylmaýandygy belli boldy. Bular ýaly ýagdaýlarda gametalar 22 sany autosom hromosomalary däl-de, onuň bilen goşulýşan bir jynsy hromosomany (X ýa-da Y) göterýärler. Şeýle ýagdaýlarda hromosomalaryň kadaly jübütleşmegi bozulýar. Bu jübütleşmede ýüze çykýan agyr bozulmalara seredip geçeliň.

20-nji tablisa

Jynsy hromosomalaryň geteroploidiýa ýagdaýynda kadaly we bozulmalara sezewar bolan zigotanyň emele gelmek mümkinçilikleri

Spermatozoidlar		Ýumurtga öýjükleri				
		Kadaly	Bozulmalara sezewar bolan zigotalar			
		X	O	XX	XXX	XXXX
Kadaly	X	46, XX ⁵	45, XO ²	47, XXX ¹	48, XXXX ¹	49, XXXXX ¹
	Y	46, XY ⁵	-----	47, XXY ³	48, XXXY ³	49, XXXXY ³
Bozulmalara sezewar bolan zigotalar	O	45, XO ²	-----	46, XX ⁵	47, XXX ¹	48, XXXY ³
	XY	47, XXY ³	46, XY ⁵	48, XXXY ³	49, XXXXY ³	-----
	YY	47, XYY ⁴	-----	48, XXY ³	49, XXXXY ³	-----
	XXY	48, XXXX ³	47, XXY ³	49, XXXXY ³	-----	51, XXXXXXY ³
	XXY	48, XXY ³	47, XYY ⁴	49, XXXXY ³	-----	-----
	XXYY	49, XXXXY ³	48, XXY ³	-----	-----	-----

Şertli belgileri:

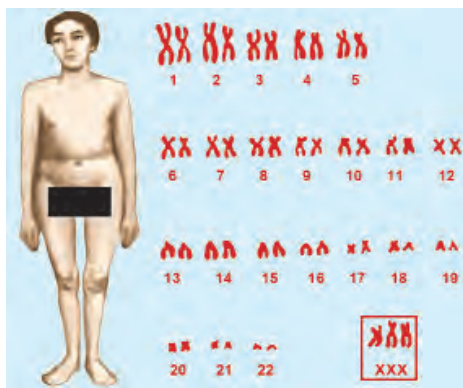
1. X – hromosomadaky polisomiýa (trisomiýa, tetrasomiýa, pentosomiýa)
2. X – hromosomadaky monosomiýa (Şereşewskiý-Terner keseli)
3. Klaynfelter keseliniň dürli görnüşleri.
4. Fenotipi boýunça sagdyn erkek.
5. Sagdyn aýal we erkek.

Ýokardaky jynsy hromosomalaryň geteroploidiýasynda kadaly we bozulmalara sezewar bolan zigotalaryň emele gelşi diýen 20-nji tablisa jynsy hromosomalaryň sany üýtgände nähili keselleriň döreýändigini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.



Tablisada jynsy hromosomalaryň öňünde her bir genotipiň emele getiren hromosomalarynyň sany berlen ($2n=46$; $2n-1=45$; $2n+1=47$; $2n+2=48$; $2n+3=49$; $2n+5=51$). Tablisada berlen agyr bozulmalaryň käbiri barada gysgaça durup geçeliň.

Trisomiýa – X. X hromosomalaryň sanynyň 3-e çenli köpelmegidir. ($47\text{-hromosoma} = 44 + XXX$). Şeýle ýagdaýlarda – akyl taýdan yzagalaklyk, aýallarda bolsa ýatgynyň we ýumurtgalyklaryň doly derejede ösmezligine alyp barýar. Ýöne, şeýle aýallaryň köp nesil öndürendigi hem gabat gelýär (*121-nji surat*).



121-nji surat.

Olaryň neslinde gyzlardan oglanlaryň sany köp bolýar. Çagalarynyň arasynda hromosoma toplumlarynyň bozulmalaryna hem ýygy-ýygýdan gabat gelinýär.

Edebiýatlarda aýallaryň üçden köp hromosomany saklaýanlarynyň hem bolýandygy beýan edilýär (*20-nji tab. ser.*).

X hromosomanyň sanynyň artmagy bilen baglanyşykly Barryň bedenjiginiň, şeýle-de «deprek taýajygynyň» sany hem artýar. Trisomiýada ol iki, tetrasomiýada üç we pentosomiýada bolsa dört bolýar (*115-njy sahypadaky 79-njy sur. ser.*).

Polisomiýaly aýallar – kadaly hromosoma toplumly aýallardan psihiki işjeňliginiň ýokary ýa-da pes derejesi bilen tapawutlanýarlar.



122-nji surat. Monosomiýa X (Şereşewskiý-Terner alamaty) we kariogrammadaky bozulmalar

Monosomiya - Şereşewskiy-Terner alamaty aýallarda bolan hatynda ($45 - \text{hromosoma} = 44 + XO$) olaryň bedeninde şikesleriň ýüze çykmaklygyna alyp barýar (122-nji surat).

Ýagny, olaryň boýlarynyň kiçi bolmagyna, bokurdaklarynyň gysga bolmagyna, guýguç şekilli kükreginiň bolmaklygyna, jyns ulgamynda we ikilenji jyns alamatlarynyň bozulmagyna (önelgesizlige) alyp barýar. Şeýle näsaglaryň aortasy dar bolýar, oňurgalary bitişen, akyl taýdan çäklenen bolýar. Şeýle keseller çagalarda monosomiya – X täze doglan çagalaryň 5 müň sany gyzdan birinde gabat gelýär. Monosomiya – X diňe erkekleriň spermatogenezinde bozulmalaryň ýüze çykmagy netijesinde döreýär.



123-nji surat. Klaýnfelter keselli oglan we kardio-grammadaky bozulmalar



124-nji surat. Klaýnfelter alamatly erkek

Erkek adamlaryň X – hromosomalarynyň sanynyň artmagy, ýagny polisomiya ýagdaýda täze doglan çagalaryň 400 – 600 - e çenli oglanlaryň birinde gabat gelýär.

Polisomiýaly adamlarda (*Klaýnfelteriň alamaty*) jyns mázleriniň işjeňliginiň we ösüşiniň bozulmagy, egniň çanaklykdan dar bolmagy, bedeniň tüý örtüginini we ýag toplamagy aýallaryňky ýaly bolýar, el-leri we aýaklary bedenine görä uzyn bolýar. Şol sebäpli hem, olaryň boýlary hem uzyn bolýar. Bu alamatlar bilen birlikde kadaly ösüp barýan oğlanlarda, jynsy taýdan kämilleşýän döwründe psihiki taýdan yzagalaklyk ýüze çykýar.

Şeýle oğlanlaryň nesil berşi pes bolýar. Olaryň neslinde hromosomalaryň sanynyň bozulmagy gabat gelýär. Klaýnfelteriň alamatynda (XXY, XXXY, XXXXY, XXXXXY) hromosomalar şeýle ýagdaýda bolýar (*123-124-nji surat*).

Beýleki ýagdaýlarda Klaýnfelteriň keseli polisomiýa Y–hromosomada hem gabat gelýär. Polisomiýalaryň şular ýaly ýagdaýyna XYY (47 hromosoma) gabat gelindi.

Şeýle ýagdaýda, fenotipiki kadaly ýagdaýdaky, uzyn boýly erkek adamlar bolýar. Olaryň çagalary kähallatlarda geteroploid ýagdaýda hem bolýarlar.

Kariotipde artyk Y hromosomalý adamlar örän gaharjaň, gazaply we kähallatlarda olar daş-töweregindäkiler üçin howply bolýarlar.

Hromosoma polisomiýaly näsaglaryň içinde seýrek halatlarda XYYY, XYYYYY toplumlar gabat gelýär. Hromosoma toplumlary dürli sebäpleriň täsirinde üýtgäp bilýär, ol bolsa genleriň gatnaşygynyň bozulmagyna alyp barýar. Bu bolsa ösüşiniň bozulmagynyň sebäbi bolup, hromosoma keselleri ady bilen mälimdir. Hromosomalaryň diploid toplumynyň sanynyň üýtgemekligi – kemelmegi ýa-da artmagy hromosoma kesellerine alyp barýar.

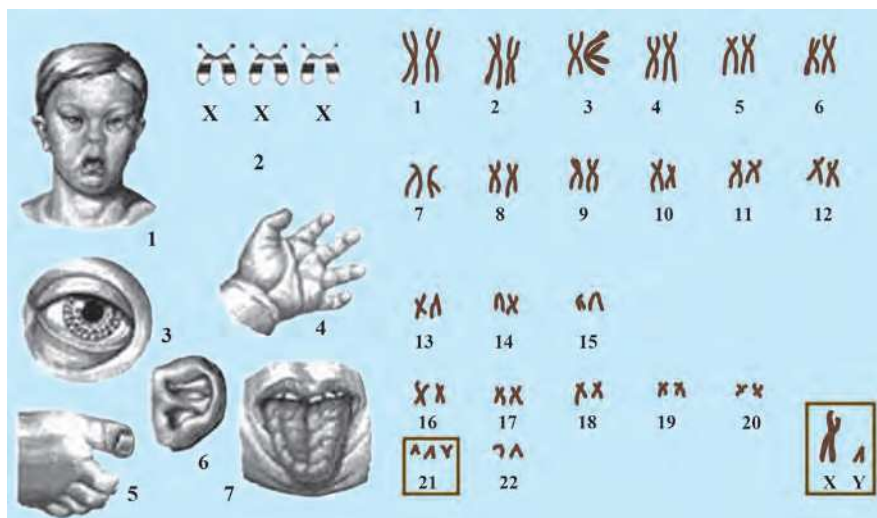
Hromosoma bozulmalarynda näsaglaryň ömri hromosomalaryň üýtgemeleriniň derejesine bagly bolup durýar.

Bulardan başga-da jynsy hromosomalarda *mozaïsizm* duş gelýär, onda bir öýjük XX-hromosomany, beýlekisi bolsa XY-hromosomany saklaýar. Şeýle ýagdaý *germafroditizm*e alyp barýar.



6.9. Autosom hromosomalarda geteroploidiýa hadysasy

Geteroploidiýa hadysasy diňe bir jynsy hromosomalar bilen baglanyşykly bolman, autosomlar bilen hem baglanyşykly bolýarlar. Has giňden ýaýran we belli bolan (her 600 sany täze doglan çaganyň biri) 21-nji hromosomanyň trisomiýasyny (G-toparda) – ***Dauna alamaty-ny*** ýüze çykarýar. Bu keselde dürli agyryklarda poliendokrin bozulmalary ýüze çykýar. Onda içki organlaryň (ýüregiň, iýmit siňdirişiň, jyns ulgamynyň) kemli bolmagyna alyp barýar. Ýokanç kesellere garşy goraýjylygynyň pes bolandygy sebäpli, olaryň ömri gysga bolýar. Dauna keselli näsaglar ýokary nerw işjeňliginiň bozulmalarynyň dürli görnüşlerinden ejir çekýärler.



125-nji surat. Trisomiýa 21. Dauna alamaty we kariogrammadaky bozulmalar

- 1 – Dauna keselli oglanjygyň daşky keşbi; 2 – 21-nji hromosomadaky trisomiýa;
- 3 – gözüniň görnüşi; 4 – eliniň aýasyndaky çyzyklar; 5 – aýak barmaklarynyň arasy;
- 6 – gulak ýelkeniniň gasynlary; 7 – diliniň üstündäki tor şekilli çyzyklar.

Dauna keselli täze doglan çagalaryň daşky keşbiniň (fenotipiniň) alamatlary boýunça anyklamaklyk mümkindir. Kelläniň daşky görnüşi we ýüz keşbiniň alamatlary özboluşly bolmak bilen: mongoloidizm – gytak gözleriniň kesigi gysyk we gabagyň üstünde gasyn sallanylýar, burun kiçi we ýasy bolýar, uly bolmadyk gulak

ýelkenleriniň gasynlarynyň sagdyn çagalaryňkydan üýtgeşik bolýar, agzy ýarym açyk bolýar, doly ösmedik ýokarky we öňe çykyp duran aşaky äňi, ýeňsesi ýasy bolýar, gözüniň daşynyň halka şekilli aýlawy bolýar, eliniň aýasyndaky çyzyklary göni geçýär, aýagynyň başam barmagynyň arasynyň açyk bolmagy, diliniň üstünde tor şekilli çyzyklar bolýar, sözleşşi we fiziki ösüşi bozulan, boýy gysga bolýar (125-nji surat).

Dauna keselli erkek adamlardan nesil önmeýär, aýallaryň seýrek halatlarda çaga dogurmaklyk ukyby saklanyp galýar. Ýöne, şeýle keselli enäniň dogran çagalarynyň ýarysy, şol nesle geçýän keselden ejir çekýärler.

Dauna keseli 21-nji hromosomanyň 3-nji artykmaç hromosomanyň 15, 22, 20, 4, 2-nji hromosomalara göçmegi netijesinde ýüze çykýar. Hromosomalaryň bu ýagdaýy keseliň sitogenetiki anyklanylyşyny kynlaşdyrýar.

Dauna keselinde şeýle ýagdaý hem gabat gelýär, ýagny näsagyň bir topar öýjükleriniň kariotipi kadaly ýagdaýda bolýar, beýleki bir topar öýjükleriniň 21-nji hromosomasy boýunça trisomiýa ýagdaýda bolýar. Şeýle kadaly we trisomiýaly öýjükleriň gatnaşyklaryna görä, bular ýaly adamlar sag we keselli adamlaryň aralyk ýagdaýyny saklap bilýärler.

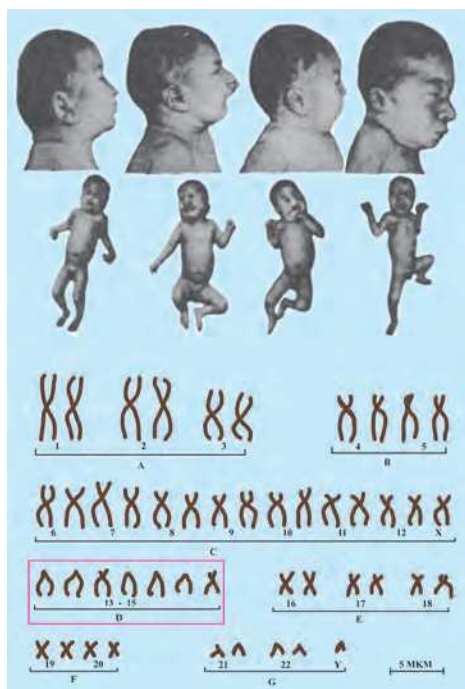
Bular ýaly keselli çagalar üçin ýörite internatlar açyldy. Ýöne, şeýle-de bolsa ata-eneler Dauna keselli çagalaryny seýrek halatlarda internata, terbiýelemek üçin tabşyrýarlar, sebäbi olar örän duýgur we hossarlaryna, garyndaşlaryna ysnyşykly gatnaşyklarda bolýarlar, hossarlarynyň gynanjyny, keýpsizligini çalt duýýarlar we ata-eneleri begenenlerinde tükeniksiz şatlanýarlar.

Dauna keselli çagalaryň dogulmagy bilen enäniň ýaşynyň arasyn-da gös-göni baglanyşyk bolýar (21-nji tablisa).

21-nji tablisa

Enäniň ýaşy	Dauna keselli çaganyň dogulmak ähtimallygy
25	2000-çagadan 1-i
35	290-çagadan 1-i
45	40-çagadan 1-i





126-njy surat. Trisomiýa D. Patau kesele we kariogrammadaky bozulmalar

we 4-nji aýlary) ölmekligine alyp barýar. Köplenç, halatlarda bu kesel gyz çagalarda, ýagny 4000 çagadan 1-inde ýüze çykýar (126-njy surat).

Tablisadan görnüşi ýaly, enäniň ýaşynyň artmagy bilen Dauna keselli çaganyň dogulmak ähtimallygy hem artýan eken.

Autosoma boýunça geteroploidiýanyň kadadan gyşarmaklarynyň başga ýagdaýlary hem bardyr. Mysal üçin **Patau alamaty** – hromosomanyň D toparynyň (13 – 15-nji) hromosomalarynyň birinde geteroploidiýanyň netijesinde ýüze çykýar, bu keselde kelle beýniniň (alynky beýniniň, beýnijigiň, üçünji garynjygyň doly ösmezligi), gandar-damar ulgamynyň, böwregiň ýetmezçilikleriniň netijesinde olaryň ýaşayşynyň irki döwründe (ýaşayşynyň 3-nji

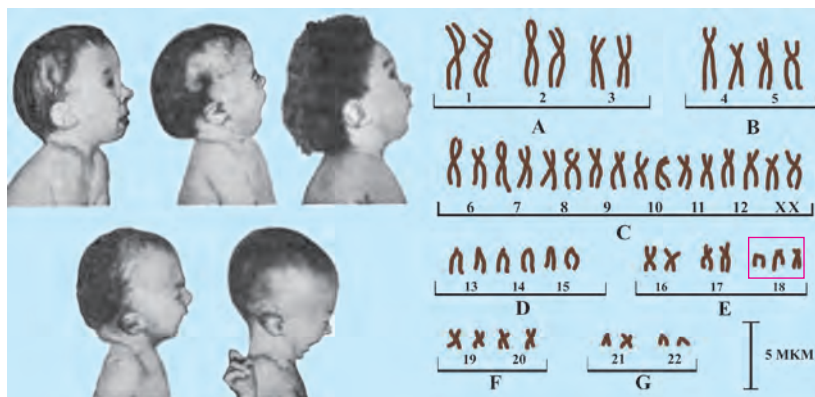


127-nji surat. Mikrosefaliýa

1 – çaganyň daşky kesbi; 2 – ýokarky dodagyň we (ýa-da) kentlewügiň dilik bolmagy; 3 – gulak ýelkeniniň şikesliligi; 4 – polidaktiliýa – köp barmaklylyk.

Şeýle keseleriň ýene-de bir görnüşi, ol hem *mikrosefaliýadyr*. Munda çaganyň kelle süňküniň kadadan kiçi bolmagydyr. Şeýle çagalarda ýokarky dodagyň we (ýa-da) kentlewügiň dilik bolmagy, gu-lak ýelkeniniň şikesli bolmagy, polidaktiliýa (köp barmaklylyk) ýüze çykýar (127-nji surat).

Edwardsyň alamaty. Munda E topardaky 18-nji hromosomanyň trisomiýasy bolýar. Ýaşayş üçin zerur bolan organlarda köp sanly kemçilikler bolýar (128-nji surat).



128-nji surat. Trisomiýa E. Edwards alamaty we kariogrammadaky bozulmalar

Ýagny, olara ýüregiň, öýkeniň, böwregiň, kelle beýniniň uly ýarym şarlarynyň gabygynyň öýjükleriniň üýtgemegi, beýnijigiň we gyzyl ýadronyň öýjükleriniň kiçelmegi bolup geçýär. Edwards keseli çagalaryň 70%-i bir aýa çenli, 7%-i bolsa bir ýaşa çenli ýaşayar. Olaryň 1%-i bolsa 10 ýaşa çenli ýaşap bilýärler. Bu kesel hem Patau keseli ýaly, köplenç gyz, çagalarda bolýar. Hromosomalaryň A, B we C toparlarynyň iri hromosomalarynda trisomiýanyň bolmagy ölüm bilen gutarýar.

6.10. Genetikanyň ähmiýeti

Genetika ylym hökmünde dörän ilkinji günlerinden başlap biologiýada nazary we amaly ähmiýetli pudaklary bilen, şol san-da Saglygy goraýyş we oba hojalyk bilen ysnyşykly baglanyşykda

bolýar. Genetikanyň hem köp dürli özbaşdak pudaklary bolup, olaryň has möhüm pudaklary şu aşakdakylardan ybaratdyr:

1. ***Haýwanlaryň genetikasy*** – maldarçylykda, guşçulykda ulanylmak bilen, mallaryň täze bol nesil berijiligini we önümçiligini ýokarlandyrmak maksatlary üçin peýdalanylýar.
2. ***Ösümlikleriň genetikasy*** – täze nusgalary döretmekde, köp hasyl berýän, dürli kesellere durnukly, ir ýetişýän nusgalary döredip, olaryň nesle geçijiligiň kanunalaýykdygyny ulanmak mümkinçiligini öwrenýär.
3. ***Mikroorganizmleriň genetikasy*** – witaminleri, aminokislotalary, antibiotikleri döredýän mikroorganizmleri almak bilen meşgullanýar.
4. ***Medisina genetikasy*** – adamda nesil yzarlaýan keselleri we olaryň önüni almagy hem-de ol keselleri bejermegi öwrenýär.
5. ***Molekulýar genetika*** – neslegeçijiligiň molekulýar gurluşyny, dürli genetiki maglumatlaryň saklanylyşyny, olaryň nesle geçişini hem-de ýüze çykyşyny barlaýar.
6. ***Biohimiki genetikanyň*** – esasy wezipesi neslegeçijiligiň biohimiki täsirleşmelerini anyklamakdan ybarat bolmak bilen, ol ýokarda sanalyp geçilen pudaklaryň ählisi bilen aýrylmaz baglanyşyklydyr.
7. ***Populýasion genetika*** – populýasiýadaky mutasion hadysalaryň we genleriň özara täsirini öwrenýär. Populýasion genetikada takykklanylan kanunalaýyklyklar maldarçylykda, ekerançylykda we lukmançylyk genetikasynda giňden ulanylýar.
8. ***Ewolýusion genetika*** – janly tebigatda neslegeçijiligiň maddy esaslarynyň gurluşyny we olaryň ewolýusion özgeçişlere edýän täsirini öwrenýär.
9. ***Ösüş genetikasy*** – embriologiýa bilen genetikanyň arasynda döräp, onuň esasy meseleleri – ontogeneizde genleriň sazlaşykly täsirini we öýjükleriň belligir ugra ýöriteleşmeginiň genetiki esaslaryny öwrenýär.



Umumy genetikanyň we lukmançylyk genetikasynyň meselelerini öwrenmeklik, ähli janly bedenler bir bitewüdir diýen pikire alyp barýar, diýmek adatdan daşary güýç gatnaşmazdan, olaryň gelip çykyşlary hem birdir.

Genetikanyň bilimlerini özleşdirip, adam hakyky tebigaty we peýdaly bedenleri dörediji bolýar.

Genetikanyň Saglygy goraýyş amalynda giňden ulanylmagy adamzada uly peýda getirdi.

Genetika – lukmançylygyň pudaklary bolan, pediatriýa – çaga keselleri, terapiýa – iç keselleri bilen birlikde nesle geçýän keselleri bejerip bolmaýar diýen pikirleri ýalana çykardy. Nesle geçýän keselleriň häsiýetlerini öwrenip, olary bejerip ýa-da önüni alyp bolýandygyny subut etdi.

Häzirki günlerde bütün dünýäde lukmançylyk genetiki maslahat beriş merkezleriniň uly ähmiýeti bardyr. Şeýle hem, olaryň sany gün saýyn artýar. Bu merkezlerde ýaş çatynjalar geljekki nesilleri barada maslahatlar almak maksady bilen ýüz tutup bilerler.

Genetik lukman ýüze çykyş biläýjek nesle geçýän keselleriň ähtimallygyny kesgitlep bilýär. Onuň dogrulygy we takyklygy keseliň anyklanylyşyna we maşgalanyň nesil yzarlanylyşynyň öwrenilişine bagly bolýar.

Genetiki usul – hadysalaryň wagt dowamynda döreýşini we ösüşini öwrenýän usuldyr. Bu usulyň esasy talaby, öwrenilýän hadysalaryň döreýiş şertlerini, esasy meýillerini, kanunalaýyklyklaryny kesgitlemekden ybaratdyr.

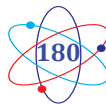
Adam genetikasynyň, şol sanda, lukmançylyk genetikasynyň ösmegi bilen, ozal sebäbi mälum bolmadyk köp keselleriň üsti açyldy we olary lukmançylyk taýdan özgerdip, keselleri dogry bejermegiň usullary oýlanyp tapyldy. Nesle geçýän keselleriň esasy, köplenç, hromosoma we gen mutasiýalaryna bagly ýüze çykyşlygy sebäpli, olara **hromosoma** ýa-da **gen keselleri** hem diýilýär.

Nesle geçiji keselleri bejermek üçin iýmitdäki fermenti ýa-da beýleki mutagenli maddalary aýyrmaly, geniň gurluşyny we ýerine ýetirýän işini özgertmeli hem-de mutantly genleri kadaly genler bilen çalyşmaly. Önüni alyş çäreler lukmançylyk-genetiki maslahat beriş merkezleri arkaly bellenişýär.



Soraglar we meseleler

1. Antropogenetika ylmy nämäni öwrenýär?
2. Adamyň neslegeçijiligini öwrenmekligiň nähili usullary bolýar?
3. Genealogiki usul nämäni öwrenýär?
4. Ekizlik usuly nämäni öwrenýär?
5. Sitogenetik usul näme?
6. Biohimiki usul näme?
7. Populýasion – statistik usul näme?
8. Hardy – Waýnbergiň kanuny näme?
9. Ganyň «Rh⁺» we «rh» alamatlary nähili genler bilen kesgitlenilýär?
10. Ganyň «Rh⁺» we «rh» alamatlarynyň enäniň göwresindäki düwünçege nähili täsiri bar?
11. ABO ulgamynda gan toparlary nähili kesgitlenilýär?
12. Autosom – dominant usul boýunça nesle geçýän keseller haýsylar?
13. Autosom – resessiw usul boýunça haýsy keseller nesle geçýär?
14. Madda çalşygynyň döredýän köp keselleri, haýsy usulda nesle geçýär?
15. Adamyň jynsy hromosomalary nähili utgaşmalary emele getirýär?
16. Jyns bilen goşulyşyp nesle geçýän keseller haýsylar?
17. Jon Dalton haýsy keseli özünde döränden soňra, onuň üstüni açypdyr?
18. Daltonizmiň nähili görnüşleri bolýar?
19. Dominant geterozigot gen boýunça, neslegeçijilik nähili bolýar?
20. Dominant gomozigot gen boýunça, neslegeçijilik nähili bolýar?
21. Sitoplazmatik neslegeçijilik näme?
22. Mutasiýa näme?
23. Gen mutasiýasy nähili bolýar?
24. Gen mutasiýasynyň nähili görnüşleri bolýar?
25. Genler ýerine ýetirýän işleri boýunça, nähili toparlara bölünýär?
26. Antropogenetikanyň önünde durýan esasy meseleler haýsylar?
27. Hromosoma mutasiýasy näme?
28. Hromosomalardaky mutasiýanyň delesiýasy näme bolýar?
29. Mutagenler näme?
30. Genom mutasiýasy näme?
31. Poliploidiýa näme?
32. Hromosoma toplumlarynda ýüze çykýan bozulmalar haýsylar?
33. Monosomiýa nähili bolýar?
34. Polisomiýa nähili bolýar?
35. Trisomiýa näme?
36. Erkek adamda X hromosomanyň sanynyň artykmaç bolmagy nähili alamatlary ýüze çykarýar?
37. Kariotipde Y hromosomanyň artykmaç bolmagy nähili alamatlary ýüze çykarýar?
38. Dauna keseli nähili ýagdaýlarda ýüze çykýar?



39. Dauna keseli adamda nähili alamlary ýüze çykarýar?
40. Dauna keselli çaganyň dogulmagy enäniň ýaşyna nähili bagly bolýar?
41. Patau keseli haýsy hromosomada bozulma bolanda ýüze çykýar?
42. Patau keseliniň häsiýetli alamlary haýsylar?
43. Edwardsyň keseli nähili ýagdaýlarda ýüze çykýar?
44. Edwardsyň keseliniň häsiýetli alamlary haýsylar?
45. Genetikanyň nähili pudaklary bar?
46. Medisina genetikasynyň lukmançylykda nähili ähmiýeti bar?
47. Medisina genetikasy nesle geçýän keselleri anyklamakda nähili işleri alyp barýar?
48. Adamyň genetikasynyň keselleri anyklamakda nähili ähmiýeti bar?
49. Maşgalada kakasynyň gany Rh^+ III topara degişli (enesiniň gany bolsa rh^- I topara degişli bolan), ejesiniň gany rh^- I topara degişli. Olaryň çagalarynyň gan toparlary we rezus faktorlary nähili bolar?
50. Maşgalada kakasynyň gany I topara, ejesiniň gany bolsa III topara degişli bolsa, çagalarynyň gany haýsy topara degişli bolar?
51. Kazyýetde aliment töleýjini gözlemek üçin iş gozgalady. Ejesiniň gany I topara degişli, çagasynyň gany bolsa II topara degişli. Çaganyň kakasynyň gany III topara degişli bolup bilermi? Kakasynyň gany haýsy topara degişli bolmaly?
52. Maşgalada kakasy ahondroplastik göýdük, ýylmanak saçly, feniltiomoçewinanyň tagamyny duýup bilýär, ejesi bolsa kadaly boýly, ýünjümek saçly, feniltiomoçewinanyň tagamyny duýup bilmeýär. Bu nikadan bolan çagalaryň ählisi kadaly boýly, ýylmanak saçly we feniltiomoçewinanyň tagamyny duýup bilýärler. Maşgala agzalarynyň ählisiniň genotipini kesgitlemeli.
53. Doganoglan gyz bilen ýigit nikalaşýar. Gyz dilini turba şekilli towlap bilýär, ýigit bolsa dilini turba şekilli towlap bilmeýär. Bu maşgalada dilini turba şekilli towlap bilmeýän we fenilketonuriýa keselli çaga dogulýar. Maşgala agzalarynyň genotipini kesgitlemeli?

MESELELERIŇ JOGAPLARY I BAP BOÝUNÇA MESELELERIŇ JOGAPLARY

25. Arginin – (GSA, GSG, GST, GSS, TST, TSS); Walin – (SAA, SAG, SAT, SAS); Serin – (AGA, AGG, AGT, AGS, TSA, TSG); Metionin – (TAS).
26. SAT – Wal – walin; TAG – Ile – izoleýsin; GTA – Gis – gistidin; AAS – Leý – leýsin.
27. SUU – Leý – leýsin; AGU – Ser – serin; AAA – Asn – asparagin; UGS – Sis- sistein.
28. Leý – leýsin – (AAT, AAS, GAA, GAG, GAT, GAS); Ser – serin – (AGA, AGG, AGT, AGS, TSA, TSG); Arg – arginin – (GSA, GSG, GST, GSS, TST, TSS).
29. Wal – walin – (SAA, SAG, SAT, SAS); Pro – prolin – (GGA, GGG, GGT, GGS); Tre – treonin – (TGA, TGG, TGT, TGS); Ala – alanin – (SGA, SGG, SGT, SGS); Gli – glisin – (SSA, SSG, SST, SSS).
30. Fen – fenilalanin – (AAA, AAG); Tir – tirozin – (ATA, ATG); Gis – gistidin – (GTA, GTG); Gln – glutamin – (GTT, GTS); Asn – asparagin – (TTA, TTG); Liz – lizin – (TTT, TTS); Asp – asparagin kislotasy – (STA, STG); Glu – glutamin kislotasy – (STT, STS); Sis – sistein – (ASA, SAG).
31. RNK-nyň kody boýunça: (UAA, UAG, UGA).
32. Nukleotidleriň ikinji sapagynyň yzygiderliligi şu aşakdaky ýaly bolýar:
TTASSAAATGGTTTA...
33. RNK-a molekulasyňyň degişli böleginiň tertibi şeýle bolýar:
UAAGGSAUUAUGUU...
34. t-RNK-nyň antikodonyňyň üçlenmesi şu aşakdaky ýaly bolýar:
UUA AUG GGS SUA UUS ...



IV BAP BOÝUNÇA MESELELERIŇ JOGAPLARY

35. Gomozigot genli ak reňkli (AA) kădi bilen sary reňkli (aa) kădi çaknyşdyrylanda olaryň miweleri şu aşakdaky ýaly bolar:
olaryň birinji nesli F_1 (Mendeliň birinji kanunyna laýyklykda) fenotipi boýunça – daşky görnüşi birmeňzeş bolup, olaryň hemmesi geterozigot (Aa) genli ak reňkli bolýarlar.
- Ikinji nesilleri bolsa F_2 (Mendeliň ikinji kanunyna laýyklykda) fenotip boýunça dargamanyň 3/1 gatnaşygyny berýär. Başgaça aýdylanda, nesliň 3 bölegi ak reňkli (1AA+2Aa) we bir bölegi bolsa sary reňkli (aa) kădiler emele gelýär.
36. AA we aa genotipi bolan gomozigot ösümlikler gametalaryň bir görnüşini (birinji gameta **A** we ikinji gameta **a**), geterozigot ösümlikler bolsa gametalaryň iki görnüşini **A** we **a** emele getirýärler.
37. Gomozigot genli hüžžük tüýli (AA) deňiz doňuzjygy bilen ýylmanak tüýli (aa) deňiz doňuzjyklary çaknyşdyrylanda, olaryň nesilleri şu aşakdaky ýaly bolar:
Olaryň birinji nesli F_1 (Mendeliň birinji kanunyna laýyklykda) fenotipi boýunça – daşky görnüşi birmeňzeş bolup, olaryň hemmesi geterozigot (Aa) genli hüžžük tüýli bolar.
- Ikinji nesilleri bolsa F_2 (Mendeliň ikinji kanunyna laýyklykda) fenotip boýunça dargamanyň 3/1 gatnaşygyny berýär. Başgaça aýdylanda nesliň 3 bölegi hüžžük tüýli (1AA+2Aa) we bir bölegi bolsa ýylmanak tüýli (aa) deňiz doňuzjyklary emele gelýär.
38. Drozofila miwe siňejikleriniň arassa tohumlary – gomozigot genli (AAbb) mele gözlüsi bilen (aaBB) açykgyzyl gözlüsi çaknyşdyrylanda birinji nesliň ählisi geterozigot genli (AaBb) gyzyl gözli bolýarlar. Gözüniň reňkiniň alamaty boýunça dargamaklyk ikinji nesilde 16-dan 9 bölegi (A-B-) gyzyl gözli, 16-dan 3 bölegi (aaB-) açyk-gyzyl gözli, 16-dan 3 bölegi (A-bb) mele gözli, 16-dan bir bölegi (aabb) ak gözli bolýarlar.
39. Gara syçanlar (AAbb) bilen albinost tüýi reňksiz (aaBB) syçanlar çaknyşdyrylanda olaryň birinji nesilleriniň hemmesi (AaBb) ýabany reňkli syçanlar bolupdyr. Tüýüniň reňki boýunça gibridleriň ikinji nesliniň gatnaşyklary: 16-dan 9 böleginiň (A-B-) tüýi ýabany reňkli, 16-dan 3 böleginiň (A-bb) tüýi gara reňkli, 16-dan 4 böleginiň (aabb we aaB-) albinostlar – tüýüniň reňki bolmaýarlar.



40. Bugdaý dänesiniň gyzyly we ak reňklileri ($A_1A_1A_2A_2 \times a_1a_1a_2a_2$) çaknyşdyrylanda birinji nesliň ählisi we ikinji nesliň 16-dan 15 bölegi dominant genli (A_1-A_2) gyzyly däneli ösümlikler, 16-dan bir bölegi resessiw genli ($a_1a_1a_2a_2$) ak däneli ösümlikler emele geldiler.

VI BAP BOÝUNÇA MESELELERIŇ JOGAPLARY

41. Geterozigot genli nesilleriň arasynda şu aşakdaky ýaly gatnaşyk bolmagy mümkin: $Rh^+ (Rh^+rh^-)$ utgaşmany ýüze çykaryp, III topar gany ($a^B a$) ýa-da I topar gany (aa); gomozigot genliler bolsa rh^- utgaşmada III topar ýa-da I topar gany bolan 4 görnüşde bolup biler ($Rh^+rh^- - a^B a$; $Rh^+rh^- - aa$; $rh^-rh^- - a^B a$; $rh^-rh^- - aa$)
42. Bu ýerde iki utgaşma bolup biler: eger ejesi heterozigot ($a^B a$) ýagdaýda bolsa, çagalarynyň gany III topara ($a^B a$) ýa-da I topara (aa) deňişli bolar.
43. Oglanyň kakasynyň gany III topara deňişli bolmaly däl. Kakasynyň gany II ýa-da IV topara deňişli bolmaly.
44. Kakasy ahondroplazasti göýdükligi ýüze çykarýan gen boýunça heterozigot (Aa) we feniltiomoçewinanyň tagamyny duýmak ukyby boýunça gomozigot genli (bb) hem-de saçynyň geni boýunça gomozigot (dd) bolup, ýylmanak saçly bolýar. Ejesi boýunyň geni boýunça gomozigot bolup, kadaly boýly (aa) we feniltiomoçewinanyň tagamyny duýmak ukyby boýunça heterozigot (Bb) genli hem-de saçynyň geni boýunça heterozigot (Dd) genli ýüňjümek saçly bolýar. Çagalary bolsa ähli alamatlary boýunça resessiw ($aabbdd$) genleridir.
45. Doganoglanlaryň ikisiniň hem ene-atasy fenilketonuriýa geni boýunça heterozigot genli. Ýigit dilini turba şekilli aýlap bilmeyär, sebäbi ol resessiw genli, gyz bolsa heterozigot (Aa) genli bolanlygy üçin dilini turba şekilli aýlap bilýär. Çagalarynyň genotipi ($aabb$) iki alamaty boýunça hem resessiwdir.

PEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanda saglygy goraýşy ösdürmegiň ylmy esaslary. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
3. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistan – melhemler mekany. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2011.
4. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň durmuş- - ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. Ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin okuw gollanmasy, I tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.
5. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň durmuş- - ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. Ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin okuw gollanmasy II tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010
6. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. III tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.
7. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. IV tom. A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2011.
8. *Карузина И.П.* Учебное пособие по основам генетики – М: Медицина, 1980.
9. *Слюсаров А.А.* Биология с общей генетикой – учебник – М: 1978.
10. *Ярыгина В.Н.* Биология – учебник под редакцией – М.: Медицина, 1987.
11. *Карузина И.П.* Биология. – М.: Медицина 1977.
12. *Слюсарев А.А. Жукова Г.В.* Биология – Киев, 1987.



13. *Богоевленского Ю.К.* Руководство к лабораторным занятиям по биологии. – М., –1988.
14. *Энгельгардта В.Н.* Основа общей биологии. Перевод с немецкого. – М.: «Мир», 1982.
15. *Мануилова Н.А.* Гистология с основами эмбриологии. – М. «Просвещение», 1973.
16. *Berdiýewa A.T., Babayew B.* Medisina protozologiýasy we gel-mintologiýasy. (Okuw-usuly gollanma) – Aşgabat, 1993.
17. *Ерохин П.И.* Аспекты взаимоотношений паразит – хозяин в природных очагах зоонозного лейшманиоза в Туркменистане. (Автореф. канд. дисс.). Ашгабат, 1989.
18. *Тейлор Д. Грин Н. Стаус У.* Биология – М.: «Мир», 2004.
19. *Б.Гуттман, Э.Гриффитс, Д.Сузуки, Т.Куллис.* Генетика. – Москва, 2004.
20. *Горбунова В.Н.* Молекулярные основы медицинской генетики. Интермедика, 1999.
21. *Бочков Н.П.* Клиническая генетика ГЭОТАР-МЕД–Москва, 2002.

Internet maglumatlary:

- 1) bioaa. info
- 2) biorepet-ufa. ru
- 3) biopark-dna. ru
- 4) School-collection. iv-ed. ru
- 5) School. xvatit. com.
- 6) ru. wiktredia. org
- 7) myrastem. ru
- 8) ladyexpert. ru
- 9) cosmeticentry. com
- 10) vasi.net
- 11) trndelka. net
- 12) rodim. ru
- 13) meduniver. com
- 14) tiensmed. ru
- 15) medprep. info
- 16) pedlib. ru



Mazmuny

Sözbaşy	7
Giriş.....	8

I BAP. NESLEGEÇIJILIGIŇ MOLEKULÝAR ESASLARY

1.1. Nuklein kislotalarynyň açylyşy.....	13
1.2. Nuklein kislotalarynyň himiki gurluşy we häsiýetleri	15
1.3. Belogyň biosintezi – nesle geçiş maglumatlary esasy amala aşyryjydyr	23
1.4. Molekulýar biologiyada geniň orny	27
1.5. Genleriň üýtgeýjiligi – mutasiýa we rekombinasiýa	29
1.6. Gen inženeriýasy.....	31

II BAP. NESLEGEÇIJILIGIŇ SITOLOGIKI ESASLARY

2.1. Öýjük ýaşaýşyň ýeke-täk birligidir.....	35
2.2. Mikroskopyň gurluşy	36
2.3. Binokulýar lupanyň (binokulýar mikroskop BM-51-2) gurluşy	38
2.4. Öýjügiň gurluşy	39
2.5. Öýjük membranalary	40
2.6. Sitoplazmanyň himiki düzümi	42
2.7. Sitoplazma we öýjük organoidleri	43
2.8. Öýjük ýadrosy	48
2.9. Mitotiki döwür. Öýjügiň bölünişi – mitoz	50
2.10. Hromosomanyň gurluşy we sany	54
2.11. Hromosomanyň ýerine ýetirýän işi	60
2.12. Ýetişen jyns öýjükleriniň bölünişi – meýoz.....	61

III BAP. JYNSLY KÖPELIŞIŇ ESASY HÄSIÝETLERI

3.1. Ýönekeý jandarlarda jynsly köpeliş	69
3.2. Ýokary derejeli gülli ösümlüklerde jynsly köpeliş	71
3.3. Ýokary gurluşly köp öýjükli haýwanlarda jynsly köpeliş	74



3.4. Adamyň we ýokary gurluşly haýwanlaryň atalyk jyns öýjüginin gurluşy we emele gelişi.....	74
3.5. Adamyň we ýokary gurluşly haýwanlaryň enelik jyns öýjüginin gurluşy we emele gelişi.....	77
3.6. Tohumlanma.....	79
3.7. Partenogenez.....	79

IV BAP. GENETIKANYŇ ESASLARY

4.1. Ý.G.Mendel genetikanyň düýbünü tutujdyr	84
4.2. Mendeliň kanunlary	86
4.3. Mendeliň kanunlarynyň ikinji açylyşy.....	96
4.4. Mendeliň kanunlaryna goşundylar.....	97
4.5. T.G.Morgan we onuň hromosoma taglymaty	104
4.6. Jyns genetikasy. Hromosoma boýunça jynsyň kesgitlenilişi	112

V BAP. ÜÝTGEÝJILIK WE ONUŇ EWOLÝUSIÝADAKY ÄHMIÝETI

5.1. Ç.Darwiniň üýtgeýjilik baradaky esasy düşüňjeleri	118
5.2. Mutasion taglymat	119
5.3. Mutasiýalaryň klassifikasiýasy	124
5.4. Poliploidiýa.....	128
5.5. Üýtgeýjiligiň ewolýusiýadaky ähmiýeti	129

VI BAP. ADAMYŇ NESLE GEÇIJILIGI

6.1. Antropogenetikanyň genealogiki, ekizlik we sitogenetiki usullary.....	133
6.2. Antropogenetikanyň populýasion – statistik usulynyň esaslary.....	139
6.3. Autosom bilen goşulyşan nesle geçýän alamatlar, adam ganynyň nesle geçijilik häsiýetleri.....	142
6. 4. Adamda birnäçe başga autosom-dominant alamatlaryň nesle geçijiligi	149
6.5. Adamda autosom-resessiw alamatlaryň neslegeçijiligi	155
6.6. Adamda jyns bilen bagly neslegeçijilik	158
6.7. Adamda gen we hromosoma mutasiýalary	165
6.8. Jynsy hromosomalardaky geteroploidiýa hadysasy	169
6.9. Autosom hromosomalarda geteroploidiýa hadysasy	174
6.10. Genetikanyň ähmiýeti	177



Meseleleriň jogaplary.....	182
I bap boýunça meseleleriň jogaplary	182
Iv bap boýunça meseleleriň jogaplary	183
Vi bap boýunça meseleleriň jogaplary.....	184
Peýdalanylan edebiýatlar	185



Amanmyrat Kakajanow, Ogulgerek Garajayewa

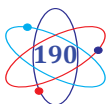
GENETIKANYŇ ESASLARY

Orta hünär okuw mekdepleri

üçin okuw kitaby

Redaktor
Surat redaktory
Teh. redaktor
Suratçy
Neşir üçin jogapkär

M. Berdiyewa
G. Orazmyradow
O. Nurýagdyýewa
H. Welmämmadow
S. Nurmämmadow



Çap etmäge rugsat edildi 10.06.2016. Ölçegi $60 \times 90^{1/16}$.
Şertli çap listi 12,0.
Hasap-neşir listi 10,34. Çap listi 12,0. Şertli reňkli ott 48,25.
Sargyt № 919. Sany 500.



Türkmen döwlet neşirýat gullugy.
744000. Aşgabat, Garaşsyzlyk şaýoly, 100.

Türkmen döwlet neşirýat gullugynyň Metbugat merkezi.
744015. Aşgabat, 2127-nji G.Gulyýew, 51/1.

