

**T. Kiçigulowa, J. Ballyýewa,  
A. Hojageldiýewa, G. Taganowa**

# **LUKMANÇYLYK GENETIKASYNYŇ ESASLARY**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi  
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat  
Türkmen döwlet neşirýat gullugy  
2016

**Kiçigulowa T. we başg.**

**K 47 Lukmançylyk genetikasynyň esaslary.** Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2016.

Lukmançylyk genetikasynyň esaslary geljekki lukmanlar üçin esasy (fundamental) ugur bolup, bu okuw kitabynda sitologiýanyň, umumy we lukmançylyk genetikasynyň möhüm düşüňjeleri, köp-sanly adalgalary, neslegeçijilik we üýtgeýjilik kanunalaýyklyklary barada giňişleýin maglumatlar berilýär. Neslegeçijilik we üýtgeýjilik hadysalarynyň inçe mehanizmleri, hromosom we molekulýar derejede bozulmalar sebäpli köp duş gelyän nesilleýin keseller, olaryň sebäpleri, esasy alamatlary, şeýle-de lukmançylyk genetikasynyň häzirki zaman usullary we genetiki keselleriň önüni alyş çäreleri barada maglumatlar berilýär. Okuw kitabynda janly bedenleriň individual ösüşine – ontogeneze uly ähmiýet berilýär hem-de giňişleýin beýan edilýär. Umumy we lukmançylyk genetikasy boýunça berlen meseleler talyplara amaly işlerinde uly ähmiýeti bolar.

Okuw kitaby lukmançylyk uniwersitetiniň ähli fakultetleriniň talyplary üçin okuw kitaby bolup hyzmat eder.



**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 önünde.

*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

Garaşsyz, baky Bitarap Watanymyzy mundan beýläk-de ösdürmek, Berkarar döwletimiziň bagtyýarlyk döwründe ýurdumyzyň täze belentliklere tarap ilerlemeginiň esasy sütünleriniň biri bolan bilim ulgamyny düýpli özgertmek we kämilleşdirmek, ýaş nesle berilýän bilimiň ýokary hilini üpjün etmek hem-de Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň 2007-nji ýylyň fewral aýynyň 15-inde kabul eden «Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda» Permanyndan gelip çykýan wezipeleri durmuşa geçirmek maksady bilen, bilimli, ylymly döwletimiziň häzirki zaman talaplaryny ödäp biljek lukmanlary taýýarlamak biziň önümüzde möhüm wezipe bolup durýar.

Türkmenistanyň Döwlet lukmançylyk uniwersitetiniň wajyp wezipeleriniň biri hem, lukmanyň işi bilen baglanyşykly meseleleri, şeýle-de saglygy goraýşa degişli guramaçylyk-usuly meseleleri özbaşdak çözmäge ukyply, başarjaň hünärmenleri taýýarlamakdyr. Şundan ugur alnyp lukmançylyk uniwersitetiniň talyplary üçin niýetlenen şu okuw kitaby ýazylanda ýokary okuw mekdepleri üçin öňden bar bolan okuw gollanmalaryndan we kitaplaryndan, ýörite edebiýatlardan, dürli sözlüklerden, okyjylar köpçüligi üçin niýetlenen ylmy-populýar kitaplardan giňden peýdalanyldy.



## GIRIŞ

Genetika – organizmleriň nesle geçijiligini, üýtgeýjiligini we olaryň kanunalaýyklyklaryny öwrenýän ylymdyr. Neslegeçijilik ýaşayşyň fundamental häsiýeti bolup, nesilleriň arasynda gurluş we funksional alamatlaryň nesilden-nesle geçirilmegini amala aşyrýar. Janly bedenleriň gurluş we funksional alamatlary ontogeneziň dowamynda döreýändigini sebäpli neslegeçijilik her görnüşiniň hususy ösüşe ukyplydygyny geçirýän mehanizmi bolup durýandyr. Nesilleriň arasyndaky gurluş-işjeň häsiýetleriniň geçirilmegini hromosomlar üpjün edýärler. Şol sebäpli hromosom, ýadro we sitoplazmatik nesle geçijiliklerini tapawutlandyrýarlar. Sitoplazmanyň kömegi bilen birnäçe alamatlar, häsiýetler nesle geçirilýär we onda sitoplazmatik ýa-da ýadrodan daşary neslegeçijilik barada düşünje ýüze çykýar. Hromosom we sitoplazmatik nesle geçijiligiň mehanizmleriniň arasynda uly tapawut bolmaýar: ikisi hem nesillere genleriň geçirilmegi bilen amala aşýarlar. Neslegeçijilik häsiýeti boýunça organizmler nesilden-nesle öz alamatlaryny geçirýärler. Şonuň üçin ene-atalar we olaryň nesilleri meňzeş biosintezlere, madda çalşygyna, fiziologik işjeňligine, morfologik alamatlaryna eýedirler.

Nesle geçijilikden başga düşünje – üýtgeýjilik. Üýtgeýjilik hem neslegeçijilik janlylaryň esasy ýaşayş häsiýetidir we ähli janly-jandarlara mahsusdyr. Üýtgeýjilik daşky gurşawyň üýtgeýän şertlerinde organizmiň ösüş dowamynda nesle geçijiligiň üýtgemegine getirýär. Organizmiň täze häsiýetleri üýtgeýjiligiň esasynda ýüze çykýar. Şol häsiýetler täze nesilde berklenýärler we neslegeçijilik arkaly ewolýusiýada uly orun eýeleýärler.

Ähli biologik ylymlar ýaly genetika hem amaly we nazary lukmançylygyň esaslaryna girýär. Genetika lukmançylyk bilen berk baglanyşyklydyr. Lukmançylyk genetikasynyň esaslary adamyň nes-





le geçijiligini, üýtgeýjiligini we olaryň kanunalaýyklyklaryny patologiýa nukdaýnazaryndan öwrenýär. Lukmançylyk genetikasy nesil yzarlaýjy keselleriň ýüze çykmagynyň sebäplerini öwrenmek bilen, mutagen şertleriniň adam organizmine ýetirýän täsirleriniň önüni alyş çäreleriniň işlenip düzülmegine ýardam berýär. Mutagen şertleriniň sagdyn adamlaryň jynsy öýjüklerine täsir etmegi netijesinde, olaryň täze doguljak neslinde nesil yzarlaýjy keselleriň ýüze çykmagyna getirýän, genotipiň gurluş düzüminiň bozulmalaryny emele getirýär.

Nesil yzarlaýan keselleriň ýüze çykmagynyň sebäplerini molekulýar we öýjük derejelerinde, şeýle hem bütin organizm derejesinde öwrenmek lukmançylyk genetikasynyň esasy wezipeleri bolup durýar. Gen inženeriýasynyň usullaryny kämilleşdirmek we onuň netijeleri esasynda täze derman serişdelerini almak (insulin, interferon, referon we başgalar), genoterapiýanyň patologik genleri olaryň kadaly allelleri bilen çalyşmak, agyr nesil yzarlaýjy keseliň täze doguljak çagada emele gelmeginiň önüni almak maksady bilen geçirilýän prenatal (göwrelilik döwriň) kesel anyklaýyş usullaryny işjeň ösdürmeklik lukmançylyk genetikasynyň wezipelerine girýär.

Lukmançylyk genetikasynyň esasy bölümleriniň biri hem *kliniki genetikadyr*. Bu bölüm nesil yzarlaýan keselleriň patogenezi, klinikasyny, anyklaýşyny, önüni alyş çärelerini we bejergisini öwrenýär.

Soňky ýyllarda umumy keselçiligiň we ölüm heläkçiliginiň azalmagynyň ýüze çykmagynda dogabitdi we nesil yzarlaýan keselleriň sany artyp başlady. Şol sebäpli amaly lukmançylykda genetikanyň ähmiýeti has uludyr. Nesil yzarlaýan we dogabitdi keselleri anyklamak, bejeriş we önüni alyş çärelerini geçirmekde lukmançylyk genetikasynyň uly ähmiýeti bardyr.

Häzirki zaman nesle geçýän keselleriň iki müňden gowragy mälimdir. Olar molekulýar, öýjük, organizm we populýasion derejelerde öwrenilýär. Lukmançylyk genetikasynyň kanunalaýyklyklary esasynda nesle geçýän keselleriň belli ýagdaýlarynda ýüze çykyp bilýändigini barada maglumatlar alyndy we kähalatlarda olaryň önüni alýan çäreler barada wajyp hödürnamalary berip bolýar.



## LUKMANÇYLYK GENETIKASYNYŇ GYSGAÇA TARYHY

Nesil boýunça geçýän patologiki alamatlar baradaky ýazgylar ilkinji gezek Talmut kitabynda (b.e.öň. IV asyry aralygynda induizm taglymatynyň dogmatik, dini-etiki we kanuny düzgünnamalarynyň ýygyny) gabat gelýär. Ol kitapda uly doganlary ýa-da ejesi tarapyndan daýysynda gan durmazlyk (gemofiliýa) keselinden ejir çekýän bolsalar, onda sünnete ýatyryljak täze doglan oglanjykda hem gan durmazlyk howpunyň bardygy barada gönükdirmeler belenenilipdir.

XVIII asyrdan bolsa dominant nesil yzarlaýan (*polidaktiliýa* – köp barmaklylyk) we resessiw nesil yzarlaýan (afrikalylarda *albinizm*) alamatlar barada bellikler edilipdir. XIX asyryň başlarynda birnäçe awtorlar tarapyndan nesil boýunça geçýän gemofiliýa baradaky ýazgylara duş gelinýär.

Şeýle hem 1814-nji ýylda londonly lukman Adams tarapyndan çykarylan «Kliniki gözegçiliklere esaslanan keselleriň nesil yzarlaýan häsiýetleri baradaky çaklamalar traktaty» atly kitaby aýratyn üns bererliklidir. Bu kitap bir ýyl soňra «Adamzat jynsynyň nesil yzarlama häsiýetleri baradaky filosofik traktat» ady bilen çap edildi we bu genetiki maslahatlar üçin niýetlenen ilkinji sözlükdir. Şol sözlükde lukmançylyk genetikasynyň birnäçe düzgünleri, ýagny «*Garyndaşlaryň arasyndaky nika maşgala keselleriniň (resessiw) ýygyny köpeldýändir*» ýa-da «*Dogabitdi keselleriň hemmesi nesil yzarlaýan dälidirler, olaryň bir bölegi çaga göwredekä ýokuşýandyr (mysal üçin, merezyel keselinde)*» ýaly düzgünler görkezilipdir.

Russiýada XIX asyryň ortalarynda W.M.Florinskiý nesil yzarlaýan keselleriň üstünde işläpdir. Ol adamzat aslyny kämilleşdirmek baradaky öz pikirlerini öňe sürýär, ýöne onuň käbir düzgünleri bir-birine gapma-garşy we nädogry bolupdyr. Şol bir wagtyň özünde hem W.M.Florinskiý lukmançylyk genetikasynyň käbir soraglaryny gozgap, olary işläp, ýüze çykardy. Öz işlerinde ol daşky gurşawyň nesle geçýän alamatlarynyň emele gelmeginde ähmiýetiniň uludygyny dogry kesgitlemegi başardy. Şeýle hem ýakyn garyndaşlyk nikanyň



zyýany barada belläp geçdi, bir topar patologiki alamatlaryň (doga-bitdi lallyk we kerlik, albinizm, towşan dodak, nerw trubkasynyň ösüşiniň kemislikleri) nesil yzarlama häsiýetleriniň bardygyny görkezdi. Ýöne onuň kitaby şol döwrüň biolog alymlarynyň we lukmanlarynyň arasynda goldaw tapmaýar, sebäbi alymlar heniz bu nukdaýnazarlary, pikirleri kabul etmäge doly taýýar däldiler.

XIX asyryň soňky çäryeginde adam genetikasynyň ösmegine uly goşant goşan iňlis alymy Ç.Darwiniň doganoglany F.Galtondyr. Ol ilkinji bolup adamyň nesle geçijiligi baradaky meseleleri öwrenmek bilen bagly işi ýola goýup, ony öwrenmek üçin genealogik, ekizler we statistiki usullaryň ulanylmagyny ýola goýdy we adam genetikasynyň geljekde ösmegine uly itergi berdi. F.Galtonyň esasy ýalňyşlygy hem onuň ähli ýewgeniki çärelerde adamyň keselli (patologik) genlerinden dynmaklygy maslahat bermek, has zehinli, akylyly adamlaryň köpelmegi üçin şertleri döretmek bilen, adamlaryň populýasiýasynda «gowy» genleriň sanyny ýokarlandyrmagy ündemegidir.

Adam genetikasyny öwrenmekde özüniň görnükli zähmetini siňdirenleriň biri hem belli iňlis lukmany A. Garrodyr. Ol biologiýa we himiýa derslerinden gowy baş çykarypdyr. Ol ilkinji bolup gen bilen fermentleriň arasyndaky arabaglanyşygy anyklapdyr we şol bilimlerini patologik alamatlary öwrenmekde ulanyp, madda çalşygyň dogabitdi bozulmalaryny (näsazlyklaryny) açýar.

Şol döwrüň alym-barlagçylarynyň, hünärmenleriniň, giň köpçüligiň arasynda Adamsyň işlerine üns berilmänliginiň sebäbi bolsa, şol döwürde nesle geçijiligiň heniz hem, esasan, ösümlüklerde öwrenilýändigini bolup durýar we adamda geçirilýän gözegçilikler hasaba alynmandyr. Eger-de botaniki materialda nesle geçijiligi öwrenýän Gregor Mendele we beýleki alymlara adamyň genetikasynyň barlaglarynyň netijesi belli bolan bolsady, onda genetikanyň kanunlarynyň açylyşy we olaryň iş ýüzünde tassyklanmasy biraz ir wagtda bolup geçerdi.

1865-nji ýylda çeh alymy G.Mendel nohutda geçiren tejribelelerinde gibrideriň birinji neslinde dominirleme kanunlarynyň çuňňur we yzygiderli matematiki ýazgylaryny işläp düzdi, şeýle-de şol gib-



ridler neslinde nesil yzarlaýan alamatlaryň dargama we kombinirleme kanunlaryny belläp geçdi. Şu gymmatly netije hem aýratyn belli bir alamatlaryň ösüp ýüze çykmagyny kegitleýän, nesil yzarlaýjy şertleriň bardygyny tassyklady. Ýöne G.Mendeliň bu işleri 35 ýyllap hiç kime düşnüksiz bolup galypdy.

1900-nji ýylda üç sany botanik-alymlar – gollandiýaly De Friz – dänegerçekde, gülälek we enoterada; germaniýaly – Korrens – mekgejöwende; awstriýaly – Çermak – nohutda geçiren tejribelerinde biri-birinden üzňelikde, G.Mendeliň işlerinden bihabar, dürli ýurtlardan G.Mendeliň açyşyny gaýtalaýarlar. Şonuň üçin 1900-nji ýyl genetikanyň doglan ýyly hasap edilýär. Şol ýyldan başlap hem G.Mendel tarapyndan ýola goýlan, nesilde ata-enelik aýratyn alamatlaryň nesle geçijiliginiň derňewi bolan gibridologik usuly tapawutly şerti bolan nesle geçijiligiň öwreniliş döwri başlanýar.

1905-nji ýylda W.Betson «genetika» adalgasyny ulanmaklygy maslahat berýär, 1909-njy ýylda bolsa W.Ioganson neslegeçijilik faktorlary aňlatmak üçin «gen» sözünü (grek sözünden «genes» – doglan, dogurýan) ulanýar. Şol bir wagtda ähli genleriň bir jynsdaky jemini genotip organizmiň ähli alamatlarynyň jemini bolsa *fenotip* diýip atlandyrýar.

1908-nji ýylda G.Hardi we W.Waýnberg Mendeliň kanunlarynyň populýasiýadaky (latyn sözi bolan «*populus*» – halk, ilat) genleriň paýlanyş hadysasyny aňladýandygyny görkezýärler. Bu alymlar populýasiýanyň genetiki durnuklylygynyň şertlerini görkezýän kanuny işläp düzýärler.

1919-njy ýylda Russiýada Ý.A.Filipçenko Sankt-Peterburg universitetinde ilkinji genetika kafedrasyny gurnaýar. Şol döwürde ýaş alym N.I.Wawilow genetikanyň esaslarynyň birini – nesle geçijiligiň we üýtgeýjiligiň gomologik hatarlarynyň kanunyny açýar.

N.K.Kolsow, Ý.A.Filipçenko we ýene-de birnäçe alymlar ýewgeniki meýilnamanyň çäklerinde belli adamlaryň nesil şejeresini öwrenmek bilen zehinliligiň genetikasyny öwrenmek işlerini geçirdiler. Bu işlerinde olar birnäçe usulyýet ýalňyşlyklary goýberdiler, ýöne beýleki köp ýurtlarda geçirilýän genetiki barlaglara garanyňda,



ýewgeniki döwürde bu alymlaryň çemeleşmeleri, köplenç, dogry çykdy. Şeýlelikde, N.K. Kolsow we Ý.A. Filipçenko şahsy mümkinçiligi ýola goýmakda sosial gurşawyň uly ähmiýetiniň bardygyny dogry anykladylar. Olar adamyň tebigatyny gowulamakda güýç ulanma ýoluny düýbünden inkär etdiler. Öňki ýewgeniki barlaglaryň tejribeleri geçirilýän döwürde görnükli adamlaryň (A.S.Puşkiniň, L.N.Tolstoýyň, A.M.Gorkiniň, F.I.Şalýapiniň we başgalaryň) gyzykly nesil şejereleri düzülýär we toplanlylar.

Geçen asyryň 20-nji ýyllarynyň ahyrlary we 30-njy ýyllarynyň başlary genetikanyň ösmeginde has uly netijeleri bilen häsiýetlendirilýär. Bu döwre çenli nesle geçijiligiň hromosom taglymaty ýörgünli bolup galýar. T.Morgan we onuň okuwçylary tejribeleriniň netijesinde genleriň hromosomlarda çyzyk görnüşinde hatarlaýyn ýerleşendigini tassyklaýar we olaryň tirkeşme toparlary emele getirýändigini aýdýarlar.

S.S.Çetwerikowyň (1926,1929 ý.) nazary we tejribeçilik işleri häzirki zaman populýasion genetikasynyň başlangyjyny başlady. Bu bölümiň öwrenilmeginde özleriniň uly işlerini goşant eden alymlardan R.Fişeri (1931 ý.), S.Raýty (1932 ý.), D.Ý.Holdeýni (1935 ý.) we beýlekileri gözkezmek bolar.

Köp ýurtlarda lukmançylyk genetikasy ösüp başlaýar. Russiýada 1932 – 1937-nji ýyllar aralygynda işlän Mediko-genetiki institut aýratyn ýatlanyp geçilmäge mynasypdyr. Şol institutyň esasynda ekizler barlagynyň tejribeleriniň merkezi gurnalyp, onda adamyň san alamatlary we neslegeçijilik töwekgelçiligi bolan keseller (süýji keseli, gipertoniýa keseli, aşgazanyň we 12 barmak içegäniň ýara – baş keseli we beýlekiler) giňden öwrenilipdi. Dürli barlag-tejribe usullarynyň dogry ulanylmagy (kliniki – genealogiki, ekizler, sitogene-tiki, populýasion statistiki) institutyň işgärleriniň genetikada öňdebaryjylygy eýelemegine getirdi.

Geçen asyryň 20 – 30-njy ýyllarynda nesil boýunça geçýän nerw kesellerini öwrenmekde özüniň uly goşandyny goşan, şeýle hem ilkinjileriň biri bolup mediki-genetiki maslahatlary ýola goýup, luk-



mançylyk işleriniň bu usulyýetini işläp düzen zehinli lukman we genetik S.N.Dawidenkowdyr (1880–1961 ý.).

Geçen asyryň 30-njy ýyllarynyň ahrynda – 50-nji ýyllarynyň başlarynda adamyň genetikasyna bolan gyzyklanmalar peselýär. Şol ýyllarda mediki-genetiki tejribeler düýbünden diýen ýaly togtadylýar. Şol döwürde diňe S.N.Dawidenkownyň «Newropatologiýada ewolýusion-genetiki problemalar» (1947 ý.) ady bilen bir kitaby çapdan çykýar. Mediki-genetiki tejribeler diňe 60-njy ýyllaryň başlarynda täzeden ýola goýulýar.

1959-njy ýyldan 1962-nji ýyllar aralygynda adam genetikasy baradaky neşirleriň, geçirilen simpoziumlaryň sany köpeliýär. Nesil yzarlaýan keselleriň öz tebigaty boýunça gelip çykyşynyň geterogendigi, kliniki we genetiki nukdaýnazaryndan bolsa, dürli-dürlüdigini düşnükli bolýar. Şol bir ýeke-täk keseliň fenotipi dürli beloklaryň mutasion üýtgeýjiligi bilen (*genokopiýada*) şertlendirilendir.

DNK nesle geçijiligiň maglumatyny görerijidigini anyklyanandan soňra, alymlar özleriniň köp wagtyny onuň (DNK-nyň) aýratyn komponentleriniň molekulýar tebigatyny we genetiki ähmiýetlidigini öwrenmäge sarp etdiler.

DNK-nyň tejribe-barlaglary köp alymlar tarapyndan geçirildi we ähli toplanan biologiki we fiziki-himiki bilimleriň toplумы, ahyrsoňunda 1953-nji ýylda D. Uotson we F. Krik tarapyndan DNK molekulasyňyň iki zynjyrly spiral (giňişleýin) gurluşynyň açylmagyna getirdi. Soňra adamyň molekulýar we biohimiki genetikasy, şeýle hem immunogenetikasy güýçli depginde ösüp başlady.

Adamyň sitogenetikasynyň ösmegi amaly saglygy goraýyş ylmynyň düýpli (fundamental) barlaglarynyň ähmiýetiniň aýdyň mysaly bolup durýar. Şeýlelikde, 1956-njy ýylda A.Lewan we Dž.Tio adamda hromosom toplumynyň 46 sany (23 jübüt) hromosomlardan durýandygyny anykladylar we ýene-de üç ýyldan bolsa, birnäçe hromosom kesellerini açdylar. Adamyň sitogenetikasynyň bu gezekki täzeligi bolsa hromosomlaryň differensirlenen reňkleme usullarynyň işlenip tapylmagy bilen baglanyşyklydyr.



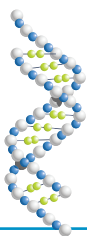
Häzirki zaman genetikasynyň ösmeginiň indiki ädimi bolsa, adamyň hromosomlaryndaky genleri *kartirlemekdir*, ýagny genleriň ýerlerini anyklamakdyr. Sitogenetikanyň, somatiki öýjükleriň genetikasynyň üstünlikleri genleriň *tirkeg toparlaryny* öwrenmekde (bilelikde nesil boýunça yzarlanýan gen toparlary) öňegidişlere itergi boldy. Adamda häzirki wagtda tirkeşik toparlarynyň 24-si bellidir. Tirkeşikli genleri öwrenmek işleri nesil boýunça geçýän keselleri anyklamakda we mediki-genetiki maslahatlarda täze amaly mümkinçilikleri berýär.

Belorussiýa Respublikasynda lukmançylyk genetikasynyň düýbi belli patoanatom, Russiýanyň Lukmançylyk Ylymlar akademiýasynyň agzasy – ýörite habarçysy Ý.G.Gulkewiç tarapyndan tutulyp, soňra onuň ösmegine G.I.Lazýuk, K.L.Kulaženko, I.N.Usow öz goşantlaryny goşdular. G.I.Lazýugyň ýolbaşçylygynda Dogabitdi we nesil boýunça geçýän keseller instituty, döwlet we etrap derejesinde mediki-genetiki merkezler döredildi.

Netijede, lukmançylyk genetikasynyň taryhynda şu aşakdaky birnäçe esasy döwürleri belläp geçmek bolar:

1. G.Mendeliň kanunlarynyň açylmagy we bitewi organizm derejesinde nesle geçijiligiň öwrenilmegi;
2. Genetikanyň hromosom derejesinde öwrenilmegi we T.Morganyň hem-de onuň okuwçylary tarapyndan ylma girizilen tirkeşikli nesle geçijiligiň öwrenilmegi;
3. S.S.Çetwerikowyň nazaryýet tejribe işleriniň häzirki zaman populýasion genetikasynyň ösmeginiň başlangyjy bolmagy;
4. D.Uotson we F.Krik tarapyndan teklipl edilen DNK-nyň molekulasynyň giňişlikdäki gurluşynyň anyklanmagy, molekulýar genetikanyň ösmegine itergi bermegi.

Häzirki döwürde neslegeçijilik molekulýar, öýjük, organizm we populýasion derejelerde öwrenilýär.



# I BAP

## SITOLOGIÝANYŇ ESASLARY

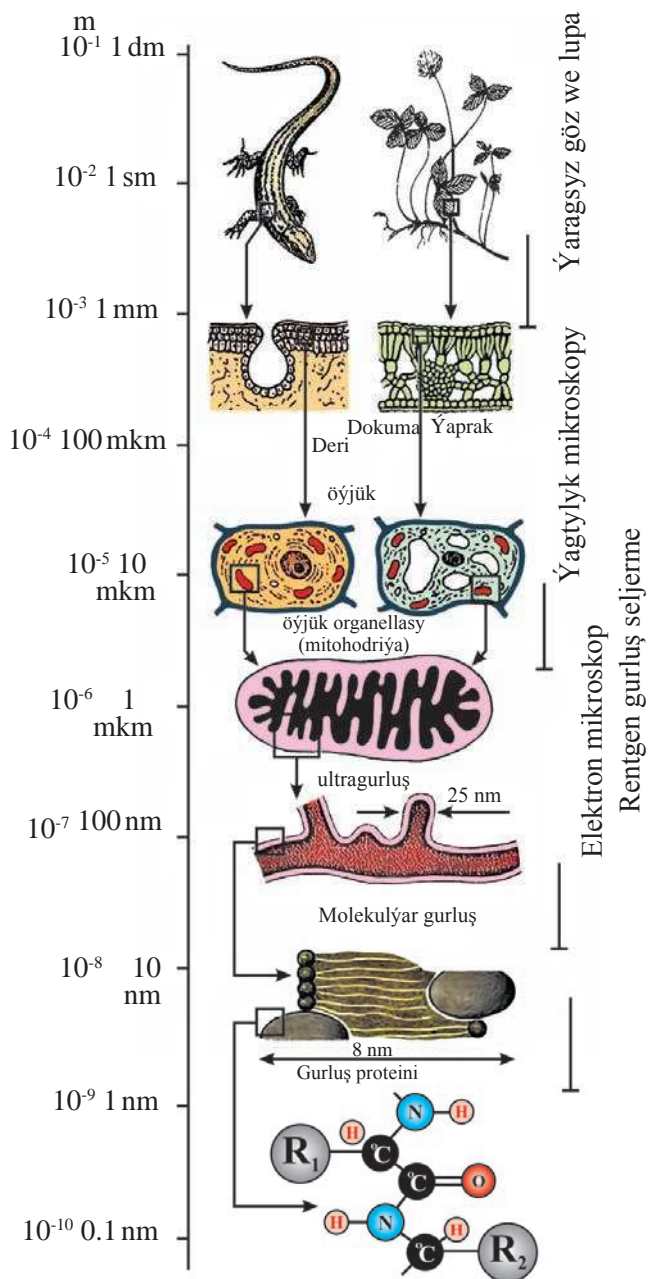
---

### 1.1. JANLY TEBIGATYŇ GURNALYŞ DEREJELERI

Biologiýa adalgasyny (grekçe «*bios*» – ýaşayyş, «*logos*» – ylym) ilkinji gezek 1802-nji ýylda fransuz tebigat hadysalaryny derňeýji we ewolýusionist Žan Batist Lamark tarapyndan tebigatyň aýratyn hadysasy bolan ýaşayyş baradaky ylmy aňlatmak üçin teklip edilýär. Häzirki zaman biologiýasy – bu ylmy materiýanyň hereketiniň aýratyn görnüşi hökmünde janly tebigaty, onuň ýaşayyş we ösüş kanunlaryny öwrenýän biologiki ylymlaryň toplumydyr. Häzirki wagtda biologiýa onuň düzümine girýän ylymlaryň ýokary derejede ýöriteleşdirilmegi we şol bir wagtda olaryň berk özara täsiri bilen tapawutlanýar. Janly bedenleriň gurluşyny öwrenýän morfologiýa ýa-da biologik ulgamlary barlag edýän fiziologiýa we arasynda aýratyn gowy tanyş bolan botanika, zoologiýa hem-de köp beýleki ylymlar ýaly adaty biologiki ylymlardan başga-da, himiýanyň, fizikanyň, matematikanyň, kibernetikanyň açyşlaryny ulanýan ugurlar peýda bolup başlady. Bu bolsa janly bedenleriň çuň, fiziki-himiki esaslaryny öwrenýän ýaş ylymlaryň tutuş hatarynyň döremegine getirdi. Geljegi bar bolan şeýle ylymlara molekulýar biologiýany, biohimiýany, biofizikany, genetiki-inzeneriýany we beýleki ylymlary degişli etmek bolar. Öýjükleriň birleşmesi, olaryň özara täsiri, kesgitli häsiýetleri mahsus bolan bütewi bedeni emele getirýär.

Janly tebigatyň gurluşyna seretmek çylşyrymly organiki molekulalaryň gurluşyny we häsiýetlerini anyklamakdan başlanýar. Köp öýjükler janly bedenleriň öýjükleri dokumalaryň düzümine girýärler, iki ýa-da birnäçe dokumalar synany emele getirýärler. Öz düzüminde





**1-nji surat.** Janly bedenleriň gurnalyşynyň derejelerini öwrenmek mikroskop tehnikasynyň ösüşi bilen parallel barýar



dokumalary we synalary, çylşyrymly gurlan köp öýjükli beden, şol bir wagtda biologiki görnüşiniň ýönekeý birligidir. Öz aralarynda täsir edýän görnüşler toparlanmany ýa-da ekologik ulgamy düzýärler. Ekologik ulgam bolsa öz gezeginde biosferanyň düzümi bölegidir.

Şuňa laýyklykda janly tebigatyň gurluşynyň birnäçe derejesi tapawutlandyrylýar.

**1. Molekulýar dereje.** Islendik janly beden nähili çylşyrymly gurlan hem bolsa biologik makromolekulalaryň-biopolimerlerini: nuklein kislotalarynyň, beloklaryň, polisaharidlerini we beýleki möhüm organiki maddalaryň işjeň gatnaşygynda ýüze çykýar. Molekulýar derejeden janly bedenleriň ýaşaýşynyň möhüm hadysalary: madda çalşygy we energiýanyň öwrülişi we nesil maglumatlarynyň geçirilmegi we beýlekiler başlanýar (*1-nji surat*).

**2. Öýjük derejesi.** Öýjük – ähli janly bedenleriň gurluş we işjeň birligidir. Öýjük gurluşy bolmadyk guramalar janly organizm hasaplanmaýar. Ähli janly organizmleriň öýjükleri birnäçe gurluşlardan:

1. Nuklein kislotasyndan (DNK – beloklaryň gurluşy barada maglumatlary saklamak, RNK maglumatlary geçirmek);
2. Beloklardan (biohimiki hadysalaryň katalizatory ýa-da öýjükleriň gurluş düzümi bölekleri);
3. Uglewodlardan (energiýanyň çeşmeleri we gurluş düzümi bölekleri);
4. Lipidlerden (energiýa çeşmeleri we gurluş düzümi bölekleri) ybarat.

Janly bedenleriň öwrenilen görnüşleriniň ählisinde diýen ýaly biohimiki, ýagny DNK-nyň reduplikasiýasynyň we transkripsiyasynyň, beloklaryň, ýag kislotalaryň biosinteziniň, glýukozanyň dargamagynyň we beýleki hadysalaryň zygydirliginiň meňzeş bolmagy möhümdir.

**3. Dokuma derejesi.** Dokuma – öýjükleriň gurluşy boýunça meňzeş, umumy wezipesini ýerine ýetirmek arkaly birleşen toplumdyr.

**4. Syna derejesi.** Synalar – bu dokumalaryň birnäçe görnüşleriniň gurluş – işjeň birleşmeleridir. Meselem, adamyň derisi syna



hökmünde epiteliý we birleşdiriji dokumany öz içine alýar. Olar bilelikde birnäçe işi ýerine ýetirýärler. Olaryň arasynda has ähmiýetlisi – gorag wezipesi, ýagny bedeniň içki gurşawyny daşky gurşawdan çäklendirmek wezipesidir.

**5. Beden derejesi.** Beden (bu adalga ähli janly-jandarlara – bir öýjükli, şeýle hem köp öýjükli jandarlara degişlilikde ulanmak mümkin) – ýaşaýşyň hakyky saklaýjysy, onuň ähli häsiýetleri bilen tapawutlanýar. Ol bir düwünçekden (zigotadan, sporadan, beýleki bedeniň bir böleginden) gelip çykýar we ewolýusion hem-de ekologik şertleriň täsirine özboluşly sezewar bolýar. Bedeniň emele geliş hadysasy onuň gurluşlaryna (eger ol bir öýjükli beden bolsa organoidleriniň; köp öýjükli beden bolsa öýjükleriniň, dokumalarynyň, synalaryň), olaryň ýerine ýetirýän işlerine laýyklykda tapawutlanmagyndan ybarat. Janly-jandaryň daşky gurşaw bilen özara täsirine seredilende, bu derejäni ulanmak örän amatly.

**6. Populýasion – görnüş derejesi** ýaşaýan ýeri umumy bolan, şol bir görnüşüň janly bedenleriň toplумы populýasiýany emele getirýär. Ol janly bedenden ýokary tertipdäki ulgamydyr.

**7. Biogeosenoz derejesi.** Biogeosenoz dürli görnüşleri we gurluşynyň çylşyrymlylygy dürli bolan janly bedenlerden, olaryň ýaşaýan gurşawynyň ähli şertleri bilen bilelikdäki toplумыdyr.

**8. Biosfera derejesi.** Biosfera – bu gurluşyň, biziň Ýer şarymyzdaky ýaşaýşyň ähli hadysalaryny gurşap saklaýan iň ýokary derejesi. Bu derejede ýerde ýaşaýan ähli janly bedenleriň ýaşaýşy bilen bagly maddanyň aýlawly hereketi we energiýanyň öwrülişigi bolup geçýär.

## 1.2. JANLY TEBIGATYŇ HÄSIÝETNAMASY

Janly tebigatyň gurluşynyň ähli derejelerine, ony jansyz tebigatdan tapawutlandyryan häsiýetler mahsus. Ähli janly-jandarlara mahsus umumy häsiýetlere we olaryň jansyz tebigatda bolup geçýän meňzeş hadysalardan tapawutlaryna seredeliň.

**1. Himiki düzümiň birligi.** Janly bedenleriň düzümine hem jansyz tebigatyň gurluş düzümindäki himiki elementler girýär. Ýöne



dürli elementleriň gatnaşygy janly bedenlerde we jansyz tebigatda birmeňzeş däl. Jansyz tebigatyň ýönekeý düzümine kislorod bilen bilelikde, esasan, kremniý, alýuminiý we natriý girýär. Janly bedenleriň himiki düzüminiň 98%-i dört sany elementden – ugleroddan, kisloroddan, azotdan we wodoroddan durýar.

**2. Madda çalşygy.** Ähli janly bedenler daşky gurşawdan iýmit üçin zerur maddalary almak we ýaşayyş önümlerini bölüp çykarmak arkaly onuň madda çalşygyna ukyply.

Jansyz tebigatda hem madda çalşygynyň bardygyny bellemek gerek. Ýöne maddalaryň biologiki däl aýlawly hereketinde olar ýöne bir ýerden başga ýere geçýärler ýa-da olaryň agregat ýagdaýy (topragyň ýuwulmagy suwuň buga ýa-da buza öwrülmeği) üýtgeýär.

Jansyz tebigatdaky çalşyk hadysalaryndan tapawutlylykda, janly bedenlerde olaryň hil taýdan başga derejesi bar. Organiki maddalaryň aýlawly hereketinde olaryň sintezi we dargama hadysalary has möhümdir. Janly bedenler daşky gurşawdan dürli maddalary alýarlar. Birnäçe çylşyrymly himiki öwrülişikler netijesinde daşky gurşawdan düşen maddadan janly-jandarlaryň bedeni gurulýar. Bu hadysalar assimilýasiýa ýa-da plastik çalşyk, ýa-da anabolizm diýlip atlandyrylýar.

Birnäçe mysallar getireliň. Ösümlikler uglerodyň dioksidinden hem-de suwdan goşmaça iýmit maddalary we gurluş materialy hökmünde ulanylýan çylşyrymly organiki maddalary – uglewodlary sintezleýärler. Towuk ýumurtgasynyň belogy adam bedeninde oňa mahsus bolan beloklara-gemoglobine, kreatine ýa-da islendik beýleki belok öwrülmesinden öňinçä birnäçe çylşyrymly üýtgeşmelere sezewar bolýar.

Madda çalşygynyň beýleki tarapy dissimilýasiýa hadysalarydyr. Olaryň netijesinde çylşyrymly organiki birleşmeler ýönekeý maddalara dargaýarlar. Şunlukda, olaryň bedeniň maddalary bilen meňzeşligi ýitýär we biosintez hadysasy üçin zerur energiýa bölünip çykýar. Sonuň üçin dissimilýasiýany başgaça **energetik çalşyk** ýa-da **katabolizm** diýip atlandyryýarlar. Madda çalşygy bedeniň ähli bölekleriniň himiki düzüminiň hem gurluşynyň hemişeligini we netijede olaryň daşky gurşawyň üznüksiz üýtgeýän şertlerinde funksionirlenmeginiň hemişeligini üpjün edýär.



**3. Öz-özünden döretme-köpeltme (reproduksiýa).** Janly bedenler köpelende nesil adatça ene-atalaryna meňzeş: pişijekler pişijekleri, itler güjükleri gaýtdan döredýärler. Tozganyň tohumlaryndan ýene-de tozga ösüp ýetişýär. Bir öýjükli bedeniň amýobasynyň bölünmegi netijesinde enelik öýjüge doly meňzeş iki sany amýoba emele gelýär. Şeýlelikde, köpelme – bu bedenleriň özüne meňzeşlerini gaýtdan döretmek häsiýetidir.

Öz-özünden gaýtdan döretme ýa-da köpelme hadysasynyň esasy näme? Munuň janly tebigatyň gurluşynyň hakykatda ähli derejelerinde amala aşyrylýandygyna üns bereliň. Reproduksiýa sebäpli diňe bir bütewi bedenler däl, eýsem öýjükler, öýjükleriň organoidleri (mitohondriýalar, plastidler we beýlekiler) hem bölünmeden soň özünden öňkülere meňzeş bolýarlar. DNK-nyň (dezoksiribonuklein kislotasynyň) molekulasyndan ol iki esse köpelende, başlangyç molekula doly meňzeş iki sany molekula emele gelýär.

Köpelmäniň ýa-da öz-özünden gaýtdan döretmäniň esasynda matrisa (galyp) sintezi, ýagny täze molekulýar gurluşlaryň, DNK-nyň nukleotidleriň yzygiderlilikinde saklanýan maglumat esasynda emele gelme hadysalary ýatyr. Şeýlelikde, köpelme janly bedenleriň neslegeçijilik hadysasy bilen berk baglanyşykly esasy häsiýetleriniň biridir.

**4. Neslegeçijilik.** Bedenleriň öz alamatlaryny, häsiýetlerini we ösüş aýratynlyklaryny nesilden-nesle geçirmek ukybyndan ybarat. Ol DNK-nyň molekulalarynyň gurluşynyň hemişeligi bilen kesgitlenýär.

**5. Üýtgeýjilik.** Bu häsiýet nesle geçijilige gapma-garşy ýaly, ýöne şonuň bilen birlikde onuň bilen berk baglanyşykly. Sebäbi, ol ýa-da beýleki alamatlaryň ösüşini kesgitleýän nesil başlangyçlary – genler üýtgeýärler. Eger matrisalaryň – DNK-nyň molekulalarynyň reproduksiýasy mydama gönümel takyklyk bilen geçýän bolsady, onda bedeniň köpelmesinde diňe öňki bar bolan alamatlaryň yzygider nesle geçmegi amala aşyrylardy we görnüşleriň gurşawyň üýtgeýän şertlerine uýgunlaşmagy mümkin bolmazdy. Netijede, üýtgeýjilik – bu, esasanda biologik matrisalaryň özgermegi bolan, bedenleriň täze alamatlara we häsiýetlere eýe bolmak ukybydyr. Üýtgeýjilik tebigy seçgi, ýagny tebigy şertlerde ýaşaýşyň anyk şertlerine has uýgunlaşan



bedenleri seçip almak üçin dürli görnüşli material döredýär. Bu bolsa öz gezeginde ýaşayşyň, janly bedenleriň täze görnüşleriniň peýda bolmagyna getirýär.

**6. Boý alma we ösüş.** Ösüş ukyby – tebigatyň ählumumy häsiýeti. Ösüş diýip janly we jansyz tebigatyň görnüşleriniň yzyna öwrülmeýän ugrukdyrylan kanunalaýyk üýtgemegine düşünilýär. Ösüş netijesinde görnüşüň hil taýdan täze ýagdaýy döreýär, netijede onuň düzümi we gurluşy üýtgeýär. Materiýanyň janly görnüşiniň ösüşi hususy ösüş ýa-da ontogeneze we taryhy ösüş ýa-da filogeneze görnüşinde bolýar.

**7. Ewolýusion ösüş (filogeneze).** Ähli janly bedenler diňe bir giňişlikde däl, eýsem wagtda hem ýaşayarlar. Filogeneze ýa-da ewolýusiýa – bu janly tebigatyň täze görnüşleriniň emele gelmegi we ýaşayşyň progressiw çylşyrymlaşmagy bilen bolup geçýän, yzyna öwrülmeýän we ugrukdyrylan ösüşidir. Biziň görýän ägirt köp jan-darlarymyz ewolýusiýanyň netijesidir.

**8. Hususy ösüş (ontogeneze).** Täze beden köp ýagdaýlarda ontogeneze hadysalarynyň başynda jynsy öýjükleriň (gametalaryň) goşulmagy netijesinde döreýär. Ösüş boý alma bilen bolup geçýär. Boý alma we ösüş hadysasynda ýuwaş-ýuwaşdan şahsyýetiň mahsus gurluşy döreýär. Janly bedenleriň ýaşayşynyň dowamlylygy, ahyrky netijede ölüme getirýän garrama hadysalary bilen çäklendirilýär.

Ontogeneziň dowamynda ýuwaş-ýuwaşdan we yzygider, bedenleriň özboluşly häsiýetleri ýüze çykýar. Köpelmäniň görnüşine seretmezden, bir zigotadan ýa-da sporadan, ösüntgiden ýa-da öýjükden emele gelýän ähli bedene nesil boýunça diňe genetiki maglumaty, ýagny ol ýa-da beýleki alamatlary ýüze çykarmak mümkinçiligini alýarlar.

Ösüş wagtynda görnüşüň mahsus gurluşy emele gelýär, onuň agramynyň artmagy bolsa makromolekulalaryň, öýjükleriň ýönekeý gurluşlarynyň we olaryň reproduksiýasy bilen kesgitlenýär.

**9. Gyjynyjylyk.** Islendik beden daşky gurşaw bilen üznüksiz baglanyşykly: ondan iýmit maddalaryny alýar, gurşawyň amatsyz şertleriniň täsirine sezewar bolýar, beýleki bedenler bilen özara täsir edişýär we ş.m. Ewolýusiýa hadysasynda janly bedenlerde daşky



täsirlere saýlap jogap bermek häsiýeti döräpdir we berkleşipdir. Bu häsiýete *gyjynyjylyk* diýilýär. Bedeni gursap alýan tebigatyň şertleriniň islendik üýtgemesi oňa baglylykda gyjyndyrma döredýär. Onuň daşky gyjyndyryjylara täsiri bolsa, onuň duýujylygynyň we gyjynyjylygynyň ýüze çykyşynyň görkezijisi bolup hyzmat edýär.

Köp öýjükli jandarlaryň gyjyndyrma täsirleşmesi nerw ulgamy-nyň gatnaşmagynda amala aşyrylýar we *refleks* diýip atlandyrylýar.

Nerw ulgamy bolmadyk bedenlerde, meselem, ýönekeýjelerde ýa-da ösümlüklerde refleksler hem bolmaýar. Olaryň hereketiniň ýa-da ösüşiniň üýtgemegi bilen täze çykýan täsirlerine taksisler ýa-da *tropizmler* diýilýär we olar aňladylanda gyjyndyryjynyň ady goşulýar. Meselem, fototaksis – ýagtylygyň ugruna hereket; hemotaksis – bedeniň himiki maddalaryň konsentrasiýasyna baglylykda hereketi. Taksisiň her görnüşi gyjyndyryjyny bedene özüne çekiji ýa-da itekleýji täsir edýändigine baglylykda položitel ýa-da otrisatel bolup biler.

Tropizm diýip, ösüşin ösümlüklere mahsus bolan kesgitli häsiýetine aýdylýar. Meselem, geliotropizm (grekçe «*gelios*» – Gün) ösümlükleriň ýeriň üstündäki bölekleriniň Güne tarap ösüşini aňladýar, geotropizm bolsa (grekçe «*geýa*» – ýer) ýerasty bölekleriniň (kökleriň) ýeriň merkezine tarap ösüşini aňladýar.

**10. Bütewülik we diskretlik.** Bir tarapdan, janly tebigat bütewi, kesgitli guralan, ýörite, mahsus kanunlaryň birnäçesine boýun egýär. Beýleki tarapdan, ol diskret. «Diskretlik» sözünüň özi latynça «diskretus» sözünden gelip çykýar we «*üzňe, böleklere bölünen*» diýmegi aňladýar. Diskretlik – materiýanyň ählumumy häsiýeti. Fizika we umumy himiýa dersinden mälum bolşy ýaly, her atom ýönekeý bölejiklerden ybarat, atomlar bolsa molekulany emele getirýärler. Ýönekeý molekulalar çylşyrymly birleşmeleriň we kristallaryň düzümine girýär, ýerdäki ýaşaýyş hem diskret görnüşinde ýüze çykýar. Bu aýratyn bedeniň ýa-da beýleki biologiki ulgamyň (görnüşin, biosenozyň we beýlekileriň) aýratyn, özbaşdak, ýagny giňişlikde bölünen ýa-da çäklendirilen, ýöne şeýle-de bolsa öz aralygynda berk baglanyşykly we özara täsir edişýän, gurluş-işjeň birligi emele getirýän böleklerden





ybaratdygyny aňladýar. Meselem, janly bedenleriň görnüşi aýratyn bedenleri özüne birleşdirýär. Ýokary derejede guralan jandarlaryň bedenini giňişlikde çäklendirilen synalar emele getirýär, synalar bolsa öz gezeginde öýjüklerden durýar. Öýjügiň energiýa enjamy tä her haýsy öz işini giňişlikde diňe biri-birinde özbaşdak bolanda ýerine ýetirip biljek makromolekulalaryna çenli aýratyn mitohondriýalar, protein sinteziniň enjamy – ribosomlar we şuna meňzeşler görnüşinde bolýar. Beden gurluşynyň diskretligi onuň gurluş tertibiniň esasydyr. Ol ýerine ýetirýän işini kesilmezden «könelen» gurluş böleklerini (molekulalary, fermentleri, öýjükleriň organoidlerini, tutuş öýjükleri) çalyşmak arkaly bedeniň mydama öz-özünden täzelenmek mümkinçiligini döredýär. Görnüşiň diskretligi uýgunlaşmadyk bedenleriň ölmegi ýa-da köpelmeden aýrylmagy we ýaşaýyş üçin peýdaly amatlary bolan bedenleriň saklanmagy arkaly onuň ewolýusiýasynyň önünden kesgitleýär.

**11. Öz-özünde sazlaşyk (awtoregulýasiýa).** Bu daşky gurşawyň üznüksiz üýtgeýän şertlerinde ýaşayan janly bedenleriň öz himiki düzüminiň we fiziologik hadysalarynyň tizliginiň hemişeligini saklamak ukybydyr. Şunlukda, haýsydyr bir iýmit maddalarynyň az mukdarda düşmegi bedeniň içki baýlyklaryny mobilizirleýär, artykmaç düşmegi bolsa bu maddalaryň bedende toplanmagyna getirýär. Şeýle täsirleşmeler sazlaýjy ulgamlaryň – nerw we endokrin ulgamlaryň dürli ýollary bilen amala aşyrylýar. Ol ýa-da beýleki sazlaýjy ulgamyň işe başlamagyna haýsydyr bir maddanyň mukdarynyň ýa-da haýsydyr bir ulgamyň ýagdaýynyň üýtgemegi sebäp bolup biler.

Meselem, ATF-iň öýjükde energiýanyň uniwersal akumulýatorynyň (toplaýjysynyň) mukdarynyň peselmegi, onuň sinteziniň başlanmagy üçin görkeziji bolup hyzmat edýär. Tersine, ATF-iň ätiýaçlarynyň üstüniň dolmagy bu maddanyň sintezini peseldýär. Ganda glýukozanyň mukdarynyň ýokarlanmagy aşgazanasty mäziň gormony – insuliniň, ýagny gandaky glýukozanyň mukdaryny peseldýän gormonyň öndürilişiniň güýçlenmegine getirýär. Glýukozanyň gandaky derejesiniň peselmegi – bu gormonyň gana bölünip çykyşyny haýalladýar. Dokumadaky öýjükleriň sanynyň azalmagy (meselem,





şikes netijesinde) galan öýjükleriň güýçli köpelmegine getirýär; öýjükleriň kadaly mukdarynyň dikelmegi, olaryň güýçli bölünmesini togtadýar.

### 1.3. BIOLOGIÝA YLMYNYŇ USULLARY

Janly biologiki ulgamlaryň örän çylşyrymlydygy sebäpli, olary barlag etmegiň usullary we görnüşleri hem örän dürli hillidir.

**Syn etmek usuly** biologiki hadysalary derňemäge we ýazyp beýan etmäge mümkinçilik berýär. Syn etmek usulynda ýazyp beýan etmeklige esaslanylýar. Hadysanyň manysyny anyklamak üçin ilki bilen maglumat ýygnamaly we ony ýazyp beýan etmeli. Olary toplamak we ýazyp beýan etmek biologiýanyň ösüşiniň irki döwründe barlag etmegiň esasy usuly bolupdyr, ýöne ol häzirki wagtda hem öz ähmiýetini ýitirenok. Bu usul zoologiýada, botanikada, ekologiýada, etiologiýada giň ýaýran.

Janly bedenleriň we olaryň bölekleriniň meňzeşligini we tapawudyny deňeşdirme arkaly öwrenmäge mümkinçilik berýän deňeşdirme usuly baryp XVII asyrdan giň ýaýrapdyr we onuň talaplaryna, ulgamyna esaslanyndyr. Onuň esasynda öýjük taglymaty we şuna meňzeşler döredilipdir. Anatomiýada, paleontologiýada, embriologiýada we beýleki ylymlarda deňeşdirme usulynyň ulanylmagy biologiýada ewolýusion düşüňjeleriň tassyklanmagyna ýardam edipdir.

**Taryhy usul** janly bedenleriň ýüze çykyşynyň we ösüşiniň, olaryň gurluşynyň we ýerine ýetiren işiniň emele gelşiniň kanunalaýyk-laryny anyklaýar.

**Derňew usuly** barlag edijä janly tebigatyň häsiýetlerini we hadysalaryny öwrenmäge kömek edýän ýagdaýynyň maksadalaýyk döredilmegi bilen bagly. Bu usul hadysalary özbaşdak, aýratyn barlag etmäge we şol bir şertlerde gaýtadan dikeldilende olaryň gaýtalanmagyny gazanmaga mümkinçilik berýär. Bu usul beýleki usullar bilen deňeşdirilende hadysalaryň manysyna diňe bir has çuň aralaşmaga däl-de, eýsem, olary ele almaga hem mümkinçilik berýär. Ökde tejribeci I.P.Pawlow (1849 – 1936 ý.) «Syn etmek tebigat näme teklipl



etse, şony toplaýar, tejribe bolsa tebigatdan özüniň islän zadyny alýar» diýipdir.

Häzirki zaman biologiýasynda barlag etmegiň täze usullaryna modelirlämäni degişli etmek mümkin. Ol haýsydyr bir hadysany, onuň özüni ýa-da onuň esasy häsiýetlerini model görnüşinde gaýtadan dikeltmek arkaly öwrenmek usulydyr. Görnüş modeli belgi, ýagny matematiki modele geçip biler. Bu ýagdaýda modeldäki gatnaşyklar matematiki görnüşde aňladylýar we soňraky derňew kesgitli matematiki hasaplamalar arkaly geçirilýär. Ulgamda derňew geçirmekligiň artykmaç tarapy modelirlemede görnüşiniň özünde gaýtadan döredip bolmajak ýagdaýlary modelde gaýtadan dikeldip bolýandygyndan ybaratdyr. Meselem, modelirlämäniň esasynda atom urşunyň biosfera üçin netijelerini anyklamak mümkin.

#### **1.4. ÖYJÜK ÝAŞAÝŞYŇ HÖKMANY GURLUŞ BIRLIGIDIR**

Öýjügi öwrenýän ylma *sitologiýa* (grekçe – «*cytos*» – öýjük, «*logos*» – ylym) diýilýär. Ähli janly bedenleriň esasy gurluş birligi hökmünde öýjüge ýaşaýşa mahsus bolan alamatlar, ýagny madda çalşygy, bölünme, öz alamatlaryny indiki nesillere geçirmeklik we ş.m. degişlidir. Janly tebigatda daşky görnüşini boýunça öýjükleriň köp dürli görnüşleri duş gelyär. Meselem, örtüji dokumanyň öýjükleri köp burçly, myssa öýjükleri uzalan, nerw öýjükleri bolsa ýyldyz şekilli bolýar. Öýjükleriň ululyklary deň däl. Käbir öýjükleri mikroskop arkaly görüp bolýar. Şeýle öýjükleriň diametriniň ululygy, takmynan, 0,01-0,1 *mm* bolýar. Käbirlerini ýönekeý göz bilen hem görmek mümkin. Gowy bişen garpyzy kesenimizde, onda öýjükleri görüp bileris. Öýjükleriň formalarynyň we ululyklarynyň dürli bolmaklary olaryň ýerine ýetirýän funksiýasy bilen baglanyşyklydyr. Meselem, ýumurtga öýjüginde iýmit maddasynyň toplanmagy netijesinde olar ep-esli uludyr ýa-da nerw öýjüginin, ösüntgileriniň uzynlygyny göz önünde tutsaň, olaryň bir metre ýetýänleri hem bar.



Öýjükleriň formalarynyň we ululyklarynyň meňzeş bolmazlyklaryna garamazdan, olaryň umumy gurluş aýratynlyklary bar, ýagny her bir öýjügiň daşky membranasy, içinde sitoplazmasy, ýadrosy, öýjük organoidleri we garyndylary bar.

**Öýjük taglymaty.** Sitologiýanyň ösüşi öýjügi görmäge we öwrenmäge mümkinçilik berýän optiki gurallaryň kämilleşmegi bilen baglanyşyklydyr. 1609–1610-njy ýyllarda Galileo Galileý ilkinji ulaldyjy abzal düzýär we ony 1624-nji ýylda ownuk zatlary görmek üçin kämilleşdirýär. Onuň mikroskopy zatlary 35–40 esse ulaltmaga mümkinçilik beripdir. Bir ýyldan soň I.Faber bu gurala «mikroskop» diýip at beripdir.

1685-nji ýylda Robert Guk öz döreden sada gurluşly mikroskopynda ilkinji gezek dykynyň ýukajyk kesimine seredip, ol ýerde arynyň öýjügi meňzeş şekili görüpdir we ony «cell» – «öýjük» diýip atlandyrypdyr. XVII asyryň 70-nji ýyllarynda Marçello Malpigi käbir ösümlikleriň mikroskopiki gurluşyny ýazypdyr.

Mikroskopyň kämilleşdirilmegi bilen öýjügiň gurluşyny jikme-jik öwrenmäge, organlaryň we dokumalaryň gurluşyny has içgin, öýjük derejesinde kesgitlemäge mümkinçilik döreýär. 1696-njy ýylda Anton wan Lewengugyň «Tebigatyň syrlarynyň iň täze mikroskop bilen açylyşy» diýen kitaby çap bolýar. Lewenguk ilkinji bolup eritrositleri, spermatozoidleri mikroskopda görýär we ýazýar, käbir mikroorganizmleriň syrlaryny açyp, olary *infuzoriýa* diýip atlandyryýar. Lewenguk hakykatdan hem ylmy mikroskopiýany esaslandyryjy hasaplanylýar.

1715-nji ýylda H.G.Gertel ilkinji gezek mikroskopda predmetleri aýna bilen görmekligi amala aşyrdy. Şondan bir ýarym asyr geçensoň, E.Abbe mikroskopy ýagtylandyryjy linzany oýlap tapdy. 1781-nji ýylda F.Frontana ilkinji bolup janly öýjükleri ýadrosy bilen gördi we çyzyp beýan etdi. XIX asyryň birinji ýarymynda Ýan Purkinýe mikroskop guralyny kämilleşdirdi, netijede oňa öýjük ýadrosynyň düzümini we haýwan organlaryndaky öýjükleri ýazyp beýan etmek başartdy. Ýan Purkinýe ilkinji gezek «protoplasma» adalgany ulandy.



R. Braun ýadrony öýjügiň mydamalyk düzümi bölegi hasaplap, ony «nucleus» – «ýadro» diýip atlandyrmagy teklip etdi.

1838-nji ýylda M.Şleýden sitogenez taglymatyny (öýjük emele gelme taglymaty) işläp düzdi. Onuň esasy bitiren hyzmaty – bedende öýjügiň döreýşi baradaky soragy orta goýmagydyr. Şleýdeniň işlerine esaslanyp, Teodor Şwann öýjük taglymatyny işläp düzdi. 1839-njy ýylda onuň ölmez-ýitmez «Haýwan we ösümlik öýjüginin ösüşi we olaryň düzümi böleginiň gabat gelşiniň mikroskopiki barlagy» atly kitaby çapdan çykdy. Şeýlelikde, 1838–1839-njy ýyllarda Şwann we Şleýden tarapyndan öýjük taglymaty ylma hödürlendi.

### **Öýjük taglymatynyň esaslary şulardan ybarat:**

1. Ähli dokumalar öýjükdendir;
2. Ösümlik we haýwan öýjükleriniň umumy gurluş birmeňzeşligi bar, ýagny ikisi hem bir ýol bilen emele gelyär;
3. Her öýjük aýrybaşgadyr, bedeniň işi bolsa aýry-aýry öýjükleriň birleşip, bir bütewülik emele getirmesidir.

Öýjük taglymatynyň pajarlap ösmegine nemes alymy Rudolf Wirhow uly goşant goşdy. Ol köpsanly ýaýraň maglumatlary diňe bir ýere jemlemek bilen çäklenmän, öýjükleriň ýadrosynyň mydamalyk gurluşdygyny we öýjügiň diňe özüne meňzeşlerden döreýändigini ynamly subut etdi (her öýjük özüne meňzeşden döreýär – «omnia cellulae e cellulae»).

XIX asyryň ikinji ýarymynda öýjüge elementar organizm hökmünde garaýyş döredi (E. Brýukke, 1861 ý.). 1874-nji ýylda J.Karnua «Öýjügiň biologiýasy» atly düşüňjani girizdi. Şeýlelikde, sitologiýa, ýagny öýjügiň gurluşy, işi we gelip çykyşy baradaky ylmy garaýşa başlangyç berildi.

1879–1882-nji ýyllarda W. Flemming mitoz hadysasyny ýazyp beýan edýär, 1883-nji ýylda W.Waldeýer «hromosom» düşüňjesini girizdi. Şondan bir ýyl soň O.Gertwig we E.Strasburger biri-birinden habarsyz, bir wagtda neslegeçijilik alamatlaryň ýadroda ýatandygy hakyndaky çaklamany aýdýarlar.

XIX asyryň ahyrynda Ilýa Meçnikowyň fagositoz hadysasyny açmagy (1892 ý.) ylymda öňe gidişlige getirdi.



XX asyryň başynda R.Garrison we A.Kappel biröýjükli jandarlarda bolşy ýaly, öýjügiň probirkada (çüýşe gapda) kultiwirlenmek (ekip ýetişdirmek) usulyny işläp düzdüler.

1928–1931-nji ýyllarda E.Ruska, M.Kioll we B. Borriýe bileleşip, elektron mikroskop döretdiler. Onuň kömegi bilen öýjügiň hakyky keşbi açyldy we oň belli bolmadyk düzümleri kesgitlenildi. A. Kold 1929–1949-njy ýyllarda ilkinji gezek öýjügi elektron mikroskopyň aşagynda derňedi we ultrasentrifugirlemegiň kömegi bilen öýjükleri fraksiýalara (böleklere) bölmegiň usulyny işläp düzdi. Olaryň hemmesi öýjüge täzedden baha bermäge we maglumatlary ylmy nukdaý-nazardan düşündirmäge mümkinçilik berdi.

Öýjük – ähli janly-jandarlaryň ýönekeýje gurluş-işjeň birligi bolup, oňa ýaşaýşa mahsus häsiýetler, ýagny ýokary derejede tertipli ýerleşýän düzümler; energiýany daşdan alyp hem-de ony işi ýerine ýetirmek üçin harçlamak; yzygiderlikde ýerleşiş tertibi saklamak (entropiýanyň önüni almak); madda çalşyga gatnaşmak; gyjyndyrma reaksiýa jogap bermek; ösüş, köpelmek; ikilenme we biologiki habary nesle geçirme; regenerasiýa (täzeden dikelme); töwerekleýän gurşawa uýgunlaşmak ýaly häsiýetler degişlidir.

**Öýjük taglymaty häzirkî zaman nukdaý-nazardan şu aşakdaky baş maksatlara eýerýär:**

- öýjük – bu ähli ýaşaýşa ukyplylaryň ýönekeýje gurluş-işçi birligidir;
- ähli organizmleriň öýjükleri gurluşy, işi we himiki düzümi boýunça birmeňzeşdir;
- öýjük diňe ene öýjügiň bölünmesi arkaly köpeliýär;
- öýjük özünde maglumaty saklaýar, täzeden işleýär we genetiki maglumatlary ýaýradýar;
- köpöýjükli organizmler çylşyrymly öýjük gurluşly birikme bolup, aýry-aýry ulgamlary döredýär;
- çylşyrymly öýjükleriň hasabyna ösüş, köpelmek, madda we energiýa çalşygy amala aşyrylýar.

XX asyrdaky sitologiýa ylmynda we oňa ýanaşyk (tabyn) garyşyk ylmymlarda Nobel baýragyna köp alymlar:



1906-njy ýylda Kamillo Golji we Santýago Ramon-i-Kahal neýronyň gurluşyny açanlygy üçin;

1908-nji ýylda Ilýa Meçnikow fagositoy we Paul Erlih antibedeni açanlygy üçin;

1930-njy ýylda Karl Landşteýner ganyň toparyny açanlygy üçin;

1931-nji ýylda Otto Warburg dem alyş zynjyrynda sitohromoksidaza fermentiniň täsir tilsimini we gelip çykyşyny açanlygy üçin;

1946-njy ýylda German Meller mutasiýany açanlygy üçin;

1959-njy ýylda Artur Kornberg we Sewero Oçoa DNK we RNK-nyň sinteziniň tilsimini açanlygy üçin;

1962-nji ýylda Frensis Krik, Moris Uilkinson we Djeýms Wotson nuklein kislotalarynyň molekulýar gurluşyny we olaryň janly bedende habary geçirmekdäki ähmiýetini açanlygy üçin;

1963-nji ýylda Fransua Jakob, Andre Lwow we Jak Mono proteiniň sinteziniň tilsimini açanlygy üçin;

1968-nji ýylda Har Gobind Korana, Marşall Nirenberg we Robert Holli genetiki kody seljerip, onuň proteiniň sintezindäki ähmiýetini ýazyp beýan edenligi üçin;

1970-nji ýylda Džulius Akselrod, Bernard Kas we Ulf fon Eýler «Nerw soňlamasynda mediatorlaryň gumoral işi we olaryň saklanýş tilsimaty, çykarylyşy hem-de inaktiwasiýasy» atly işi üçin;

1971-nji ýylda Erl Sazerlend atly alymyň sAMF-iň ikinji araçy hökmünde gormonlaryň täsirindäki ähmiýeti diýen işi üçin;

1974-nji ýylda Kristian de Dýuw, Albert Klod we Džorj Palade «Öýjügiň gurluş we funksional üpjünçiligi» atly ylmy işi üçin (lizosomyň ultragurluşy we işi, Goljiniň toplumy (kompleksi), endoplazmatik retikulum) mynasyp boldular.

## **1.5. PROKARIOTIK WE EUKARIOTIK ÖÝJÜKLER**

Tebigatda ähli janly organizmler iki topara: prokariotlara we eukariotlara bölünýärler. Öýjüginde ýadrosy ýok bolan organizmler – prokariotlar, olara bakteriýalar we gök-ýaşyl suw otlary degişli. Bulardan başga ähli janly organizmler – eukariotlar bolup, olaryň



öýjükleri ýadrolydyr. Prokariotik öýjüklerden tapawutlylykda eukariotik öýjüklerde iki membrana (barda) bilen örtülip çäklendirilen gabykly ýadro we köpsanly organoidleri bolýar. Olaryň has aýdyň tapawutlandyryşly aýratynlygy 1-nji tablisada getirildi.

1-nji tablisa

### Prokariotik we eukariotik öýjükleriň aratapawutlary

Alamatlary	Prokariotik	Eukariotik
Öýjügiň ölçegi	1 – 10 <i>mkm</i>	10 – 100 <i>mkm</i>
Metabolizminiň görnüşü	Anaerob ýa-da aerob	Aerob
DNK	Sitoplazmada halka görnüşli	Halka görnüşli däl, örän uzyn zynjyr, ýadro gatlagy bilen örtülen
RNK-nyň we proteiniň sintezi	Ikisi hem sitoplazmada geçýär	RNK-nyň sintezi we prosesi – ýadroda, proteiniň sintezi – sitoplazmada geçýär
Organoidler	Ýok ýa-da örän az	Köpsanly we dürli-dürli
Sitoskelet	Ýok	Bar
Endo- we ekzositoz	Ýok	Bar
Mitohondriýa	Ýok	Bar
Endoplazmatik tor	Ýok	Bar
Goljiniň toplumy	Ýok	Bar
Ribosomlar	Bar: 70 S	Bar: 70 S mitohondriýada, 80 S sitoplazmada
Lizosomlar	Ýok	Bar
Öýjük siňdirmesi	Ýok	Bar
Öýjügiň bölünmesi	Binar	Mitoz we meýoz

## 1.6. ÖÝJÜGIŇ GURLUŞY

Öýjük janly bedenlerde esasy gurluş-funksional (işjeň) birlik bolup, ösüşi, köpelmegi, madda we energiýa çalşygyny, genetiki habary saklamagy, täzeden işlemegi we ýüze çykarmagy üpjün edýär. Öýjük



biopolimerleriň çylşyrymly ulgamy bolup, daşky gurşawdan özüniň plazmatik membranasy (sitolemma ýa-da plazmalemma bilen) we ýadrodan hem-de sitoplazmadan durýar, olarda organoidler we beýlekiler ýerleşýär.

### Öýjük gabygy.

Öýjük gabygy ýa-da diwary plazmatiki membrananyň daşynda ýerleşýär. Ösümlik öýjüginde ol has gowy ösen. Ol kletçatkadan (sellýulozadan) ýa-da pektinden durýar we köpsanly gatlakdan emele gelýär. Her gatlak hem sellýuloza süýümlerinden düzülendir. Gabygyň şeýle gurluşy oňa berklik berýär. Haýwan öýjükleriniň membranasyň daşynda glikoproteid tebigatly glikokaliks gatlagy emele gelýär.

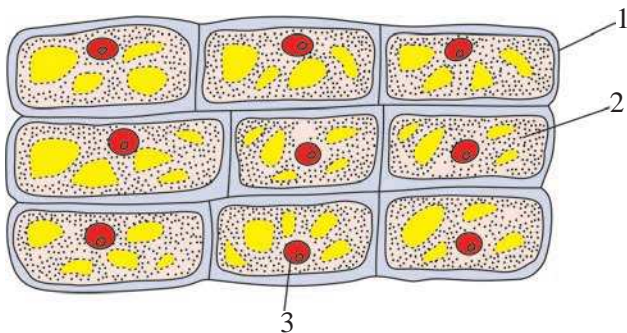
Öýjük gabygy öýjügi mehaniki şertleriň täsirinden gorap saklaýar, olaryň bir-birleri bilen birleşmegini üpjün edýär.

Glikokaliks prokariotik öýjükleriň iň daşky gatlagy. Ol, köplenç, gök-ýaşyl suw otlarynda duşýar.

### Öýjük membranasy.

Öýjügiň membranasy ýa-da plazmatik membranasy, öýjügi daşky gurşawdan araçäklendirýär, oňa belli bir şekili berýär, öýjügiň içki gurşawynyň mydamalygyny saklamaklyga mümkinçilik berýär (2-nji surat).

Membrana özüniň berkligi, çeyeligi bilen häsiýetlendirilýär. Onuň galyňlygy 5-10 nm ýetýär. Öýjük membranasy gaty maýdaja



2-nji surat. Öýjügiň gurluşy:

1 – membrana; 2 – sitoplazma; 3 – ýadro





deşijekler bilen üpjün edilendir. Şeýle gurluşly membrananyň üsti bilen madda çalşygy amala aşyrylýar. Plazmatiki membrana saýlap almak häsiýetine eýedir, onuň üstünden käbir maddalar ýeňil geçirilýär. Şeýlelikde, öýjük membranasy onuň daşky gurşaw (sreda) bilen bolan madda çalşygyny sazlaşdyryp durýar.

Öýjügiň membranasyň saýlap almak häsiýeti onda daşky gurşawdan gelýän maddalary kesgitlep bilýän aýratyn himiki birleşmeleriň reseptorlarynyň bolmagy bilen esaslandyrylýar. Membrananyň düzüminde himiki reaksiýalaryň yzygiderliligini kesgitleýän köpsanly fermentler bardyr.

Bulardan başga-da öýjük membranasy goňşy öýjükler bilen birleşip, dokumanyň emele gelmegine gatnaşýar. Öýjük membranasy hereketsiz ýagdaýda bolman, elmydama tolkun görnüşli hereketde bolýar. Öýjük membranasyň örän ýuka bolmagyna garamazdan, onuň has çylşyrymly gurluşy bardyr.

Barlaglaryň görkezmegine görä, plazmatiki (elementar membrana hem diýilýär) membrananyň himiki düzümi beloklardan, ýaglardan we uglewodlardan durýar.

Elektron mikroskopyň görkezmegine görä, öýjük membranasy açyk zonany çäklendirýän iki sany dykyz gatlakdan ybaratdyr. Şeýle gurluşa ortasynda ýerleşen bimolekulýar lipid, daş we iç ýüzünde ýerleşýän belok gatlaklary gabat gelýär. Lipidiň molekulalary iki gatlagy emele getirýärler. Öýjügiň daşky gurşawyň we sitoplazmanyň suwuk ýagdaýynda bolmagy bilen baglylykda lipid gatlagynda molekulalaryň gidrofil (polýar) uçlary daş we iç ýüzüne ugrukdyrylandyr, gidrofob (polýar däl) uçlary bolsa merkeze ugrukdyrylandyr. Molekulalaryň polýar uçlary beloklaryň polýar molekulalary bilen baglanyşýar.

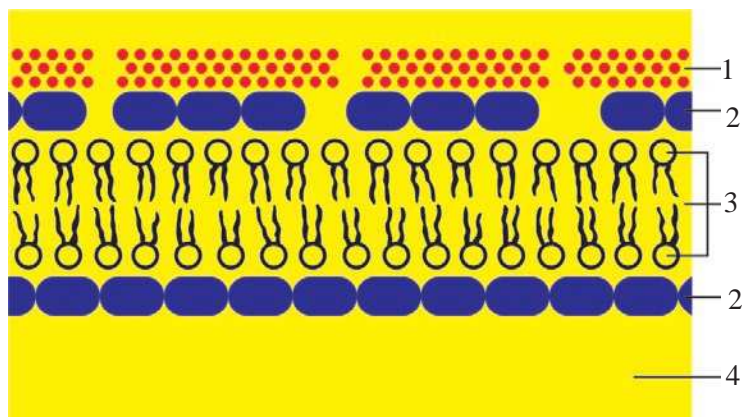
Membranada beloklaryň molekulalarynyň ýerleşişleri barada ýeke-täk pikir ýok. Käbir düşünelere görä, belok molekulalary tutuşlygyna içki we daşky gatlagy emele getirýärler.

1959-njy ýylda Robertson şol wagtky bolan materiallary jemläp, gurluşy hemme biologiki membranalara mahsus bolan «elementar membrana» hakyndaky gipotezany öňe sürdi. Ol gipoteza boýunça



onuň galyňlygy  $7,5\text{ nm}$  töweregi bolýar. Elektron mikroskopynda seredilende ol 3 gatlakdan durýar.

Membrananyň şeýle üç gatlakly görnüşi Dawson we Dz.Danieliniň (1940 ý.) hödürän nusgasyna gabat gelýär, ýagny ortada membrananyň içki we daşky üstlerinde perpendikulýar ýagdaýda ýerleşen ýaglaryň molekulalarynyň iki gatlak, içki we daşky ýüzlerinde bolsa belok molekulalary ýerleşen bolmaly (3-nji surat).



**3-nji surat.** Öýjük membranasynyň gurluşy:

(Dawson we Danieliniň nusgasy)

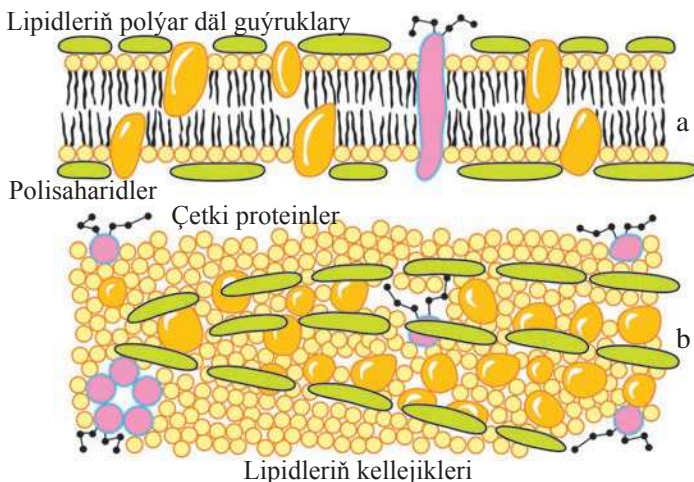
1 – membrananyň daşky gatlagy; 2 – beloklar; 3 – lipidler; 4 – sitoplazma

Ylmyň täze maglumatlaryna görä, belogyň molekulalary tutuş gatlak emele getirmän, lipidiň ikileýin gatlagyna çümen görünüşde ýerleşýärler. Beloklaryň molekulalarynyň käbirleri ýagyň molekulalarynyň arasyna çümdürilen görünüşde, käbirleri bolsa kese kesiginde tutuşlygynda ýerleşen görünüşdedir.

Singer bilen Nikolson bolsa 1972-nji ýylda membrananyň ergin-mozaiik (garyşyk) nusgasyny hödürlediler.

Bu nusgada ergin ýag gatlagynda (bisloý) beloklaryň molekulalary ýüzüp ýören görünüşde bolup, özboluşly garyşygy (mozaik) emele getirýär (4-nji surat).

Membrana amfipatik molekulaly lipidleriň iki gatlagyndan (bilipid gatlagy ýa-da bigatlak) durýar. Şonuň ýaly molekula iki bölümden – kellejikden we guýrujakdan ybaratdyr. Guýrujaklar gidrofob



**4-nji surat.** Sitoplazmatiki membrananyň gurluşy (ergin-mozaik nusgasy):  
*a* – kese kesik; *b* – ýokardan görnüşi

bolup, biri-birine bakyp durýar. Kellejik, tersine, gidrofil bolup, daşyna we öýjügiň içine gönügendir. Bilipid gatlagda proteiniň molekulary girýär. Fosfolipid fosfatidilholiniň mysalynda seredenimizde, ýag kislotalarynyň biri doýgun, beýlekisi – doýgun däl. Lipidiň molekulasynyň gapdal tarapa bir mono gatlagyň çäklerinde çalt ýaýramağa ukyply, örän seýrek ýagdaýda bir mono gatlagdan beýlekä geçýär.

Eu- we prokariotik öýjükler himiki düzümi boýunça biri-birinden düýpgöter tapawutlanýarlar (*2-nji tablisa*).

*2-nji tablisa*

### Eukariotik we prokariotik öýjükleriň himiki düzümi

Lipid	Eukariotik	Prokariotik
Holesterol	Bar	Ýok
Fosfatidiletanolamin	Bar	Ýok
Fosfatidilserin	Bar	Ýok
Fosfatidilholin	Bar	Ýok
Sfingomielin	Bar	Ýok
Glikolipidler	Bar	Ýok
Ýag kislotalary	Doýgun we doýgun däl (mono-we poli-)	Diňe doýgun ýa-da mono doýgun

**Bellik:**

1. Mikoplazmanyň membranasyňyň düzümine ekzogen sterinler girýär;
2. Ösümliklerde gliseroldan döreýän glikolipidler agdyklyk edýär;
3. Käbir sianobakteriýalarda ýarym doýgun däl ýag kislotalary bar.

Käbir proteinler membrananyň ähli galyňlygyna geçýär, sebäbi olaryň molekulasyňyň bir uýy membrananyň boşlugyna, beýlekisi – beýle tarapyna gönügen. Oňa integral (transmembran) diýip at berýärler. Beýleki proteinler şeýle ýerleşen, ýagny membrana töweregindäki boşluga molekulanyň biri gönügen, ikinji uýy bolsa içki ýa-da membrananyň daşky monogatlagynda ýatýar. Bu tipli proteinlere içki ýa-da degişlilikde daşky (käte olaryň ikisi hem ýarym integral görnüşli) proteinler diýlip atlandyrylýar. Käbir proteinler (adatça, membranadan geçýän we wagtlaýynça ol ýerde ýerleşýän) fosfolipid gatlaklaryň arasynda ýerleşip bilýär. Molekulalarynyň uýy membrana töweregindäki boşluga gönügen proteinler ol ýerde ýerleşýän dürli maddalar bilen birleşmäge ukyplydyr. Şonuň üçin hem integral proteinleriň transmembran potensialyň döremeginde ähmiýeti uludyr. Ýarym integral proteinler bilen elmydama molekulalar bagly bolup, olar gurşawlarda signaly (habary) kabul edýärler (molekulýar reseptorlar) ýa-da membranadan habary gurşawa geçirýärler. Köpsanly proteinler fermentatiw häsiýeti hem ýüze çykarýarlar. Bigatlak assimetrik ýerleşendir: her monogatlakda dürli lipidler bar, glikopeptidler diňe daşky monogatlakda ýerleşýär we olaryň uglewod zynjyry daşa gönügen. Eukariot öýjügiň membranasyndaky holesteriniň molekulasy içki gatlagynda, ýagny membrananyň sitoplazma gönügen tarapynda ýatýar. Sitohromlar daşky mono gatlakda, ATF-sintetaza membrananyň içki tarapynda ýerleşýär.

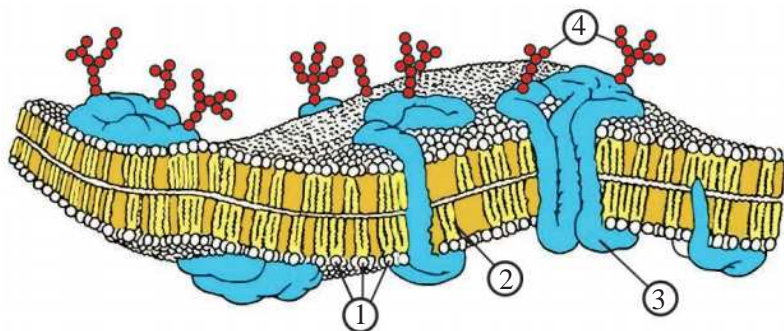
Proteinler hem lipidler ýaly lateral diffuziýa ukyply, ýöne olaryň tizligi lipid molekulalary bilen deňeşdirilende pes. Bir monogatlakdan beýlekä geçmek asla mümkin däl. Membranadaky proteinlerden iň gowy öwrenilen prokariot – gatnadyjy protein bakteriorodopsindir, ol «purpur» gatlakda ýerleşýär (*Halobacterium halobium*). Bakteriorodopsiniň spiraly lipidli bigatlagy 7 gezek kesip geçýär.



Bakteriorodopsin – munuň özi 248 aminokislota galyndysyndan we prostetik toparly hromofordan durýan polipeptid zynjyr bolup, lizin bilen kowalent baglanyşykly kwant şöhläni kabul edijidir. Şöhläniň kwanty arkaly hromofor gyjynýar, şeýlelik bilen hem polipeptid zynjyrdaky konformasion üýtgeşiklik bolup geçýär. Ol öz geziginde sitoplazmatik üstden iki protonyň süýşürilip, daşa çykarylmagyna getirýär. Netijede, membranada elektropotensial döreýär hem-de ATF sintezlenýär. Membran prokariotlarynyň içinde permafazlar bolup, olar ýolçynyň, fermentiň wezipesini ýerine ýetirip, köpsanly hadysalaryň kadaly geçmegine ýardam edýär, şol sanda ATF-iň sintezine hem gatnaşýar. Maddanyň konsentrasiýasy, has takygy, onuň ionynyň mukdary membrananyň iki tarapynda birmeňzeş däl. Şonuň üçin hem her tarapyň öz elektrik zaryady bolýar. Ionlaryň konsentrasiýasynyň dürlüligi, deňsizlikde, täsir potensialyň hem dürlüli bolmagyna getirýär.

Membranada ýerleşýän beloklaryň köpüsi fermentlerdir. Öýjükde 50 mln molekula çenli hasaplanan 10 müňe golaý dürli fermentleri we oligosaharidlerden emele gelen gapdal zynjyrlary bar (5-nji surat).

Glikoproteidleriň uglewod zynjyrjyklary, esasan hem, membrananyň daşky gatlagynda ýerleşýär; olar membrananyň özboluşly mahsus üstki häsiýetlerini kesgitleýärler. Şulardan gör-



**5-nji surat.** Sitoplazmatiki membrananyň gurluşy:

1 – fosfolipidler; 2 – lipidler; 3 – beloklar; 4 – oligosaharidlerden emele gelen gapdal zynjyrlar



nüşine görä, öýjük membranasynyň esasy strukturasyňy düzýän lipid molekulalarydyr.

### Sitoplazma

Sitoplazmanyň esasy düzümi bölegi gialoplazma (matriks), organelleler we beýleki goşundylardyr.

**Sitoplazma** – öýjük ergini ýa-da suwuklygydyr. Öýjükde sitoplazmanyň bolmagy janly tebigatyň ýene-de bir aýratynlygydyr. Sebäbi jansyz tebigatda sitoplazma bolmaýar. Funksional tarapdan sitoplazma öýjükde geçýän madda çalşygy üçin içki gurşaw bolup hyzmat edýär.

Dürli organizmlerde we dürli öýjüklerde bolmaklaryna garamazdan, hemme protoplazmalara mahsus bolan umumylyklar bar. Ol açyk ýarym suwuklyk (kolloid ergin) görnüşde bolýar. Oňa dispersion faza bolup organiki birleşmeler, beloklar, ýaglar we nuklein kislotalary hyzmat edýär. Bularyň köp bölegini (40-45%-ni) beloklar tutýar.

**Gialoplazma.** Fiziki-himiki nukdaýnazardan gialoplazma (grek. *hyalos* – çüýşe) aýratyn kolloid hasaplanýar, düzümi boýunça suwdan, ionlardan we organiki maddalaryň molekulasyndan durýar. Soňky ähli synplara – uglewodlara, lipidlere hem-de proteinlere, şeýle-de glikolipid, glikoprotein we lipoproteinlere degişlidir. Proteinleriň köpüsi fermentativ işjeňligi ýüze çykarýar. Gialoplazmada örän wajyp biokimiki reaksiýalar, meselem, glikoliz – filogenetiki in gadymy hadysa energiýanyň bölünip çykmany (grek. *glykis* – süýji, *lysis* – dargama) bolup geçýär. Onuň netijesinde alty uglerod atomly glýukoza iki sany üç uglerod molekulaly piroüzüm kislotasyna ATF-i emele getirmek bilen dargaýar.

Gialoplazmanyň molekulalary öz aralarynda tertipli görnüşde täsirleşýärler, ýöne olaryň giňişlikdäki gurluşy häzirlilikçe doly öwrenilmedik hasaplanýlar. Şonuň üçin hem häzirlilikçe diňe umumy gurluş boýunça gialoplazmanyň düzümi molekulýar derejede gurlandygyny aýtmak bolar. Hut gialoplazmada organelleler we beýleki goşundylar ýerleşendir.





## 1.7. ÝADRONYŇ GURLUŞY

**Ýadro** (lat. «*nucleus*», grek. «*karyon*») – eukariot organizmleriň janly öýjükleriniň hökmany we esasy bölegidir. Diňe käbir ýöriteleşdirilen, bölünmek häsiýetlerini ýitiren öýjüklerde (ýetişen eritrositlerde) ýadro bolmaýar. Käbir öýjüklerde bolsa (bagryň öýjüklerinde) birnäçe ýadro bolýar. Ýadroda öýjügiň we bütün organizmiň alamatlaryny kesgitleýän nesil maglumaty saklanýar. Ýadro şeýle hem madda çalşygynyň we öýjükde bolup geçýän ähli hadysalaryň merkezi bolup hyzmat edýär. Ýadrosy aýrylan öýjükler düzgün boýunça uzak ýaşamaýarlar.

**Ýadro.** Öýjüge beýleki häsiýetler bilen birlikde bölünmek häsiýeti hem mahsusdyr. Şol bir öýjükden ýene-de edil şolar ýaly öýjük emele gelýär. Enelik öýjüklere meňzeş öýjükleriň emele gelmegini üpjün etmeklik ýadronyň, has dogrusy, ondaky hromosomalaryň ýerine ýetirýän işidir.

Öýjügiň ýadrosy öýjük açylanyndan (1665-nji ýyl) takmynan iki ýüz ýyl geçenden soň, 1831-nji ýylda inlis botanigi R.Broun (1773–1858) tarapyndan açylypdyr. Ol öýjügiň sitoplazmasynda dykyz böleginiň bardygyny görüpdir, oňa ol nukleus (latynça **nukleus** – *ýadro*) diýip at beripdir. R.Broun tarapyndan ýadro açylýança öýjügiň membranasy we sitoplazmasy öýjügiň esasy bölegi hasap edilipdir.

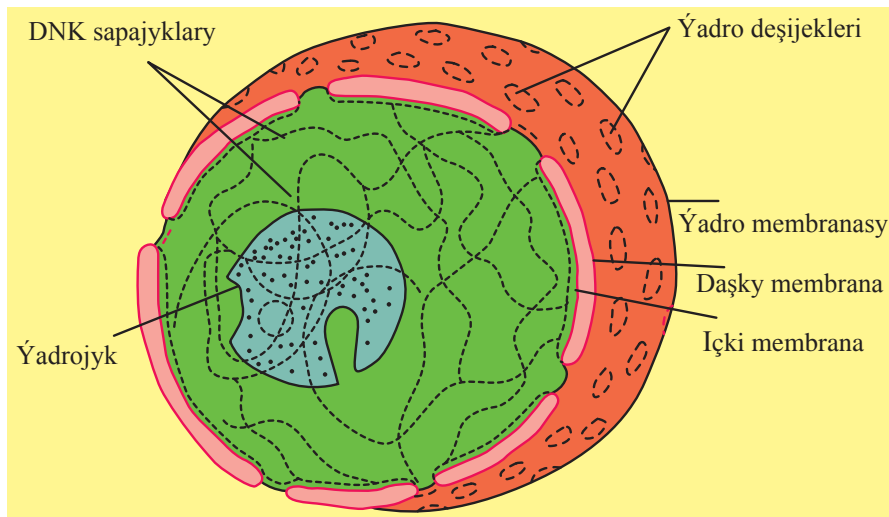
Ýadro öýjügiň esasy bölegidir.

Ýadro öýjügiň, şeýle hem tutuş bedeniň alamatlaryny kesgitleýän maglumatlaryň saklanylýan we öndürilýän ýeridir.

Şeýle hem ýadro öýjükde bolup geçýän madda çalşygyny we beýleki hadysalary sazlaşdyryp durýan merkezdir (*6-njy surat*).

Köplenç, her öýjükde bir ýadro bolýar, seýregräk ýagdaýda 2 we ondan hem köpräk ýadronyň bolmagy mümkin (bagyr öýjükleri).

Gurluşlary boýunça pes derejeli bolan käbir janly bedenlerde, ýagny bakteriýalarda we bir öýjükli gök-yaşyl suwotularynda ýadro bolmaýar. Olarda hromosomlar sitoplazmada erkin ýerleşýärler. Şular ýaly ýadrosyz öýjükleri bolan janly bedenlere **prokariotlar** diýilýär.



6-njy surat. Ýadronyň gurluşy

Öýjüginde ýadrolary bar bolan bedenlere ýadroly ýa-da **eukariot** bedenler diýilýär.

Görnüşleri boýunça ýadrolar, köplenç, togalak şekilde bolýarlar. Käbir öýjüklerde ýadrolaryň örän çylşyrymly görnüşleri hem bardyr. Meselem, olar taýajyk şekilli, orak şekilli, şahalanan görnüşli, ýasy ösüntgili bolup bilýärler. Ýadronyň şekili, esasan hem, öýjügiň şekiline we ýerine ýetirýän işine baglydyr.

Ýadronyň we sitoplazmanyň göwrümleriniň gatnaşygyna ýadro-plazma gatnaşygy (1:37) diýlip at berilýär.

Bu gatnaşygyň bozulmagynyň öýjük bölünende täsir edýän sebäpleriniň biri bolmagy mümkin diýip çaklamaklyga esas bar.

Interfaza döwründäki öýjükleriň ýadrosynyň esasy bölegini ýadro membranasy, ýadro suwuklygy (karioplazma), ýadrojklar we hromosomalar emele getirýärler.

Ýadro membranasy ýadrony sitoplazmadan çäklendirýär. Ol daşky we içki membranadan durýar. Olaryň arasyndaky boşluk **perinuklear giňişlik** diýlip atlandyrylýar.

Daşky membrananyň sitoplazma tarapy, köplenç, ribosomalar bilen örtülen we endoplazmatik toruň kanallary bilen birleşendir.





Ýadronyň içki we daşky membranalary kä ýerde goşulyşýarlar, olaryň goşulyşan ýerinde bolsa deşik emele gelýär.

**Karioteka** – endoplazmatik toruň giňelmegi we biri-biri bilen goşulmagy netijesinde emele gelýär. Şonuň üçin karioteka iki: *içki* we *daşky* gatlakdan durýar. Olaryň arasyndaky boşlugy perinuklear boşluk diýip atlandyrýarlar. Onuň ini 20-50 nm bolup, endoplazmatik toruň boşlugy bilen aragatnaşyk (geçelge) saklaýar. Sitoplazma tarapyndan daşky membrana ribosomalar bilen örtülendir.

Käýerlerde kariotekanyň içki we daşky gatlagy goşulyşyp gidýär hem-de goşulyşan ýerinde deşik emele getirýär. Deşik düýpsüz görünmeýän bolman, onuň gyalarynda protein molekulalary tertipli ýerleşýär, netijede deşikli toplum (kompleks) emele gelýär.

Deşikli toplum çylşyrymly gurluşly bolup, ol iki hatar özara baglaşan proteinli granuladan (düwürden) durýar. Öz gezeginde olaryň hersi 8 granuladan ybaratdyr we biri-birinden deň aralykda ýadro gatlagynyň iki tarapynda ýerleşýär. Ol granular ölçegleri boýunça hromosomlardan uludyr. Deşijegiň sitoplazma tarapynda ýerleşen granular osmofil bolýar we deşijegi ýapmaga ymtylýar. Deşijegiň merkezinde käte iri merkezi granula bolup, ol beýleki granular bilen arabaglanyşyk edýär (onuň ýadrodan sitoplazma transport ediji bölejik bolmagy hem mümkin). Deşik ýukajyk diafragma bilen örtülendir. Deşikli toplumda diametri 9 nm töweregi, uzynlygy 15 nm bolan kanal bardyr.

Deşikli toplumyň membranasyndan molekulalaryň we bölejikleriň transporty – ýadrodan sitoplazma we tersine, saýlanyp-seçilip amala aşyrylýar. Deşikler ýadro üstüniň 25%-ini tutup (eýeläp) biler. Bir ýadrodaky deşikleriň sany 3000 – 4000 bolup, olaryň ýygylgy ýadro bardasynda 11/1 mkm<sup>2</sup> deňdir. Ýadrodan sitoplazma, esasan, RNK-nyň sintezi üçin gerek bolan fermentler, şeýle-de olaryň işine gözegçilik ediji gormonlar geçýär. Kariotekanyň içki gatlagy köpsanly araçy filamentler bilen baglanyşyklydyr. Ählisi üýşüp, bu ýerde top-lanyp, ýukajyk plastinkany emele getirýärler. Oňa **ýadro laminasy** diýilýär. Oňa hromosomlar birigýär. Ýadro plastinkasy deşikli toplum bilen bagly bolup, ýadronyň görnüşini saklamakda ähmiýetlidir.



Deşikler ýadronyň üstüniň 25%-e çenli bölegini tutup bilerler. Sitoplazmadan ýadro: 1) RNK-nyň sintezi üçin; 2) bu sintezleriň tizligini sazlamak üçin zerur bolan ähli fermentler düşýärler.

Ýadro membranasynyň içki üsti köpsanly filamentler (filamentler – bu protein sapaklary) bilen baglanyşyklydyr. Olar bilelikde bu ýerde ýadro laminasy (örtügi) diýlip atlandyrylýan ýuka örtügi emele getirýärler.

Nukleoplazma (karioplazma) – ýadro suwuklygy kolloid görnüşinde (adadça, gel görnüşde) bolýar. Nukleoplazma boýunça dürli molekulalar gatnadylýar, onda nuklein kislotasynyň we ribosomanyň emele gelmegi üçin köpsanly dürli görnüşli fermentler bolýar.

Janly öýjüklerde nukleoplazma (karioplazma) daşyndan görlede gomogendir (ýadrojykdan başgasy). Ýagtylyk ýa-da elektron mikroskop üçin dokumany berkedip we işläp bejermenden soň karioplazmada iki görnüşli hromatin (grekçe: *chroma* – *boýag*, *reňk*): osmofil granuladan durýan, ölçegi 10–15 nm fibrilýar gurluşly galyňlygy 5 nm bolan, gowy reňklenen elektron görnüşli geterohromatin, şeýle-de aýyk, ýagty – euhromatin tapawutlandyrylýar.

Geterohromatin, esasan, içki ýadro golaý membranada ýerleşýär, ýadro plastinkalary bilen galtaşýar hem-de deşikleri aýyk goýup, ýadrojygyň töwereginde bolýar. Euhromatin geterohromatin toplumynyň arasynda ýerleşýär. Manysy boýunça aýdylsa, hromatin bu maddalaryň toplumu bolup DNK-dan, proteinden we RNK-dan durýar, gatnaşygy: 1:1, 3:2. Her hromosomyň esasy DNK emele getirýär, onuň molekulasy burum-burum (spiral) şekillidir. Ol dürli proteinler bilen gurşalandy, içinde giston we giston däl görnüşleri bar. DNK-nyň proteinler bilen birleşmeginde dezoksinukleoproteid (DNP) emele gelýär.

Ýadrojyklar ýadronyň düzüminde mydamalyk saklanmaýarlar, olar öýjügiň bölünmeginiň başlarynda ýok bolup, soň ýene-de emele gelýärler. Ýadrojyk güýçli reňk alýar. Ýadrojygyň düzümine protein, RNK girýär. Ýadrojyk ribosomanyň düzümine girýän RNK-nyň sintezine gatnaşýar diýip çak edýärler.

Ýadrojyklaryň emele gelmegi hemra hromosomlaryň ikilenç guşaklyklary (ýadrojygyň guramaçylary) bilen bagly bolýar.



Käbir janly öýjüklerde, aýratyn hem, ösümlük öýjüklerinde öýjükler berkidilenden we reňklenenden soň syn edilende ýadronyň içinde dürli reňkleýjiler bilen gowy reňklenýän dykyz maddanyň bölekleri ýüze çykarylýar. Bu häsiýeti sebäpli ýüze çykarylan düzüm bölegi hromatin diýlip atlandyrylypdyr (Flemming, 1880 ý.).

Güýçli reňklenýän hromatin – *geterohromatin*, gowşak reňklenýän hromatin bolsa *euhromatin* diýlip atlandyrylýar.

Hromatin, esasan, DNK-dan, beloklardan, şeýle hem RNK-nyň biraz mukdaryndan ybarat.

Hromatinlerden hromosomlar emele gelýär.

## **1.8. HROMOSOMLAR BARADA UMUMY DÜŞÜNJE**

Eukariot öýjükleriň ýadrosynyň düzüm bölekleriniň biri hem **hromosomlardyr**. Hromosomlar XIX asyryň 70–80-nji ýyllarynda birnäçe alymlar tarapyndan beden (somatik) öýjüklerinde mitoz bölünişigi öwrenilende ýüze çykaryldy.

Ýadronyň bu düzüm bölegine nemes alymy W.Walderiniň teklibi bilen 1888-nji ýylda «hromosom» diýlip at berildi. Bu at iki sany grek sözünden («*chroma*» – *reňk*, «*soma*» – *beden*) emele gelip, «reňklenýän beden» diýen manyny aňladýar. Hromosomlar ýadronyň öz-özünü öndürýän nesil materialydyr. Olarda nesil alamatlarynyň birligi bolan genler ýerleşýärler.

Hromosomlaryň himiki düzümi beloklardan we nuklein turşularyndan ybarat.

Eukariot bedenlerde DNK-nyň köp bölegi dürli beloklar bilen gurşalan. DNK bilen bilelikde toplumlaýyn gurluşy hromatini emele getirýärler. Hromatiniň düzümine DNK-nyň örän uzyn iki zynjyr görnüşli molekulalary we beloklar – gistonlar hem-de RNK-nyň biraz mukdary girýär.

DNK-nyň we giston-beloklaryň toplumy 1:1,3 gatnaşykda bolýar. Ýagtylyk mikroskopynda inçe sapajyklar, bölejikler, dänejikler görnüşinde bolýar.

Hromosomda DNK gistonlaryň kömegi bilen ýörite yzygider gaýtalanýan gurluşlara – nukleosomalara gaplanýar. Nukleosomalar hro-



mosomda hromatin halkalary görnüşinde ýerleşýän fibrillere gaplanan. Hromatida hromatin sapaklaryndan düzülýär.

Hromosomlaryň doly däl çözülmesinde interfaza ýadrosynda toplanan (kondensirlenen) hromatiniň bölümleri görünýär (kähalatda geterochromatin diýlip atlandyrylýar).

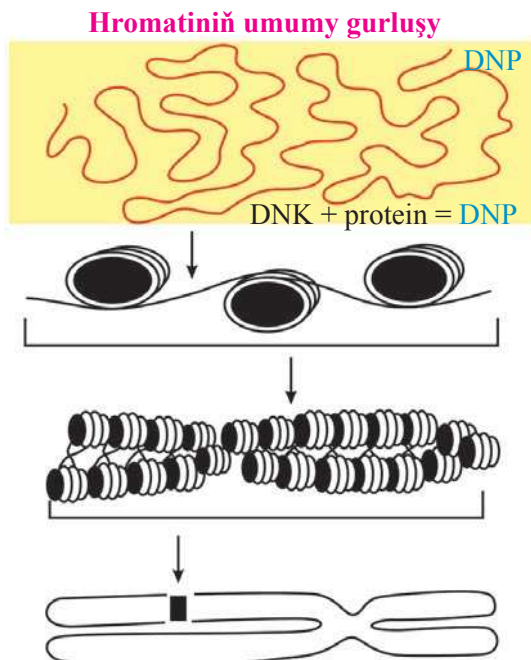
Hromosomda DNK-nyň molekulasy tertipli ýerleşen. Meselem, eger-de biz 1 *mln* nukleotidleri bir ugurda ýerleşdirsek, ol çyzgyda bary-ýogy 0,34 *mm* uzaklygy alar. Tygşytly ýerleşdirmegiň hasabyna göwrümi 10-15 *sm*<sup>3</sup> aralykda bolar. Adamyň hromosomynyň uzynlygy uzaldylan-ýazylan görnüşde 5 *sm*-e deň, ähli hromosomlaryň uzynlygy 170 *sm* töweregi, olaryň agramy bolsa 6.1012 *g*.

DNK-nyň giston-proteinler bilen utgaşmagynda nukleosomalar emele gelýär, olar hromatiniň gurluş birligi hasaplanýar. Nukleosomalar monjugy ýatladýar, diametri 10 *nm*, 8 molekula gistondan (iki molekulaly gistonlardan – HA, H2B, H3 we H4) durup, olaryň töwereginde DNK-nyň towlanan bölegi ýerleşýär, özem 146 jübüt nukleotiddan ybarat. Nukleosomalaryň arasynda DNK-nyň linker zolaklary bolup, 60 jübüt nukleotidlerden durýar, H1-giston bolsa goňşy nukleosomalar bilen özara gatnaşygy üpjün edýär. Nukleosomalar – DNK-nyň birinji derejeli ýygnaşmagydyr.

Hromatin – fibril görnüşinde, galyňlygy 30 *nm* töweregi bolup, hersi 0,4 *mkm* uzynlykdaky halkany emele getirýär. Onda 20 000-den 30 000-e çenli jübüt nukleotidler bolýar we olar öz gezeginde has hem jebis ýerleşýärler hem-de metafazadaky hromosom ortaça 5 x 1,4 *mkm* ölçege deňdir.

Bölünýän ýadroda DNP-niň örän ýokary derejede şahalanýandygy (towlanýandygy) sebäpli, ýagtylyk mikroskopynda seredilende has aýdyň görünýär. Her hromosom DNP-niň uzyn bir molekulasyndan emele gelýär (7-*nji surat*).

Metafazaly hromosom iki sany merkezleşdirilip bileleşdirilen doganlyk hromatidalaryndan durýar. Olaryň hersi DNK-nyň yzygiderli aýlawly ýerleşen bir molekulasyňy saklaýar. Eu- we geterochromatin zolaklar şahalanyp ýokary derejeli ýagdaýda emele gelende, belli bir kanunalaýyklyk boýunça döreýär, ýagny hromatida gezekleşýän



**7-nji surat.** DNK-dan hromosomyň emele gelşi

kese zolaklary emele getirýär. Ony ýörite reňklemegiň netijesinde kesgitläp bolýar. Hromosomyň üsti dürli molekulalar, esasanam, ribonukleoproteinler (RNP) bilen örtülýär. Somatiki öýjüklerde her hromosomyň iki nusgalygy bar, olar gomologlar (gomologiki) diýlip atlandyrylýar. Olar uzynlygy, görnüşi, gurluşy, zolaklarynyň ýerleşşi boýunça birmeňzeş, şol bir görnüşli genleri özünde saklaýar. Gomologiki hromosomlar özünde saklanýan allel genleri boýunça tapawutlanyp bilýärler. Gen – bu DNK-nyň molekulasyňyň bölegi bolup, ol ýerde RNK-nyň işjeň molekulasy sintezlenýär. Adam hromosomasynda bolýan gen öz düzüminde iki million jübüte çenli nukleotidleri saklap bilýär.

Şeýlelikde, hromosomlar DNK-nyň goşa (jübüt) zynjyry bolup, çylşyrymly gurluşly protein ulgamy bilen örtülendir. DNK-nyň bir bölegi bilen giston baglydyr. Olar ony ýapyp ýa-da boşadyp hem bilýärler. Birinji ýagdaýda hromosomyň zolagy RNK-ny sintezläp bilme-



ýär, ikinji ýagdaýda sintez geçýär. Bu öýjügiň işjeňlik ýagdaýynyň görnüşi bolup, genleriň depressiýasynyň we repressiýasynyň geçmegi bilen baglydyr. Şeýle dolandyrylyşyň başga görnüşleri hem bar.

Hromosomyň käbir bölekleri proteinler bilen elmydama gursalan görnüşde galýarlar, şeýle öýjükde hiç haçan RNK-nyň sintezi bolup geçmeýär. Olary blokirlenen (gabalan) hasaplamak mümkin. Blokirlenmegiň tilsimi dürli-dürlüdür. Adatça, şeýle bölekler güýçli derejede şahalanýar we diňe gistonlar bilen örtülmän, beýleki has iri molekulaly proteinler bilen hem gurşalýar.

Şahalanmadan boşadylan hromosomyň bölegi mikroskopda görünmeýär. Diňe gowşak derejede nukleoplazmada ýüze çykýan gомogen bazofiliýa DNK-nyň barlygyndan habar berýär; ony şeýle-de gistohimiki usul arkaly ýüze çykarmak mümkin. Bu zolaklar euhromatin toparyna degişli edilýär. Käbir güýçli şahalanan DNK toplumlar we ýokary molekulýar proteinler reňklenende geterohromatiniň uly bölegi (dişi) hökmünde saýlanýar. Hromosomlar kariotekanyň içki gatlagyna – ýadro lamina bekedilen bolýar.

Kislotalaýyn işjeň öýjükde hromosomlar RNK-nyň sintezini üpjün edýär, soňlugy bilen proteiniň sintezine hem gatnaşýar. Şeýlelikde, genetiki habary okamaklyk amala aşyrylýar, ýagny transkripsisiýa geçýär. Hemme hromosom bu hadysa gös-göni gatnaşmaýar. Hromosomyň dürli bölekleri dürli RNK-ny sintezleýär. Aýratynam, ribosom RNK-ny sintezleýän (rRNK) bölegi tapawutlandyrýarlar, ony ähli hromosomlar ýerine ýetirmeýär. Bu zolaklar «ýadrojygy gurnajylyk» diýlip atlandyrylýar. «Ýadrojygy gurnajylyk» halka emele getirýärler. Halkanyň ýokary tarapy biri-birini çekýär, bile duş gelýär. Şeýlelik bilen ýadronyň gurluşy kemala gelýär, ol ýadrojyk diýlip atlandyrylýar. Onda üç komponenti tapawutlandyrýarlar. Gowşak reňklenen komponent hromosomyň halkasyna gabat gelýär, fibrillýar – transkribirlenen rRNK we globulýar – ribosomanyň başlangyjy hasap edilýär.

Ýadrojyklar ýagtylykly mikroskopda görünýär. Öýjügiň işjeň ýagdaýyna baglylykda ýadrojygy emele getirijileriň birden az mukdary, birdenem köp mukdary gatnaşýar. Käte olaryň toparlanmasy bir



ýerde däl-de, köp ýerde hem geçip biler. Beýle ýagdaýlarda öýjük-de birnäçe ýadrojyklary görmek bolýar. «Ýadrojygy gurnaýjylaryň» işjeň sebitinde olary diňe bir elektron mikroskoplaryň kömegi bilen saýgarman, şeýle-de ýagtylyk-optiki enjamda-da (kümüş ulanylyp ýerine ýetirilýän usulda) görmek bolýar.

Ýadrojykdan ribosomanyň başlangyçlary deşijekli toplum tarapa süýşýär. Deşijekden geçende ribosomyň kämilleşmegi dowam edýär.

Hromosomlar öýjükde ähli madda çalşygyny sazlaýjy iň esasy komponenti hasaplanylýar: islendik metabolitik hadysa fermentleriň gatnaşmagynda geçýär, fermentler bolsa elmydama protein gurluşlydyr, proteiniň sintezi diňe RNK-nyň gatnaşmagynda mümkin bolýar.

### Hromosomlaryň sany

Bir görnüşe degişli bolan ähli janly bedenler özünde hromosomlaryň birmeňzeş sanyny saklaýar, ýöne dürli görnüşlerde hromosomlaryň sany dürlüdür. Meselem, towugyň bedeniniň öýjüklerinde hromosomyň sany 78.

Itde – 22.

Mekgejöwende – 20.

Soganda – 16.

Derýa leňňejinde –  $\approx 200$ .

Adamda – 46.

Genler birleşip, hromosomlary emele getirýärler. Şonuň netijesinde mitozdan soň emele gelyän iki sany öýjügiň arasynda hromosomlaryň paýlanyşygy aňsatlaşýar.

Her bir hromosom özünde köp genleri saklaýar. Adamda 40 müňe golaý genleriň sany bar, hromosomlaryň sany bolsa 46. Şeýlelik bilen, käwagt adamyň tohumlanan ýumurtga öýjügi ikä bölünýär. Şonuň netijesinde bir ýumurtga öýjüginde ekizler dogulýar. Bu ekiz, köplenç, bir jynsa degişli bolup, bir-birine örän meňzeşdirler. Olaryň genleri we hromosomlary meňzeşdir. Nesle geçijiligi we bedeniň ösüşine daşky gursawyň edýän täsirini öwrenmek üçin bir ýumurtga öýjükli ekizleriň ähmiýeti uludyr.



Mundan başga-da iki sany bir pursatda tohumlanan ýumurtga öýjüklerden hem ekizler doglup bilýär. Sonuň ýaly ýagdaýa dürli ýumurtga öýjükli ekizler diýilýär. Bu ekizler erkek ýa-da gyz doganlar ýaly, bir-birine meňzeş bolan bir jynsly ýa-da dürli jynsly bolup bilerler.

Hromosomda, takmynan, 900-e golaý genler ýerleşip biler. Ýöne hromosomlaryň uzynlygy deň däl we hromosomdaky genleriň sany onuň uzynlygyna baglydyr.

Her hromosom DNK-nyň bir sany ägirt uly iki zynjyrly, hromosomy tutuş eýeleýän molekulasyny saklaýar. Eger bir öýjügiň ähli DNK-syny bir çyzyk boýunça uzynlygyna çeksek, onda onuň uzynlygy 1,74 m bolardy. Bir adamyň ähli DNK-syny çyzyk görnüşinde çeksek, onda Ýer şaryny ekwator boýunça üç gezek aýlanyp çykmak mümkin. Şonuň üçin öýjükleriň ýadrolarynyň hromosomlary DNK-nyň güýçli dykyzlaşan (toplanan) gurluşlary görnüşinde bolmaly.

Interfaza döwründe hromatin ýagtylyk mikroskopda inçe sapaklar, bölejikler, dänejikler görnüşinde ýüze çykýar.

Mitoz hadysasynda hromatin spirallaşyp, gowy görünýän güýçli reňklenýän gurluşy – hromosomy emele getirýär (8-nji surat).



**8-nji surat.** Interfaza (ýokarda) we metafaza döwrüniň hromosomlarynyň görnüşü. Hromosomlaryň gurluşynyň çyzgysy. Aşakda özbaşdak metafaza hromosomyň elektron-mikroskopiki görnüşü





Nukleosomalaryň toplumynyň bar ýeri has gowşak reňk alýar, şol has goýurak reňk alýan ýerine *hromomer* diýilýär. Beýleki inçe ýerleri reňki gowsak alýar, sonuň üçin hem çala reňklenýär. Hromosomlaryň iri, kiçi, iň inçe bölegine mikrofibriller diýilýär. Fibril – süýümjik ýa-da DNK-nyň sapajygydyr diýilmekdir. Nukleosomalar hromatiniň esasy gurluş birligidir.

Hromosomlaryň belli bir işi ýerine ýetirişine görä, olary iki ýagdaýda ýüze çykarypdyrlar:

- 1) Işjeň hromosomlar, olara dekonsensirlenen ýa-da despirallaşan (spiral däl) görnüşi diýilýär.
- 2) Işjeň däl hromosomlar, olara kondensirlenen ýa-da spirallaşan görnüşi diýilýär.

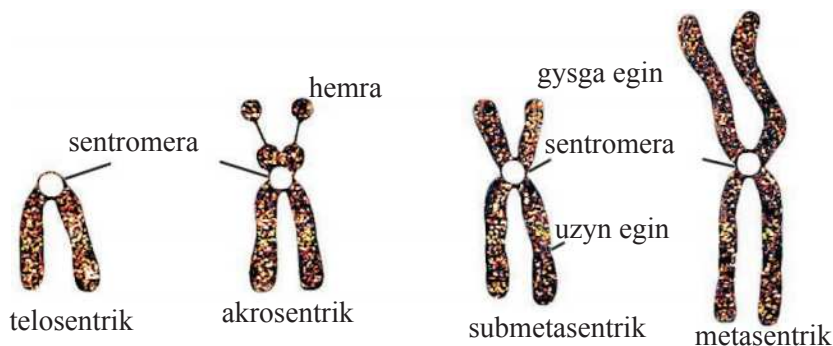
Spirallaşan ýagdaýyna başgaça mitotik döwri diýilýär. Sebäbi mitoz döwründe hromosomlar spirallaşýar, gysga we ýognaşan görnüşde bolýar. Şol döwrüne hromosomyň işlemeýän ýagdaýy diýilýär.

Dekonsirlenen, despirallaşan görnüşi, ýagny işleýän ýagdaýy, ol interfaza döwründäki ýagdaýy. Şol döwürde (interfaza) hromosomyň ikilenmegi, ýagny DNK-nyň ikilenmegi bolup geçýänligi sebäpli işleýän ýagdaýy diýilýär. Oňa reduplikasiýa diýilýär.

Spirallaşan ýa-da kondensirlenen (toplanan) görnüşi näme üçin spirallaşýar? Ol mitoz bölünişigi bolanda iki sany hromosomlaryň emele gelmegi, olaryň deň bölünmegi üçin ähmiýeti bardyr. Hromosomlar ikilenende olar iki sany sapajykdan emele gelýär, şol iki sany sapajyga hromatidler diýilýär. Spirallaşan görnüşinde hromosomlar gysga we ýogyn bolýar.

Hromosomlar öýjük bölünende genetiki materiallaryň deň bölünmegini üpjün edýär. Hromosom iki sany hromatidlerden ybarat bolýar. Sentromerlere başgaça guşaklygy hem diýilýär. Öýjügiň mitoz bölünişiginde şol sentromerlere ahromatin sapajyklar birleşýär.

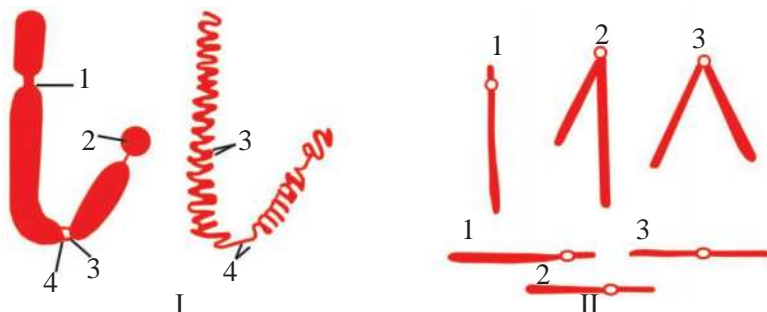
Hromosomyň sentromerleri ýerleşişine görä birnäçe görnüşlere bölünýär. Eger-de sentromerasy hromosomyň edil merkezinde ýerleşen bolsa, onda oňa deň eginli ýa-da **metasentriki hromosomlar** (9-njy surat) diýilýär.



**9-njy surat.** Hromosomlaryň metafaza döwründe sentromeriniň ýerleşişine baglylykda görnüşleri

Eger-de sentromeri hromosomyň bir tarapyna ýakynrak bolup, onda bir egni uzynrak, beýleki egni gysgararak bolsa, onda ol hromosomlara **submetasentriki** ýa-da **eginleri deň däl hromosomlar** diýilýär.

Käbir hromosomlarda sentromeri hromosomyň bir gyrasynda ýerleşen bolsa, oňa taýajyk şekilli ýa-da **akrosentriki hromosomlar** diýilýär. Hromosomyň iki tarapdaky uçlaryna **telomerleri** diýilýär. Käbir ýagdaýlarda hromosomyň egni bir tarapda bolanok, ýagny sentromerasy telomerinde ýerleşýär, onda oňa **telosentriki hromosom** (10-njy surat) diýilýär. Telomerler hromosomlaryň birleşmeklerine, ýelmeşmeklerine päsgel berýärler, sonuň üçin hromosomlaryň özbaşdaklygyny üpjün edýär. Diýmek, hromosomlaryň uçlary ýöriteleşdirilen.



**10-njy surat.** Hromosomlaryň gurluşy we onuň görnüşleri



## I – hromosomyň gurluşy:

- 1) ikilenji bogun;
- 2) hemra;
- 3) bölünüş ýumagynyň sapagy;
- 4) sentromera, uly we kiçi spirally  
iki sany hromosom.

## II – hromosomlaryň dürli görnüşleriniň şekili:

- 1) akrosentrik;
- 2) submetasentrik;
- 3) metasentrik.

Käbir hromosomlarda has inçelen ikinji guşaklyk hem döreýär. Ikinji guşaklygyň ahyrky bölegine **hromosomyň hemrasy** diýilýär. Hromosomlar öýjügiň ýadrosynda tertipsiz görnüşde ýerleşen.

## 1.9. KARIOTIP. IDIOGRAMMA. HROMOSOMLARYŇ KANUNALAÝYKLYKLARY

Görnüşleriň beden öýjükleriniň ýadrosyndaky hromosomlaryň ululyklary, sany, görnüşi boýunça tapawutlanýan diploid toplumyna **kariotip** (grek. «**karion**» – *ýadro*, «**tipe**» – *görnüş*) diýilýär. Bu adalgany 1924-nji ýylda rus sitology G.A.Lewitskiý ylma girizdi. Adamyň kariotipi 46 sany ýa-da 23 jübüt hromosomlardan ybaratdyr (*11-nji surat*).

Her bir görnüşiň öýjüklerinde şol görnüşe mahsus bolan hromosomlaryň belli bir sany, olaryň gurluş aýratynlyklary bardyr. Her bir görnüşiň kariotipi ony beýleki görnüşlerden tapawutlandyryjy esasy alamatydyr.

1. Hromosomlaryň belli bir sanynyň bolmagy **hromosomlaryň sanynyň mydamalygy** diýlen kanunalaýyklygy emele getirýär. Meselem, öý siňeginiň öýjügininiň ýadrosynda 12, gyzzyrma plazmodiýasynda (*Plasmodium malaria*) – 2, şimpanzede – 48, kepderide – 80, nohutda – 14, mekgejöwende – 20, adamda bolsa – 46 hromosom bardyr.

2. Her bir görnüşiň hromosomlarynyň jübüt-jübüti deňdir. Bu bolsa hromosomlara degişli ikinji kanunalaýyklygy – hromosomlaryň jübütleşme düzgünini esaslandyrýar. Her bir jübütleşen hromosomlara gomologiki hromosomlar diýilýär. Ol hromosomlaryň ululyklary, görnüşleri, sentromerleriniň ululyklary we genleriniň ýerleşýän ýerleri hem meňzeşdir.



3. Her bir jübüt hromosom öz aýratynlygy bilen tapawutlanýar. Bu bolsa hromosomlaryň özboluşlylyk düzgünini ýüze çykarýar.

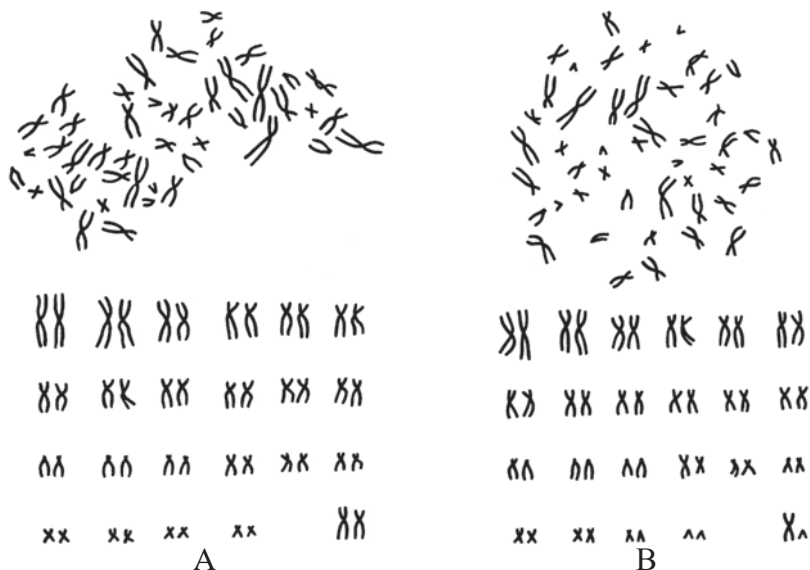
Janly bedenleriň yzygiderli köpelişinde hromosomlaryň sanyň mydamalygy, jübütligi, özboluşlylygy saklanýar. Şeýle ýagdaý öýjükler köpelende hromosomlaryň autoreproduksiýa (öz-özünü öndürmek) başarnygyna esaslanandyr. Şunlukda, bir öýjükden öýjük emele gelende, hromosomdan hromosom emele gelýär.

4. Hromosomlaryň şeýle häsiýetine esaslanyp, hromosomlaryň yzygiderligi diýlen düzgün emele gelýär. Ýokarda aýdyşymyz ýaly, beden öýjükleriniň hromosomlary jübüt-jübütler. Beýle diýildigi ýadroda hromosomlar iki sany birmeňzeş ýygynydan – toplumdan durýar diýiligidir. Şonuň üçin hem, öýjügiň hromosomlar toplumyna ikileýin toplum, ýagny **diploid toplum** (grekçe «**diplosika-siýa**» – *jübüt*) diýilýär. Ýarysyna bolsa **gaploid** (grekçe «**haploos**» – *ýönekeý*) toplum diýilýär. Ylymda gaploid toplum **n** – harpy bilen diploid toplum bolsa – **2n** bilen belgilenýär. Meselem, adamda  $n=23$ ;  $2n=46$ . Janly bedenleriň beden öýjüklerinde hromosomlaryň –  $2n$  toplumu, jyns öýjüklerinde bolsa –  $n$  toplumu bolmaly.

Enelik we atalyk jynsly organizmleriň somatiki öýjükleriniň hromosomlar toplumu deneşdirilip göründe, olaryň bir jübütiniň tapawutlanýandygy bellenildi. Şol jübüte **jyns hromosomlary** ýa-da **geterohromosomlar**, galanlaryna bolsa **autosomalar** diýilýär.

Adamyň kariotipi 46 hromosomdan ybarat. Adamyň kariotipini öwrenmek üçin süňk ýiligiň öýjüklerini ýa-da periferiki ganyň leýkositlerini alýarlar. Çünki olary almak aňsat bolýar. Ilki kolhisin goşup, öýjükleriň bölünmegini togtadýarlar. Soňra bolsa ony gipotonik ergin bilen işleýärler. Ol hromosomlary biri-birinden aýrylyşdyrýar. Hromosomlaryň toplumyny has takyk öwrenmek üçin olary ululygyndan kiçiligine çenli jübüt-jübütünden ýerleşdirýärler.

Bu jyns hromosomlaryna degişli däldir. Olary aýratyn alýarlar. Oňa **idiogramma** diýilýär (grekçe «**idios**» – *aýratyn, hususy, özboluşly, meňzeş*, «**gramma**» – *ýazgy*) (*11-nji surat*). Idiogramma adalgasyny we ony düzmeklik ilkinji bolup S.G.Nawaşin (1857–1930) tarapyndan hödürlendi. Idiogramma 1960-njy ýyldaky Denwer klassifikasiýasyna



**11-nji surat.** Adamyň kadaly kariotipi:

A – aýallar; B – erkekler

(Ýokarda hromosomlaryň toplumlary, aşakda idiýo görkezilen)

laýyklykda hromosomlary boýunyň uzynlygyna uludan-kiçä tarap, tertipli yzygiderlilikde jübüt-jübütdeň ýerleşdirilýär.

Idiogrammada iň uly hromosom birinjidir. Iň kiçisi bolsa 22-nji jübütdir. 23-nji jübüt bolsa jyns hromosomlarydyr. Olar erkek adamda bir uly submetasentrik we bir kiçi akrosentrik hromosomlar bilen berlendir. Olar **XY** belgi bilen bellenilýär. Aýallarda bolsa iki sany uly submetasentrik hromosom bolup, ol **XX** belgi bilen bellenilýär.

Şeýlelikde, hromosomlaryň sanynyň mydamalygy, özboluşlylygy, öz-özünü öndürmegi, öýjükleriň yzygiderli nesillerinde üznüksizligi, olaryň biologiki ähmiýetiniň örän uludygyny görkezýär.

## **1.10. ÖÝJÜGIŇ ORGANOIDLERI**

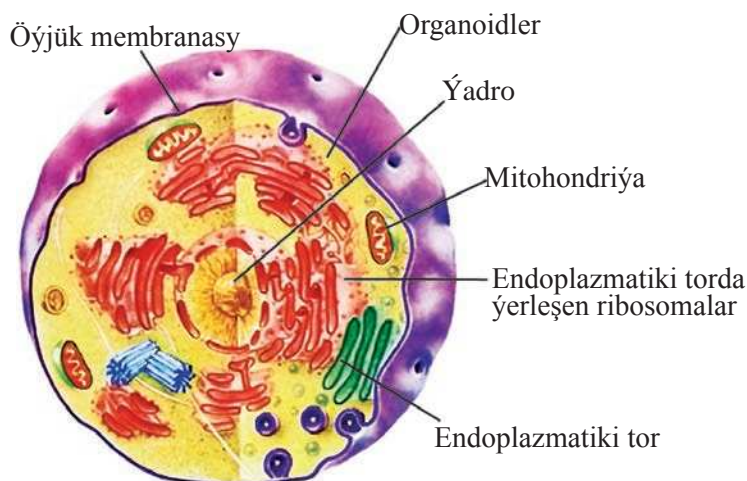
**Organoidler** diýlip, sitoplazmanyň aýry düzüm böleklerine, ýagny ultramikroskopik derejede gurlan we öýjügiň anyk işini ýerine ýetirýän, ýaşaýşy üpjün edýän we goldaýan organoidlere aýdylýar. Olara hususan-da, öýjükde energiýa çalşygyny, sintez hadysalarynyň



geçmegini, maddalaryň transportyny üpjün etmek we beýlekiler degişlidir.

Ähli öýjüklere mahsus bolanlara *umumy häsiýetli organoidler*, diňe käbir ýörite öýjüklere mahsus bolan organoidlere *ýöriteleşdirilen organoidler* diýilýär. Biologiki membranalaryň düzümine organoidleriň girýändigini ýa-da girmeyändigini boýunça – membranalary we membranalary däl organoidler tapawutlandyrylýar.

Umumy häsiýetli bolan organoidlere mitohondriýalar, endoplazmatiki tor, ribosomalar, öýjük merkezi, Goljiniň toplumy (kompleksi), lizosomalar, plastidler, mikroturbajyklar degişlidir (*12-nji surat*).



**12-nji surat.** Haýwan öýjüginin umumy gurluşy

Ýöriteleşen organoidlere, meselem, ýygrylmany-ýazylmany üpjün edýän myşsa süýümleri – miofibriller we oýanyşy geçirýän nerv süýümleri – neýrofibriller degişlidir.

### Membranalary organoidler

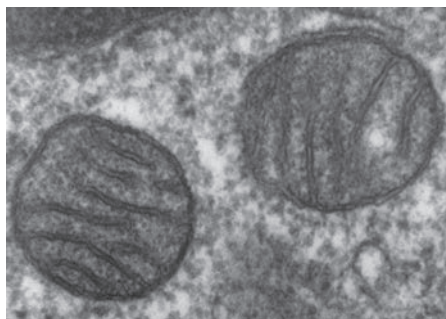
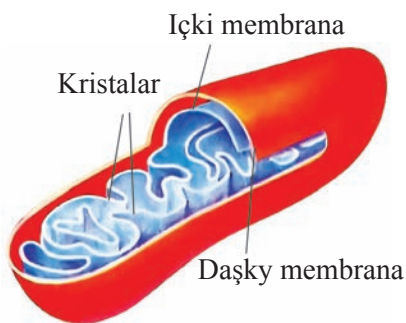
Membranalary organoid sitoplazmanyň düzümi bölegi bolup, membrana bilen çäklendirilendir. Şonuň üçin hem onuň içinde giaplazmadan çäklendirilen boşluk emele gelýär. Sitoplazma şeýlelik bilen öz häsiýetine görä aýratyn böleklerden durup, aýry-aýry **kompartmentlere** bölünendir. Eukariotik öýjükde kompartmentiň bol-



magy onuň esasy aýratynlygynyň biridir. Membranaly organoidlere: mitohondriýa, endoplazmatik tor (EPT), Goljiniň toplumy, lizosoma we peroksisom degişlidir. Käbir awtorlar umumy organoidleriň hataryna mikroworsinkalary (mikroiýmit sorguç) hem degişli edýärler. Mikroworsinkany käte öýjügiň ýörite organoidlerine degişli edýärler, ýöne olar adatda ähli öýjük diwarynda duşup, sitoplazmanyň üst toplumy bilen bilelikde ýazylýar. K.de Dýuw atly alym EPT, Goljiniň toplumyny, lizosomany we peroksisomany bir düşünje bilen – **wakuom** diýip aňladypdyr.

### Mitohondriýalar

Mitohondriýalar (grek. «*mitos*» – *sapajyk*, «*chondros*» – *dänejik*) ähli eukariot öýjüklerinde tapyldy. Adyndan belli bolşy ýaly, ýagtylyk mikroskopynda taýajyk, sapajyk, ownujak görnüşde (formada) bolýarlar. Olaryň ululyklary deň däl, taýajyk görnüşlisiniň uzynlygy 7 *mkm*, sapajyk görnüşindäki 50–5000-e çenli ýetýär (13-nji surat).



**13-nji surat.** Mitohondriýalaryň gurluşynyň şekili we elektron mikrosuraty

Mitohondriýanyň diwary iki sany gatlakdan, ýagny daşky we içki gatlakdan durýar. Daşky gatlagy tekiz ýylmanakdyr. Içki gatlagy plastinkalar ýa-da turbajyklar şekilli ösüntgileri – kristalar ýa-da germewleri emele getirýär. Olar mitohondriýanyň içini kesiklere bölýärler. Kristalaryň aralary birmeňzeş açyk maddalardan doldurylandyr. Oňa *mitohondriýanyň matriksi* diýilýär. Matriksde ribosomalar we DNK duş gelýär. Elektron mikroskopda bu DNK-nyň iki inçejik zynjyr sapajykdan emele gelen halka görnüşli formasy bar.





Onda mitohondriýanyň belogynyň kody saklanýar. Içki membranada ATF-iň sintezine jogap berýän fermentler ýerleşýär. Mitohondriýanyň esasy funksiýasy öýjügi energiýa bilen üpjün etmek. ATF maddasyny sintezlemek üçin gerek bolan energiýa organiki birleşmeleriň gatnaşmagynda işlenip çykarylýar:



Şonuň üçin hem bu organoida *energetiki stansiýasy* ýa-da *dem alyş organoidi* hem diýilýär. Mitohondriýalar bölünmek ýoly bilen köpeliýärler. Öýjük bölünende mitohondriýalar emele gelen öýjüklere deňräk geçýär.

Mitondriýalar öýjügiň dem alyş, madda çalyşma hadysasyna gatnaşýar we energiýany öýjügiň beýleki düzümleriniň hem ulanmagy üçin amatly görnüşe geçirýär. Şonuň üçin hem mitohondriýa «öýjügiň energetik stansiýasy» diýlip düşünilýär.

Mitohondriýa beýleki organoidlerden tapawutlykda hususy genetiki ulgamyna eýedir. Ol öz-özünü gaýtadan döretmäge we proteinleriň sintezini geçirmäge ukyplydyr. Olaryň öz DNK-sy, RNK-sy we ribosomalary bolup, şonuň bilen hem beýleki ýadrolardan we hususy öýjügiň sitoplazmasynyň başga bölümlerinden tapawutlanýarlar. Şol bir wagtda-da mitohondrial DNK, RNK we ribosomalar prokariotik janly bedenler bilen örän meňzeşdirler. Bu hadysa alymlar tarapyndan simbiotik gipotezanyň işlenip düzülmegine itergi berdi. Oňa laýyklykda mitohondriýa (we hloroplast) simbiotik bakteriýadan döräpdir (L.Margulis, 1986 ý.). Mitohondrial DNK halka şekillidir (edil bakteriýadaky ýaly), onuň paýyna öýjügiň DNK-synyň 2%-i degişlidir.

Mitohondriýa (we hloroplast) öýjükde binar bölünme usuly boýunça köpeliş biler. Şeýlelik bilen, ony öz-özünü gaýtadan döretmäge ukyply organella hasaplamak bolýar. Şonuň bilen bir hatarda onuň DNK-synda saklanýan genetiki maglumat öz-özünü proteinli derejede gaýtadan döretmäge doly mümkinçilik bermeýär. Ol proteinleriň köpüsi ýadrodaky genler bilen kodlanýar we gialoplazmadaky mitohondriýa düşýär. Şonuň üçin hem mitohondriýany öz-özünü gaýtadan döretmek ukyby boýunça **ýarym awtomat gurluş** hasaplaýarlar. Adamda we beýleki süýdemdirijilerde mitohondrial genom çaga eneden geçýär, to-





humlanma bolanda spermatozoidiň mitohondriýasy jyns öýjüğine girmeyär. Göräýmäge, bu ýagdaý arassa nazary garaýyş bolsa-da, soňky ýyllarda ol amaly taýdan ulanylyşy tapdy. Mitohondriýada DNK-nyň yzygiderligini öwrenmek aýal tarapyndaky genealogiki baglylygy tapmaga, derňemäge mümkinçilik berdi. Ol, esasan, şahsyýeti tapawutlandyrmaga – anyklamaga kömek edýär. Taryhy-etnografiki deňeşdirme geçirmäge hem mümkinçilik döredýär. Mysal, gadymy mongol ýazgylarynda bu milletiň üç şahasynyň üç eneden gözbaş alýanlygy aýdylýar. Mitochondrial DNK-nyň barlagy onuň hakykatdanam şeýledigini subut etdi. Sebäbi her şaha degişli wekilleriniň öz aýratyn häsiýetleri, keşpleri bolup, beýleki taýpa aslynda meňzemeýär. Mitohondriýanyň esasy häsiýetleri we işi hem-de gurluş düzümi bölegi 3-nji tablisada getirilýär.

Ýagtylykly mikroskopda mitohondriýa tegelek, uzaldylan ýa-da taýajyk şekilli gurluşly görnüşde uzynlygy 0,3 – 5 we ini 0,2 – 1 *mkm* bolýar. Her mitohondriýa iki: daşky we içki membrana bilen emele gelýär.

3-nji tablisa

### Mitohondriýanyň morfofunksional häsiýetnamalary

Mitohondriýanyň gurluşy	Düzümi	Funksiýasy
1	2	3
Daşky membrana	Mitohondriýanyň ähli proteinleriniň 20%-i lipid çalşygynyň fermentleri	Transport; lipidleri aralyk metabolitlere öwürmek
Membranara boşluk	Beýleki nukleotidleri fosforlamak üçin ATF ulanýan fermentler	
Içki membrana	Dem alşa, sitohroma, suksinat-dehidrogenaza gatnaşýan fermentler. Transproteinler.	Elektrohimiki proton gradiýentini emele getirmek. Metabolitleri matrikse geçirmek we ondan çykarmak.
Submitochondrial bölekler	ATF-sintetaza	ATF-iň sintezi we gidrolizi.



## 3-nji tablisanyň dowamy

1	2	3
Matriks	Fermentler (suksinat dehidrogenazadan başgasy). Mitohondriýada genomyň ekspressiýasyna gatnaşýan DNK, RNK, ribosomalar, fermentler.	Limon kislotasynyň aýlawy (sikli), piruwata öwürilme, aminokislotalaryň we ýag kislotalarynyň asetilkoenzime öwürilmesi; replikasiýa, transkripsiýa, translýasiýa.

Olaryň arasynda membranara boşluk bolup, onuň ini 10-20 *nm* deňdir. Daşyndan seretseň membrana tekiz, iç ýüzi köpsanly kristleri emele getirip, olar hem ýygýrt ýa-da kekeç görnüşde bolýarlar. Käte kristalary turba şekilinde bolup, 20 – 60 *nm* diametrde bolýarlar. Bular, esasan, steroidleri sintezleýän öýjükde bolýar (bu ýerde mitohondriýa diňe bir dem alyş zynjyry üpjün etmän, şeýle-de bu maddalaryň önümçiligine gerek bolan zatlary taýýarlaýar). Içki membrananyň meýdanynyň göwrümi krist bolmagyň hasabyna has gowy ulalýar.

Içki membrananyň çäklenen ýeri kolloid mitohondrial matriks bilen doldurylýar. Onuň ownuk däne görnüşli keşbi bolup, özünde köpsanly fermentleri saklaýar. Şeýle-de matriksde mitohondriýanyň genetiki apparaty bolýar (ösümlüklerde mitohondrial DNK-dan başga-da hloroplastlarda hem saklanýar).

Matriks gapdalyndan kristanyň diwaryna köpsanly submitohondrial elektron gatlakly ýönekeýje bölejik berkidilendir (membrananyň 1 *mkm* 24000-e çenli). Olaryň hersi kömelek şekillidir. 9–10 *nm* ölçegli togalak kellejigi inçejik diametri 3–4 *nm* aýaklary arkaly membrananyň iç tarapyna berkidilendir. Bu bölümde ATF-sintaza fermenti ýerleşip, ol ATF-iň sintezine we dargamagyna gatnaşýar. Bu hadysalar üç karbon kislotalarynyň aýlawy (limon kislotasynyň sikli ýa-da Krebsiň sikli bilen hem bagly) bilen gös-göni bagly.

Mitohondriýanyň ýerleşşi, sany, ölçegi onuň haýsy öýjükdeligine, energiýa bolan talabyna we energiýanyň nähili harçlanýandygyna bagly bolýar. Mysal, bagyr öýjüginde olaryň sany 2500-e ýetýär. Köpsanly iri mitohondriýalar kardiomiositlerde we miosimplastik myşsa süýümlerinde saklanýar. Spermadaky krist bilen baý mitohondriýalar žgutigiň aksonemasynyň aralygyny örtýärler. Käbir öýjük-



lerde mitohondriýalar örän uly ölçegde duş gelýär. Şeýle mitohondriýa şahalanyp, üç ölçegli tory emele getirýär. Ol öýjügiň gurluşyny tertipleşdirip (rekonstruksiýa edip), aýry-aýry yzygiderli kesimde görünýär. Tekiz kesimde ol mitohondriýanyň diňe bir bölegi görünýär hem-de köpsanlysy görünýän ýaly pikir döredýär.

**Endoplazmatiki tor** (wakuolýar ulgam). Bu organoide başgaça endoplazmatiki retikulum (lat. «**Reticulum**» – *tor*) hem diýilýär. Ony diňe elektron mikroskopynyň kömegi bilen görüp bolýar we barlanyp görülen ähli eukariot öýjüklerinde tapyldy. Endoplazmatiki tor sitoplazmada kanallaryň, boşluklaryň çylşyrymly membranalar ulgamyny emele getirýär. Endoplazmatiki tor öýjükde geçýän madda çalşygynda uly ähmiýete eýedir. Ol öýjügiň içki üstüni ulaldýar, fiziki ýagdaýlary we himiki düzümleri bilen tapawutlanýan bölekler bölýär. Şeýlelikde, fermentler ulgamynyň özbaşdaklygy üpjün edilýär. Bu bolsa öz gezeginde himiki reaksiýalaryň yzygiderlilikli we sazlaşykly geçmegi üçin hökmanydyr.

Endoplazmatiki toruň membranasynyň dowamy ýadronyň we öýjügiň membranasy bilen birleşýär. Endoplazmatiki toruň käbir bölekleri Goljiniň toplумы bilen baglanyşyklydyr. Bu ýagdaý onuň funksiýasy bilen baglanyşyklydyr.

Endoplazmatiki toruň iki görnüşli:

- 1) granulýar ýa-da бүдүр-сүдүр;
- 2) текiz-ýылманак membranasy bar.

Endoplazmatik tor (EPT) ýa-da ony adatça endoplazmatik retikulum (EPR) diýip atlandyrylyşy ýaly, ol tutuş, üznüksiz membranalar toplumyndan emele gelen komponent bolup, köpsanly inwaginasiýalary we epinleri emele getirýär. Şonuň üçin hem elektron mikroskopda alnan suratda endoplazmatik tor köpsanly turbajyk şekilinde, ýasy ýa-da tegelek sistern, membranalaryň düwmejikleri ýaly görünýär. EPT-niň membranasynda öýjügiň ýaşamagy üçin zerur maddalaryň ilkinji sintezleri geçýär. Ilkinji diýlip hem şertli aýdylýar, sebäbi bu maddalaryň molekulalary geljekde ýene-de beýleki kompartment öýjüklerde himiki öwrülişiklere sezewar edilýär. Köp maddalar EPT-niň daşky membranasynda sintezlenýär. Soňra ol maddalar membrananyň üsti bilen kompartmentiň içine girizilýär we ol ýerde



indiki geçjek biohimiki hadysalaryň, has takygy, Goljiniň toplumynyň emele gelmegine gatnaşýar. EPT-niň turbajygynyň soňunda olar ýyg-nanýarlar, soňra olardan transportly düwmejikler görnüşinde aýryl-ýar. Her düwmejikleriň daşy gabalan bolýar, şonuň bilen membra-na bellenen ýere – gialoplazma tarapa süýşýärler. Elmydama bolşy ýaly, transportyň amala aşyrylmagyna mikro turbajyklar gatnaşýar.

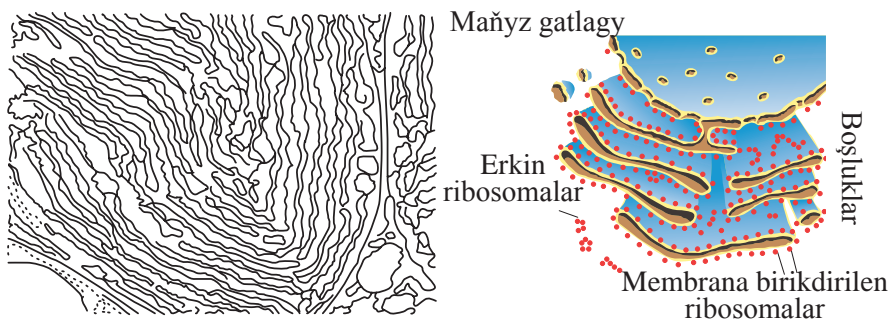
EPT-niň membranasynda sintezlenýän maddalaryň arasynda öýjük membranasyň emele gelmegine gatnaşýan önümler aýratyn ähmiýetlidir (Goljiniň toplumynda membrananyň gutarnykly görnüşi düzülýär).

Membrananyň daşky – gialoplazma bakýan tarapy **granulýar EPT** bolup, ribosoma bilen örtülendir. Şonuň üçin hem ýagtylykly mik-rooskopda granulýar endoplazmatik tor bazofil madda hökmünde gö-rünýär we RNK-na položitel reňk berýär.

Ol ýerde proteinleriň sintezi amala aşýar. Proteinleriň sinteziniň geçýän ýöriteleşen öýjüklerinde granulýar endoplazmatik tor parallel sisternalardan soňlama bolup, öz arasynda perinuklear boşluk arkaly lamelýar gurluş bilen aragatnaşyk edýär, olaryň arasynda bolsa köp-sanly erkin ribosomalar ýatýar.

**EPT-niň ýylmanak** üsti ribosomalardan mahrumdyr. Toruň özi – hersiniň diametri 50 nm bolan köpsanly ownuk turbajyklardan durýar. Turbajyklaryň arasynda, köplenç, glikogeniň granulasý bolýar. Kā-bir öýjüklerde ýylmanak tor aýyk bildirýän labirinti emele getirýär (mysal, gepatositlerde, Leýdigiň öýjüginde), beýleki ýagdaýlarda – sirkulýar (aýlawly) plastinkany döredýär (mysal, oositlerde) (*14-nji surat*).

Ýylmanak toruň membranasynda uglewodlar we lipidler sintez-lenýär, olaryň arasynda bolsa glikogen we holesterin bar. Ol steroid gormonlaryň sintezine gatnaşýar (Leýdigiň öýjüklerinde, böwreg-üsti mäziň beýni gatlagyndaky endokrinositlerde). Ýylmanak EPT şeýle-de aşgazanyň pariýetal öýjükleriniň nemli bardasyndaky dokuma öýjüklerinden hloruň ionynyň bölünip çykmasyna gatnaşýar. Ýyl-manak endoplazmatik tor kalsiý ionynyň hem gory (deposý) hasap-lanýar. Çünki ol şeýlelik bilen kardiomiositleriň we skelet myşsa



**14-nji surat.** Endoplazmatiki toruň gurluşy  
(Bu organoidiň çyzgysy we elektron mikrosuraty).

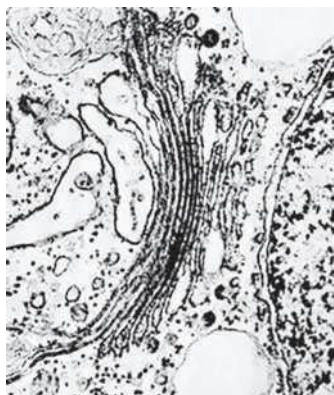
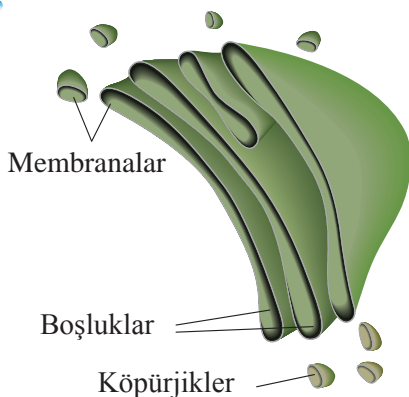
öýjügiňiň ýygrylmagyna hem gatnaşýar. Ol şeýle-de megakariositlerde geljekde emele geljek trombositleri çäklendirýär. Hepatositlerde içegeden gana sorulan maddalaryň derweze wenasyndan geçip, bagyry kapillýarlarynda detoksikasiýa (zähersizlendirmek) edilmeginde onuň ähmiýeti bimöçberdir.

Sintezlenen maddalar endoplazmatik toruň içi bilen Goljiniň toplumyna tarap geçýärler, ýöne toruň içi soňkynyň sisternasynyň içi bilen bilelikde garyşmaýar. Goljiniň toplumyna madda düwmejikler görnüşinde gelip, başda tordan boşaýar, soň toplumyna geçýär we yzysüre onuň bilen goşulyşýar. Goljiniň toplumyndan madda özüniň ulanylýan ýerine membrana düwmejikleri görnüşinde barýarlar. Endoplazmatik toruň iň wajyp işiniň biri, ol hem ähli öýjük organoidleri üçin proteinleri we lipidleri sintezlemegidir.

Emele gelen organiki birleşmeler kanalyk üsti bilen Goljiniň toplumyna düşýär, ol ýerden öýjügiň daşyna çykarylmagy ýa-da şol öýjükdäki beýleki organoidlere düşmegi mümkin. Bulardan başga-da granulyar tor köp öýjük membranalarynyň emele gelmek we ösmek merkezidir.

### **Goljiniň toplumy (kompleksi)**

Bu organoid ilkinji gezek 1898-nji ýylda italyan alymy Kamillo Golji (1844–1926) tarapyndan neýronyň sitoplazmasynda tapyldy. Alymyň hormatyna bu organoide onuň ady dakylady.



**15-nji surat.** Goljiniň toplumynyň gurluşy we mikroşekili

Bu organoid hemme eukariot öýjüklerinde diýen ýaly tapyldy. Ol, esasan hem, ýadronyň golaýynda ýerleşýär. Ýokary derejeli haýwanlaryň öýjüklerinde ol tor şekilli gurluşda (strukturada), käwagtlarda toplanan teňňejikler, taýajyklar we dänejikler görnüşinde bolýarlar (15-nji surat).

Ösümlikleriň we oňurgasyz haýwanlaryň öýjüklerinde bu organoid uly bolmadyk bedenjikler görnüşinde tapyldy. Şeýle bedenjiklere **diktiosomalar** (grek. «*diktion*» – tor, «*soma*» – beden) diýilýär. Bu organoidiň öýjüklerde dürli görnüşde bolmawlaryna garamazdan, elektron mikroskopynda seredilende, olaryň köpüsine mahsus bolan gurluşynyň bardygy anyklanyldy. Olar biri-biriniň üstünde ýerleşen, membranalar bilen çäklendirilen ýasy disk şekilli boşluklardan, haltaýyklardan, sisternalardan ybaratdyr. Şol sisternalaryň uçlarynda düwmejikleri bolan inçejik turbajyklar ulgamy emele gelýär.

Onuň düzüm bölegi gomogen osmiofil ownuk däne şekilli önümlerdir. Bu maddanyň düzüminde 50-ä golaý dürli gidrolitiki fermentler dezaktiw (işjeň däl) ýagdaýynda (proteaza, lipaza, fosfolipaza, nukleaza, glikozidaza, fosfataza, şol sanda turşy fosfataza; soňky lizosomanyň markeri hasaplanýar) saklanýar. Bu fermentleriň molekullary elmydama diýen ýaly granulýar EPT-niň ribosomynda sintezlenýär, şol ýerden GK-a transport düwmejikleri görnüşinde goýberilýär we doly kemala gelýär.



Öýjügiň ähli lizosomalary özboluşly lizosoma boşlugyny emele getirýärler, ol ýerde proton nasosynyň kömegi bilen elmydama turşy gurşaw saklanylýar we pH 3,5 – 5,0 aralygynda bolýar. Lizosomanyň membranalary özüde ýerleşen fermentlere durnukly we sitoplazmany olaryň täsirinden goraýar. Bu ýagdaý lizosomalaryň membranasyň aýratyn molekulýar gurluşy bilen düşündirilip, şunlukda, onda geçýän himiki reaksiýalar gizlidir. Lizosoma membranasyň zerperlenmegi ýa-da düýbünden bozulmagy fermentleriniň işjeň ýagdaýa geçmegine we öýjügiň öz-özünden agyr zäherlenmegine, ahyrynda onuň ölümüne çenli getirip biler.

Goljiniň toplumy (Goljiniň apparaty, öýjük, içki tor şekilli apparat, GK) birnäçe sisternalar, düwmejikler, plastinka, turbajyk, haltajyk görnüşli ýygynydyr. Ýagtylyk mikroskopynda ol tor görnüşinde görünýär, adaty ýagdaýda bolsa sistern, kanaljyk we wakuolalar ulgamydyr.

GK-nyň membranasynda, köplenç, üç element: galňan haltajyklar (sisterna), düwmejikler we wakuolalar tapawutlanýar.

Goljiniň toplumynyň esasy elementi bolan diktiosomalar öz arasynda kanallar bilen baglanyşýarlar. Aýratyn diktiosoma okara (jam) görnüşlidir. Diktiosomanyň diametri 1 *mkm* töweregi bolup, 4-8 (ortaça 6) galňan sisternalara parallel ýerleşýär, olary deşip geçýär. Sisternanyň ahyry giňän görnüşde bolup, olardan düwmejikler we wakuolalar aýrylýar, daşy membrana bilen örtülip, düzüminde dürli erediji fermentleri saklaýarlar.

Membranadaky düwmejikleriň köpüsiniň (şol sanda gyrasy jäheklenenler hem) diametri 50 – 65 *nm*. Has iri sekresiýa gatnaşýan granular 66-dan 100 *nm*-e çenli diametre eýedir. Wakuolalaryň bir topary gidrolitik fermentleri özüde saklaýar, olar lizosomalaryň önýanyndaky maddalar hasaplanýar.

Sisternalaryň has ýaýraň görnüşleri EPT tarapa bakýar. Transporta gatnaşýan düwmejikler ilkinji sinteziň önümini eltýär we sisternalara birigýär. Sisternalarda polisaharidleriň sintezi dowam edýär, proteinleriň, uglewodlaryň we lipidleriň toplumy (kompleksi) emele gelýär. Başgaça aýdylanda, getirilen makromoleku-





lalar modifisirlenýär. Şu ýerde ýene-de polisaharidleriň sintezi geçýär, oligosaharidleriň modifikasiýasy bolýar, protein-uglewod toplumynyň döremegi we geçirilýän makromolekulalaryň kowalent baglanyşygy emele gelýär. Modifikasiýa geçişine görä, madda bir sisternadan beýlekilere barýar. Sisternalaryň gapdalynda ösüntgi emele gelýär, şol tarapa hem madda geçýär. Ösüntgiler düwmejikler görnüşinde aýrylýarlar, ýagny Goljiniň toplumyndan (GK) gialoplazma boýunça dürli ugurlara gönüýär. GK tarapa EPT-den gelýän madda – *sis-polýus* (emele gelýän üst), garşylyklaýynyna – *trans-polýus* (kemala gelen üst) diýilýär. Şeýlelik bilen, Goljiniň toplumynyň gurluşy we biohimiki düzümi polýarlaşandyr. Sis üstden trans üste tarap membrananyň galyňlygy has artýar (6-dan 8 nm-e çenli), şeýle-de membrana glikoproteininiň düzümindäki holesteriniň we uglewod komponentleriniň mukdary köpeliýär. Emele gelýän üstden kemala gelen üste tarap turşy fosfatazanyň we tiaminpirofosfatazanyň işjeňligi peseliýär. Sisternanyň kemala gelen üst tarapynda we onuň töweregindäki düwmejiklerde turşy fosfataza bardyr. Bu ýagdaý lizosomyň gelip çykyşyny öwrenmekde aýratyn gyzyklanma döredýär.

GK-dan bölünip aýrylan düwmejikleriň ykbaly dürli-dürlüdür. Olaryň käbirleri öýjügiň diwaryna gönügi, sintezlenen maddalaryň öýjügara matrikse çykmagyna getirýär. Bir bölegi metabolizmiň önümi, ýene bir bölegi aýratyn sintezlenen önümler bolup, biologik işjeňligi (aktiwligi) ýüze çykarýarlar (sekret). Şeýle ýagdaýlarda, köplenç, membrana düwmejikleri plazmalemma bilen garyşýarlar (sekresiýanyň başga görnüşleri hem bar). Şeýle funksiýasynyň (işjeňliginiň) bolmagy bilen GK, köplenç, öýjügiň haýsy tarapynda madda çykýan bolsa, şol ýerde hem ýerleşýär. Eger-de madda öýjügiň ähli tarapyndan birmeňzeş çykýan bolsa, GK köpsanly diktiosomalary emele getirip, öz arasynda kanaljyklar bilen birigýär.

Madda düwmejiklere gaplanan wagtynda membrananyň köp mukdardaky materialy (önümi) harçlanýar. Onuň öwezi dolunmalydyr. *Membrananyň işlenip düzülmegi GK-nyň ýene bir funksiýasydyr.* Bu ýygyny adatça EPT-den gelýän maddalaryň hasabyna amala aşyrylýar. Membrananyň elementleriniň düzümi bölekleri





diktiosomanyň boşluklarynda döredilýär, soňra membranada ýerleşýär, iň soňunda düwmejikler bilen bölünip çykýar. Membrananyň gurluşy onuň nähili ulanyljagyna baglydyr.

Goljiniň toplumynyň membranasy granulýar endoplazmatik tor arkaly emele gelýär we goldanylýar, has takygy, ol ýerde membrananyň düzüm bölekleri (komponentleri) sintezlenýär. Bu komponentler aralyk zolakdaky torlardan (trans-birleşme) transport düwmejikleri bilen diktiosomanyň emele gelýän üstüne tarap alnyp gidilýär we onuň bilen birleşýär (sis-birleşme). Trans gapdaldan elmydama düwmejikler şahalanylýar, sisternanyň membranasy bolsa yzygiderli täzelenýär. Olar öýjük membranasy düzýär we sintezlenen maddany plazmalemma berýär. Şeýlelik bilen plazmatik membrananyň täzelenmesi bolup geçýär.

A.Nowikow (1971 ý.) GERL konsepsiyasyny (taglymatyny) işläp düzdi (G–Golji; ER–endoplazmatik retikulum; L – lizosoma). GERL özünde nädogry formaly we köpsanly ýognalan sekresiyanyň oň ýanyndaky granulany ýa-da kondensirlenýän wakuolany saklaýan, ýetişen diktiosomly haltajygy bolýar, soňra pyntyklanyp sekretor granula öwrülýärler. Oňa golaý endoplazmatik toruň ribosomdan mahrum bolan sisternalary ýatýar. GERL we onuň aşagyndaky sisternanyň arasynda kanal bolýar. GERL-den pyntyk alýan lizosomalar hem bu fermenti saklaýarlar.

GERL-e onuň aşak ýanynda ýerleşen Goljiniň toplumyna degişli endoplazmatik tordan gös-göni maddalaryň gelýän bolmagy hem mümkin. R.Krstić (1976 ý.) GERL bilen endoplazmatik toruň sisternasynyň arasynda göni kanalyň barlygyny görkezdi. Ondan başga-da GERL-iň düzümine endoplazmatik toruň barmajyk şekilli ösüntgisi girýär. GERL-den barmak şekilli ösüntgiler aýrylyp, soňra olar diktiosomanyň sisternasynyň soňkudan öňküsine girýär.

Diýmek, GK-da diňe bir köp dürli sintezler bolup geçmän, eýsem sintezlenilen maddalaryň bölünmesi, olaryň soňky ulanylyşyna baglylykda toparlara bölünmesi hem bolup geçýär. GK-nyň şeýle funksiyasy *segregation* ýagdaý diýlip atlandyrylýar. GK-nyň *segregation* ýüze çykmasynyň bir görnüşi maddalary hili boýunça toparlara böl-



mek we olaryň geljekki hereketine daşy jäheklenen düwmejikler arkaly gözegçilik etmekdir. Bu hadysada esasy wezipe membranadaky «salgy belliklere» – reseptorlara degişlidir, olaryň mahsus markerleri «açar – gulp» tilsimi boýunça biri-birini tanaýarlar.

Meselem, lizosoma fermentler membranada Goljiniň toplumynda protein-reseptor derejesinde toparlara bölünýär, öz gezeginde ol mannozo-6-fosfaty tanaýar, fermenti alýar, onuň klatrin bilen jäheklenen köpürjige gaplanmagyna ýardam edýär. Soňky transport köpürjigi hökmünde pyntyklanýar we membranasynda aýdylýan reseptory saklaýar. Şeýlelik bilen, olar özbaşdak hereket edýärler, ýagny reseptora GK-nyň trans üstünden lizosomlara mannozo-6-fosfaty eltýärler we tersine, başgaça aýdylanda, reseptor berk mahsuslaşdyrylan membranalaryň arasynda hereket (gatnaşyk) edýär.

Bellenilip geçilişi ýaly, GK wakuolanyň esasy düzüm bölegi bolup, ony endoplazmatiki we ekzoplazmatiki domenlere bölýär we şol bir wagtyň özünde-de funksional ukyby boýunça olary birleşdirýär. Endoplazmatik membrananyň domeni ekzoplazmatiginkiden tapawutlanýar. Soňky plazmalemma bilen meňzeş. Häzirki wagtda wakuoma diýlip, wakuolýar apparata aýdylýar we oňa assosirlenen GK-dan başga-da lizosoma, peroksisoma, şeýle-de endosomaly fagosoma hem-de plazmalemmanyň özi degişli edilýär. Gaplanan görnüşde madda öýjük membranasynda aýlanýar (öýjük düzüminiň «konteýnerlere» geçmesi bolýar).

GK-nyň öýjükde ýerleşşi onuň ýöriteleşmek ukybyna we funksional ähmiýetine bagly bolýar. Sekret öndürýän öýjüklerde ol ýadronyň we çykyrylýan önümiň üstünde ýerleşýär. Mysal, bokal şekilli öýjüklerde ýadro bazal tarapa süýşýär, GK-da ol onuň arasynda we apikal üstde ýerleşýär. Sekreti gan-damar kapillýara geçýän endokrin mázleriň öýjüklerinde GK köpsanly daş-töweregini gurşaýan, ýüzleý ýatýan diktiosoma bilen örtülendir. Gepatositlerde diktiosomalar topar bolup, kábiri bilier sebitde, beýlekileri damar töwereginde ýerleşýär. Ýagtylyk mikroskopynda plazmatiki öýjüklerde ol ýadronyň töweregindäki açyk meýdany eýeleýärler. Ol granulýar endoplazmatik



tor bilen gurşalan hem-de onuň bazofil fonunda «açyk meýdança» bolup görünýär.

Ähli ýagdaýlarda GK mitohondriýada ýerleşýär. Şeýle ýagdaýda ýerleşmegi onda energiýa tabyn reaksiýalaryň bolup geçmegi bilen baglydyr.

**Bu organoidiň esasy işi onda öýjük içindäki sintezlenen, daşyndan düşýän we öýjükden bölüp çykarmaga degişli bolan maddalaryň toplanmagydyr.**

Turbajyklaryň uçlarynda ýerleşen düwmejikler üzülýär we sitoplazma düşýär. Görnüşine görä olardan lizosomalar we wakuolalar emele gelýärler.

**Ribosomalar.** Ribosomalar golaýda elektron mikroskopynyň kömegi bilen açyldy. Olar örän kiçi organoidlerdir. Olaryň ululyklary 20 nm töweregidir. Olaryň sany janly prokariot we eukariot öýjükle-rinde 10 000-e çenli ýetýär.

Eukariot öýjüklerinde ondan hem köpdür.

Ribosomalar sitoplazmatiki matriksde ýerleşýärler, şeýle hem endoplazmatiki toruň membranasy bilen baglanyşyklydyr.

Adatda ribosomalar toparlara – polisomalara (poliribosomalara) birleşýärler. Beýle birleşmeler olaryň sazlaşykly işjeňliklerini üpjün edýärler. Polisomalarda 5-den 70-e çenli ribosomalar bolup bilýär.

Ribosomalar ýadrojykda emele gelip, soň sitoplazma düşýär diýip hasaplaýarlar. Her bir ribosoma deň bolmadyk iki sany beden-jikden – uly we kiçi sub birlikden durýar. Olaryň düzümine massasy boýunça deňräk belok we ribosomal RNK (rRNK) girýär. rRNK ýad-rojyklarda sintezlenýär.

Ribosomalarda belok sintezlenýär. Oňa ýadrodan informasion RNK (iRNK) düşýär. Ribosomanyň bölegine sitoplazmadan transport RNK (tRNK) tarapyndan aminokislotalar eltilýär, ol ýerde degişli beloklaryň sintezi amala aşýar.

Ribosomalar 20 x 30 nm ölçegli bedenjikler hasaplanýar. Ribosoma iki sany: uly we kiçi sub birlikden durýar. Her bir sub birlik RNK-nyň proteinler bilen bir toplumydyr (kompleksidir) (rRNK). Uly sub birlik özünde üç sany rRNK-nyň proteinleriniň kyrk sany mo-



lekulasy bilen birleşen dürli molekulalaryny saklaýar. Kiçi sub birlik özünde rRNK-nyň bir molekulasy we proteiniň 33 molekulasy saklaýar. Ribosomalaryň ýygnanmasy kariotekanyň deşijekleriniň sebitinde amala aşyrylýar.

Ribosomalaryň esasy işi – tRNK bilen getirilýän aminokislotlardan protein molekulalarynyň zynjyryny düzmek, ýagny proteinleriň biosintezini geçirmekdir. Ribosomanyň sub birliginiň arasynda ýş bolýar, ondan informasion (ýa-da matisa) RNK-nyň (mRNK) molekulasy geçýär. Uly sub birlikde keşjagaz (gasyn) bolup, ol ýere emele gelýän protein zynjyry düşýär we ýerleşýär. Aminokislotlaryň ýyg-nanmagy mRNA-nyň zynjyrynda nukleotidleriň gezekleşmegi arkaly amala aşyrylýar. Şeýlelik bilen, genetiki maglumatyň **translýasiýasy** geçýär.

Ribosomalar gialoplazmada bir-birden ýa-da gözenek, spiral şekilli, towly görnüşde ýerleşip bilýär. Bu görnüşine **poliribosomalar** (polisomalar) diýilýär. Şeýlelik bilen, mRNA-nyň molekulasy diňe bir ribosomanyň däl, beýleki gapdalynda ýerleşen birnäçe ribosomalaryň (polisomalaryň) hem içinden geçýär. Ribosomanyň köp bölegi membrana, esasan hem, endoplazmatik toruň we kariotekanyň daşky membranasyna berkidilendir. Erkin ribosomalar öýjügiň ýaşayşy üçin zerur bolan proteinleri sintezleýärler, birleşdirilen proteinler öýjükden çykarylýar. Öýjükde ribosomanyň sany on millionlarça bolup biler.

**Lizosoma** (grek. «*lisis*» – eretmek, dargatmak, «*soma*» – beden). Lizosoma ilkinji gezek 1955-nji ýylda alakalaryň bagyr öýjüginde tapyldy. Olar fagositoz hadysasyna ukyply bolan haýwan öýjüklerinde has hem köp bolýar. Olaryň haltajyk ýa-da düwmejik (şar görnüşli) şekilli daşky görnüşi bar. Olaryň mikroskopiki ölçegi bolup, diametri 0,2 – 1 *mkm* töweregi. Düwmejigiň diwary bir gat membranadan durýar. Onuň içinde proteaza, nukleaza, lipaza, glikolidaza we turşy fosfotaza ýaly 50-den hem gowrak erediji gidrolitiki fermentler de-zaktiw ýagdaýda saklanýar. Bu fermentler turşy ýagdaýda has hem işjeňleşýärler. Lizosomanyň içki maddasy turşy reaksiýa eýedir. Öýjügiň beýleki komponentlerini zaýalamaz ýaly, bu fermentler ýukajyk membrana bilen izolirlenendir.



Şeýlelikde, lizosomanyň fermentleriniň kömegi bilen öýjüğe düşen gerekmejek maddalar öýjük üçin häsiýetli birleşmeleri sintezlemäge taýynlanýarlar.

Lizosomanyň fermentleriniň kömegi bilen öýjügiň içindäki käbir düzüm bölekleri, şeýle hem tutuş ölen ýa-da funksiýasyny ýitiren öýjükler hem eredilip ýok edilýär. Bu hadysa **öýjügiň autofagy** diýilýär. Lizosomanyň fermentleri endoplazmatiki toruň granulyar membranasynda sintezlenýär. Ondan soň düwmejikler görnüşinde bölünýärler. Şeýle düwmejiklere **ilkinji lizosomalar** diýilýär. **Ikilenji lizosomalar** soň emele gelýär. Lizosomanyň zaýa bolmagy we ondan fermentleriň çykmagy tutuş öýjügiň eremegine getirýär.

Lizosomanyň ýerine ýetirýän işi – öýjük içi ýokary molekulýar maddalarynyň we öýjügiň düzüm bölejikleriniň lizisidir. Soňkulara endositozda öýjüğe düşýän organellalar we işjeň bölejikler degişlidir. Gabalyp alnan bölejikler, adatça, membrana bilen gurşalýar. Bu toplum **fagosoma** diýlip atlandyrylýar.

Öýjük içi lizis hadysasy birnäçe tapgyrdan durýar. Ilkibada ilkinji lizosoma fagosoma bilen birigýär. Bu toplumy **ikinji lizosoma** diýip atlandyryýarlar (**fagolizosoma**). Ikinji lizosomada fermentler has işjeňleşýärler we öýjüğe düşen polimerleri monomerele çenli dargadýarlar. Bu hadysa ýuwaş-ýuwaşdan bolup geçýär. Şonuň üçin hem, ikinji lizosomalaryň materialynda dürli elektron dykzlyklaryň bolmagy sebäpli, bu hadysany anyklamak başardýar. Dargadylan önümler lizosomal membrananyň üsti bilen sitozola geçirilýär. Siňdirilmedik iýmit lizosomlarda galýar we öýjükde onuň daşy membrana bilen örtülip, uzak wagtlap «galyndyly beden» görnüşinde saklanyp galyp hem bilýär.

Galyndyly bedenleri organellalara degişli edilmeyär, goşundy hasaplanýar. Öwrülişigiň başga görnüşiniň hem bolmagy mümkin. Madda fagosomada doly dargaýar, ondan soň membrananyň fagosomy dargaýar. Membrananyň bölejikleri GK-a gönügýär we onda täze önümi öndürmek üçin ulanylýar. Ikinji lizosomalar özara birigip hem bilýärler, şeýle-de beýleki ilkinji lizosomalar bilen birikmegi hem mümkindir. Şunlukda, käte özboluşly ikilenji lizosomalar – *multiwezikulýar* bedenjikler döreýär.



Dürli ierarhiki döwürde öýjük öz ýaşaýyş dürmüşynda, molekuladan başlap, tä organellalarda gutaryp, elmydama düzüm üýtgemesi bolup geçýär. Zeperlenen ýa-da çalşylmagy zerur bolan sitoplazmanyň golaýynda, adatça, Goljiniň toplumyna goňsuçylykda ýarymaý şekilli iki gat membrana emele gelýär. Ol zeperlenen ýeri ähli tarapyndan gurşap alyp, ösýär. Soňra bu düzüm lizosoma bilen birigýär. Şeýle *autofagosomada* (autosoma) organellanyň düzüm böleginiň lizisi (eremegi) bolýar.

Beýleki makro- we mikroautofagiýada siňdirilmäge degişli önümler (mysal, sekretiniň granulasy) lizosomal membrana tarap pökerip, onuň bilen örtülýär we siňdirilýär. Autofagik wakuol emele gelýär. Köpsanly mikroautofagiýanyň netijesinde multiwezukulýar bedenjik (mysal, beýniniň neýronlarynda we kardiomyositlerde) emele gelýär. Käbir öýjüklerde autofagiýa bilen bilelikde *krinofagiýa* (grekçe, *krinein* – elemek, aýyrmak) hadysasy, ýagny ilkinji lizosomlaryň sekretor granulalar bilen goşulmasy hem bolup geçýär. Tüzelenmeýän öýjükleriň lizosomasynda köp gezek autofagirlemegiň geçmegi netijesinde lipofussin – garrylyk pigmenti çököýär we toplanýar.

Şeýlelik bilen *autofagiýa öýjük içki düzüm böleginiň täzelenmesiniň tilsiminiň bir görnüşi bolup, ol öýjük içki fiziologiki regenerasiýasydyr*. Autofagiýa arkaly garrama sebäpli öz işjeňligini ýitiren organellalar ýok edilýär. Şeýle-de kadaly ýaşaýyş ýagdaýynda öýjükde geçýän fiziologiki hadysalaryň peselmegi sebäpli artykmaç organellalar hem ýok edilýär. *Autofagiýa – bu funksional işjeňligi sazlaşdyrýan usuldyr*. Soňky ýagdaýyň sikliki geçýänligi üçin, *autofagiýa öýjük derejesinde biologiki ritmi kadalaşdyrmagyň bir ýoly hasaplanýar*.

Kähalatda siňdirilmedik önüm galyndylary lizosomada toplanýar, netijede ýadawlyga («chroniki iç gatama») getirýär. Siňdirilmedik önüm galyndylarynyň ekzositoz arkaly çykarylmagy we olaryň öýjügiň daşky gurşawda ýygnanmagy sebäpli, öýjügiň daşky gurluşynyň zeperlenmegine getirmegi mümkin. Şonuň üçin bu tilsim örän seýrek ýagdaýda işleýär. Öýjük derejesinde iýmit siňdirişiniň bozulmasynyň,



köplenç, üç görnüşi: öýjük içki bölüp çykarylma, öýjük daşky bölüp çykarylma we ýadawlyk (K. Dýuw, 1987 ý.) duş gelýär.

Lizosomalar organizmiň individual ösüşinde hem wajyp ähmiýete eýedir. Embrionyň we liçinkanyň wagtlaýyn synalaryny weýran edýär. Meselem, gurbaganyň çagasynyň (golowastik) jabrasyny we guýrugyny ýok edýär.

### Öýjük merkezi – sentrosoma

Öýjük merkezi – sentrosoma mitoz arkaly bölünýän öýjüklere, ýagny haýwan öýjükleriniň hemmesine, ösümlik öýjükleriniň köpüsine, kömelekleriň, suwotularyň öýjüklerine mahsusdyr. Öýjük merkezi iki sany sentriola (diplosoma) we sentrosfera bilen emele gelýär. Bu organoid öz adyny sitoplazmanyň çuň gatlagynda merkeze ýakyn ýerleşýändigine sebäpli alyp, köplenç, ol ýadronyň töwereginde ýa-da emele gelýän Goljiniň toplumynyň üstünde bolýar. Iki sentriolalar (diplosomalar) hem biri-birine burçlaýyn gabat ýerleşendir. Öýjük merkeziniň esasy işi – mikro turbajyklary ýygnamakdan ybaratdyr.

Her bir öýjükde bu organoidiň biri bolýar. Eger-de öýjügiň merkezinde ýadro bar bolsa, onda ol ýadronyň ýanynda ýerleşýär.

Ýagtylyk mikroskopynda bu organoidiň bir ýa-da iki sany maýdajyk bedenjikler görnüşinde – sentriolalary açyk görünýär. Onuň daşynda sitoplazmanyň inçejik sapajyklary ýa-da şöhleleri emele gelýär we oňa sentrosfera diýilýär. Elektron mikroskopynyň kömegi bilen sentriollaryň silindr şekilli bedenjiklerdigi anyklanyldy. Olaryň diwarlary 9 sany üçlenen, jemi 27 inçejik turbalardan ybaratdyr. Sentriollar bir-birine perpendikulýar görnüşde ýerleşýärler. Sentriollaryň düzüminde uglewodlaryň, beloklaryň, az mukdarda ýaglaryň we RNK, DNK-nyň barlygy bellidir (*16-njy surat*).

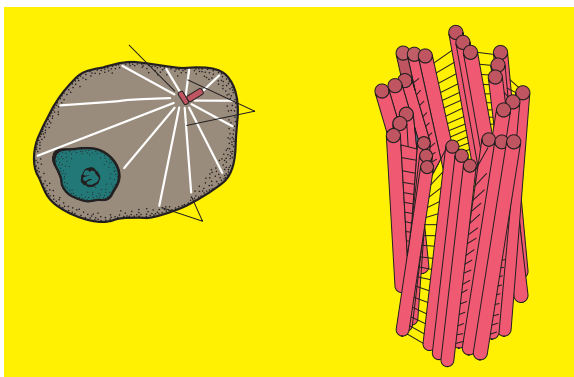
Her sentriol silindr şekilli bolup, öz gezeginde olaryň diwarjygy uzynlygy 0,5 töweregi, diametri 0,25 *mkm* töweregi bolan dokuz toplum (komplekt) mikro turbajykdan durýar. Her toplum üç mikro turbajykdan durýar we şonuň üçin hem oňa **triplet** diýilýär. Sentriolalar biri-birine perpendikulýar ýerleşýär. Onuň biri uç tarapy bilen beýlekisiniň gapdal tarapyna direlýär.



Birinji sentriola «ýaş» hasaplanylýar, ikinjisi «enelik» hökmünde kabul edilýär. «Ýaş» sentriola «enelik» görnüşiniň ikilenmesi esasynda döreýär. «Enelik» sentriola hökmünde şar şekilli emele gelen satellitler elektron dykzly gatlak bilen gurşalandyr. Ol her tripletiň daş tarypyndan berk material bilen baglanyşandyr. Sentriolyň ortaky «enelik» bölegi fibrillýar gurluş bilen gabalýar we oňa «**galo**» diýilýär. Mikro turbajyklaryň tripletleri «enelik» sentriolalaryň töwereginde jemlenip, köklenýärler we şahalanýarlar.

Satellitiniň soňunda we galo sebitinde sitoplazma boýunça tubulin geçirilýär. Hut şu ýerde hem mikro turbajyklaryň ýygnanmagy bolýar. Ýygnanandan soň olar ýaýraýar we sitoplazmanyň dürli ýerlerine sitoskeleti düzmek üçin gönügýär. Mümkün, satellitler täze döreýän satellitleriň replikasiýa geçmegi üçin energiýa materialy bolup hyzmat edýändir. Gialoplazmanyň merkezine we satellitli sebitine **sentrosfera** diýilýär.

Sentriollar öz-özünü dolandyryjy gurluş bolup, olar öýjük siklinde goşalanýarlar (iki bolýar). Goşalananda başda iki sentriola hem biri-birinden bazal ahyrdaky perpendikulýar tarapda daşlaşýar. «Enelik» sentrioladan dokuz sany özbaşdak duran mikro turbajyklardan ownuk prosentriollar emele gelýär. Soňra olaryň hersiniň öz-özünden ýygnanmagy bilen trubulinden ýene iki sanysy çykýar. Sentriollar kirpijekleriň bazal bedenjikleriniň, žgutikleriň we mitotik wereteniň emele gelmegine gatnaşýarlar.



**16-njy surat.** Öýjük merkeziniň gurluşy we sentriolanyň içki gurluşy





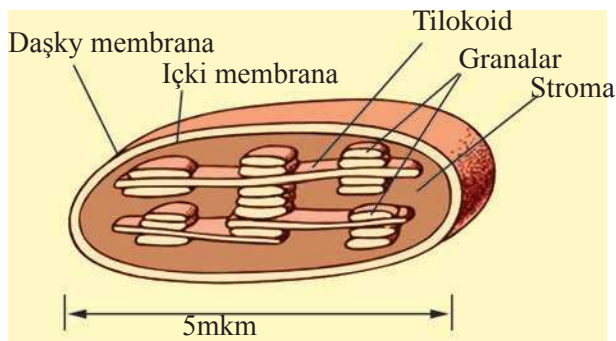
Sentriollar öz-özünü öndürmäge ukyplydyrlar. Bu ýagdaý, köplenç pyntyklamak arkaly geçýär. Ilkibada düwün emele gelýär, ol kem-kemden ulalýar, ahyrsoňy enelik organoidden bölünip aýrylýar.

Öýjük merkeziniň öýjügiň mitoz bölünişiginde uly ähmiýeti bardyr. Ýagny bu hadysada sentriollar polýuslara tarap dargaýarlar we olar bilen hromosomlaryň arasynda bölüniş ýumagynyň (ahromatin) sapajyklary emele gelýärler. Anafaza döwründe ahromatin sapajyklary ýygrylyp hromatidleri (ýaş hromosomy) polýusa tarap çekýärler.

**Plastidler** ösümlik öýjüğine häsiýetli organoidlerdir. Olar fotosintez hadysasy mahsus bolan käbir ýönekeýjelerde (ýaşyl ewglena, wolwoks) hem duş gelýär. Haýwan öýjüklerinde kömelegiň, bakteriýanyň we gök-ýaşyl suwotularyň öýjüklerinde bolmaýarlar.

Özlerinde bar bolan pigmentlere görä plastidler, esasan, 3 görnüşe: hromoplastlara, hloroplastlara we leýkoplastlara bölünýär.

Hloroplastlar ösümliklere ýaşyl ýa-da gök reňk berýärler. Olar adatça ýaşyl reňkli ýapragyň öýjüklerinde bolýarlar (17-nji surat).



17-nji surat. Hloroplastyň gurluşy

Hromoplastlarda sary, gyzyly, mämişi reňkleri berýän pigmentler bar. Olar esasan hem miweleriň gül ýaprajyklarynyň reňklerini kesgitleýärler.

Leýkoplastlar reňksiz (pigmentsiz) plastidlerdir. Plastidler bir-birine öwürlmek häsiýetlerine eýedir. Meselem, güýz düşende gök ýapragyň sary reňk almagy hloroplastlaryň hromoplastlara öwürülýän-



digini görkezýär ýa-da burçuň ilki gök reňk bolup, soň gyzyň reňk almagy hem bu hadysanyň şaýadydyr.

Plastidleriň funksiýasy ösümlüklere reňk bermekdir. Hloroplastlar düzüminde ýaşyl reňk berýän pigmentleri saklaýarlar we onuň esasy funksiýasy fotosintez hadysasyny geçirmek. Fotosinteziň gysga aňlatmasy (formulasý)



Uglewodlar sintezlenýär. Bu organoidde ýene-de ATF we ADF sintezlenýär, lipidleriň sintezi we gidrolizi bolup geçýär. Soňraky barlaglar hloroplastlarda belogyň sinteziniň hem geçýänligini görkezdi. Bu plastidiň öz ribosomy we fermenti bardyr. Bu ribosomalar himiki düzümi we ululyklary boýunça sitoplazmadaky ribosomalardan tapawutlydyrlar. Belogyň sinteziniň informasiýasy hloroplastlaryň özünde bar bolan DNK maddasynda ýerleşýär. Şeýlelikde, bu plastidiň genetiki kody awtonomdyr.

Hloroplastlaryň irki ösüş döwrüne proplastidler diýilýär. Olar bölünmäge ukyplydyrlar. Proplastidler gurluşy boýunça mitohondriýalara çalyndaşdyrlar. Bu bolsa olaryň funksiýalarynyň meňzeşligini görkezýär. Ýagny, hloroplastlarda fotosinteziň netijesinde Gün energiýasynyň himiki energiýa öwürilmegi amala aşyrylýar, mitohondriýalarda bolsa dissimilýasiýanyň netijesinde ol energiýa boşadylyp ATF sintezlenilýär. Hloroplastlarda we leykoplastlarda iýmit maddalarynyň krahmalyň, käwagtlar bolsa beloklaryň we ýaglaryň toplanmagy bolup geçýär. Plastidlerden elektron mikroskopynyň kömegi bilen hloroplastlaryň içki gurluşy öwrenildi. Olarda iki sany – içki we daşky biomembranadan ybarat bolan bardasy bardyr. İçki membranasy köp bolmadyk çykyntgylary emele getirýär. Hloroplastlaryň bardasy onuň stroma diýlip atlandyrylýan matriksini sitoplazmadan araçäklendirip durýar.

Hloroplastlaryň düzüminde birnäçe dänejikler (granlar) bardyr. Olar topar-topar bolup ýerleşýärler. Her bir dänejik köpsanly, bir-biriniň üstünde ýerleşen ýasy haltajyk şekilli plastinkalardan ybaratdyr. Ol şaýlyk pullary üst-üstüne ýerleşdirilen sütünjige çalyndaşdyr. Ol dänejikler bir-birleri bilen aýratyn plastinkalaryň ýa-da



turbajyklaryň üsti bilen baglanyşýarlar we ýeke-täk ulgamy emele getirýärler. Hloroplastlaryň gök pigmenti diňe şol dänejiklerde saklanýar.

### Wakuollar

Wakuollar (lat. «*wakuus*» – boşluk) . Bu organoid hem, esasan, ösümlik öýjüğine mahsusdyr, emma bir öýjükli organizmde hem bolýar. Olaryň içi suwuklykdan doldurylan haltajyk ýa-da düwmejik görnüşi bardyr. Onuň diwary bir gat membranadan durýar. İçindäki suwuklyga *öýjük* ýa-da *wakuollar şiresi* diýilýär. Ol organiki we organiki däl maddalaryň erginidir.

Wakuollaryň funksiýasy köp dürlüdür. Ýönekeýjelerde iýmit bişiriş wakuollary bar. Pulsirleýji ýa-da ýygrylyjy wakuollar öýjügiň osmotiki basyşyny sazlaşdyrýarlar. Olarda ätiýaçlyk maddalary hem toplanýar. Ol maddalar gerek bolanda sitoplazma tarapyndan peýdalanylýar.

Wakuollaryň emele gelmegi endoplazmatiki tor bilen baglanyşyklydyr. Sinteziň ilkinji önümleri, ýagny ereýän uglewodlar, beloklar, ýaglar we başgalar endoplazmatiki toruň ulgamlarynda we kanallarynda toplanýarlar. Olaryň daşynda membrana emele gelýär. Ýene-de maddalaryň erginleriniň köpelmegi wakuollaryň ulalmagyna eltýär we soň olardan wakuollar emele gelýärler.

### Mikroturbajyklar

Umumy ähmiýetli bolan organoidlere sitoplazmanyň mydama-lyk gurluşy (strukturasy) bolan mikroturbajyklar hem degişlidir. Olaryň membranasy bolmaýar.

Mikroturbajyklar eukariot öýjükleriň hemmesinde diýen ýaly bardyr.

## 1.11. NUKLEIN KISLOTALARYNYŇ NESLE GEÇIJILIKDÄKI ORNY

Ähli janly bedenlere mahsus bolan esasy aýratyn häsiýetleriniň biri neslegeçijilik we üýtgeýjilikdir. Janly bedenleriň bar bolan ähli nesil maglumatlaryny özünde jemläp, saklap we öz nesline geçi-



rip bilmek ukybyna neslegeçijilik diýilýär. Tebigatda bar bolan ähli janly bedenleri neslegeçijilik hadysalary nuklein kislotalarynyň gatnaşmagynda amala aşyrylýar. Ilkinji bolup nuklein kislotalaryny şweýsar biohimigi Fridrih Mişer (1844–1895ý.) 1869-njy ýylda iriňň düzümindäki leýkositleriň ýadrolaryndan tapypdyr. Şonuň üçin F.Mişer tapan maddasyna ilki başda nuklein («*nukleos*» – ýadro) diýip at berýär. Emma ondan soňky ýyllarda nukleiniň düzümi has giňişleýin öwrenilip, olara nuklein kislotalary diýipdirler.

Nuklein kislotalary belok çalşylygynyň amala aşmagynda örän uly we wajyp orny tutýarlar. Şonuň bilen birlikde nuklein kislotalary madda çalşylygynyň häsiýetini, ösüş we boý alyş kanunlaýyklaryny, şeýle hem neslegeçijilik we üýtgeýjilik hadysalaryny kesgitleýär.

1944-nji ýylda amerikan mikrobiology O.Eweri nuklein kislotalarynyň, has dogrusy, DNK-nyň nesle geçijilikde wajyp ornunyň bardygyny bakteriýalarda tejribe geçirmek arkaly subut edipdir.

Pnewmokokk bakteriýalarynyň birnäçe ştammlary bolýar. Meselem: olaryň S-ştammy pnewmoniýa (öýken gaýnaglamasy) keselini dörediji bolsa, R-ştammynyň kesel döredijilik häsiýeti bolmaýar. O.Eweri S-ştammynyň DNK-ny tejribede ýörite ýimit gurşawynda köpeldilýän R-ştammyna geçiripdir. Birnäçe wagtdan soň ýimit gurşuwyndaky R-ştammlarynyň köp bölegi kesel dörediji S-ştammlaryna öwrülipdirler. Bakteriýalaryň şeýle öwrülişigine transformirlenmek diýilýär. Şeýlelikde, transformasiýa hadysasynyň üsti bilen nesil maglumatlarynyň DNK-nyň üsti bilen geçýändigini subut edildi.

Janly tebigatda nuklein kislotalarynyň iki sany:

1. DNK – dezoksoribonuklein kislotasý,
2. RNK – ribonuklein kislotasý görnüşi bar.

Olar öz aralarynda himiki gurluşy, biologiki häsiýetleri, ýerine ýetirýän işleri we öýjügiň içinde ýerleşýän ýerleri boýunça tapawutlanýarlar.



Janly tebigatda diňe wiruslar nuklein kislotasynyň haýsy hem bolsa bir görnüşini öz içinde saklaýar. Şol sebäpli wiruslar iki DNK – wiruslar we RNK-wiruslar toparalaryna bölünýärler.

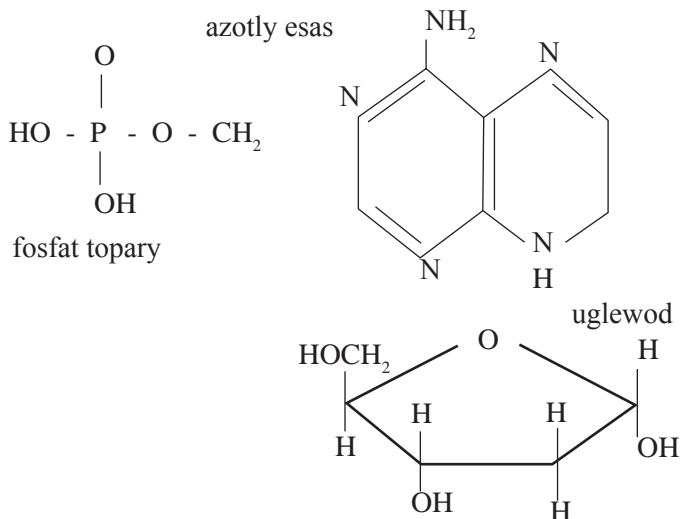
Beýleki ähli bakteriýalar we eukariot janly bedenler öz öýjükleriniň düzüminde nuklein kislotalarynyň iki görnüşini hem saklaýarlar.

DNK hromosomlaryň esasy düzüm bölegidir. DNK hromosomlarda giston we giston däl beloklar bilen birleşme emele getirýärler. Bu birleşmelere nukleoproteidler diýilýär.

DNK, esasan, öýjük ýadrosynyň hromosomlarynda (öýjügiň ähli DNK-synyň 99%-i), şeýle hem mitohondriýalarda we hloroplastlarda saklanýar. RNK bolsa ýadrojygyň, ribosomalaryň, mitohondriýalaryň, plastidleriň we sitoplazmanyň düzümine girýär.

DNK molekulasy biri beýlekisine görä spiral görnüşli towlanan, iki sany polinukleotid zynjyrjyklardan ybaratdyr.

Şunuň ýaly her bir zynjyrjygyň gurluş komponentleri (monomerleri) bolup nukleotidler hyzmat edýärler. Nuklein kislotalarynyň molekulasynda nukleotidleriň mukdary dürli bolýar: transport RNK-nyň molekulasynda 80 bolmagyndan başlap, DNK-da on münlerçe dört



**1-nji çyzgy.** Nukleotidiň umumy formulasynyň görnüşü



sany azotly esaslaryň (adenin, guanin, timin ýa-da sitozin) biri, dezoksiriboza ( $C_5H_{10}O_4$ ) we fosfor kislotasynyň galyndysy girýär. Nukleotidiň umumy formulasynyň görnüşi şeýle (*1-nji çyzgy*):

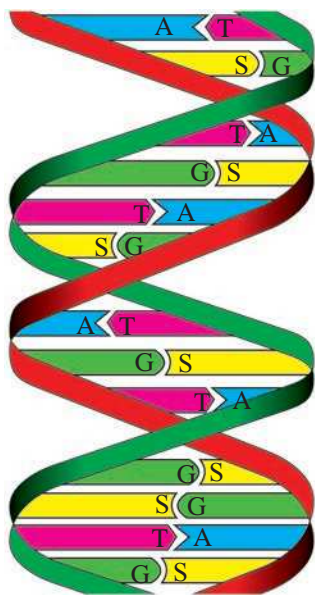
Nukleotidler öz aralarynda diňe azotly esaslary bilen tapawutlanýarlar. Azot esaslary iki topara:

1. Pirimidin esaslara: sitozin, timin, urasil,
2. Purin esaslara: adenin, guanin topara deňşlidiirler (*4-nji tablisa*).

*4-nji tablisa*

### Nuklein kislotalarynyň düzümi

		Uglewod – monosaharidi	Azot birleşmeleri	
			Purin	Pirimidin
1	RNK	Riboza ( $C_5H_{10}O_5$ )	Adenin (A) Guanin (G)	Sitozin (C) Urasil (U)
2	DNK	Dezoksiriboza ( $C_5H_{10}O_4$ )	Adenin(A) Guanin (G)	Sitozin (C) Timin (T)



**18-nji surat.** Iki spirally DNK-nyň molekulasyň bölegi

Nuklein kislotalarynyň polinukleotid zynjyrynda goňşy nukleotidler öz aralarynda kowalent baglanyşyklar bilen birleşýärler. Bu baglanyşyklar nuklein kislotalarynyň molekulasynda bir nukleotidiň monosaharidiniň (DNK-da dezoksiriboza, RNK-da riboza) we beýleki nukleotidiň fosfor kislotasynyň galyndysynyň arasynda emele gelýärler. DNK nukleotidleriniň bary-ýogy dört görnüşini saklaýan hem bolsa, uzyn zynjyrtjykda olaryň ýerleşiş yzygiderliginiň dürli bolmagy sebäpli, onuň molekulalary örän köp dürli bolýar (*18-nji surat*).

Azotly esaslaryň arasynda wodorod baglanyşygy kesgitli kanunalaýyklykda, ýagny adenin diňe timin bilen, sitozin bol-

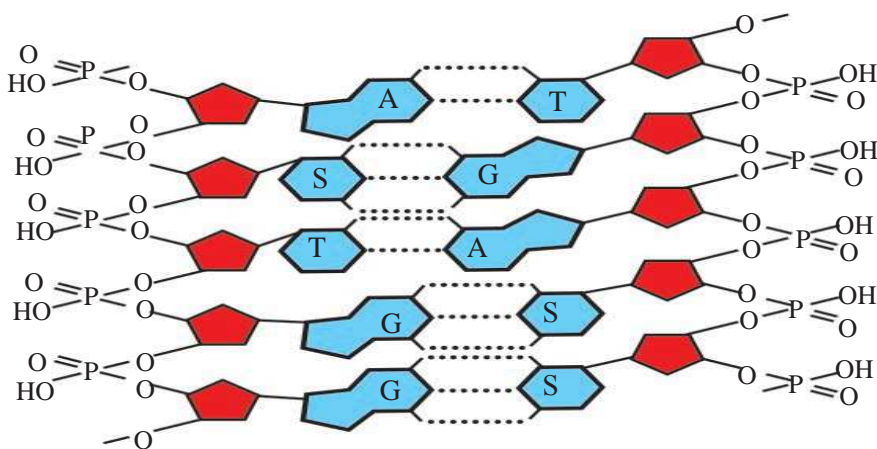


sa guanin bilen ( $A=T$ ,  $T=A$ ,  $G=S$ ,  $S=G$ ) baglanyşýandyr. Adeninli we timinli nukleotidleriň arasynda ikili baglanyşyk, guaninli we sitozinli nukleotidleriň arasynda bolsa üçleýin wodorod baglanyşygy emele gelyär (*18-nji surat*). Nukleotidleriň şunuň ýaly saýlap birleşmek häsiýetine **komplementarlyk** diýilýär we bu häsiýet DNK-nyň başlangyç (galyplyk) molekulasyň esasynda onuň täze molekulalarynyň emele gelmegine esas döredýär.

Şeýlelikde, her bir nukleotid azotly esasdan, uglewoddan we fosfor kislotasysynyň galyndysyndan durýar. Şunlukda, esas toparlary ikili spiralyň içinde ýerleşýär, uglewod-fosfatly gurluş topary bolsa spiralyň daşynda ýerleşýär. DNK molekulasyň iki polinukleotid zynjyrlarynyň azotly esaslary öz aralarynda wodorod baglanyşygy arkaly birleşýärler (*19-njy surat*).

Netijede, islendik bedende DNK molekulasynda adeninli nukleotidleriň sany timinli nukleotidleriň sanyna, guaninli nukleotidleriň sany bolsa sitozinli nukleotidleriň sanyna deňdir. Bu kanunalaýyklyga «Çargaffyň düzgüni» diýilýär:

$$A=T; \quad G=S \quad \text{ýa-da} \quad \frac{A+G}{S+T} = 1.$$

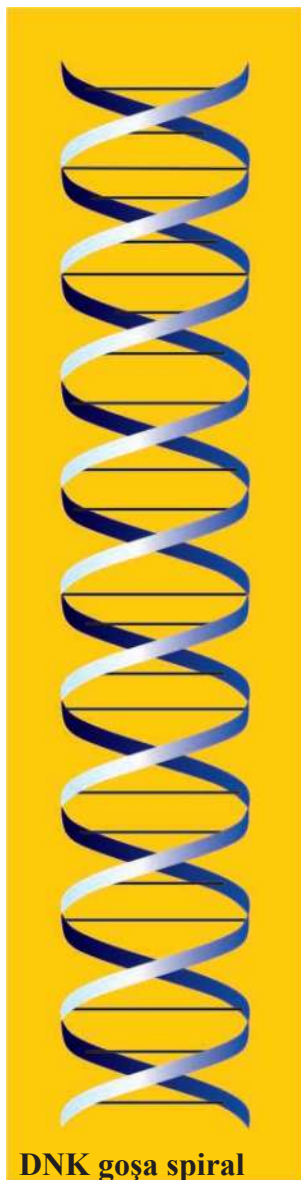


19-njy surat. DNK-nyň gurluşynyň çyzgysy



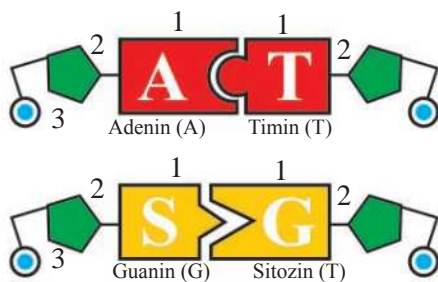


## DNK (dezoksiribonuklein turşusy)



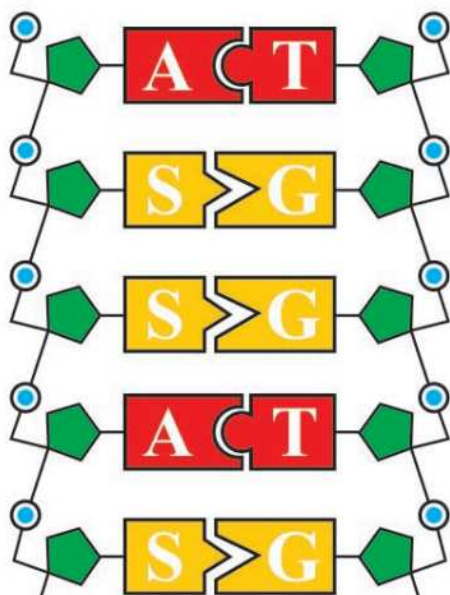
DNK goşa spiral

### Nukleotidleriň gurluş shemasy



1. Azot esaslary (A, T, S, G) dürli nukleotidlerde dürli görnüşli
2. Dezoksiriboza (uglewod)
3. Fosfor turşusy

### DNK-nyň gurluş shemasy



DNK molekulasyň bölgeleýin  
çözülen kesimi



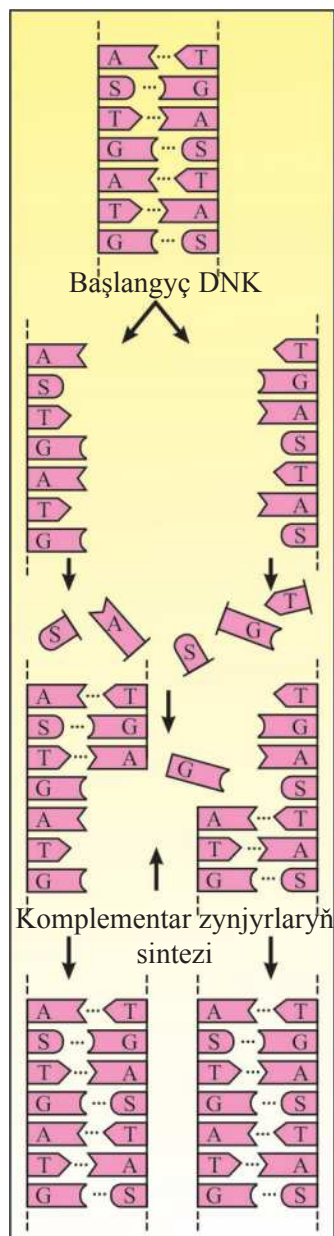


Şu häsiýet sebäpli bir zynjyrjykdaky nukleotidleriň yzygiderligi olaryň beýleki zynjyrjykdaky nukleotidleriň yzygiderligini kesgitleýär, ýagny DNK-nyň zynjyrjyklarynyň biri beýlekisiniň aýnadaky şekili ýaly ýerleşýärler.

Şeýlelikde, goşa spiral köpsanly wodorod baglanyşyklar we gidrofob özara täsirler arkaly berklenýärler. Onuň diametri – 2 nm, aýlawynyň ädimi – 3,4 nm, her aýlaw (burum) nukleotidleriň 10 jübütini saklaýar. Nuklein kislotalaryň molekulasyňyň uzynlygy ýüz müňlerçe nanometrler (nm) ýetýär. Bu bolsa belogyň ýazylyan görnüşde 100–200 nm-den köp bolmadyk iň iri molekulasyňyň uzynlygyndan has köpdür. DNK-nyň molekulasyňyň agramy 10–12 g-a deň.

DNK molekulasyňyň giňişlikdäki gurluş nusgasyny 1953-nji ýylda amerikalý alymlar J.Watson we F.Krik tekliptdiler. Bu nusga tejribe taýdan doly subut edildi hem-de molekulýar biologiýanyň we genetikanyň ösüşinde uly ähmiýete eýe boldy.

DNK zynjyryndaky dört görnüşli nukleotidleriň ýerleşşi wajyp maglumaty özünde saklaýar. DNK-daky nukleotidleriň ýerleşiş tertibi beloklardaky aminokislotalaryň tertibini, ýagny olaryň ilkinji gurluşyny kesgitleýär. Beloklaryň (fermentleriň, gormonlaryň) toplumu bolsa öýjügiň we bedeniň almatlaryny kesgitleýärler. DNK moleku-



**21-nji surat.** DNK-nyň goşalanmagynyň şekili



lalary ol alamatlar barada maglumatlary saklaýarlar hem-de olary nesilden-nesle geçirýärler. DNK, köplenç, öýjükleriň ýadrolarynda ýerleşýär. DNK-nyň umumy we bölekleýin gurluşy 20-nji suratda görkezilen.

### **1.12. DNK-NYŇ GOŞALANMAGY**

Her bir öýjük bölünmesinden öň nukleotidleriň yzygiderliligini bolşy ýaly berk, takyk saklamak bilen DNK-nyň molekulasynyň öz-özünden iki esse köpelmegi (replikasiýa) bolup geçýär. Replikasiýa DNK-nyň molekulasynyň goşa aýlawynyň burumlarynyň wagtlaýyn ýazylmagyndan başlanýar. (21-nji surat). Bu hadysa erkin nukleotidleri bolan gurşawda, ferment *DNK-polimerazanyň* täsirinde geçýär. Her bir zynjyr komplementarlyk düzgüni boýunça öz nukleotid galyndylaryna öýjükdäki erkin nukleotidleri çekip alýarlar we wodorod baglanyşyklary bilen berkidilýärler. Şeýlelikde, her polinukleotid zynjyr täze komplementar zynjyr üçin galybyň işini ýerine ýetirýär. Netijede, DNK-nyň iki molekulasy emele gelýär. Olaryň her haýsynyň ýary öňki başlangyç molekuladan gelip çykýar, beýleki ýarysy bolsa täzedan sintezlenýär. Täze zynjyrlar ilki gysga bölekler görnüşinde sintezlenýärler, soňra ýörite fermentiň kömegi bilen uzyn zynjyrlara birleşýärler. Replikasiýa netijesinde emele gelen DNK-nyň iki molekulasy öňki başlangyç molekulanyň nusgasy ýaly bolýar. Bu hadysa maglumatlaryň nesle geçmeginiň esasy düzýär. Maglumatyň nesle geçmegi iki derejede: öýjük we organizm görnüşde amala aşyrylýar. DNK-nyň replikasiýasynyň iň möhüm aýratynlygy – onuň ýokary derejede takyk bolmagydyr. Muny beloklaryň ýörite toplumu (kompleks) üpjün edýär. Bu toplum üç wezipäni ýerine ýetirýär.

- 1) Öňki başlangyç galyp zynjyrynyň nukleotidleri bilen komplementar jübüti emele getirmäge ukyply nukleotidleri saýlaýar;
- 2) Her täze nukleotid bilen ösüp barýan zynjyryň ujunyň arasynda kowalent baglanyşygyň emele gelmegini tizleşdirýär;



- 3) Ýalňyş birleşen nukleotidleri aýyrmak bilen zynjyry düzýär. Toplum ýalňyşlyklarynyň sany has ujypsyz;  $1 \times 10^9$  nukleotid-den hem az bolýar. Ýöne, käte toplумыň artykmaç esaslary birleşdirýän ýa-da birleşdirmän goýberýän, sitoziniň ýerine timin ýa-da adeniniň ýerine guanin birleşdirýän ýagdaýlary hem bolýar.

DNK-nyň molekulasynda nukleotidleriň yzygiderliginiň her bir şunuň ýaly ütgemegi – mutasiýa diýlip atlandyrylýan genetiki ýalňyşlyk ýüze çykýar. Şeýle ýalňyşlar öýjükleriň ähli soňky nesillerinde gaýtalanyp we görnüp duran zyýanly netijelere getirip biler.

### **1.13. RNK-NYŇ GÖRNÜŞLERI**

RNK-nyň molekulalarynyň ululygy, gurluşy, öýjükde ýerleşşi, wezipeleri boýunça görnüşleri bar. Pes molekulýar transport RNK (t-RNK) öýjügiň ähli RNK-larynyň, takmynan, 10%-ni düzýär. Genetiki maglumat amala aşyrylanda her bir t-RNK kesgitli bir aminokislotasyny (meselem, walini) birleşdirýär we belogyň sintezlenýän ýerine ribosoma eltýär. Şeýlelikde, dürlüligi boýunça tapawutlanýan birnäçe t-RNK-nyň ýigrimiden köp görnüşi bar. Olar özleriniň ilkinji gurluşy (nukleotidleriň dürli yzygiderligi) bilen tapawutlanýar.

Ribosomal RNK (r-RNK) öýjügiň ähli RNK-larynyň 85%-ni tutýar. Olar ribosomalaryň gurluş düzümine girip, onuň uly we kiçi böleklerini emele getirýärler. Mundan başga-da r-RNK belogyň biosintezi hadysasynda aminokislotalaryň molekulalarynyň arasynda peptid baglanyşyklarynyň döredýän ýeri bolan ribosomanyň işjeň merkeziniň emele gelmegine gatnaşýarlar.

Informasion ýa-da galyp RNK (i-RNK) öýjügiň beloklarynyň sinteziniň işini düzýärler. Öýjügiň umumy RNK-larynyň 5%-ne golaýyny tutýandygyna garamazdan, i-RNK ähmiýeti boýunça birinji ýerde durýar. i-RNK beloklaryň sintezi üçin DNK-nyň kodunyň gös-göni geçirilmegini amala aşyrýar. Şunlukda, öýjügiň her belogy mahsus i-RNK bilen kodlanýlýar. Bu i-RNK-nyň özüniň sintezi wagtynda DNK-dan belogyň gurluşy baradaky maglumatyň bir böle-



gi nukleotidleriň nusgalaşdyrylan yzygiderligi görnüşinde alýandygy we ony bu maglumatyň amala aşyrylýan ýerine, ýagny ribosomalara geçirýändigini bilen baglydyr.

Şeýlelikde, RNK-nyň ähli görnüşleriniň ähmiýeti olaryň öýjükde oňa mahsus beloklaryň sinteziniň amala aşyrylmagyna ugrukdyrylan işjeň birleşen ulgamdygy bilen kesgitlenýär.

### DNK-nyň we RNK-nyň deňeşdirme häsiýetnamasy

DNK-nyň we RNK-nyň arasynda diňe bir gurluşlary boýunça däl, eýsem-de öýjükde ýerleşişleri, häsiýetleri we ýerine ýetirýän wezipeleri boýunça hem tapawutlar bar (5-nji tablisa).

5-nji tablisa

#### DNK-nyň we RNK-nyň deňeşdirme aratapawutlary

ALAMATLAR	DNK	RNK
1	2	3
<b>Makromolekulanyň gurluşy</b>	Goşa spiral: biri beýlekisine görä spiral görnüşinde tovlanan iki polinukleotid zynjyrjyklar	Ýeke-täk polinukleotid zynjyrjyk
<b>Monomerleri</b>	Dezoksiribonukleotidler	Ribonukleotidler
<b>Nukleotidiň düzümi</b>	Azotly esas (adenin, guanin, timin, sitozin) dezoksiriboza we fosfor kislotasynyň galyndysy	Azotly esas (adenin, guanin, urasil, sitozin) riboza we fosfor kislotalarynyň galyndysy
<b>Nukleotidleriň görnüşleri</b>	Adeninli (A) Guaninli (G) Sitozinli (S) Timinli (T)	Adeninli (A) Guaninli (G) Sitozinli (S) Urasil (U)
<b>Häsiýetleri</b>	Replikasiýa (öz-özünden iki esse köpelmäge) ukyply. Durnukly	Replikasiýa ukyply däl. Durnukly däl.



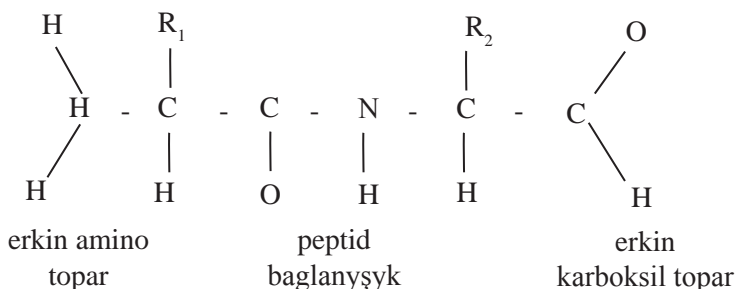
5-nji tablisanyň dowamy

1	2	3
Öýjükde ýerleşýän ýerleri	Ýadro, mitohondriýalar, plastidler	Ýadro, sitoplazma, ribosomalar, mitohondriýalar, plastidler
Wezipeleri	Nesle geçýän maglumaty saklaýjy	Informasion we transport RNK belogyň sintezine gatnaşýarlar

### 1.14. BELOKLARYŇ GURLUŞY

Beloklar – ähli janly bedenleriň öýjükleriniň hökmany düzümi bölegidir. Bu biopolimerleriň düzümindäki monomerleri aminokislotlardyr. Olar uglerodyň, wodorodyň, kislorodyň, azotyň we kükürdiň atomlaryndan emele gelýärler. Aminokislotlar birmeňzeş baglanyşyklar bilen birleşýärler. Onuň netijesinde beloklaryň gönümel molekulalary emele gelýärler. Beloklaryň köpüsiniň düzüminde ortaça 300–500 aminokislotlaryň galyndylary bardyr. Tebigy beloklaryň örän gysga (3–8 aminokislotlardan) ýa-da örän uzyn (1500 aminokislotlardan) biopolimerler görnüşleri bellidir. Aminokislotlaryň 20-siniň her biri beýlekilerden radikal topary (**R**-topary) bilen tapawutlanýarlar.

Ähli janly bedenleriň ýaşaýşynda beloklar birinji derejeli ähmiýete eýedir. Beloklaryň gurluşy tükeniksiz köp dürli bolup, şol bir wagtda olaryň gurluşy her bir görnüş üçin berk mahsus beloklar nuklein kislotalary bilen bilelikde bizi gurşap alan janly dünýäniň ähli



2-nji çyzgy. Polipeptid zynjyryjk



görnüş köpdürlüliginiň çeşmesini (material esasyňy) döredýärler. Öýjügiň gury agramynyň 50–80%-i beloklaryň paýyna düşýär.

Beloklaryň molekulalary peptid baglanyşyk (**-CO-NH-**) diýlip atlandyrylýan berk kowalent azot-uglerod baglanyşyk arkaly birleşen 50–150 aminokislotadan ybarat uzyn zynjyrlary düzýärler.

Netijede, polipeptid zynjyrlyk – belogyň ilkinji derejeli gurluşy emele gelýär (22-*nji surat*). Şeýlelikde, belok molekulasy 5 müňden 150 müň dalton (D) we ondan hem köp molekulýar massaly polipeptiddir. Gurluşy boýunça beloklar **ýönekeý** we **çylşyrymly beloklara** bölünýärler. Ýönekeý beloklaryň düzümine diňe aminokislotalar girýär. Çylşyrymly beloklaryň düzümine bolsa aminokislotalardan başga-da, nuklein kislotalar (nukleoproteidler), lipidler (lipo-proteidler), uglewodlar (glikoproteidler), reňkli himiki birleşmeler (hromoproteidler) we beýlekiler girýärler.

Öýjükleriň ähli himiki, morfologiki we işjeňlik häsiýetleri olarda mahsus beloklaryň bolmagyna baglydyr. Beloklaryň aýratynlygy aminokislotalaryň toplumu, olaryň mukdary we polipeptid zynjyrlykda ýerleşişiniň yzygiderliligi bilen kesgitlenýär.

Belok molekulasyňyň aminokislotalarynyň ýerleşiş yzygiderliginiň üýtgemegi, adatça, onuň ilkinji gurluş derejesiniň we wezipesiniň üýtgemegine getirýär. Belok molekulasyňyň ägirt köp dürli ilkinji gurluşynyň bolmagy hem şu sebäplidir. Şonuň üçin hem janly bedeniň özüniň her bir wezipesiniň ýerine ýetirilmegi üçin belogyň aýratyn görnüşini ulanyp bilýändigini we bu babatda onuň mümkinçilikleriniň çäksizdigi geň däl. Meselem, adam bedeninde dürli beloklaryň 5 milliondan gowragy, bakteriýa öýjüginde bolsa 3 müňe golaýy düş gelýär. Şeýlelikde, janly bedenleriň köpdürlüligi köp derejede olardaky beloklaryň düzümindäki tapawutlar arkaly kesgitlenýär.

Beloklaryň häsiýetleri şeýle hem polipeptid zynjyrlyklaryň giňişlikde ýerleşişini bilen kesgitlenýär. Janly öýjükde polipeptid zynjyrlyklar ikilenji derejeli ýa-da üçülenji derejeli gurluşa eýe bolmak bilen epilen ýa-da egilen görnüşde bolýarlar. Belogyň ikilenji derejeli gurluşy spiral görnüşli towlanan zynjyrlykdyr. Spiral aýlawlary



onda ýerleşen **NH-toparlaryň** arasynda emele gelýän wodorod baglanyşyklar arkaly saklanýar.

Spiralyň soňraky tertipli ýerleşmegi netijesinde her belok üçin üçülenji derejeli gurluş diýlip atlandyrylýan ýumak şekilli (globula) mahsus konfigurasiýa emele gelýär. Ol aminokislota galyndylarynyň belok radikallarynyň arasyndaky baglanyşyklaryň hasabyna – sistein galyndylarynyň arasyndaky kowalent disulfid (-S-S) baglanyşyklar, şeýle hem wodorod, ion we gidrofob özara täsirler arkaly durnuklaşýar. Mukdar taýdan aminokislotalaryň polýar däl gapdal zynjyrjyklarynyň, olaryň töweregindäki suwly gurşaw bilen goşulyşmaga däl-de, biri-biri bilen birleşmäge ymtylmagy arkaly kesgitlenýän gidrofob özara täsirler has möhümdir. Şunlukda, belogyň gidrofob gapdal zynjyrlary molekulanyň içinde, ýagny suw bilen galtaşmakdan goragly, gidrofil gapdal zynjyrlar bolsa tersine, daşarda bolar ýaly tovlanýar. Sisteiniň we gidrofob radikaly aminokislotalarynyň molekulalarynyň şeýle hem olaryň polipeptid zynjyrjykda ýerleşiş tertibiniň her bir belok üçin aýratyndygyny bellemek gerek.

Belok molekulasyň kesgitli daşky görnüşiniň saklanmagy toparlarynyň onuň katalitik işjeňliginiň, gormonal wezipeleriniň we beýlekileriň ýüze çykmagy üçin zerur bolan özara ýerleşişini üpjün edýär. Şonuň üçin globulalaryň durnuklylygy tötänleýin häsiýet däl-de, bedeniň durnuklaşmagynyň möhüm serişdeleriniň biridir. Belogyň biologiki işjeňligini diňe üçülenji gurluş görnüşinde ýüze çykarýar. Şonuň üçin polipeptid zynjyrjygynda hat-da ýekeje aminokislotaň çalyşmagy hem belok konfigurasiýasynyň üýtgemegine we onuň biologiki işjeňliginiň peselmegine ýa-da ýitmegine getirip biler.

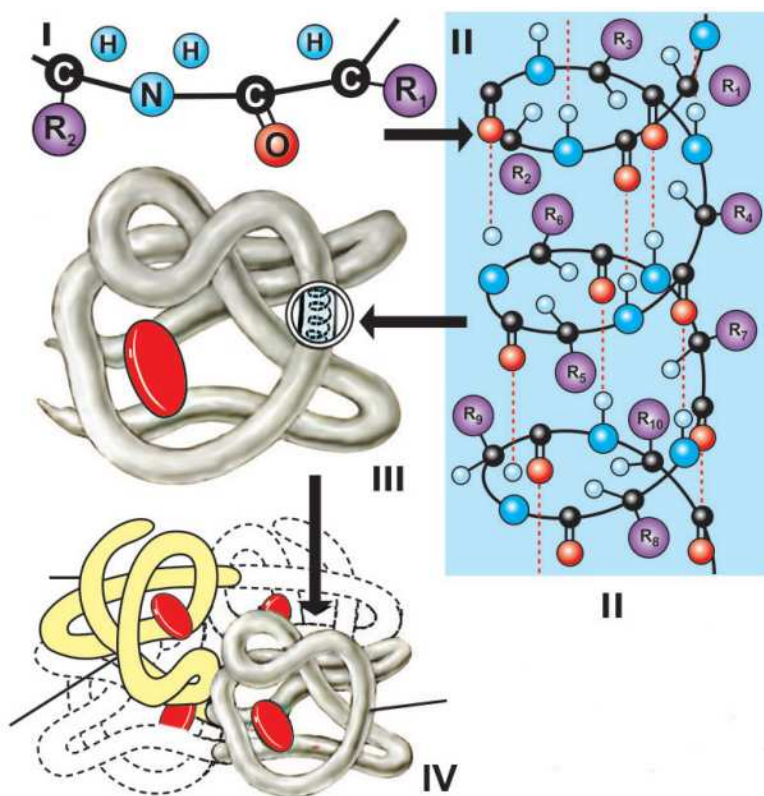
Käbir ýagdaýlarda iki, üç, dört we ondan hem köp belok molekulalary bilelikde üçülenji derejeli gurluşly belok molekulasyň bir toplumyna (komplekse) birleşýärler. Has çylşyrymly ýumak konfigurasiýasy – globula emele gelýär. Şeýle ýagdaýlar belogyň dördülenji gurluşyny emele getirýärler. Şeýle çylşyrymly beloklara mysal edip gemoglobin molekulasy görkezmek bolar. Ol dört sany kiçi belok böleklerden we belok däl bölekden – gemden ybaratdyr. Gemoglobin





diňe şeýle görnüşde öz wezipesini kadaly ýerine ýetirmäge ukyply bolup, dördülenji gurluşly kiçi belok bölekleri biri-biri bilen himiki baglanyşykly däl, ýöne molekulalaryň arasyndaky gowşak güýçleriň hasabyna tutuş gurluş ýeterlik berk bolýar.

Dürli himiki we fiziki täsirleriň (spirtiň, asetonyň, kislotalaryň aşgarlaryň, ýokary temperaturanyň, şöhleleriň, ýokary basyşyň we suňa meňzeşleriň) astynda wodorod we ion baglanyşyklarynyň üzülmegi netijesinde belogyň üçülenji we dördülenji derejeli gurluşlary üýtgeýär. Belogyň tebigy gurluşynyň bozulmagyna *denaturasiýa* diýilýär. Şeýle ýagdaýda belogyň ereýjiligi peselýär, onuň



**22-nji surat.** Belok molekulasyňyň gurluşy:

I–ilkinji derejeli gurluş; II–ikilenji derejeli gurluş;

III–üçülenji derejeli gurluş; IV–dördülenji derejeli gurluş





molekulasynyň daşky görnüşi we ululygy üýtgeýär, ferment işjeňligi ýitýär. Denaturasiýa hadysasy kähalatda yzyna öwrülip bilýär (ýagny gurşawyň şertleriniň kadalaşmagy ilkinji derejeli gurluşy bitewi bolan ýagdaýda) hem-de belogyň tebigy gurluşynyň öz-özünden dikelmegine getirýär. Şeýle hadysa *renaturiýasiýa* diýilýär.

**Beloklaryň ýerine ýetirýän işi.** Beloklar öýjükde örän möhüm we köp dürli wezipeleri ýerine ýetirýärler. Beloklaryň wezipeleri köp derejede olaryň gurluşynyň we düzüminiň çylşyrymlylygy hem-de dürli hilliligi bilen baglanyşyklydyr.

Belok molekularynyň has möhüm wezipeleriniň biri hem gurluş wezipesidir. Beloklar ähli öýjük membranalarynyň we öýjük organoidleriniň düzümine girýärler. Gan damarlarynyň diwarlary, kirtidewükler, siňirler hem beloklardan ybarat bolýarlar.

**Hereketlendiriji wezepe.** Ýygrylýan aýratyn beloklar tüýjagazlaryň we guýrujyklaryň hereketini, muskullaryň ýygrylmagyny, öýjük bölünende hromosomyň ýeriniň üýtgetmegini, ösümlükleriň bedenleriniň (organlarynyň) hereketini we şunja meňzeşleri üpjün edýärler.

Bedende maddalary gatnatmakda hem beloklaryň işi örän uludyr. Olar köp himiki birleşmeleri baglanyşdyrýarlar we ganyň akymy boýunça gatnadýarlar. Bu beloklara ilki bilen gemoglobin degişli bolup, ol kislorody öýkenlerden beýleki dokumalaryň we agzalaryň (organlaryň) öýjüklerine gatnadýar. Muskullarda bu wezipäni mioglobin belogy ýerine ýetirýär.

Bu ýagdaý biopolimeriň ähli işjeň toparlarynyň bileleşikde özara gatnaşygyny anyk ýüze çykarýar. Gemoglobiniň molekulasyny her haýsy gem bilen baglanyşykly (**gem** – *demir saklaýan birleşme* – gemoglobiniň reňkleýji maddasy) polipeptid zynjyrjyklaryň iki jübütinden ybaratdyr. Her gem kislorodyň bir molekulasyny, tutuş gemoglobin bolsa dört molekulasyny birleşdirmäge ukyply. Olaryň birine kislorodyň birleşmegi, beýlekisine kislorodyň birleşmegini biriniň kislorody bermegi bolsa beýlekisiniň bermegini ýeňilleşdirýär. Şu sebäpli gan öýken kapillýarlaryndan geçende, ondaky gemoglobin kislorody ýeňil birleşdirýär we dokumalarda kislorodyň konsentrasiýasy peselende, ony ýeňil berýär.



Gan plazmasynyň beloklary lipidleriň we ýag kislotalarynyň dürli biologik işjeň maddalaryň gatnadylmagyna ýardam edýärler. Öýjük membranasynyň düzümindäki beloklaryň molekulalary maddalaryň öýjüge geçirilmegine gatnaşýarlar.

Beloklar gorag wezipesini hem ýerine ýetirýärler. Öýjükde oňa del maddalaryň (antigenleriň) meselem, beloklaryň ýa-da bakteriýalaryň, wiruslaryň ýokary molekulýar polisaharidleriniň we şuna meňzeşleriň düşmegine jogap hökmünde aýratyn beloklar, ýagny del maddalary zyýansyzlandyryan we bedeniň immunologiki goragyny üpjün edýän immunoglobulinler (antibedenler) öndürilýär.

Bedeniň immun ulgamy antigenleriň tanalmagyny belok molekulasyňyň onuň üçin mahsus bölekleri antigen determinantlar (kesgitleýjiler) boýunça üpjün edýär. Olaryň hasabyna del maddalaryň mahsus birleşdirilmegi we zyýansyzlandyrylmagy amala aşyrylýar. Daşky gorag wezipesini, şeýle hem beýleki bedenler üçin zäherli käbir beloklar, meselem, ýylanlaryň zäherindäki beloklar ýerine ýetirýärler.

Beloklara şeýle hem habar geçirmek wezipesi hem mahsusdyr. Öýjügiň üstki membranasynda daşky gurşawyň täsirine jogap hökmünde özüniň üçünji gurluşyny üýtgetmäge ukyply belok molekulalary ýerleşýär. Daşky gurşawdan habarlary kabul etmek we öýjüge buýruklyry geçirmek şeýle amala aşyrylýar.

Sazlaýjy wezipe madda çalşygyna täsir edýän beloklara – gormonlara mahsusdyr. Gormonlar ganda we öýjüklerde maddalaryň hemişelik düzümini saklaýarlar, janly bedenleriň ösüşine, köpelmegine we beýleki ýaşayş üçin möhüm hadysalara gatnaşýarlar. Şeýle gormonlaryň biri – ganda glýukozanyň mukdaryny peseldýän belok-gormon-insulindir. Insulin durnukly ýetmezçilik edende ganda glýukozanyň derejesi ýokarlanýar hem-de süýji keseli ýüze çykýar. Organizmde biohimiki hadysalary esasy sazlaýjylaryň işini şeýle hem köp sanly beloklar – fermentler ýerine ýetirýärler (katalitiki funksiýa).

Beloklar şeýle-de enegiýa çeşmesi bolup hyzmat edýärler. Bedende 1 g belok ahyrky önümlere çenli darganda 17,6 kJ energiýa bölünip çykýar. Bu energiýa öýjükde ýaşayş üçin möhüm bolan köp hadysalara sarp edilýär.



## 1.15. BELOKLARYŇ BIOSINTEZI

Beloklaryň biosintezi ýaşagyň çylşyrymly we täsin möhüm häsiýetleriniň biridir. Her bir janly öýjügiň, hat-da prokariotlaryň, wiruslaryň hem özüne mahsus belok tebigaty bardyr. Beloklaryň biosintezi hut janly öýjüklerde bolup geçýär. Öýjükde bar bolan amino-kislotalar şol öýjügiň ýadrosynda ýerleşen DNK-daky salgy esasynda yzygider, tertipli ýerleşdirilýärler. Şeýlelikde, belok zynjyry emele gelýär.

Her öýjügiň özüniň belogyny sintezlemek ukyby neslegeçijilik boýunça öýjükden-öýjüge geçýär we ýaşagyň ähli dowamynda saklanýar.

Beloklaryň biosintezi öýjükleriň ösýän döwründe has güýçli geçýär. Sonuň üçin adam hem ösýän döwri has hereketli, tiz wagtdan iymitlenmäge talaby güýçlenýär.

Adam ortaça 3 kg agram bilen dogulýar, 6 aýda onuň agramy 2 esse artýar (6,6 kg), bir ýaşynda 3 esse artýar (9,4 kg), 12-15 ýaşynda ortaça 45-60 kg bolýar. Şu bolup geçýän batly depginde ösüş hadysalary üçin beloklaryň biosintezi birinji zerurlykdaky ýagdaýdyr. Çünki öýjügiň gury massasynyň 90%-ni beloklar düzýär. Hemme öýjüklerde diýen ýaly beloklaryň biosintezi amala aşýar, ýöne ösýän öýjüklerde, hereketli öýjüklerde, suwuklyk (sekresiýa) bölüp çykarýan öýjüklerde has ösendir.

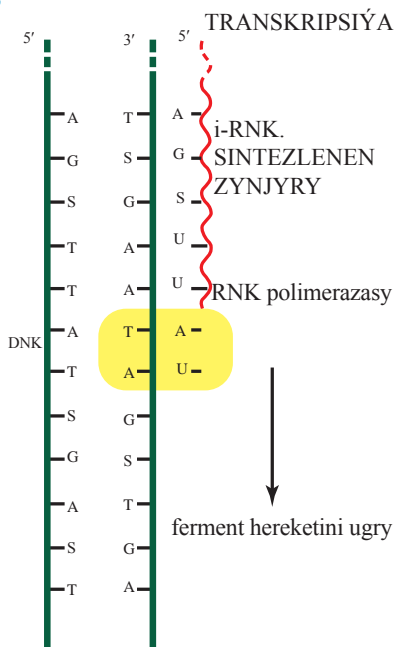
*Her bir belogyň (proteiniň) sintezi gen bilen kesgitlenilýär. Gen – bu DNK-nyň bölegi bolup, özünde haýsy hem bolsa bir genetiki maglumaty saklaýar. Ol nukleotidleriň belli bir yzygiderli düzülmegi bilen häsiýetlendirilýär. Merkezi taglymatlar (garaýyşlar) esasynda häzirki zaman biologiyasy ýaşagyň esasyňy şu hili häsiýetlendirýär:*

**Replikasiýa → Transkripsiýa → Translýasiýa**

ýa-da

**DNK → i-RNK → belok**

*Başgaça aýdylanda, nesle geçýän maglumatlar DNK-da ýerleşip, onuň öz-özünden ikilenmegi (replikasiýa) netijesinde nesilden-nesle*



**23-nji surat.** DNK galyby boýunça I-RNK-nyň emele gelşiniň çyzgysy

geçirilýär. DNK-da nukleotidleriň kesgitli yzygiderliligi görnüşinde ýazylan maglumatlar transkripsisiýa wagtynda gaýtadan RNK-nyň nukleotid yzygiderliligi görnüşinde ýazylýar. Ol hem soňlugy bilen proteiniň degişli aminokislota yzygiderligini düzýär.

Beloklaryň biosinteziniň nähili geçýändiginiň meseleleriniň aýdyňlaşdyrylmagy molekulýar biologiyanyň uly ýeňşi boldy.

Beloklaryň biosinteziniň geçişi 2 esasy – **transkripsisiýa we translýasiýa** basgançaklardan durýar.

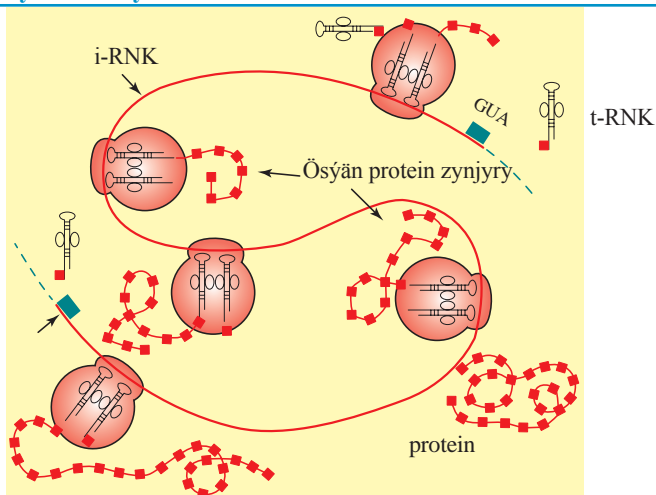
**Transkripsisiýa** – bu DNK galybynda (matrisa) RNK-nyň sintezi. Ol DNK komplementarlyk düzgüni boýunça sintezlenýär, enelik RNK ribonukleotid trifosfatlar SFF,

GFF we ATF-den sintezlenýär. Olar DNK-nyň esaslaryna indiki nusga boýunça düzülýärler: S-G, G-S, A-U we T-A (23-nji surat).

Sintez üçin matrisa bolup zynjyryň 2 aýlawy hyzmat edýär, transkripsisiýa 3'→5' ugurda geçýär. Ýörite fermentleriň kömegi bilen trifosfatlar (DNK-a garaşly RNK-apolimeraza) biri-birleri bilen 5'→3' ugurda informasion RNK-da birleşýärler.

Transkribirlenen informasion RNK ýadrodan çykyp, sitoplazma düşýär we ol ýerde ribosomalaryň toplumyny emele getirýär. Ribosomalar elektron mikroskopiýada diametri 15-20 nm bolan tegelek granulaly bölejiklerdir.

Ribosoma – nukleoproteid toplumu bolup (RNK-nyň 3 görnüşinden) dürli 55 belokdan, ribosomal RNK-nyň 3 görnüşinden düzülendir we aýry-aýry toplumlary dürli bolup biler.



**24-nji surat.** Polisomada beloklaryň sintezi

**Translýasiýa** ýa-da kody sanamak informasion RNK ribosomada amala aşyrylýar, informasion RNK ondan geçýär her geçende kodonlaryny üýtgedýär. Haçanda hemme i-RNK ribosomadan geçende ribosomadan polipeptid zynjyry aýrylýar, onuň yzygiderliligi i-RNK-daky üçli nukleotid kody bilen açylýar (24-nji surat). Hakykatda enelik RNK bir ribosomada däl-de, şol bir wagtda birnäçe ribosomalarda-da bolup biler. Ribosomalaryň bu ýagdaýyna **polisoma** diýilýär. i-RNK we täze sintezlenen polipeptid zynjyryň arasynda araçy bolup tRNK esasy orny tutýar.

tRNK uly bolmadyk molekulalardyr (75-85 nukleotidler), daşky görnüşi boýunça ýorunjanyň ýapragyny ýada salýandyr.

Biosintezde olaryň esasy işi (ýörite ferment aminoasil t-RNK sinteziniň kömegi bilen) belli bir aminokislota bilen baglanyşmak, enelik RNK-da özüne degişli antikodon bilen birleşmekdir. Ribosomada t-RNK-den polipeptid zynjyra aminokislotalar geçirilýär. Translýasiýa, esasan hem başlangyç kodony AUG-dan başlanýar, ol formil-metionini kodirleýär. Bu basgançaga **inisiasiýa** diýilýär. Ähli yzygider aminokislotalaryň goşulmagyna **elongasiýa** diýilýär. Ähli beloklaryň sintezi formil – metioninden başlanýar, ol soňunda aýrylýar. Haçanda translýasiýanyň bölüminde kodon terminator (UAG,



UAA ýa-da UGA) sinteziň gutarylmalydygy barada habar berse, sintez gutarýar. Adaty ýagdaýda belogyň sintezi N-den C-ne çenli ugurda geçýär. Şunlukda, sinteziň geçişinde kodlaryň aminoasil t-RNK sinteziniň we t-RNK belli bir aminokislota doly deň gelmegi bilen geçýär. Ýalňyşlyk bu ýerde bolup bilmeýär.

tRNA-nyň ýorunja ýapragyna meňzeş molekulasyň depesine düşýän, düzümi üç azot esasly gurluşdan ybarat bolan topara **anti-kodon** diýilýär. Antikodon belli bir toparyň üç esasyň mRNA **kodony** bilen baglanyşyk edip biler. Hakykatdan hem, biri-birine ýakynlaşanda tRNA-nyň molekulasyň antikodony mRNA-nyň kodonyny tanaýar we onuň bilen jübütleşýär.

XX asyryň 60-njy ýyllarynda M.Nirenberg, U.Holl, H.Korano tarapyndan genetiki koduň syry açyldy. Ol triplete ýa-da kodona esaslanyp, üç nukleotid bir aminokislotaň polipeptid zynjyryna birikmesini kesgitleýär.

**Genetiki kod** triplet görnüşinde bolup, hut üç nukleotid bir aminokislotaň polipeptid zynjyra birikmesini kesgitleýär. Genetiki kod *dogabitdidir*, ýagny köp aminokislotalar birinden hem köp triplet bilen kodlaşýar. Şeýlelikde, şol bir aminokislota dürli tripletler bilen kodlaşyp biler (*6-njy tablisa*), ýöne ilkinji iki nukleotidi elmydama birmeňzeşdir. Mysal, triplet –C-C-C- prolini kodlaýar. Şonuň ýaly-da proliniň zynjyra birikmesi CCU, CCA, CCG bilen kodlaşyp biler. AUG tripleti birinji aminokislota-metilmetionini kodlaýar, şondan hem polipeptid zynjyryň sintezi başlanýar. Genetiki kodda jemi 64 kodon bar, olardan üçüsi (UAA, UGA we UAG) stop-kodon hasaplanýar we olar polipeptid zynjyryň sintezini tamamlýar. Genetiki kodda bir tripleti beýlekisinden aýyrýan bellikler ýok hem bolsa *gereginden aşa artyk bolmaýar*. Meselem, UUCAUUGUU yzygiderlikdäki esasyda birinji üç esas bir aminokislota kodlaýar, ikinji üçüsi beýlekileri we ş.m. Getirilen mysalda şeýle bolup bilmez, ýagny UUC bir aminokislota kodlaýar, UCA beýlekini, CAU bolsa ýene birini kodlaýar. Munuň ýaly ýagdaý gabat gelmeýär.



## Genetiki kod

		2-nji ýagdaý									
		U		C		A		G			
1-nji ýagdaý	U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Çyz	U	3-nji ýagdaý
		UUC	Phe	UCC	Ser	UAC	Tyr	UGC	Sys	C	
		UUA	Leu	UCA	Ser	UAA	ocrh	UGA	opal	A	
		UUG	Leu	UÇG	Ser	UAG	amb	UGG	Try	G	
	C	CUU	Leu	CCU	Pro	CAU	His	CGU	Arg	U	
		CUC	Leu	CCC	Pro	CAC	His	CGS	Arg	C	
		C						S	g		
		CUA	Leu	CCA	Pro	CAA	Gln	CGA	Arg	A	
		CUG	Leu	CCG	Pro	CAG	Cln	CGG	Arg	G	
	A	AUU	Ile	ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U	
		AUC	Ile	ACC	Thr	AAC	Asn	AGC	Ser	C	
		AUA	Ile	ACA	Thr	AAA	Lys	AGA	Arg	A	
		AUC	Me	ACG	Thr	AAG	Lys	AGG	Arg	G	
	G	GUU	Val	GCU	Ala	GAU	Asp	GGU	Gly	U	
		GUC	Val	GCC	Ala	GAC	Asp	GGC	Gly	G	
		GUA	Val	GCA	Ala	GAA	Glu	GGA	Gly	A	
		GUG	Val	GCG	Ala	GAG	Glu	GG	Gly	G	

mRNK-nyň azot esaslarynyň triplet kombinasiýasy (utgaşmasy) (U, A, C, G) şu aşakdaky aminokislotalary kesgitleýär: Phe- fenilalanin, Leu-leýsin, Ile-izoleýsin, Met-metionin, Val-walin, Ser-serin, Pro-prolin, Thr-treonin, Ala-alanin, Tyr-tirozin, His-gistidin, Gln-glutamin, Asn-asparagin, Lys-lizin, Asp-asparagin kislötasy, Glu-glutamin kislötasy, Cys-sistein, Try-triptofan, Arg-arginin, Gly-glisin. Ýyldyzjyk bilen belgilenenler başlangyç kodonlar; *orhre* tripleti, *amber* we *opal* «stop kodon» ýaly täsir edýärler (F.Crick boýunça).

*Kod* – *uniwersaldyr*; ýagny Ýer ýüzündäki ähli janly bedenler, şol sanda, wiruslar hem şol bir koduň eýesidir. Hasaplaýyş ramkasy (usuly) geniň kodunyň (ýa-da mRNK) birinji nukleotidiň ýerleşişini kesgitleýär.



Ribosomal we transport RNK-lar (rRNK we tRNK) birmeňzeş genlerde sintezlenýärler we olar her mRNK-dan tapawutlylykda öýjükde birnäçe nusgalyk (kopiýa) görnüşde bolýarlar. Şeýlelikde, rRNK ýadro emele getiriji DNK-nyň sebitinde ilik görnüşindäki ýadrojygy gurnaýjyda sintezlenýär. rRNK-nyň öň ýanyndaky madda ýadrojygy gurnaýjyda sintezlenip, ol ýerde sitoplazmada sintezlenip hem-de ýadro geçirilen ribosomanyň proteinleri bilen birleşýär we iri ribonukleoproteid bölejigini döredýär. Soňra täsirleşme (processing) geçýär we netijede ýadroda uly we kiçi ribosomanyň subbirligi döreýär. Ribosomanyň öň ýanyndaky madda sitoplazma geçip, proteiniň sinteziniň amala aşýan wagtynda ribosomalaryň hem emele gelmesi bolýar.

Proteiniň öz molekulasyňyň emele gelmegi hem edil tRNK ýaly degişli aminokislotanyň birikmegi bilen başlanýar we onuň netijesinde aminoasil tRNK emele gelýär. Ribosomyň kiçi subbirligi inisiator başyny başlaýjy özünde metilmetioniniň molekulasyňy saklaýan tRNK bilen baglanyşýar. Bu toplum inisiator kodonly mRNK (AUG) bilen baglanyşýar. Şondan soň kiçi subbirlige ribosomanyň uly subbirligi birigýär. Ribosomalar proteiniň sintezini amala aşyrmak bilen mRNK-daky maglumaty hasaplaýarlar, boýuna 5---3 tarapa dowam etdirilýär. Ribosomalar tRNK-nyň iki molekulasyňy özüne: A meýdançanyň ribosomalary aminoasil-tRNK-ny; P –meýdançanyňky bolsa aminoasil-tRNK bilen bagly ösýän polipeptid zynjyry birikdirýärler. Iki görnüşli tRNK hem goňşy kodonlar bilen mRNK arkaly birigýärler. Ribosoma indiki aminoasil-tRNK gelip, ilkinji peptid baglanyşyk emele gelýär.

mRNK zynjyry boýunça aýlanyp, ribosoma indiki aminokislotalar hem gelip goşulýar. Olar hem öz arasynda birleşýär, indiki täze aminokislotalar bilen birleşmek üçin tRNK molekulalary ýene-de aýrylýarlar.

Ribosomda stop-kodon ýüze çykandan soň, sintez bes edilýär. Sebäbi hiç bir t-RNK-da stop-kodonlar üçin degişli antikodonynyň ýoklugydyr. Polipeptid zynjyr ribosomadan aýrylýar.





## 1.16. BEDEN ÖYJÜKLERİNDE NESIL MAGLUMATLARYNYŇ ÜÝTGEMEGI

Belli bolşy ýaly, öýjük öz-özünden döremeýär, ol diňe bölünmek arkaly köpeliýär. Bölünenden soň täze emele gelen öýjükde mahsus häsiýetli işlerini üpjün edýän ähli ulgamlary birbada bolmaýar. Ähli organoidleriniň bolmagy we gerekli fermentleriň sintezlenmegi üçin belli bir wagtyň geçmegi gerek. Oňa *kemala gelme* diýilýär. Öýjügiň doly kemala gelmegi determinant ýagdaý boýunça amala aşýar.

Ýetişen öýjük dürli wagtda öz işini ýerine ýetirip biler. Käbir öýjükler (mysal, neýronlar) öz ýaşaýyş döwrüniň tutuş dowamynda işjeňligini saklaýar. Bular ýaly öýjük görnüşi köp däl. Köpüsi belli bir wagtdan ölýär we ýerine täzesi döreýär. Dürli öýjükleriň täzelenme tizligi deň däl.

Elbetde, öýjük tötänleýin (birden) daşky täsirler täzelenme netijesinde hem ölüp biler. Oňa mysal edip döwür-ýenjigi, himiki ýa-da radiasion zeperlenmäni görkezmek bolar. Şeýle ýagdaýda öýjükleriň ölümi *haotik* görnüşde bolup geçýär. Onuň işlenilen zäherli önümleri daş-töweregine gyjyndyryjy hökmünde täsir edýär. Netijede, *gaýnaglama (inflommasiýa)* hadysasy döreýär. Şonuň ýaly tötänlikde öýjügiň ölmegine *nekroz* diýilýär we ol ýagdaýy patologiki anatomiýa öwrenýär.

Köp öýjükler tebigy genetiki tilsim üýtgände ölýär. Genetiki nukdaýnazardan önünden meýilleşdirilen öýjügiň ölümüne *apoptoz* diýilýär. Apoptozyň döreýşi diýseň çylşyrymly we soňuna çenli öwrenilmedik. Her öýjük hromosomynda geni saklaýar, olar öýjügiň bölünmesine gatnaşýan fermentleriň sinteziniň geçmegine badalga berip bilerler. Şeýle-de öýjügiň bölünmesine päsgel berýän fermentleriň sintezine gatnaşýan genler hem bar. Öýjük ýaşayan wagty bu sintezler deňagramlyk ýagdaýynda bolýar.

Öýjük öz ýaşaýyş aýlawyny deňagramly ýagdaýda saklamak üçin beýleki öýjüklerden dürli signaly (duýduryş, habar) almaly. Adatça signal hökmünde oligopeptidleriň ýörite molekulalary çykyş



edýär. Öýjük ýaşayşyny goldaýanlygy üçin olary **sitokinler** diýip atlandyýarlar. Ylymda onlarça sitokinler toparlary mälimdir. Olaryň täsiri dürli-dürlüdür we bir görnüşdäki öýjüklere has güýçli, beýlekilere gowşak, ýa-da düýbünden täsir etmän biler. Häzirki wagtda ylymda öýjügara gatnaşyk beýan edilende «sitokinli tor» adalgasy has ýygý ulanylyp başlandy.

Öýjügiň ýaşayş döwrüniň ahyrynda bir pursat ýüze çykýar we ol öz işjeňligini ýitirip bilýär. Şeýle öýjüklerde sitokinelere bolan duýujylyk bozulýar we genleriň işjeňlik derejesi üýtgeýär, içki deňagramlyk bozulýar. Öýjügi köpeldiji genler gabalýar (blokirlenýär). Tersine, litiki fermentleriň sintezini üpjün ediji genler stimülirlenýär (işjeňleşýär). Soňky ýadro düşüp, hromatini lizirleýär (eredýär).

Hromosomlar dargaýarlar, öýjükde sintez hadysasy togtalýar. Daşyndan seretseň öýjügiň şeýle ölümüne ýüze çykyşy dürli-dürlü we ol gadymdan bäri mälim. Ony *piknoz* (*ýadronyň mürşermegi*), *hromatolizis* (*ýadronyň reňklenijilik ukybynyň peselmegi*), *kariorek-sis* (*ýadronyň böleklere bölünmegi*) diýip atlandyrypdyrlar. Diňe ýaňy-ýakynnda bu ýüze çykmalaryň apoptozyň aýdyň alamatlarydygy belli edildi. Ýadronyň ölümünden soň sitoplazma hem zeperlenip, dargaýar. Galyndylary makrofaglar bilen fagositirlenýär (ýuwdulýar). Ölen öýjükleriň materiallary makrofaglar tarapyndan täzedden işlenilýär we olar bilen daşa çykarylyp bilner. Şeýle ýagdaýda bu material beýleki öýjükler tarapyndan täzedden ulanylýar. Apoptoza düş bolan öýjükleriň töwereginde gaýnaglama (inflommasiýa) alamatlary bolmaýar, dokumalaryň ýaşayşy, şol sanda ölen öýjükleriň hem bir toparynyň bedende saklanmagy dowam edýär.

Ýokardaky aýdylanlar öýjügiň adaty ýaşayşynyň mysalydyr. Ol hadysalaryň netijesinde öýjük populýasiýasy kem-kemden peselmeli. Bu hakykatdanam käbir dokumalarda şeýle bolýar. Nerve dokumasynda bedeniň ýaşayş ömründe neýronlar elmydama ölýär, ýöne olar täzedden döremeýär. Olaryň sany adam doglanda şeýle bir köp, tä ölýänçä ynsany aragatnaşyklar we reaksiýalar bilen üpjün etmäge ýetýär. Şeýle öýjük toplumlaryna – *stasionar* toplum diýilýär.



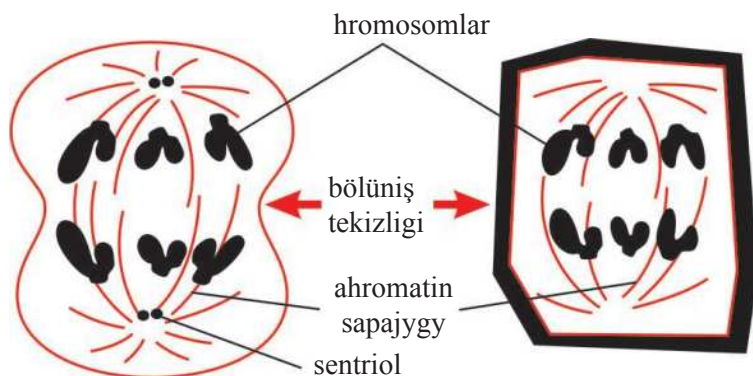
Öňler ýürek myşsasyň öýjügi – kardiomiositler täzeden dikelmeyär diýlen düşünje bardy. Ýöne 1988-nji ýylda P.P.Rumýansow kardiomiositleriň hem täzeden dikelýändigini subut etdi. Köp öýjük toplumlary we olaryň görnüş populýasiýasy täzeden dikelmäge ukyply. Elbetde, olaryň san taýdan dikelmesi täze öýjükleriň bölünmeginiň hasabyna bolup geçýär. Hatarda öz sanyny köpeltmek we iş ukybyny elmydama saklamak, öýjükleri sikliki çalşyp durmak zerurlygy ýüze çykýar. Öýjükleriň şeýle görnüşlerine *täzelenýän* görnüş diýilýär.

Öýjügiň bölünmegi – janly bedenleriň köpeliş hadysasy we nesil maglumatlaryny geçirmek häsiýetleri bilen baglanyşykly bolýar.

**Mitoz** (grekçe «mitoc» – sapajyk) ýa-da **kariokinez** (grekçe «karyon» – ýadro, «kinezis» – hereket) diýlip somatiki we ýetişmedik jyns öýjükleriniň bölünmek hadysasyna aýdylýar (25-nji surat).

Bu bölüniş nemes alymy Flemming (1843-1905) tarapyndan açylypdyr. Mitozyň netijesinde nemes alymy F.A.Weýsmanyň belleýşine görä, ýadronyň maddalary deň bölünýärler.

Öýjügiň bölünmegi netijesinde emele gelýän ýaş öýjükler derrew bölünmäge başlamaýarlar. Sebäbi ýaş öýjüklerde möhüm hadysalar bolup geçmeli, olar ulalmaly, beloklaryň we nuklein kislotalarynyň sintezi bolup geçmeli. Öýjügiň ilkinji bölünmesinden



**25-nji surat.** Mitoz. Çepde – haýwan öýjügi, sagda – ösümlik öýjügi



indiki bölünmesine çenli aralykda şol öýjügiň içinde bolup geçýän hadysalaryň jemine **mitotiki döwür** (öýjügiň ýaşayyş ýa-da ösüş döwri) diýilýär we ol iki sany täze öýjügiň emele gelmegi bilen tamamlanýar. Mitotiki döwür ýa-da öýjügiň ýaşayyş aýlawy 2 döwre bölünýär:

1) **awtosintetik** ýa-da **interfaza** (öýjügiň bölünmäge taýýarlygy), ol öz içine presintetik ( $G_1$ , iňlisçeden *gap* – aralyk), sintetik (S) we postsintetik ( $G_2$ ) döwürleri;

2) **öýjügiň bölünmesi – mitozy** alýar (25-nji surat).

Haýflik şeýle pelsepäni öňe sürýär: öýjük bölünip dörän pursadyndan başlap onlarça ýaşayyş aýlawlary başdan geçirýär. Soňra ol ölýär. Öýjügiň täze sikle gadam goýup bilmezligi we bölünmäge ukypsyzlygy – garramagyň bir alamaty hasaplanýar. Bu gipoteza fibroblastlaryň *in vitro* gözegçiliginden soň döredi we beden öýjükleriniň hemmesi hem şeýle işleýändir öýdülde. Ýöne hakykat ýüzünde bu hemişe beýle däl. Adaty barlaglar bilen *in vitro* gipotezasy doly tassyklanmady.

**Interfaza** (lat. «*inter*» – arasy) – öýjügiň bölünmesiniň arasyndaky döwür, başgaça aralyk ýa-da taýýarlyk döwri diýlip atlandyrylýar. Interfazada örän wajyp hadysa – DNK-nyň replikasiýasy, ýagny enelik DNK-nyň sintezi bolup geçýär. Bölünmegiň we S-döwürüň aralygy  **$G_1$ -döwür** (postmitotiki ýa-da presintetiki döwür) diýilýär, **S-döwür** bilen mitozyň arasy  **$G_2$ -döwür** (postsintetiki ýa-da premitotiki faza) diýilýär.  $G_1$  fazanyň geçýän döwründe öýjük diploiddir, S fazanyň geçýän döwründe ploiddik artyp, dörde çenli ýetýär,  $G_2$  fazada bolsa öýjük tetraploiddir.

Interfazada biosintetiki hadysalaryň geçiş tizligi  $G_1 - S - G_2$  ugur boýunça ýokarlanýar. Şol bir wagtda-da öýjügiň agramy we düzümi böllekleri iki esse artýar, şeýle-de öýjük merkeziniň goşalanmasy bolup geçýär.

**Presintetiki ( $G_1$ ) döwür** (iňlisçe «*gap*» – aralyk) öýjügiň bölünmesinden soň derrew başlanýar. Adatça, bu interfazanyň iň dowamly döwrüdür. Ýadroly öýjüklerde ol 10 sagatdan birnäçe güne çenli dowam edýär. Bu döwürde öýjügiň hromosomlarynyň düzümi iki esse



köpelmäge taýýarlanýar: RNK sintezlenýär, dürli beloklar emele gelýär. Şunlukda, ribosomalaryň sany köpeliýär, mitohondriýalaryň sany artýar.

$G_1$  fazanyň presintetik geçýän döwründe öýjükde eýýäm biosintetiki hadysalar güýçlenýär we DNK-nyň goşalanmasyna (ikilenmesine) taýýarlyk görüliýär. Şonda, esasan, fermentleriň sintezi üçin gerek bolan organellalaryň ösüşi ýokarlanýar. Olar hem öz gezeginde DNK-nyň geljekki goşalanmasyna (ikilenmesini) mümkinçilik döredýär (ilkinji nobatda ribosomlarda). Öýjük merkezindäki enelik sentriolda satellitleriň sany köpeliýär.  $G_1$  faza birnäçe sagatdan birnäçe güne çenli dowam edýär. Bularyň hemmesi öýjügiň güýçli depginde ösmegine getirýär.

**Sintetiki (S) döwründe** RNK-nyň we beloklaryň sintezi dowam edýär. DNK sintezlenýär, hromosom gurluşynyň ikilenmesi bolup geçýär, şonuň üçin şu döwrüň soňuna çenli DNK-nyň düzümi ikilenýär. Sintez döwri adatça 6–10 sagat dowam edýär. Öň belläp geçişimiz ýaly, S-fazanyň umumy manysy öwrenildi. Hromosomlaryň goşalanmasynyň özi (replikasiýasy) çylşyrymly we haýal geçýän hadysadyr. Goşalanmanyň manysy şundan ybarat, ýagny DNK-nyň zynjyrynda edil özi ýaly parallel zynjyr kemala gelýär. *Replikasiýa (gaýtalamak) – bu ene-atadaky DNK-da saklanýan genetiki maglumatyň anyk bolşy ýaly we gös-göni (çaga) ýaş öýjüklere geçirilmegidir.* Şeýlelikde, her ene-atadaky DNK zynjyry geljekki ýaş öýjükleri emele getirmek üçin (enelik) matrisa hasaplanýar (DNK-nyň enelik sintezi).

Hromosom bu hadysany üpjün etjek gurluşlara eýedir. Hromosomyň kiçijik bölejigi enelik sinteze gatnaşmaýar, ol hromosomyň *sentromerasydyr* (guşaklygy). Ol hromosomy iki egne bölýär. Hromosomyň ahyrynda hem sebit bolup, ol telomeriň sintezine gatnaşmaýar.

Replikasiýa – azot esaslarynyň komplementar jübütleşmesine esaslanandyr. Ilkibada DNK-nyň iki zynjyrynyň hem bir nokadynda ýaýraň görnüşi bolup, assimetrik replikasion «çarşagy» döredýär. *DNK-polimeraza fermenti nukleotidleriň polimerizasiýa*



hadysasyny diňe 5 – 3 ugur boýunça katalizirleýär. Bellemeli zat, DNK-nyň iki zynjyry hem antiparalleldir. Şonuň üçin hem zynjyryň birinden ýaş zynjyryň döremegi arakesmesiz dowam edýär (lider-zynjyr, öňbaşy), beýleki yza galýan zynjyryň düzüminde aýry-aýry bölek (fragment) görnüşde 10 – 200 nukleotid ölçegini (Okazakiniň fragmentleri) saklaýar. Soňlugy bilen bu bölejikler (fragmentler) hem DNK-ligaza fermentiň täsiri netijesinde birleşýärler.

Replikasiýa her egniň orta gürpünden, ýagny *replikasiýanyň başyny başlaýjy (inisiator)* saýty diýilýän ýerden başlanýar. Ol telomerler boýunça ýaýrap, replikasiýa oňa ýetip saklanýar. Hromosomyň ortasyna baryp, replikasiýa sentrosoma baryp ýetýär we ol hem durýar, ýöne sentromerleri goşalanmaýar. Şonuň netijesinde her hromosom DNK-nyň iki sany zynjyryna eýe bolýar. Her aýratyn zynjyr öz töweregindäki proteinler bilen birleşip, *dogan hromatidleri* emele getirýär. S-faza 8 – 12 sagat dowam edýär. S-faza döwüründe her hromosomlarda replikasion «çarşak» topary (20–80 nukleotid) ähli hromosomlarda bir wagtda emele gelýär. Şonuň bilen bir hatarda çarşaklar jübüt bolup ýerleşýärler. Olar tä goňşy «çarşaklara» duşýança garşylyklaýyn hereket edýärler, şeýlelik bilen hem iki sany ýaş spiral zynjyry (DNK) emele gelýär. Replikasiýa netijesinde her iki ýaş emele gelen DNK molekulasy bir garry we bir ýaş zynjyrdan durýar. Şeýlelikde, replikasiýa hadysasynyň geçişini örän gysgaldyp, sada görnüşde beýan etdik. Ol örän çylşyrymly, sebäbi bu hadysa DNK-nyň spiralyny açmak (çöşlemek) üçin köpsanly proteinleriň gatnaşmagy, onda ýalňyşlygyň bolmazlygyny gazanmak, DNK fragmentleri çatmak ýaly inisiatorly (başyny başlaýjy), korigirleýji (düzediji) jogapkärli hadysalar hem bolup geçýär. S-faza döwründe güýçli depginde DNK bagly RNK-nyň we protenleriň sintezi bolup geçýär, sentriollalar bolsa goşalanýar.

Sitoplazmada S-faza döwründe hem DNK, hem öýjük merkezi-niň her sentrioly goşalanýar. Ene sentriol özüniň täze ýaş neslini gurýar. Şol wagta çenli ýaş hasaplanan sentriol hem öz jübütini gurnap başlaýar we ol hem ene bolup ýetişýär. Bu dört sany sentrioldan diňe başlangyç enelikleri mikro turbajyklaryň gurluşygyna gatnaşýar.



EPT-niň membranasynda, adaty, täze hromatidleriň düzümi bölegine girmeli proteinler (şol sanda gistonlar hem) bir wagtda sintezlenýär.

**Postsintetiki döwür ( $G_2$ )** – DNK sintezlenmeýär, energiýa toplanýar. RNK bilen belok sintezlenmesi dowam edýär. Bu döwürüň dowamlylygy 3-4 sagat. Şondan soň mitoz ýa-da ýadronyň bölünmegi başlanýar.

$G_2$  – premitotiki (postsintetiki) fazasynyň geçýän döwründe öýjügiň bölünmegine gös-göni gatnaşýan proteinleriň sintezi bolup geçýär. Öýjükde DNK-nyň we sentriollalaryň sany eýýäm goşalanan. Iki sany ene sentriol hem fibrillýar galo bilen örtülen we mikroturbajygyň gurluşyna gatnaşýar. Bu döwürde lizosomalaryň emele gelmegi güýçlenýär, mitohondriýalar bölünip, täze proteinler sintezlenýärler, olaryň hemmesi mitozyň geçmegi üçin zerur gerek. Interfazanyň soňunda hromatin kondensirlenýär, ýadrojyk aýdyň görünýär, ýadro gabygy zeperlenmedik, organoidleri üýtgemedik ýagdaýda bolýar.  $G_2$ -faza 6 sagada çenli hem dowam edip bilýär.

Bellenip geçilen her fazada öz kritiki nokatlary (*dolandyryjy nokatlar*) bardyr. Olar zeperleýji şertleriň öýjügiň bölünmesine ýetirýän täsiri öwrenilende tapyldy. Wagty böleginiň aýgytly (kritiki) nokatdan öňki we soňky bölegi zeperleýji ýagdaýlara (faktorlara) baglylykda tapawutlanýar. Eger-de zeperleýji impuls (mysal, radiasion) kritiki nokatdan öň täsir etse, şol pursada çenli hadysa dowam edýär, soňra öýjügiň bölünmegine görülyän taýýarlyk togtaýar (blok döreýär). Eger impuls ikinji faza bilen gabat gelse (eger-de impuls öýjügi zeperlemeýän bolsa), hadysa dowam edýär.

Şonuň bilen bir hatarda öýjügiň kadaly ýagdaýda ýaşamagy üçin kritiki nokatdan belli bir derejede impulsyň geçmegi gerek. Degişli sitokinleriň gatnaşmagynda öýjügara gatnaşyklarda kritiki nokada gabat gelende, aýlawyň arasy kesilip biler. Ýadroda şondan soň RNK-nyň sintezi başlanýar we öýjük özüne mahsus (spesifiki) alamatlaryna eýe bolýar. Ol öz işini tä ölyänça ýerine ýetirip bilýär, ýöne käte kesip, arasy kesilen aýlaw dolanyp hem-de täzeden bölünmäge başlap biler.

Yzygiderli bölünýän döwründe öýjügiň häsiýeti üýtgäp hem biler. Ol nämäniň hasabyna bolup geçýär? Täze emele gelen ýaş öýjük





genomynda täze genler ekspressirläp başlaýar (öň bolan, ýöne blokirlenen ýagdaýda saklanan). Şonuň üçin hem täze nesliň öýjükleri ene görnüşi bilen deňeşdirilende birmenzeş bolmaýar. Başdaky öýjükler, esasan, bir görnüşli bolýar, käte olardan esasy sütüni düzyän öýjügi hem tapmak bolýar. Olara *sütün öýjükleri* diýlip at berilýär. Sütün öýjükleri we ondan öňki öýjükleriň hersi öýjük populýasiýasynyň kambiýsini (dörediji dokuma) emele getirýär. Hut kambiýli öýjükleriň bölünmegi netijesinde täzelenýän populýasiýalarda, meselem, ganda, eritrositleriň, leykositleriň, deri epiteliýasynyň – öýjükleriniň çalyşmasy bolup geçýär.

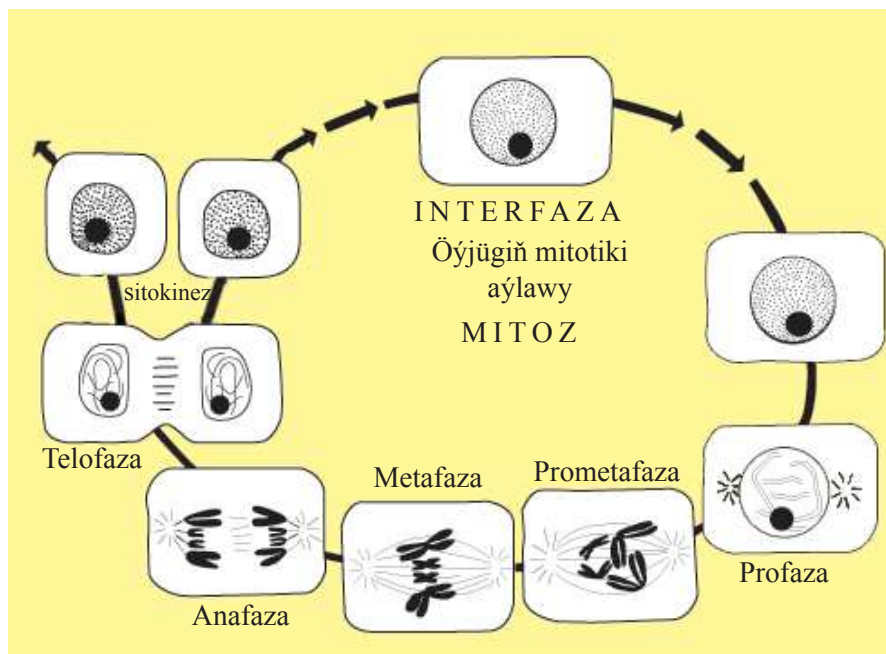
Regulirleýji nokatda aýlawdan çykan öýjükler düyp hem, ondan öňküler hem hasaplanmaýar. Şonuň bilen birlikde olar hem kambiýniň işini ýerine ýetirip bilerler, sebäbi mitotiki aýlawda täzedan düşýärler. Bu ýagdaý adatça bedeniň talaby artanda ýa-da gormonlar, sitokinler bilen stimulirlenende döreýär. Populýasiýanyň (görnüşiniň) sanyny artdyrmagyň bu usuly – içki agzalarda, mysal üçin, bagyrda, böwrekde we beýleki agzalarda (organlarda) bolýan adaty ýagdaýdyr. Şonuň hasabyna, meselem, çagalarda agramynyň artmagy bolýar. Öýjük derejesinde bolup geçýän şeýle populýasion hadysa ösüş diýlip at berilýär. Uly adamlarda populýasiýanyň täzelenmegi zeper ýeten aýry-aýry agzalarda (organlarda) öýjüginin üstüni doldurmaga gönükdirilýär. Başgaça aýdylanda, olar diňe fiziologik däl, eýsem dokumalaryň regenerasiýasy üçin hem ätiýaçlyk hasaplanylýar.

Bölünmäge taýýarlyk döwri bolan interwazanyň  $G_2$ -premitotiki döwrüň tamamlanýan wagty, öýjükde gös-göni *mitoz* hadysasy başlanýar.

## MITOZ

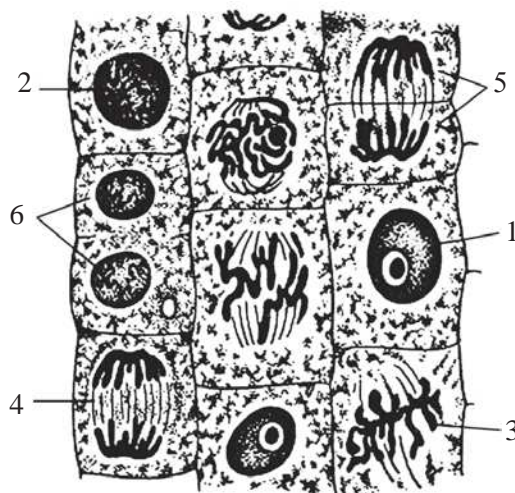
Mitoz (grek.«mitos» – sapajyk) – somatiki öýjükleriniň bölünişi bolup, onda dört sany: *profaza*, *metafaza*, *anafaza* we *telofaza* fazany tapawutlandyryrlar. Kähalatlarda alty: profaza, prometafaza, metafaza, anafaza, telofaza we sitokinez faza bölýärler (*26-njy surat*).

**Profazada** öýjük merkeziniň iki sany bedenjikleri garşylykly taraplara aýrylyşyp başlaýarlar. Olaryň arasynda sitoplazmadan



**26-njy surat.** Mitoz hadysasynyň geçiş yzygiderliligi

bölünme sapajyklary emele gelyär. Sitoplazmada bölünme sapajyklarynyň emele gelmegi bilen bir wagtda ýadro membranasy çişip başlaýar, lizosomalaryň fermentleriniň täsiri netijesinde ýadro membranasy ereýär. Profazanyň dowamynda hromosomlaryň tovlanmagy bolup geçýär, olar şonda gysgalýarlar we ýognaýarlar. Sitoplazmanyň içinde erkin ýerleşen hromosomlar merkeze tarap süýşmäge başlaýarlar (27-nji surat). Profazanyň dowamynda esasy waka ýadroda bolup geçýär. Euhromatin sebitinde transkripsiýa bes edilýär. Olar proteinler bilen örtülýär we gatylygy boýunça geterohromotinden tapawutlanmaýar. Hatda ýagtylykly mikroskop astynda seredilende hem ýadroda köpsanly gaty bazofil üýşmegini görmek bolýar. Soňra hromosomyň burumlaşmasy (şahalanmasy) başlaýar. Şonuň netijesinde olar biri-birinden tapawutlanýarlar. Burumlaşma (spirallaşma) hususan-da ýadrojyk emele getirijileri basyp alyp, ýadronyň dargamagyna getirýär. Şeýlelikde, profazanyň başlanýan döwründe hromatin kondensirlenýär, netijede ýadroda dykyz ýuma-



**27-nji surat.** Sogan gabygynyň öýjüklerinde geçýän mitozynyň döwürleri:

- 1 – interfaza; 2 – profaza; 3 – metafaza;  
4 – anafaza; 5 – telofaza; 6 – sitokinez.

jik döreýär. Profazanyň soňunda ýumak ýumşayar, *d-hromosomlar* göze görünýär, hersi iki sany hromatidden (*s-hromosom*) durýar, olar biri-birine parallel ýagdaýda we sentromer sebitinde özara baglanyşan görnüşde bolýar.

Sitoplazmada lizosomnyň emele gelşi işjeňleşýär. Sentiollaryň jübüt-jübütünden öýjügiň garşylykly polýuslaryna tarap uzalyp gidýär. Şol bir wagtda sentiollaryň satellitlerinde mikro turbajyklaryň ýokary derejede gurluşygy gidýär.

**Metafazada** hromosomlar sitoplazmanyň merkezinde tertipli ýerleşendirler. Bölünme sapajyklaryň bir uýy öýjük merkeziniň bedenjigi bilen birleşen, beýleki uýy hromosomlaryň guşaklyklary bilen birleşýär. Bu döwürde ähli hromosomlar gowy görünýär, şonuň üçin hem hromosomlar toplumyny öwrenmeklik şu döwürde geçirilýär. Her bir hromosom iki sany hromatitden ybarat bolýar. Metafaza döwri örän gysga wagtda geçýär (28-nji surat).

Metafazanyň hadysalary sitoplazmada başlaýar. Lizosomalar ýadro gabygyny eredýärler, netijede spirallaşan, ýognan hromosomlar we öýjük merkezi bir kompartmentde (ýerde) galýar. Bu hadysanyň oň ýanynda ýadro plastinkasynyň (ýadrolamina) proteininiň



fosforilirlenmegi profazada bolup geçýär. Soňra plastinkanyň, ondan soňra nukleolemanyň özüniň hem dargamagy bolup geçýär. Dargan ýadro gabygynyň bölekleri kiçi membrana düwmejiklerini emele getirýärler, sitoplazma karioplazma bilen garyşýar. Goljiniň toplумы we EPT ownujak düwmejik görnüşde kiçijik bölejiklere dargaýar.

Her sentromerada ýörite proteinleri – kinetohorlaryň (grek. *kinéo* – hereketli, *choreo* – öňe gidýän) ýygananan toplumyny görmek bolýar. Bu proteinler bölünmeýän öýjükleriň hromosomlarynda hem bolýar, ýöne şeýle şertlerde olar diňe ýöriteleşdirilen we bellenen antibedenler arkaly kesgitlenilýär.

Enelik sentriolalarda mikroturbajyklaryň ýygnaýşy dowam edýär, netijede mikro turbajyklardan we onuň bilen assosirlenen proteinden durýan bipolýar mitotik bölünme ýumajygy emele gelýär. Mikro turbajyklaryň birnäçe görnüşleri bar. Köp sapajyklar sentriolalardan (hem polýuslardan) çykyp, ähli tarapa ýaýraýarlar. Olaryň bir bölegi öýjügiň üstüne gönügýän *astral şöhleleri* döredýär. Beýleki bölegi öýjügiň ekwatoryna gönügip, olara *polýar mikroturbajyklar* diýilýär. Ekwatorda polýar mikroturbajyklar dürli polýuslar bilen baglanyşyp, biri-biri bilen kesişýärler. Astral we polýar mikro turbajykdan başga-da polýuslardan kinetohorlar çykyp, olar ekwator sebitinde hromosomlara birigýärler. Adam öýjüginde her kinetohor 20–40 sany mikroturbajyk bilen baglanandyr (daňlandyr). Mikro turbajyklaryň doganlyk hromatidlerinde berkidilmegi hromosomlaryň gomologik hatarynda tötänleýin yzygiderlikde geçýär.

Mikroturbajyklaryň ähli ulgamy we onuň bilen assosirlenen tubulin dinamiki deňagramlyk ýagdaýynda bolýar. Başgaça aýdylanda, tubuliniň elmydama polimerizasiýasy we depolimerizasiýasy bolup geçýär. d-hromosomyň ähli tarapyna onuň sentromeriniň töwereginde gowşak elektron dykzlykly materialyň kiçi bölegi ýerleşýär we ol perisentriolýar materiala meňzeşdir. Hut şolar hem hromosom mikroturbajyklaryň tubulinden bolan gurluşyny üpjün edýän guramaçydyr. Tubulin bolsa diňe sitoplazmada sintezlenýär.

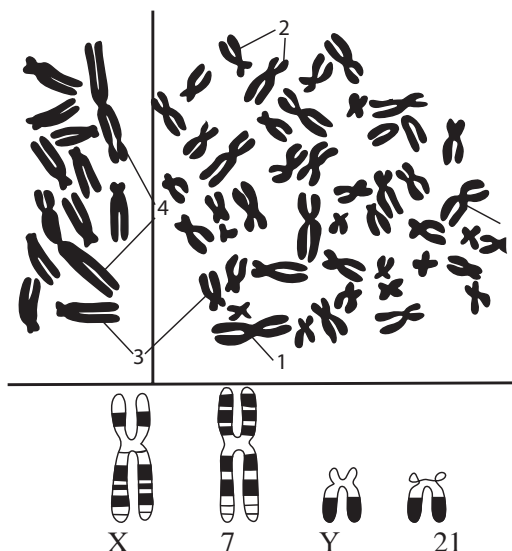


Şonuň üçin hem nukleolemma dargandan soň, kinetohoryň tubulin bilen täsirleşmesiniň bolmagy we bölünme mikroturbajygynyň gurlmagy mümkin. Mitoz has jikme-jik beýan edilende, bu tapgyr *prometafaza* hökmünde ýazylýar. Ol 10–20 minut dowam edýär.

*Hususy metafaza* döwründe hromosomlar sitoplazmada erkin we bir tekizlikde polýuslaryň arasynda oka perpendikulýar ýerleşýärler. Netijede, şekil emele gelip, oňa «enelik ýyldyz» diýip at berýärler. Şonlukda, ähli hromosomlaryň sentromerleri ekwatorial tekizlikde ýerleşip, bölünme ýumajygynyň göni okuny gönüburçly kesip geçip, netijede her kinetohor bir d-hromosom bilen öýjügiň bir polýusyna seredýär.

Hromosomlaryň ýerleşiş tertibi kadalaşsa mikroturbajyklaryň ýerleşiş hem tertipleşýär. Hromatidler kinetohor turbajyklarynyň perisentriolýar maddalary bilen täsirleşmegi netijesinde bölünme ýumajygy berk baglanýarlar.

Her metafazaly hromosomyň diametri 20–50 nm bolan iki fibrilden durýar, olar öz gezeginde dykyz toplanýan ýumajyga jemlenendir. Fibriller däne görnüşde bolýar, sebäbi kesimli preparat taýýarlananda ýumajygyň üstünden birnäçe gezek geçilýär. Şu ýagdaýda



28-nji surat. Mitoz bölünmesiniň metafaza döwri



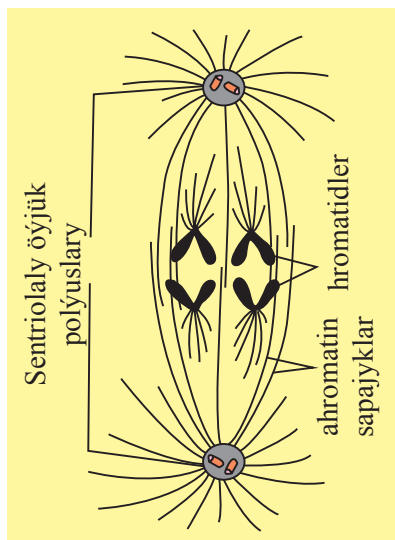
DNK--nyň protein bilen bagly ýagdaýyny deňeşdirenimizde, soňkuda has ýokary elektron dykzlygy alýar. Hut şonuň üçin hem mitoznyň metafazasynda kariotipi kesgitlemek, öwrenmek we idiogramma düzmek amatly bolýar.

**Anafazada** her bir hromosom uzaboýuna kesilýär, ýagny hromatidleriň aýrylyşmagy bolup geçýär we şondan soň olar ýaş hromosomlara öwrülýärler. Anafaza wagtynda bölünme sapajyklary hromosomlary iki tarapa dartyp, ýygrylmaga başlaýarlar. Sitoplazmanyň şepbeşikligi azalýar, ol bolsa hromosomlaryň çalt hereketlenmegine ýardam edýär. Bölünme sapajyklary hromosomlaryň öýjüginin iki tarapa takyk daşlaşmagyny üpjün edýär (29-njy surat).

S döwürde DNK--nyň hemme hromosomlary goşalanmaýar, sentromeralar sebit replikasiýasyny geçmedik görnüşde galýar. *Anafazanyň* başynda DNK--nyň replikasiýasy sentrosoma sebitinde has çalt geçýär we ol anafazanyň başlanandygyndan habar berýär. Anafaza d-hromosomyň umumy sentromerasyny birden bölmekden başlaýar, netijede doganlyk hromatidler özbaşdak s-hromosom bolýar.

Mikroturbajyklar gysgalyp başlaýar, kinetohorlaryň sökülmesi bolup geçýär. Şonuň netijesinde hromatidler sentriolalara tarap süýşýär. Şol wagtda s-hromosom 1 minutda 1 *mkm* tizlik bilen hereketlenip başlaýar, öýjügiň zolagyna (polýusyna) tarap gönügýär. Sentriolalaryň öz-özünden biri-birinden aýrylyşyp, öýjügiň zolagyna (polýuslaryna) tarap çekilýärler we iki sany ýaş ýyl-dyzy emele getirýärler.

Hromosomlara iki: bölünme ýumajygynyň polýusynyň töwereginde hromosom turbajyklarynyň polimerizasiýasy netijesinde döreyän – *çekiji* we ekwatoryň töwe-



**29-njy surat.** Mitoz bölünmesiniň anafaza döwri



reginde üznüksiz mikroturbajyklaryň soňunda tubuliniň polimerizasiýasy arkaly *itekleyji güýç* täsir edýär. Şonlukda, hromosomyň sowulmagy bilen bölünme ýumajygy uzalýar, turbajyklaryň yzygiderli biri-birini örtüş derejesi peselýär. Polýuslary süýşürmäge ukyply güýçleriň biri dinein hasaplanýar, şol bir wagtda hromosomlaryň polýuslara süýşmesi bolsa mikroturbajyklar bilen şertlendirilendir.

Anafazanyň soňunda plazmatiki membrana oky dikligine mitotiki ýumajygyňa perpendikulýar inwaginirlenýär, kesijek emele getirýär. Bu sebitde plazmolemmanyň aşagynda aktin we miozin saklaýan sapajykdan ybarat ýygrylýan halka emele gelýär we ol öýjük bölünenden soň dargaýar.

**Telofazada** ýaş hromosomlar öýjügiň iki tarapyna ýakynlaşyp, biri-birine çolaşýarlar. Kem-kemden sitoplazmadan ýadro membranasyny, soňra birnäçe ýadrojyklar emele gelýär. Telofaza sitoplazmanyň bölünmegi bilen gutarýar we iki sany öýjük emele gelýär. Bu öýjükler gurluşy boýunça enelik öýjüklere doly suratda meňzeşdirler, emma ondan ölçegleriniň kiçiligi bilen tapawutlanýarlar.

*Telofaza* döwri bölünmäni tamamlýar. Plazmolemmanyň aşagyndaky halka arkaly, öňki enelik ýyldyzyň proyeksiýasy boýunça sitoskeletiň elementleri işjeňleşýär – işjeň mikrofilamentler döreýär. Onuň gapdalynda miozin polimerleşýär. Aktin – miozin halkajyk gysylýar, we plazmolemmanyň süýnmesi bolýar.

Telofazada bölünen hromosom topary polýuslara barýar, hromosomyň mikroturbajyklary ýitirilýär, inçelýär, dekondensirlenýär, hromatine öwrülip başlaýar. Takmynan telofazanyň ortasynda sapajygyň emele gelmesi başlanýar. Telofazanyň soňunda (ýadro gabygy dikelenden soň) ýadrojyk doly kemala gelýär. Membrana düwmejiklerinden Goljiniň toplumy we EPT ýygnanýar.

Ýadro gabyjygy membrana fragmentlerinden döräp, başda kiçijik papajyk ýaly, soňra hromatiniň kemala gelýän uly böleginiň üstünde ýerleşýär. Ol gatlagyň fragmentleri ösýär, özara birleşýärler, telofazanyň soňunda ýadrony doly örtýär. Bu ýagdaýda ýadro deşijekleri we deşijekli toplumlar hem dikelýär, ýadro plastinkasyndaky proteinler defosforilirlenýär, netijede olaryň dikelmegi bolup geçýär.





Telofazada sitokinezden öň membrananyň biosintezi ýokarlanýar, ol hem öz gezeginde iki sany emele gelýän ýaş öýjükleri ýapmaga gerek. Täze sintezlenen membranalar öýjük bölünýänçä olaryň üstünde düwmejikler emele gelýär, olar soňlugy bilen ýaş öýjükleriň plazmalemmasyna siňýär. Bölünme has güýçli bolup, ahyrsoňunda bir öýjükden iki öýjük emele gelýär. Bu hadysa *sitokinez* diýilýär. Bu iki ýaş öýjük hem diploid toplumly bolup durýar. Ýöne ýadronyň goşalanmagy elmydama öýjügiň bölünmegi bilen hem gutarmaýar. Şonuň üçin telofazadan başga-da (öýjük doly bölünende) *sitokinezi* hem aýratyn faza hökmünde bölýärler.

Mitozdan soň birnäçe sagadyň dowamynda dörän ýaş öýjükler öz aralarynda üznüksiz mikroturbajyklar we matriksiň elektron dykyz däl materialy galyndy bedenjikleri bilen birigýärler. Galyndy bedenjikler plazmalemma bilen örtülendir. Öýjügiň bölünmegi üçin gerek bolan güýç aktin we miozin filamentleriň özara typmasyndan döreýär diýip aýtmaga doly esas bar.

Mitozyň biologiki ähmiýeti. **Mitoz ähli ýadroly janly bedenleriň ösüşiniň esasyňy düzýär. Mitoz sebäpli öýjükleriň nesillerinde hromosomlaryň sanynyň hemişeligi saklanýar.**

## AMITOZ

Amitoz diýip öýjügiň ýadrosynyň göni bölünmesine aýdylýar. Amitoz bölünmesi öýjügiň interfaza döwründe bolup geçýär, ýagny ýadro membranasy, ýadrojyklar saklanýar. Ýadro ikä bölünýär, arasynda ahromatin sapajyklar emele gelmeýär. Netijede, 2 ýadroly öýjük döreýär, şondan soň sitoplazma ikä bölünýär.

Amitoz bilen skelet muskullary, deriniň epiteliý gatlagynyň birleşdiriji dokumalaryň, bagryň öýjükleri bölünýärler.

Amitoz ýadronyň we öýjügiň bölünmeginiň doly bahaly usuly däl.

Amitoz wagtynda ýaş ýadrolaryň arasynda DNK deň bölünmeýär. Amitoz, köplenç, patologik ýagdaýlarda ýa-da öýjüge ýaramaz şertler täsir edende (meselem, pes temperatura ýa-da rentgen şöhlesi), ýagny mitozy bozýan täsirden soň bolýar.





## ENDOMITOZ

**Endomitoz** genom mutasiýasynyň bir görnüşidir. Hromosomlaryň sanynyň üýtgemegi bilen baglanyşykly mutasiýalara *genom mutasiýa* diýilýär.

Öýjügiň bu bölünmesinde poliploid öýjükler emele gelýär. Poliploidlerde hromosomlaryň sany birnäçe esse artýar. Diploid ( $2n$ ) organizmleriň öýjüklerinde gaploid toplum ( $n$ ) birnäçe gezek gaýtalanýar. Netijede, genleriň sany köpeliýär, öýjügiň göwrümi ulalýar, bu bolsa öýjügiň işjeňligini ýokarlandyrýar. Meselem, süýdemdirijileriň organizminde endomitoz hadysasy ýaşynyň uzaldygyça bagyr öýjüklerinde duş gelýär.

### 1.17. JYNS ÖÝJÜKLERINDE NESIL MAGLUMATLARYNYŇ ÜÝTGEMEGI

Meýoz (grekçe «*meyosis*» – azalma) – bu hromosomlaryň sanynyň diploidden ( $2n$ ) gaploide ( $n$ ) çenli azalmagy bilen geçýän ýadro bölünmesiniň görnüşidir.

Doly ýetişmedik jyns öýjükleri meýoz arkaly bölünýärler. Meýoz iki yzygider bölünişikden durýar. Meýoz gametogeneziň (spermatogeneziň, owogeneziň) ýetişiş döwründe bolup geçýär. Gametogenez jyns mázlerinde geçýär. Owogenez sag ýa-da çep ýumurtgalykda geçýär. Ýumurtgalyklar aýalyň jübüt jyns mázleridir. Spermatozoidleriň emele geliş hadysasy erkek tohumlyk mazi bolan tohumlygyň içindäki egrem-bugram kanaljyklarda bolup geçýär. Birinji bölünişe ýa-da birinji meýoza **reduksion bölünme** diýilýär (grek. «azalma»).

Ikinji bölünişe ýa-da ikinji meýoza **ekwasion (deňleşdiriji) bölünme** diýilýär we bu döwrüň geçiş mehanizmi mitoza meňzeşdir.



## MEÝOZ

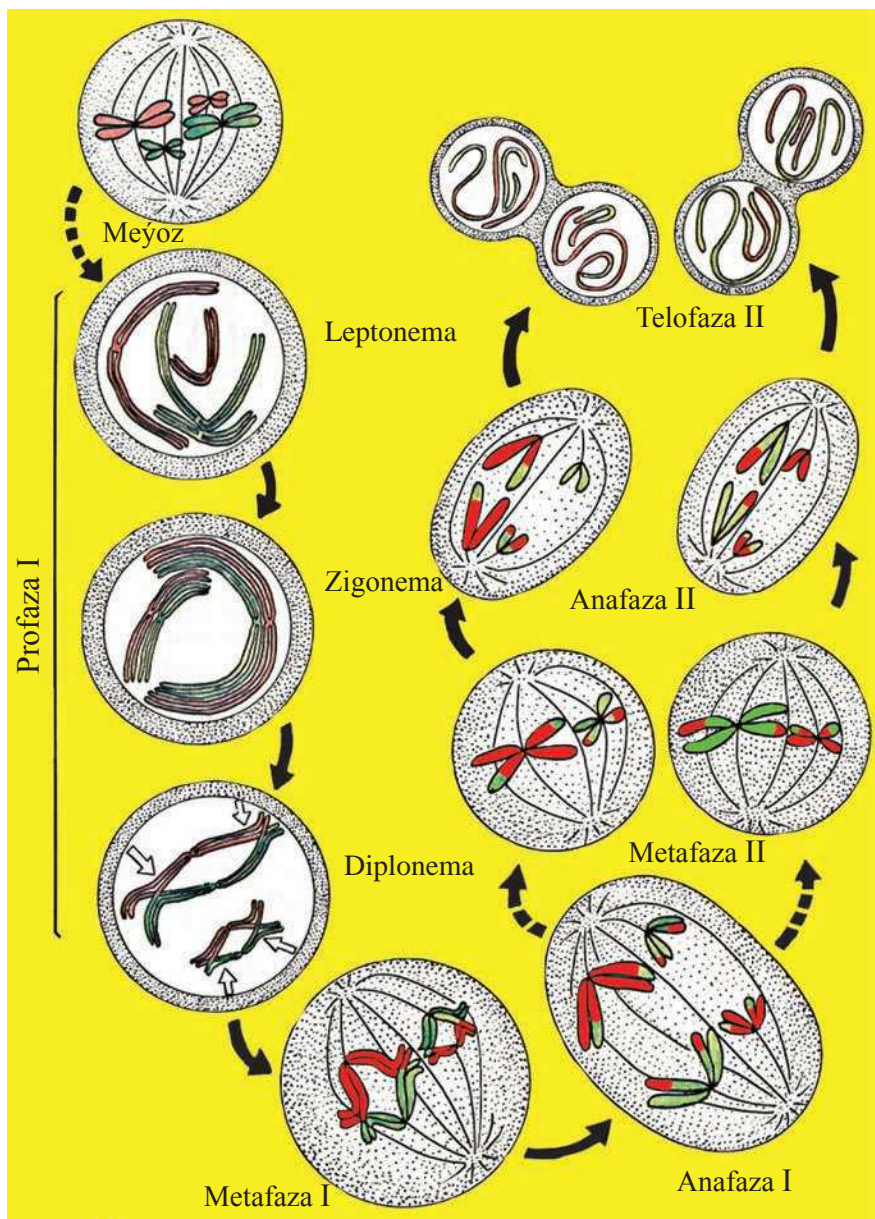
Jyns agzalary bilen köpeliýän bedenlerde iki hili: diploid we gaploid öýjükler toplumy bar. Birinjä: ähli somatiki we doly ýetişmedik jyns öýjükleri degişli, ikinjä ýetişen jyns öýjükleri (ýumurtga öýjügi we spermatozoid) degişlidir. Hromosomlaryň sanynyň iki esse azalmagy *meýoz* bölünişigi arkaly amala aşyrylýar. Ol özüne yzygiderli iki bölünişi alýar. Gametalar goşulýşandan soň bir öýjükli diploid toplumly düwünçek (zigota) döreýär hem-de emele gelen beden diňe bir ene-atasynyň alamatlarynyň jemini özünde saklaman, ol hut özüniň häsiýetleri we alamatlary bilen mahsusdyr.

Soňky mitotiki bölünişikde zigota diploid öýjükleri berýär. Olarda her hromosomlardan iki nusgalyk saklanýar we olara *gomologlar* diýilýär. Birmeňzeş uzynlygy, sentromerleri, deň mukdarda we birmeňzeş yzygiderlilikde ýerleşen genleri saklaýan gomologik hromosomlardyr. Gomologiki hromosomlaryň her jübüti diploid organizmlerde spermatozoidiň we ýumurtga öýjügiň ýadrolarynyň goşulýşmagy bilen emele gelýär. Ýetişen organizmde meýoz netijesinde gametalar emele gelende her ýaş öýjüge gomologik hromosomlaryň ähli jübütinden diňe biri düşýär. Ol şeýle görünüşde, ýagny meýozda DNK-nyň bir replikasiýasy bolýar we onuň yz ýanyndan yzygiderli iki gezek ýadro bölünýär (meýoz I we II) DNK-nyň sintezini gaýtalamazdan geçýär. Netijede, bir sany diploid toplumly öýjükden dört sany gaploid toplumly öýjükler emele gelýärler.

Meýozyň birinji bölünmesiniň ön ýanynda ösüş, boý alyş döwründe ýerleşýän jyns öýjüklerinde DNK-niň sintezi bolup geçýär, bu bolsa hromosomlaryň goşalanmagyna ýa-da ikilenmegine getirýär.

Hromosomlaryň ikilenmegi örän çylşyrymly hadysa bolup, onda DNK zynjyrynyň gapdalynda edil şonuň ýaly zynjyryň sintezlenmegi bolup geçýär (*30-njy surat*).

**Replikasiýa** (latynça «*replicatio*» – gaýtalanma) diýlip täze sintezlenýän DNK-niň zynjyryna enelik DNK-den genetiki maglumatyň doly geçmegine aýdylýar. Enelik DNK zynjyry täze DNK zynjyry üçin galyp bolup hyzmat edýär.



30-njy surat. Meýoz



Meýozyň her iki bölünmesiniň (bölünme I we II) öz tapawutly aýratynlygy bar. I bölünmäniň aýratynlygy profazanyň (profaza-I) adaty däl we çylşyrymly görnüşde geçmegidir. Ol proleptonema, leptonema, zigonema, pahinema, diplonema we diakinez ýaly birnäçe döwürlere bölünýär.

Meýozyň birinji bölünmesine **reduksion bölünme** diýilýär.

*Proleptonema* döwründe (grek. «pro» – döwür, «leptos» – inçe, «nema» – sapajyk) hromosomlaryň spirallaşmasy başlanýar, ýöne doly däl görnüşde geçýär. Ýadro gabygy saklanýar, ýadrojyk dar-gamaýar. Şonuň üçin meýozyň profaza wagty käbir RNK-laryň we proteinleriň sinteziniň geçmegi hem mümkin. Şu sintezleriň hasabyna jyns öýjüklerinde (aýratynam enelik jyns öýjüklerinde) düwünçeğiň irki döwüründäki ösüşi üçin gerek bolan maddalaryň gory toplanýar.

**Leptonema** (grekçe «leptos» – inçe, «nema» – sapak) – hromosomlar çala spirallaşan, tovlanan, inçe sapajyk görnüşinde bolýar. Elektron mikroskopyň kömegi bilen entek bütün ýadrony, ýadronyň içinde ýadrojyklary, çala spirallaşan sapajyk görnüşindäki hromosomlary we her bir hromosomyň iki sany hromatitden durýandygyny görüp bolýar. *Leptonema* wagtynda hromosomlar ýene-de has spirallaşmaga başlaýarlar, ýadroda inçejik sapajyk görnüşde d-hromosomlar görünýär. Her gomologik hromosom eýýäm replikasiýa geçen we iki sany doganlyk hromatidlerden durýar. Her hromosom inçejik fibril (sapak) şekilde bolup, ok görnüşli proteinli sapajykdan we oňa berkidilen doganlyk hromatidlerden durýar (DNK halkasy). Hromosomlar proteinli berkitmäniň *birikdiriji diski* arkaly iki tarapy bilen ýadro membranasynyň iç gapdalyna birigýär (ýadro gatlagy saklanýar, ýadrojyk aýdyň görünýär).

**Zigonema** (grekçe «zygon» – jübüt) – hromosomlaryň çalajadan spirallaşmagy dowam edýär. Birmeňzeş gomologik hromosomlar biri-birine ýakynlaşýarlar, çolaşýarlar we birleşýärler. Olaryň birleşmegi hromosomlaryň uçlaryndan ýa-da sentromeralaryndan (guşaklykdan) başlanýar. Bu hadysa *konýugasiýa* (latynça «*conjugatio*» – birleşmek) ýa-da *sinapsis* (grekçe «sypapsis» – birleşmek, baglanyşmak) diýlip at berilýär. Netijede, tetraploidli biwalent (lat. «bi» – iki gatlak, «va-



lens» – güýçli) hromosomlar döreyär. Her diploid hromosomlar bir biwalentden bolup ýa kakasyndan ýa-da ejesinden gelip çykýar. Jyns hromosomlar ýadronyň içki membranasynyň töwereginde ýerleşýär. Olaryň tutýan meýdany *jynsy köpürjik* diýlip atlandyrylýar.

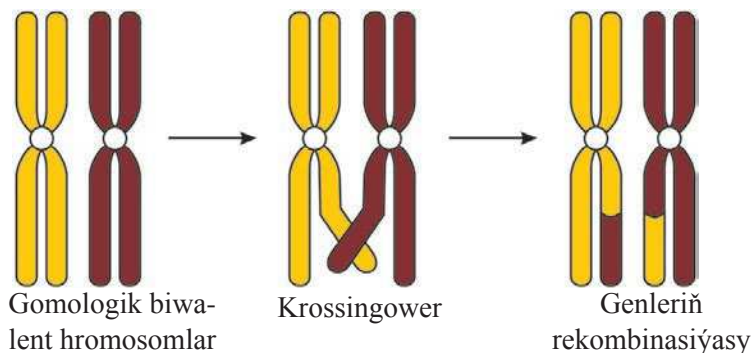
Zigonemada gomologik d-hromosomlar hatar tutup, biri-birine ýakynlaşýarlar. Olaryň arasynda ýöriteleşen sinaptonemal toplumlar (kompleksler) (grek. «synapsis» – aragatnaşyk, birleşme) emele gelýär we olaryň protein gurluşy bar. Elektron-mikroskopik ulaltmada sinaptonemal toplum elektron dykyz zolak görnüşinde bolýar, aralarynda ýagtylykly zolak hem görünýär. Has uly möçberlerde ulaldyp görkezilende toplumda iki sany parallel ýerleşen gapdal protein sapajygy görünýär. Onuň uzynlygy 120–150 nm, hersiniň galyňlygy 10 nm, öz aralarynda 7 nm töweregi ölçegli ýukajyk kese zolaklar bilen birleşip, olaryň iki tarapynda d-hromosom ýatýar. Olaryň DNK-sy köpsanly halkany emele getirýär.

Toplumyň (kompleksiň) merkezinden galyňlygy 20–40 nm bolan ok şekilli element geçýär. Sinaptonemal toplumy ýüpden taýýarlanylýan merdiwan bilen deňeşdirmek mümkin, olaryň gyrasy gomologik hromosomlary emele getirýär. Hut şonuň netijesinde gomologik hromosomlar öz arasynda birleşip, biwalenti, 46 d-hromosomy, 23 sany biwalentleri döredýär. Her biwalent iki sany d-hromosomlardan durýar, ýagny dört sany hromatidlerden ybaratdyr.

Zigonemanyň soňunda her jübüt gomologik hromosom öz arasynda sinaptonemal toplum bilen birleşendir. Diňe X we Y jyns hromosomlary doly däl konýugirlenýärler, sebäbi olar doly gomologiki däl.

**Pahinema** (grekçe «*pahys*» – ýogyn) – hromosomlaryň towlanmagy, spirallaşmagy olaryň ýognamagyna we gysgalmagyna getirýär. Bu döwürde hromosomlar ýogyn sapajyk görnüşinde bolýar.

Tetraploid – 4 hromatid ýa-da biwalent hromosomlar gowy görünýär. Gomologik (birmeňzeş) hromosomlaryň biri-biri bilen birleşen ýerlerinde atanak emele gelýär, oňa **hiazma** ýa-da **rekombinant düwmejikler** diýilýär.



**31-nji surat.** Krossingower çyzygysy  
(G.J.Tortora we S.R.Grabowski boýunça)

Atanak emele gelýän ýerinde hromosomlar öz bölekleri bilen çalyşýarlar, gen çalşygy bolup geçýär, bu hadysa **krossingower** diýilýär (inlis sözi «*crossingover*» – atanak). Krossingoweriň netijesinde geniň dürli utgaşmalary (rekombinasiýalary) ýüze çykýar (31-nji surat).

Bu hadysa ýuwaş-ýuwaşdan bolup geçýär. Hromosomlar biraz gysgalýarlar we ýognalýarlar. Olar protein gurluşly birleşmeler bolup, ölçegleri 90 nm töweregidir. Şeýlelik bilen, krossingower köpsanly genetiki rekombinasiýany üpjün edýär.

Adamyň her biwalentinde profazanyň I krossingoweri ortaça iki, üç bölümde bolup geçýär. Rekombinant düwünleriň sany çatrygyň sanyna deňdir.

Krossingoweriň tamamlanmagy bilen hromatidler aýrylyşýarlar, ýöne hiazma sebitinde çatlyşan görnüşde galýar.

*Diplonema* tapgyry döreýär. Diplonemada (grek. *diplos* – ikinleýin) sinaptonomal toplumlar dargaýar, konjugirlenen hromosomlar süýşýär, her biwalentiň gomologik hromosomy biri-birinden daşlaşýar, ýöne olaryň arasyndaky gatnaşyk hiazma sebitinde galýar.

**Diplonema** (grekçe «*diplos*» – goşa, ikilenen). Baglanyşykly, birleşikli hromosomlar aýrylyşmak üçin biri-birini itekläp başlaýarlar. Ýöne olar doly aýrylyşyp bilmeýärler, käbir ýerlerinde baglanyşykly ýagdaý saklanýar, sebäbi krossingower hadysasy, hromosomlaryň spirallaşmagy dowam edýär.





Diplonema we diakinez bilen aralykda anyk morfologiki araçäk ýok, edil şonuň ýaly-da wagt boýunça hem çäklendirilmeýär. Diakinezde hromosomlaryň kondensasiýa geçmegi dowam edýär. Olar nukleolemmadan aýrylýarlar, ýöne gomologik d-hromosom entek hiazma bilen özara baglanyşykly ýagdaýda bolmagynda galýar. Her d-hromosomyň dogan hromatidleri sentromer bilen bagly bolýar. Biwalentleriň hiazmy toplanyp, halka emele getirýärler. Şol wagt hem ýadro bardasy we ýadrojyk dargaýar. Replikasiýa geçen sentriollar polýuslara, bölünýän ýumajyga gönügýär.

Meýozyň diplonemasynyň profazada dartgynly geçýänligi üçin bu döwür dowamly geçýär. Spermatozoid öýjüginin emele gelmegi birnäçe gije-gündizläp, ýumurtga öýjüginin doly emele gelmegi köp ýyllaryň dowamynda geçip bilýär. Meýozyň profazasynda jyns öýjükleri *birinji derejeli gametositler (ilkinji gametositler, gametosit I)* diýlip atlandyrylýar.

**Diakinez** – hromosomlaryň itekleşmesi dowam edýär. Atanak baglanyşygy saklanýar, käbir hromosomlar X, 8, 0 – şekilli bolýarlar. Hromosomlar güýçli spirallaşýarlar, tovlanýarlar. Ýadronyň membranasyny we ýadrojyklar ereýärler, dargaýarlar.

Owogeneze diplonema döwründen soň **diktiotena** diýlen döwür bolýar. Bu döwürde birinji tertipli owositler birnäçe ýyllap saklanýarlar. Haçanda jynsy taýdan kämillik döwrüne ýetilende, soňky döwürlere geçýär. Spermatogeneze diktiotena döwri ýokdur.

**Metafaza I** – öýjügin ekwatorynda 2 hromosomdan ybarat bolan biwalentler ýerleşýär. Biwalentleriň sany hromosomlaryň gaploid toplumyna deňdir. *Metafaza I* mitozyň analogik tapgyryna meňzeşdir. Hromosomlar ekwatorial tekizlikde ýerleşýärler, metafazaly plastinkany emele getirýärler. Mitozdan tapawutlylykda, hromosomly mikroturbajyklar sentromere diňe bir tarapyndan (polýus tarapyndan) berkeýär, gomologik d-hromosomlaryň sentromeralary bolsa ekwatoryň iki tarapynda hem ýerleşýärler. Hromosomlaryň hiazmalar arkaly baglanyşygynyň saklanmagy dowam edýär.

**Anafaza I** – hromosomlar öýjügin garşylykly polýuslaryna tarap çekilýärler. *Anafaza I* hiazmalar açylyşýarlar, gomologiki



d-hromosomlar biri-birinden aýrylyşyp, polýuslara tarap gidýär. Ol hromosomlaryň sentromerleri welin, anafazadan tapawutlylykda replikasiýa geçmeýär, diýmek, doganlyk hromatidalar dargamaýar.

**Telofaza I** – öýjügiň garşylykly polýuslarynda hromosom toplumy – jemi 2 hromosom toplumy emele gelýär. Olaryň daşynda ýadro membranasy döreýär, ýadronyň içinde ýadrojyklar ýerleşýärler, sitoplazma ika bölünýär. *Telofaza I* ýadro gabygy we ýadrojyk emele gelýär, bölüniş kesijegi döreýär we çuňlaşýar, kariokinez bolup geçýär. Başda gomologik d-hromosom toplumlary polýusda ýerleşýärler. Sany boýunça iki esse kemelse-de, olar iki hili dürli genetiki gelip çykyşly hromatidden durýar. Sitokineziň netijesinde her täze emele gelen ýaş öýjükde 23 sany d-hromosom bolýar.

Netijede, hromosom toplumy gaploid, DNK-niň mukdary bolsa diploid bolan iki öýjük emele getirýär.

**Interfaza** – örän gysga wagtyň dowamynda geçýär. Interfazanyň S- tapgyry ýok. DNK sintezlenmeýär (ikilenmeýär).

Ikinji meýoz ýa-da ekwasion bölüniş gysga wagtyň dowamynda geçýär.

**Profaza II** – örän çalt geçýär, hromosomlaryň konýugasiýasy bolmaýar.

**Metafaza II, anafaza II, telofaza II** edil mitoz bölünişigi ýaly geçýär, şonuň üçin onuň üstünde aýratyn durmak hökman däl diýip hasaplaýarys.

Meýozyň iki yzygider bölünişiginden soň diploid toplumly bir öýjükdin hromosom toplumy we DNK-niň mukdary boýunça gaploid bolan 4 öýjük emele gelýär. Ýetişen jyns öýjükleri hromosom toplumynyň ýarysyny (23) saklaýar.

*Interfaza II* örän gysgadyr. Onuň iň wajyp aýratynlygy şundan ybarat, ýagny DNK reduplikasiýa geçmeýär, onuň S-fazasy bolmaýar. Ikinji tapgyrdaky gametositleriň bölünişigi – profaza II, metafaza II, anafaza II we melofaza II arkaly gutarýar. *Profaza II* dowamly däl, hromosomlaryň konýugasiýasy şu döwürde geçmeýär. *Metafaza II* 23 sany hromosom ekwatoryň tekizliginde hatarlanýar. *Anafaza II*-sentromer sebitdäki DNK replikasiýa geçýär, ol edil mitozyň ana-





fazasyndaky ýalydyr, hromosomlar polýuslara gönügýär. Telofaza II iki sany ýaş öýjük döredýär.

Ýatda saklamaly, ýagny bölünmäge adaty mitozdaky ýaly, esasan, tetraploid däl öýjükler degişlidir, diploid oňa degişli däl. Şonuň üçin hem her täze öýjük gaploid görnüşdedir. Diploidligiň gaýdyp gelmesi diňe enelik we atalyk gametalaryň goşulyşmasy netijesinde mümkindir, ýagny tohumlanma – täze bedeniň emele gelmegi bolup geçýär.

Şeýlelikde, iki sany yzygiderli bölünmegiň netijesinde meýoz II-de dört öýjük döreýär, olaryň hersi gaploid s-hromosomlar toplumy özünde saklaýar.

### **Meýoz bölünişiginiň mitozdan tapawutlary:**

1) Birinji meýoz bölünişiginiň profazasynda ýüze çykýar. Bu döwürde gomologik hromosomlar jübütleşýärler we olaryň arasynda gen çalşygy bolup geçýär. Mitozda beýle hadysalar ýokdur.

2) Reduksion bölünişde metafazada öýjügiň ekwatorynda gomologik hromosomlaryň biwalentleri ýerleşýär. Mitozda bolsa, biz ekwatorada aýry-aýry hromosomlary görýäris.

3) Reduksion bölünişiň anafazasynda garşylykly polýuslara 2 hromatitden ybarat bolan bütewi hromosomlar gidýär. Şonuň üçin hem emele gelýän öýjüklerde hromosomlaryň sany (n) azalýar. Mitozyň anafazasynda polýuslara hromatidler gidýär. Netijede, emele gelen täze öýjüklerde hromosom toplumy edil enelik öýjükdäki ýaly saklanýar, ýagny diploid toplumly bolýar.

### **Meýozyň biologiki ähmiýeti:**

1) Hromosomlaryň mydamalyk sany saklanýar, sebäbi her game-tada hromosomlaryň gaploid toplumy emele gelýär.

2) Krossingower hadysasy netijesinde genleriň dürli utgaşmalary döreýär (genetiki maglumatynyň rekombinasiýasy bolup geçýär).

## **1.18. ENELIK JYNS ÖÝJÜKLERINIŇ EMELE GELŞI**

Ýumurtga öýjükleriniň emele geliş hadysasyna owogenez diýilýär (latynça «*ovum*» – ýumurtga).

Owogenez hadysasy: 1) ýumurtga öýjügiň ýadrosynda hromosomlaryň ýeke-täk toplumyny üpjün edýär; 2) tohumlanan ýumurt-

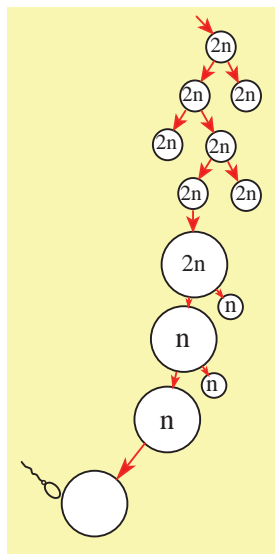


ga öýjüginin ösüşiniň başlangyç döwründe gerekli boljak iýmit maddalary bilen üpjün edýär.

Enelik jyns öýjükleriniň emele geliş hadysasy üç döwürde geçýär:

- 1) köpeliş;
- 2) ösüş (boý alyş);
- 3) ýetişiş.

Süýdemdirijilerde we adamda owogenez entek çaga dogulmazdan öň (embrional döwürde) başlanýar. Adamyň owogoniýalary ýumurtgalyklaryň follikulalarynda ýerleşen, ýeterlik iri ýadroly ownuk öýjüklerdir (32-nji surat).



**32-nji surat.**

Owogenez.

**Köpeliş döwri.** Göwreliligiň ikinji aýyndan ýedinji aýyna çenli gyzyň jynsly çagada (düwünçekde) 1 müňe golaý owogoniýalaryň bölünişi bolup geçýär. Yzygider gaýtalanýan mitozyň netijesinde owogoniýalaryň sany köpelişýär – 7 milliona golaý bolup, düwünçek ýedi aýlyk döwründe jyns öýjükleriniň sany azalýar. Sebäbi şol döwür jyns öýjükleriniň köpüsi ölýär, galany ösüş ýa-da boý alyş döwrüne geçýär.

Birinji tertipli owositleriň göwrümi 5-6 esse ulalýar. Iýmit maddalarynyň toplanmagy bolup geçýär. Birinji tertipli owosit ösüş döwrünü tamamlap, ýetişiş döwrüne geçýär.

**Ýetişiş döwri** – 1 meýoz profazasynyň diplonema döwrüne çenli dowam edýär. Şondan soň olaryň ösmegi saklanýar. Birinji meýozyň profazasynda bölünmek hadysasy gyzyň jyns taýdan ýetişýän döwrüne çenli saklanýar. Şol döwürden başlap käbir oositleriň toparlarynda meýoz dowam edip başlaýar.

Gyzlarda meýoz embrional döwürde başlanýar, şol döwürüň 7-nji aýyna çenli dowam edýär, soňra takmynan 12 ýaşa çenli meýoz saklanýar. 12 ýaşdan soň meýoz dowam edip başlaýar. Käbir owositler meýozyň profazasynda takmynan 50 ýyllap saklanyp bilýär.



Ýaňy doglan gyzjagazyň ýumurtgalygynda takmynan 1 milliona golaý owositler ýerleşýär, ýöne owositleriň 400–450 golaýy aýalyň aýbaşy aýlawynyň geçýän döwründe ýetişýär.

Owosit follikulýar öýjük bilen bilelikde *follikula* diýlip atlandyrylýar. Ilkinji follikulalar – daşy ýeke gat epitel öýjük bilen örtülen (geljekki digir-digir örtük) ösüp ýetişmedik (kämilleşmedik) ýumurtga öýjüginde ybarat, follikula daşyndan birleşdiriji dokuma örtügi bilen gurşalandyr.

Ösüp ýetişen follikulanyň göwrümi ulalýar, onuň bir tarapy pöçgerip, ýumurtgalygyň daşyna çykyp başlaýar we soňra şol ýeriň dokumasy (diwary) ýukalyp ýarylýar – owulýasiýa geçýär.

**Owulýasiýa diýip ýetişen follikulanyň (ýa-da graafow düwmejiniň) ýarylyp, onuň içinden tohumlanmaga taýýar ýumurtga öýjüginin çykmagyna aýdylýar (ikinci tertipli owosit). Ýetişen follikula graafow düwmejik diýilýär.**

Owulýasiýanyň ön ýanynda birinji meýoz tamamlanýar. Netijede, ikinci tertipli owosit we ugrukdyryjy bedenjik emele gelýär. İkinci meýoz başlanýar, ol metafaza döwrüne çenli ýetýär. Ýokarda agzalan hadysalar ýumurtgalykda geçýär.

Follikula ulalýar, owulýasiýa geçýär. İkinci tertipli owosit – ikinci meýozyň metafazasyna ýeten ýagdaýynda follikuladan çykyp, garyn boşlugyna düşýär. Ýumurtga öýjüginin ýatgy turbalaryna düşmegi onuň seçekleriniň tolkunly (peristaltiki), sorujy hereketleriniň esasynda amala aşyrylýar.

28 günlük menstrual aýlawynyň birinji gününden hasaplananda owulýasiýa, köplenç, 14-nji güni (13-nji we 15-nji günleriň aralygynda) bolup geçýär, bu bolsa tohumlanma geçmeginiň in amatly pursady diýlip hasaplanylýar.

Ýumurtga öýjüginin tohumlanma ukyby edil owulýasiýa geçen wagty has ýokary bolýar hem-de ondan soň hem 72 sagadyň dowamynda ýokary derejede galýar. Soňra bolsa ýumurtga öýjüginin tohumlanma ukyby ýuwaş-ýuwaşdan peselip başlaýar. Sebäbi öýjügin içki iýmit maddalary azalyp başlaýar, soňra iýmit maddalary gutarýar, bu bolsa ýumurtga öýjüginin ýok bolmagyna getirýär.



Tohumlanma hadysasy ýatgy turbasynda – fallopiýew turbada bolup geçýär.

Eger-de tohumlanma bolup geçse – spermatozoid owosite girse, şonda ikinji meýoz bölünmesi soňuna çenli geçýär we tamamlanýar. Netijede, ýetişen, tohumlanan ýumurtga öýjügi emele gelýär. Şeýlelikde, 1 ýumurtga öýjügi we 3 sany ugrukdyryjy bedenjik emele gelýär.

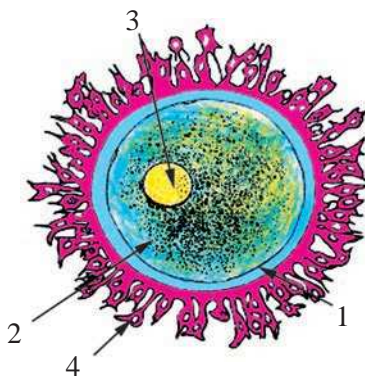
Tohumlanan ýumurtga öýjügi **zigota** diýilýär (grekçe «**zygosis**» sözünden – maňyzlaryň birleşmegi). Tohumlanma geçenden soň, dessine zigotanyň bölünmesi başlanýar. Tohumlanma geçen wagtyndan beýläk göwrelilik başlanýar.

Eger-de tohumlanma bolup geçmese, sary beden (ýarylan follikulanyň daşy, galan bölegi) kiçelýär, progesteron gormonyň sintezi peselýär we ýatgynyň diwaryndan onuň iç ýüzüni örtýän gatlagy gopup başlaýar, netijede ýatgydan 3-4 günň dowamynda gan akýar.

Aýbaşy bedende göwrelilige taýýarlanýan hadysalaryň öçmekliginiň we emele gelen ýumurtga öýjüginin tohumlanman ölüp gidenligini tassyklaýan alamatdyr.

Ýumurtga öýjügi bir erkeklik jyns öýjügi girenden soň onuň daşynda ýörite perde emele gelýär, ol owosite beýleki erkeklik jyns öýjükleriniň girmegine päsgel berýär.

**Ýumurtga öýjüginin gurluşy.** Ýumurtga öýjüginin ýetişmegi her 28–30 günden gezekli-gezegine sag ýa-da çep ýumurtgalykda bolup



**33-nji surat.** Ýumurtga öýjüginin gurluşy:

1 – membrana; 2 – sitoplazma; 3 – ýadro; 4 – follikul öýjükleri



geçýär. Köp süýdemdirijilerde bütün ömrüniň dowamynda ýumurtga öýjükleriniň sany ýüzlerçe bolýar. Ýumurtga öýjükleri beýleki öýjüklerden göwrümi boýunça has tapawutlanýarlar. Olar göwrümi boýunça uly bolýarlar, sebäbi olar zigotanyň ösüşiniň başlangyç döwründe gerekli bolan ýmit maddalary bilen üpjün edýärler (33-nji surat).

Ýumurtga öýjükleri özbaşdak hereketlenip bilmeýärler. Olaryň daşy dury örtük, çaprazly täç öýjügi bilen örtülen bolýar.

Onuň ýadrosy hromosomlaryň gaploid toplumyny saklaýar. Organoidlerden ýumurtga öýjüginin düzümine endoplazmatiki tor, mitohondriý, Goljiniň toplumu girýär.

Ýumurtga öýjügi togalak, şar şekilli bolýar. Sarylygyň mukdaryna baglylykda ýumurtga öýjükleriniň 4 görnüşi bolýar:

1. Sarylyksyz (ýasy gurçuklarda).

2. Sitoplazmada sarylyklaryň mukdary az bolýar we deň ýaýran (süýdemdirijilerde).

3. Sarylygyň mukdary köp bolup, ýumurtga öýjüginin bir tarapynda ýerleşýär.

4. Sarylyk sitoplazmada, öýjügiň merkezinde ýerleşýär (mör-möjekler synpy).

Aýalyň ýumurtga öýjüginde sarylyklaryň mukdary az, ýöne sitoplazmada deň ýaýran bolýar. Eger-de 12–24 sagadyň dowamynda tohumlanma bolup geçmese, ýumurtga öýjügi ölýär, onuň sebäbi ýmit maddalaryň mukdary kem-kemden azalyp şol wagtyň dowamynda gutarýar.

### 1.19. ATALYK JYNS ÖÝJÜKLERINIŇ EMELE GELŞI

Atalyk jyns öýjükleri erkeklik jyns mázlerinde – tohumlyklarda ýöriteleşdirilen beden öýjüklerinden ösüp ýetişýärler.

**Spermatogenez** atalyk jyns öýjükleriniň emele geliş hadysasydyr.

Tohumlyk – köpsanly kanaljyklardan durýar. Kanaljyklar birnäçe gatlaklardan ybarat bolup, ol ýerde spermatozoidleriň ösüşiniň dürli döwürleri bolup geçýär.

Atalyk jyns öýjükleriniň emele geliş hadysasy 4 döwürden: köpeliş, ösüş, ýetişiş we kemala geliş döwürlerinden ybarat (34-nji surat).



### 1. Köpeliş döwri.

Spermatogoniýalar – bu ýöriteleşdirilen öýjükler bolup, erkek bedeniň embriogeneziniň irki döwründe tohumlyklara gelip düşýärler. Spermatogoniýalar tegelek görnüşli öýjükler bolup, olaryň ýadrosy uly bolýar. Düwünçegiň ösüş döwründe çaga doglandan soň jynsy taýdan kämilleşme döwrüne çenli spermatogoniýalar mitoz ýoly bilen bölünýärler. Spermatogoniýalaryň çalt bölünýän döwri *köpeliş döwri* diýlip atlandyrylýar.

### 2. Ösüş döwri.

Öýjük bölünmesiniň interfaza döwrüne gabat gelýär. Spermatogoniýalaryň käbiri ösüş döwrüne geçýärler we birinji tertipli spermatositler diýlip atlandyrylýar. Onda birinji tertipli spermatositleriň düzümine girýän maddalaryň iki esse köpelmegi bolup geçýär.

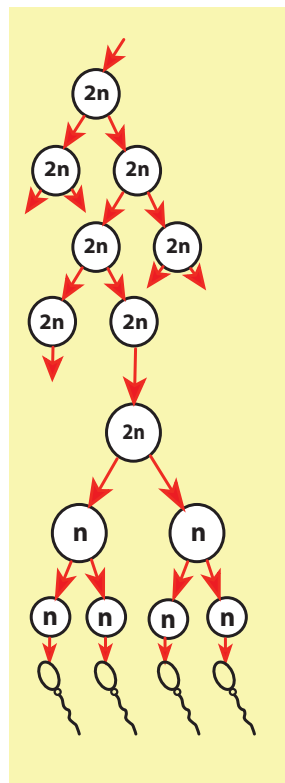
### 3. Ýetişiş döwri.

Ol iki tapgyrda geçýär. Ol I meýoz we II meýoz bölünmelere gabat gelýär.

Şunlukda, 1 sany birinji tertipli spermatositden ilki 2 sany ikinji tertipli spermatid, soňra 4 sany spermatid emele gelýär. Spermatidler biri-birinden hromosom toplumy boýunça tapawutlanýarlar. Olaryň hemmesinde 22 autosom bolýar, ýöne öýjükleriň ýarysynda 23-nji hromosom X- hromosom, beýleki ýarysynda 23-nji hromosom Y- hromosom bolýar. Autosomlar öz aralarynda hem başlangyç autosomlardan hem allelleriň dürli utgaşmasy bilen tapawutlanýarlar. Sebäbi krossingower wagtynda hromosomlaryň arasynda düzüm bölekleriniň çalşygy bolup geçýär.

### 4. Kemala geliş döwri.

Ol diňe spermatogenez üçin mahsusdyr. Bu döwürde öýjükleriň mukdary we olardaky hromosomlaryň sany üýtgemeyär. Sebäbi



34-nji surat.  
Spermatogenez.

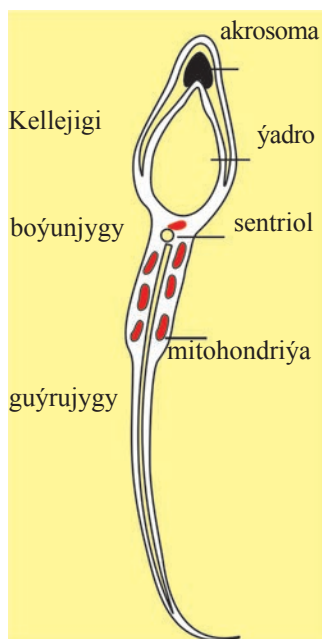


bu döwürde 4 spermatidden 4 spermatozoid emele gelýär, olarda öýjükleriň gurluş bölekleriniň gaýtadan guralmagy bolup geçýär, guýruk emele gelýär.

Uly adamda atalyk jyns öýjükleri bütün ýylyň dowamynda emele gelýär. Ýönekeý spermatogoniýalaryň kämil atalyk jyns öýjüklerine çenli ösüş wagty 74 güne golaý bolýar.

**Spermatozoidiň gurluşy.** Atalyk jyns öýjükleriniň emele geliş hadysasy erkek tohumlyk mäzi bolan ýumurtgajyklaryň içindäki egrem-bugram kanalyklarda bolup geçýär. Atalyk jyns öýjügiň doly ösüp ýetişmegi üçin onuň iki gezek çalt (yzly-yzyna) bölünmegi gerek, netijede bolsa, erkeklik jyns öýjükleriniň ýadrosynda 23 sany hromosom bolýar.

Adamyň jyns öýjükleri örän hereketli bolýar. Minutda 2–3 mm tizlik bilen özbaşdak hereket edýän erkeklik jyns öýjükleri 1–1,5 sagadyň dowamynda ýatgynyň içine, 1,5–2 sagatdan bolsa ýatgy turbalaryna, ýagny ýumurtga öýjügi bilen duşuşylyan ýere baryp ýetýärler.



**35-nji surat.**  
Spermatozoidiň  
gurluşy.

Atalyk jyns öýjükler kellejikden, boýunjykdan we guýrujykdan (35-nji surat) ybarat. Kellejigiň esasy bölegi ýadrodyr, onuň içinde hromosomlaryň gaploid toplumu ýerleşýär, ýadro sitoplazmanyň ýukajyk gatlagy bilen örtülýär. Erkeklik jyns öýjügiň kellejiginiň ön tarapynda bedenjik akrosoma ýerleşýär (grekçe «*acron*» – ýokarky, depe, «*soma*» – beden). Akrosoma Goljiniň toplumyndan emele gelýär. Akrosoma dürli fermentleri (gialuronidaza, proteaza) saklaýar, olaryň kömegi bilen tohumlanma wagtynda ýumurtga öýjügiň membranasyny eredip, deşip içine girýär (35-nji surat).

Boýunjykda 2 sentriolaly sentrosoma ýerleşýär. Guýrugynda bolsa mito-



hondriýa ýerleşýär, ol ýerde ATF molekulalary toplanýar. Tohumlanma geçende erkeklik jyns öýjüginin mitohondriýalary ýumurtga öýjüginä düşmeýär, ol diňe erkeklik jyns öýjüginin hereketini üpjün edýär.

Başlangyç öýjükleriň – spermatogoniýalaryň erkeklik jyns öýjüginä çenli ösüşi 72 günün dowamynda geçýär.

Adamyň her bir jyns gatnaşygynda 200–250 milliona golaý erkeklik jyns öýjükleri bölünip çykarylýar. Olar aýalyň jyns ýolunda 8 *sm/sag* tizlik bilen hereket edip, jynshananyň epiteliý gatlagynyň kirpijekleriniň garşylykly hereketini ýeňip geçýärler.

Aýallaryň jyns ýollarynda erkeklik jyns öýjükleriniň tohumlandyрма ukyby 24-28 sagat saklanýar.

Atalyk jyns öýjüginin düzümindäki sentriola tohumlanan ýumurtga öýjüginin içinde hereketlenmäniň merkezi bolup hyzmat edýär.

## **1.20. BIR ÖYJÜKLI WE KÖP ÖYJÜKLI JANLY BEDENLERIŇ KÖPELIŞI**

**Köpeliş** – bu janly bedenleriň esasy häsiýetleriniň biridir, ýagny janly bedenleriň özüne meňzeş bedenleri döredip bilmek ukybydyr. Köpeliş görnüşiň uzak wagtlap saklanyp galmagyny üpjün edýär.

**Köpeliş** – bu janly bedenleriň alamatlary, häsiýetleri we ýerine ýetirýän işleri baradaky maglumatlaryň nesilden-nesle geçirmek ukybynyň barlygyny aňladýar.

Köpelişiň dürli usullary bardyr. Bir öýjükli we köp öýjükli bedenler köpelmäge ukyplydyrlar. Häzirki wagtda janly bedenleriň jynssyz we jynsy ýol bilen köpelişini tapawutlandyrýarlar (*7-nji tablisa*).

Eger täze janly beden jyns öýjüklerden (gametalardan) döreýän bolsa, onda oňa **jynsy köpeliş** diýilýär.

Eger täze janly bedeniň emele gelmegi **somatiki öýjükler** bilen baglanyşykly bolsa we ol hadysa **diňe bir beden** ýa-da **bir öýjük gatnaşýan** bolsa, onda köpelişiň şeýle usulyna jynssyz köpeliş diýilýär.

### **Jynssyz köpeliş.**

Jynssyz köpeliş ösümlikleriň we pes derejeli jandarlaryň arasynda giň ýaýrandyr.



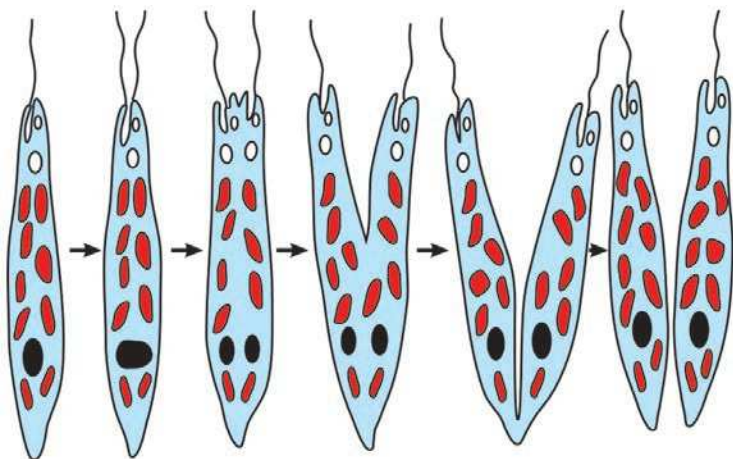


**Bir öýjükli we köp öýjükli janly bedenleriň  
köpelişiniň deňeşdirmesi**

<b>Janly bedenler Köpeliş ýoly</b>	<b>Bir öýjükli bedenler</b>	<b>Köp öýjükli bedenler</b>
I. Jynssyz	1. Bölünme 2. Şizogoniýa 3. Pyntyklamak (ösüntgi çykma) 4. Spora emele getirmek	1. Wegetatiw köpeliş 2. Spora emele getirmek
II. Jynsly	1. Konýugasiýa 2. Kopulýasiýa	1. Tohumlanmak bilen 2. Tohumlanman

**Ýönekeýjeleriň bölünme arkaly köpelmegi.** Ýönekeýjeleriň jynssyz köpelmegi olaryň bedeniniň mitoz arkaly bölünmeginden ybarat bolup, köplenç, enelik beden deň ululykly bölünip aýrylan iki sany bedeni emele getirmek bilen ika bölünýär. Bu ýerde ýadronyň bölünmegi we bölünip aýrylan organizmleriň arasynda bedenleriň takmynan deň paýlanmagy bolýar (36-njy surat).

Bölünip aýrylan bedenlerde ýetmeýän organoidler täzeden emele gelýärler (amýobalar, žgutikliler, infuzoriýalar).



**36-njy surat.** Ýaşyl ewglenanyň köpelişi



**Köpsanly bölünme (şizogoniýa).** Bu hadysada bir öýjükli bedeniň ýadrosynyň köpsanly bölejiklere bölünmekligi bolup geçýär. Soňra sitoplazmasy bölejiklere bölünýär, ýagny bir enelik öýjükden köpsanly ýaş öýjükleri emele gelýär. Şizogoniýa usuly ýönekeýjelerde duş gelýär, şol sanda ol gyzzyrma keselini dörediji mugthory bolan gyzzyrma plazmodiýasynda duş gelýär: onuň köpsanly bölünmesiniň netijesinde **şizontlar** emele gelýärler.

Jynssyz köpelişde täze janly bedenler enelik bedeniň bir ýa-da birnäçe öýjüklerinden **mitoz bölünme** arkaly emele gelýärler. Şeýlelikde, olaryň öýjükleri enelik bedeniň öýjüklerinde saklanýan nesil maglumatyny alýarlar. Netijede, jynssyz köpeliş arkaly dörän täze janly bedenler genetiki taýdan enelik bedeniň nusgalarydyr. Jynssyz köpeliş arkaly bir umumy janly bedenden gelip çykan janly bedenleriň toplumyna **klonlar** (grekçe «*clon*» – şaha, ösüntgi) diýilýär.

**Şizogoniýa ýa-da köpsanly bölünme** (gyzzyrma plazmodiýalarynda duş gelýär) – ilki ýadronyň, soňra bolsa sitoplazmanyň köp gezek bölünmegi bolýar. Bir öýjükden täze köp öýjükler emele gelýärler.

Pyntyklamak – enelik öýjükde ilki başda bölünip aýrylýan, ýadrony saklaýan uly bolmadyk ösüntgi (güberçek) emele gelýär. Ol ösüp enelik bedeniň ululygyna ýetýär we soňra ondan bölünip aýrylýar (bakteriýalar, maýa kömelekleri, bir öýjükli jandarlardan – sorujy infuzoriýalar).

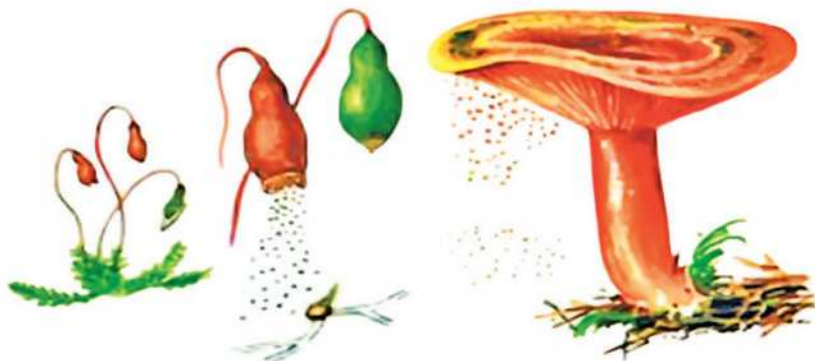
Spora emele getirmek ýönekeýjeleriň sporowik toparynyň (klasynyň) wekillerinde duş gelýär. Spora – daşy gabyk bilen örtülen öýjükdir we daşky gurşawyň ýaramaz şertleriniň täsirinden goraýar.

### **Köp öýjükli bedenlerde jynssyz köpeliş.**

#### **Spora emele getirmek**

Pes derejeli ösümlikler – mohlar, paparotnikler, lişainikler sporalary sporangiýalarda emele getirýär (37-nji surat).

Köp ösümlikleriň kökde bitýän miweleri, sapylan çybyklary, gömlen şahalary, hat-da ýapraklary arkaly hem köpeliş bilýändigini, ýagny täze bedeni ösdürip ýetişdirmek üçin enelik bedeniň wegeta-



**37-nji surat.** Sporalaryň emele gelmegi

tiw agzalaryny ulanyp bilinýändigini mälimdir. Ösümlikleriň jynssyz köpelmeginiň şeýle görnüşine wegetatiw köpeliş diýilýär (*38-nji surat*).

Gubkalarda we gidrada öýjükleriň toparynyň köpelmeginiň hasabyna bedeniň üstünde güberçekler (ösüntgiler) emele gelýär. Gidrada ösüntgi ýuwaş-yuwaşdan ulalýar, onda murtjagazlar emele gelýär we ahyr soňunda ol enelik bedenden bölünip aýrylýar. Kähalatda jandaryň bedeniniň has ownuk bölejikleri täze organizm bolup ösüp ýetişmäge ukyply bolýar. Meselem, gidranyň bedeniniň 1/200 (iki ýüzden bir) böleginden täze tutuş gidra ösüp ýetişip bilýär.

Jynssyz köpeme oba hojalygynda adam üçin peýdaly alamatlaryň toplumyny saklaýan ösümlikleri köpeltmek üçin ulanylýar. Şeýle usul bilen, meselem, uzyn şahalary arkaly zemlýanikany, çybyklaryny sapmak arkaly miweli agaçlary köpeldýärler.



**38-nji surat.** 1 – pugtatma; 2 – sapma; 3 – murtjagazlary bilen;



### Bir öýjüklilerde jynsly köpeliş

Konýugasiýa – infuzoriýalarda bolup geçýär. Olaryň 2 sany: wegetatiw (makronukleus) we generatiw (mikronukleus) ýadrolary bolýarlar. Konýugasiýa mahalynda iki infuzoriýa bir-birine ýakynlaşýar. Olaryň arasynda sitoplazmatiki köpri emele gelýär. Makronukleus ereýär. Mikronukleus ikä bölünip gaploid toplumyny saklaýan stasionar we geçýän ýadrosy bir öýjükdən beýleki öýjüge geçýär hem-de stasionar ýadro bilen birleşýär, diploid toparly sinkarion (grekçe *syn* – bile, *karyon* – ýadro) emele gelýär. Sinkariondan makro we mikronukleus emele gelýär.

**Kopulýasiýa** diýlip iki bir öýjüklü bedeniň gameta öwrülmegine aýdylýar. Olar birleşip, zigota emele getirýärler.

Ewolýusiýa hadysasynyň netijesinde gametalaryň biri-birinden tapawudy artýar. Jynsly köpelişiň ilkinji döwründe gametalar biri-birinden tapawutlanmaýarlar. Muňa **izogamiýa** (gametalara deň) diýilýär. Žgutik göteriji polytoma muňa mysal bolup biler.

Soňra **anizogamiýa** peýda bolýar, ýagny deň däl gametalar emele gelýär. Hemişe toparlaýyn ýaşaýan kolonial žgutik göterijileriň käbirleri muňa mysal bolup biler. Olar ululy-kiçili gametalary emele getirýärler. Gametalar biri-birinden çala tapawutlanýarlar.

**Owogamiýa** – gametalar biri-birinden örän tapawutlanýarlar. Meselem, wolwoksda uly gameta hereketsiz bolup, ol kiçi hereketli gametalardan birnäçe esse uludyr. Köp öýjüklilerde jynsly köpelişde diňe owogamiýa duş gelýär.

### Köp öýjüklilerde jynsly köpeliş

Jynsly köpeliş iki sany gametalaryň jyns öýjükleriniň gatnaşmagynda amala aşyrylýar. Enelik gameta ýumurtga öýjügi, atalyk gameta bolsa spermatozoid ýa-da atalyk jyns öýjügi diýilýär. Jyns öýjüklerinde hromosomlaryň gaploid toplumy saklanýar. Jynsly köpeliş köp öýjüklilerde iki görnüşde tohumlanan we tohumlanmadyk ýumurtga öýjüklerden ösmek bilen geçýärler.

**Tohumlanma** diýlip atalyk we enelik öýjükleriniň duşuşyp, goşulmagyna aýdylýar. Tebigy şertlerde tohumlanmaklygyň iki gör-



nüşi (daşky we içki tohumlanma) mälimidir. Daşky tohumlanmada suwda ýaşayan jandarlaryň köpüsünde ýumurtga öýjükleri we spermatozoidler suwa bölünip çykarylýar, ol ýerde gametalar köp derejede tötänleýin birleşýärler.

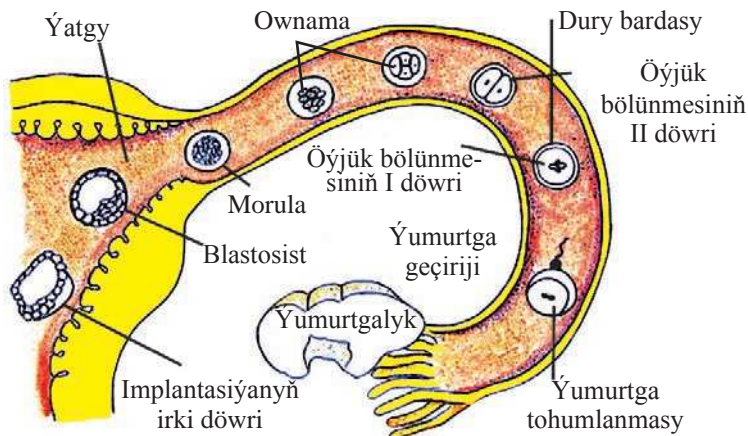
Daşky tohumlanmanyň nähili geçýändigini gurbaganyň mysalynda seredeliň. Tohumlandyrylmadyk işbil dänesi, ony daşky täsirlerden gorap saklaýan, birnäçe gorag gabyklary bilen örtülen spermatozoidler suwda işeň hereket edýärler, ýumurtga öýjügi bilen duşuşanda, akrosoma arkaly bölünip çykarylýan gialuronidazanyň kömegi bilen onuň gabyklaryny eredýärler we öýjügiň içine girýärler. Haçanda bir spermatozoid ýumurtga öýjüğine girende, onuň gabyklary şol bada beýleki spermatozoidleriň girmegine päsgel berýän häsiýetlere eýe bolýarlar, ýumurtga bolsa bölünmäge taýýarlanyp başlaýar.

Gurluşlary boýunça pes derejeli bolan käbir janly bedenlerde (ýagny bakteriýalarda we bir öýjükli gök-yaşyl suwotularynda) öýjük ýadrosy bolmaýar. Olarda hromosomlar sitoplazmada erkin ýerleşýärler. Şular ýaly ýadrosyz öýjükleri bolan janly bedenlere **prokariotlar** diýilýär. Öýjüginde ýadrolary bar bolan bedenlere ýadroly ýa-da **eukariot** bedenler diýilýär.

Görnüşleri boýunça ýadrolar, köplenç, togalak şekilde bolýarlar. Käbir öýjüklerde ýadrolaryň örän çylşyrymly görnüşleri hem bardyr: meselem, olar taýajyk şekilli, orak şekilli, şahalanan görnüşli, ýasy ösüntgili bolup bilýärler. Ýadronyň şekili, esasan hem, öýjügiň şekiline we ýerine ýetirýän işine baglydyr.

**Içki tohumlanma** gury ýerde ýaşayan jandarlara mahsusdyr (daşky gurşawda olaryň saklanmagy we duşuşmagy üçin amatly şertler bolmaýar). Süýdemdirijilerde we adamlarda spermatozoidler aýallaryň jyns ýollaryna düşende, olar öz hereketlenme häsiýetlerine daýanyp hem-de ýatgynyň muskullarynyň, ýatgy turbasynyň ýygrylmagynyň hasabyna hereket edýärler. Enelik we atalyk jyns öýjükleriniň duşuşmagy ýatgy turbasynyň yokarky böleklerinde bolup geçýär (39-njy surat).

Jyns gatnaşygy wagtynda jynshana 200–500 mln spermatozoidlerden (erkeklik tohum öýjüklerinden) ybarat bolan 3–5 ml erkeklik



**39-njy surat.** Döwünçeğiň (embrionyň) ýatgynyň diwaryna ornaşmagyna çenli ösüşi

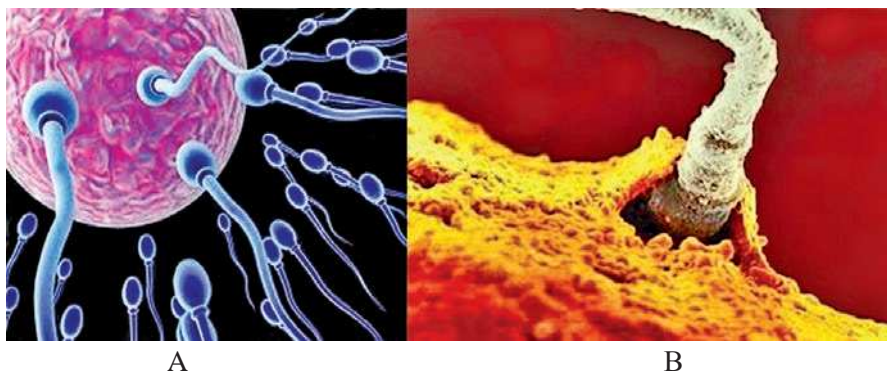
tohum suwuklygy dökülýär. Ýatgyda we turbalarda spermatozoidler 3–4 günläp özüniň hereketlilikini saklaýarlar. Ýöne spermatozoidleriň tohumlandyрма ukyby diňe 24–28 sagatlap saklanyp bilýär. Turbalardan garyn boşlugyna düşen spermatozoidler bir gije-gündiziň dowamynda ölýärler. Minutda 2–3 mm tizlik bilen özbaşdak hereket edýän spermatozoidler 1–1,5 sagadyň dowamynda ýatgynyň içine, 1,5–2 sagatdan bolsa ýatgy turbalaryna, ýagny ýumurtga öýjügi bilen duşuşlyýan ýere baryp ýetýärler.

Tohumlanma hadysasy, esasan hem, ýatgy turbasynyň seçekli böleginde bolup geçýär. Bu ýere düşen ýumurtga öýjügiňe millionlarça spermatozoidler gönükdirilýär.

Spermatozoidleriň diňe biri tohumlandyrmaga gatnaşýar (40-njy surat): şol spermatozoidiň ýadrosy ýumurtga öýjügiňiň ýadrosy bilen duşuşmaga hereketlenýär we onuň bilen goşulyşýar.

Netijede, ýeke-täk bir ýadro döreýär. Ýumurtga öýjügiňe spermatozoid girenden soňra tohumlanma bardasy emele gelýär we bu beýleki spermatozoidleriň geçmekligine päsgel berýär. Netijede, zigota (grekçe «*zigota*» – jübüte birleşme) emele gelýär, ol bolsa ýatgy turbasyndan geçip, ýatga düşýär we 8–10-njy günler döwünçek ýatgynyň diwarynda ornaşýar.





**40-njy surat.** A—ýumurtga öýjügi we spermatozoidler;  
B—ýumurtga öýjüğine spermatozoidiň girişi

Ýumurtga öýjüğine düşmedik beýleki spermatozoidler ýok bolup, dargap gidýärler we turbalaryň nemli bardalary olary sorup alýarlar.

Tohumlanan ýumurtga öýjüginde düwünçek emele gelýär (grekçe «*embryon*» – düwünçek). Öýjügiň bölünmesi netijesinde bir öýjükli janly beden köp öýjükli janly bedene öwrülýär. Tohumlandyrmada birleşme arkaly dörän ýadro, adaty, birnäçe minutdan bölünip başlaýar, munuň bilen birlikde sitoplazmanyň bölünmesi hem bolýar. Bölünýän ýumurtganyň öýjüklerine *blastomerler* diýilýär, bölünme hadysasy bolsa böleklere bölünme ýa-da *ownama* diýlip atlandyrylýar.

**Monospermiýa we polispermiýa.** Tohumlandyrmada ýumurtga bir ýa-da birnäçe spermatozoid girip biler. Eger ýumurtga bir spermatozoid girse, onda *monospermiýa*, birnäçe spermatozoid girse bolsa *polispermiýa* diýilýär. Monospermiýada ýumurtga birnäçe spermatozoidleriň girmegine päsgel berýän dürli guruluşlar bolýar. Köp mör-möjekleriň ýumurtgalary diňe bir deşikli (mikropile) gabyk bilen gurşalan bolýar. Ondan diňe bir spermatozoid girýär, askaridada spermatozoid giren badyna ýumurtganyň üstüne, beýleki spermatozoidleriň girmegine päsgel berýän tohumlandyрма gabygy emele gelýär.





Polispermiýada (ýumurtgalary birnäçe mikropileli mör-möjekler, akulalar, käbir guşlar we süýdemdirijiler) ýumurtga, adatça, köp spermatozoid düşýär. Anyk barlaglar ýumurtga giren spermatozoidleriň ykbalynyň dürlüdigini görkezdiler. Olaryň biri erkeklik pronukleusy emele getirýär we aýal jyns öýjüginä maňzy bilen goşulýşýar. Beýlekileri ýumurtganyň sitoplazmazynda galýarlar hem-de birnäçe wagtdan soň bildirmeýärler.

Kähalatlarda ýumurtga giren spermatozoidleriň hasabyna iki, hat-da üç erkeklik pronukleusy emele gelip bilýär. Şeýle hadysany monospermiýa mahsus bolan jandarlarda hem, ýumurtga narkotiki serişdeleri bilen täsir etmek ýoly bilen döretmek mümkindir. Bu ýagdaýlarda tohumlandyrylan ýumurtga öýjüge bölünende, üç polýusly ýa-da köp polýusly mitozlar döreýär we düwünçegiň ösüşi bozulýar.

**Partenogenez.** Käbir jandarlarda we ösümliklerde jynsy köpelmäniň sada görnüşi bolup geçýär, ýagny aýal bedeninde tohumlandyrmasyz ösüp ýetişmäge ukyply jyns öýjükleri döreýär. Jynsy köpelmäniň şeýle görnüşine päk köpelme ýa-da partenogezen diýilýär. Partenogenez giň ýaýran hadysadyr. Ösümlikleriň arasynda ol käbir suwotularda, kömeleklerde we gülli ösümliklerde (meselem, ýastreblinkada) duş gelýär. Oňurgasyz jandarlaryň arasynda ol gurçuklarda we bognaýaklylarda duş gelýär. Urkaçy bal arysý ömrüniň dowamynda diňe bir gezek, «nika uçumy» wagtynda erkek bal arysý bilen tohumlandyrylýar. Şundan soň urkaçy bal arysý tohumlandyrylan we tohumlandyrylmadyk ýumurtgalary taşlaýar. Olaryň birinjisinden urkaçy bal arylary (şol sanda işçi bal arylary hem), ikinjisinden bolsa, partenogenetiki ýol bilen erkek bal arylary ösüp ýetişýärler.

Tebigy şertlerde tohumlandyрма arkaly köpelyän görnüşlerde ýumurtgalaryň partenogenetiki ösüşi mümkinmi? Bu babatda, 1886-njy ýylda rus alymy A.A.Tihomirow ilkinji gezek emeli partogeneziň mümkindigini tejribede subut edipdir. Ol ýüpek gurçugynyň kebelekleriniň ýumurtgalaryny kislotalaryň täsirine sezewar edip, tohumlandyrylmadyk ýumurtganyň ösüp ýetishmegini gazanypdyr. Ýumurtgalar çotgajyk bilen sürtülende hem şeýle netije alnypdyr. Soňraky geçirilen ylmy-barlag işlerinde köp alymlara gurçuklarda,



derisi iňnelilerde, mör-möjeklerde we oňurgaly jandarlarda tohumlandyrylmadyk ýumurtgalaryň hem ösüp ýetişmegini gazanmak başardypdyr. Tohumlandyrylmadyk ýumurtgalaryň ösüp ýetişmegini döredýän şertler örän dürli görnüşli bolup, olara nahar duzunyň gipertonik ergini, kislotalar, aşgarlar, käbir zäherli maddalar, mehaniki täsirlər, ýokary temperatura, elektrik togy we ş.m. degişlidirler. Bu şertler ýumurtga öýjükleriniň üstki dartylmasyňy üýtgedýärler we olary bölünmäge itekleýärler. Emeli partogenez tejribeleri tohumlandyрма hadysasynyň bir tarapyny aýdyňlaşdyrды. Ýagny ýumurtganyň ösüp ýetişmegi üçin onuň öňünden işjeňleşmeginiň zerurdygyny görkezdi. Adatça, ýumurtga öýjügi spermatozoidler bilen işjeňleşdirilýär, ýöne tejribe şertlerinde ol tohumlandyrmasyz, ýumurtga dürli daşky şertleriň täsir etmeginde bolup geçýär.

## 1.21. KLONIRLEMEK

**Klonirlemek** diýip, biologiýada, birmeňzeş organizmleriň jynssyz köpeliş (şol sanda wegetatiw) usuly bilen alynmagyna aýdylýar. Klonirlemegiň netijesinde emele gelen beden ýa-da öýjükler toplumyny **klon** diýlip atlandyrylýar. Klonirlemek, «cloning» grek sözi bolup şaha, baldak diýen manyny aňladýar.

Bu usul bilen tebigatda millionlarça ýylyň dowamynda dürli haýwanlar we ösümlükler köpelip gelýärler. Emma häzirki döwürde «klonirlemek» has dar manyda ulanylýar we öýjükleriň, genleriň, antibedenleriň we şeýle-de köp öýjükli organizmleriň barlaghana şertlerinde nusgalanmagyna (kopiýalanmagyna) aýdylýar. Jynssyz köpelişiň netijesinde emele gelýän nusgalar genetiki taýdan birmeňzeş bolýar. Ýöne olarda tötänleýin ýa-da barlaghana şertlerinde emeli usullar bilen döredilýän mutasiýalar sebäpli nesle geçijiligiň üýtgeýjiligine gözegçilik etmek mümkin bolýar.

Tebigatda bolup geçýän ýa-da barlaghanalarda geçirilýän klonirlemek hadysalary barada aýdylanda ösüş, madda çalşygy, köpeliş we ş.m. üçin gerek bolan genetiki maglumatlaryň ene-atadan DNK bilen geçýändigini unudylmaly däldir.



DNK käbir bir öýjükli organizmlerde bir, ýokary derejeli ösümliklerde we haýwanlarda sany onlarça hromosomlarda ýerleşýär. Amýoba ýaly kiçi bir öýjükli organizmleriň ýaşaýyş funksiýalaryny ýerine ýetirmek üçin bir hromosomdaky genetiki maglumatlar ýeterlikdir. Ýöne ýokary derejeli haýwanlaryň ýaşaýyş funksiýalaryny ýerine ýetirmek üçin 100 000 töweregi gen gerekdir.

Tebigatda organizmleriň klonirlenmegi partogeneze hadysasynda, haçanda tohumlanmadyk aýallyk gametasýandan nesil ösende, duş gelýär. Enelik we atalyk jynsy bir bolanlygy sebäpli genetiki taýdan nesilleri bilen birmeňzeş bolýar we klon emele gelýär. Süýdemdirijilerde-de partogeneze hadysasyny emeli usul bilen geçirmek mümkin, ýöne embrion ösüşiniň irki döwründe ölýär.

**Antibedeniň klonirlenmegi.** Hemme oňurgaly haýwanlar infeksiýalardan goranmak üçin ýörite belok – antibedenleri sintezleýär. Häzirki döwürde köp mukdarda birmeňzeş molekulalary almaga mümkinçilik berýän klonirmek usullary işläp düzüldi. Bu usul bilen alnan antibedenler «monoklonal» diýlip atlandyrylýar. Bu ýokary spesifiki maddalar beden suwuklygyndaky beloklaryň ýa-da anyklaýyş üçin wajyp bolan rak öýjüklerini anyklamak üçin, mundan başga-da käbir keselleriň arzan anyklaýyş usuly bolup durýar.

**Genleriň klonirlenmegi.** Käbir keselleriň ýüze çykmagy bilen köp mukdarda spesifik genler ýüze çykýar. Bu genler organizme laýyk promatorlary we olaryň işlerini kadalaşdyrýan DNK-lary organizmden bölüp çykarmagy ýa-da birleşdirmegi öwrenipdirler.

Alynýan gen toplumlaryny dürli usullar bilen klonlaşdyrmak mümkindir. Olaryň biri polimeraza zynjyr reaksiýasydyr (PZR), başgaça aýdanyňda, DNK-nyň gerekli böleginiň polimeraza fermentiniň kömegi bilen her birnäçe minutdan gen nusgalarynyň mukdarynyň 2 esse köpelmegidir. Bu usul bilen klonirlenen genler gerekli maddany sintezlemäge, ýagny gymmatbahaly farmasewtiki maddany sintezleme ukybyna eýe bolýan haýwanlaryň organizmine goýberilýär. Şol bir wagtyň özünde transgen haýwanlar muka-wisidoz ýaly adamlarda duş gelýän keselleri öwrenmekde uly orun eýeleýärler.



Gen inženeriýasynyň ösmegi netijesinde köp öýjükli organizmleriň klonirlenmegi alymlaryň we jemgyýetiň ünsüni özüne çekýär. Ýörite şertleri döredip we öýjügiň ýadrosynyň gurluşyna (strukturasyna) täsir edip, alymlar onuň gerekli dokuma ýa-da bel-lenilen organizme öwrülmegini gazanýarlar. Organizmiň doly we bölekleyin klonirlenmegi tapwutlandyrylýar. Doludan doly organizm, bölekleyinde – doly däl organizm alynýar. Meselem: belli bir dokuma emele gelýär. Bu öýjükler hususy dokumalaryň ýetmezçiliginiň öwezini dolmaga mümkinçilik berýär we transplantasiýadan soň bölünip aýrylmaýarlar. Bu usula *reproduktiv klonirmek* diýilýär. Reproduk-tiw klonirmek netijesinde bütün organizm emele gelýär. Terapewtiki klonirmekde doly organizm emele gelmeýär. Onuň ösüşi ir sakla-nylýar, emele gelen öýjükleri bolsa gerekli dokumany ösdürmek üçin ýa-da başga biologik önümleri öndürmek üçin ulanylýar.

**Reproduktiv klonirmek** usul ylmy maksatlardan başga-da ýiten ýa-da seýrek duş gelýän haýwanlaryň görnüşlerini dikeltmek üçin peýdalanylýar. Bu babatda amerikan «Advaced Cell Technology» kompaniýasynyň 2004-nji ýylda ýaýradan habaryna görä, 20 ýyl mun-dan öň ölen banteng öküzini (Günorta-Gündogar Aziýada ýaşan ýa-bany öküz) klonirmek başardypdyr. Taryha ser salanymyzda, haý-wanlardan ilkinjileriň hatarynda 1970-nji ýylda gurbagany, 1985-nji ýylda balygy, 1996-njy ýylda Dolli atly goýuny, 1997-nji ýylda syçany, 1998-nji ýylda sygyry, 1999-njy ýylda geçini, 2001-nji ýylda pişigi, 2002-nji ýylda towşany, 2003-nji ýylda öküzini, 2005-nji ýylda iti klonirmek başardypdyr. 2008-nji ýylda bolsa söwda maksatlary üçin itleriň klonirlenmegi başlanýar.

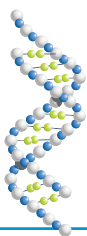
«Adamy klonirmek meselesinden ABŞ-ly alymlar ilkinji ädimi ätdiler we ýadrosy öň ýadrolary aýrylan tohumlanmadyk aýallyk jyns öýjüklerine ýerleşdirdiler. Ýadrolar ýerleşdirlenden soň jyns öýjükle-rini bölünmäge himiki stimullerleýärler. Olaryň ikisinde hadysa işjeň geçip blastosista çenli ýetdi. Ýöne näbelli sebäplere görä, alymlar em-briony ýok etdiler» diýip, «Stem Cell» žurnaly habar berýär.

Şu wagta çenli adamy klonirmek başartmaýar. Munuň üstüne ABŞ-yn öňki prezidenti hem bu meselä garşy çykyp, klonirlenmegi



ýazgarypdy. Ýöne Kaliforniýa ştatynyň gubernatory ABŞ-yn prezidente garşy çykyp, bu ugurdaky işlere maddy ýardam berdi. Şol ýyl belli klonmeýkerler Paýotis Zawos (Panayiotis Zavos), Sewerino Antinori (Severino Antinori) we Brdjit Buaselýe (Brigitte Boisslier) dagylaryň bu ugurda işläp başlandygy mälim edildi. Emma olaryň işleri hem belli bir netije bermedi.

Şu wagta çenli geçirilen barlaglardan soň, alymlar klonirlenen haýwan näçe sagat dünýä inse-de, wagtyň geçmegi bilen olaryň saglyk ýagdaýy bilen bagly meseleleriň yzy üzülmez diýen netijä geldiler.



## II BAP

# ONTOGENEZ – JANLY ORGANIZMLERIŇ INDIVIDUAL ÖSÜŞI

### 2.1. EMBRIONAL ÖSÜŞIŇ ESASY KANUNALAÝYKLYKLARY

**Ontogeneziň görnüşleri.** Ontogenez (gr. *ontos* – jandar, *genesis* – ösüş) – her bir jandaryň özbaşdak ösüşiniň doly aýlawy, onuň esasynda bütün ýaşayşynyň dowamynda daşky gurşawyň belli bir şertlerinde nesle geçiji maglumatlary özleşdirmeklik ýatýar. Ol zigotanyň (jynsly köpelişde) emele gelmeginden başlaýar we ölmege bilen tamamlanýar. Ontogenez her bir görnüşüň uzak wagtyň dowamynda filogenetiki ösüşi bilen şertlenendir. Aýrybaşga we taryhy ösüşiň özara baglanyşygy biogenetiki kanunda görkezilendir (Ç. Darwin, F. Mýuller, E. Gekkel), has soňra fizioembriogenezlere barada A.N. Sewersowyň işlerinde beýan edildi.

Ontogeneziň göni we göni däl görnüşleri bar. Göni ösüş liçinkalyda, göni däl – liçinkasyz we göwredäki ösüşde gabat gelýär.

**Liçinkaly** ösüş ýumurtgalarynyň sarysy az bolan görnüşlerde gabat gelýär. Olar ösüşiniň dowamynda bir ýa-da birnäçe liçinka döwri bar bolan bedenlerdir. Liçinkalar işjeň ýaşayşyň düzgüninde bolýarlar, köplenç, özleri iýmiti tapýarlar. Ýöne käbir görnüşleriniň (aglabamugthorlar) diňe ýapyşygy agzalary bolýar (sorujylardan mirasidiýalar, serkariler, lentalylar hataryndan korasidiler). Ýaşayş işjeňligini amala aşyrmak üçin liçinkalaryň ulularynda ýok bolan birnäçe prowizor (wagtlaýyn) agzalary bar. Ösüşiň şeýle görnüşi öwrülişik metamorfoz hadysasy bilen utgaşýar.

**Liçinkasyz** ösüş balyklarda, süýrenijilerde, guşlarda, şeýle-de oňurgasyzlarda bolýar. Olaryň ýumurtgasy ontogenezi tamamlar.



mak üçin iýmitlendiriji materiala (sarysy) baýdyr. Düwünçekleriň iýmitlenişi, dem alşy we bölüp çykaryşy olarda ösýän prowizor agzalaryň üsti bilen amala aşyrylýar.

**Göwredäki ösüş** has kämil ösen süýdemdirijilere we adama mahsusdyr. Ösüşiň şeýle görnüşinde ýumurtga öýjügi iýmit materialyny saklanok diýen ýaly. Düwünçegiň ähli ýaşayşy üçin wajyp funksiýalary enäniň bedeniniň üstünden amala aşyrylýar. Şonuň bilen baglanyşykly enäniň we düwünçegiň dokumalaryndan çylşyrymly prowizor agzalar, ilki bilen çaga ýoldaşy emele gelýär. Ontogeneziň filogenetiki babatda has soňky görnüşü düwünçegiň ölmän galmagyny gowy üpjün edýär, ýöne bäbekler göwüs mázleriniň işläp çykarýan sekretine – süýdüne mätäçdirler.

**Ontogeneziň döwürlere bölünüşi.** Ontogenezi iki – embrional we postembrional döwre bölýärler. Ösen süýdemdirijilerde we adamda prenatal ýa-da antenatal (dogumdan öň) we postnatal (doglandan soňky) diýip bölünýär. Predzigota diýip düwünçek emele gelmezinden öňki döwre bölmek hem teklipl edildi.

**Predzigot ösüş** döwri gametalaryň emele gelmegi bilen baglanyşyklydyr. Owogenezi häsiýetlendirýän hadysalar hromosomlaryň gaploid toplumynyň we sitoplazmada çylşyrymly gurluşlaryň emele gelmegine getirýär. Ýumurtga öýjüklerinde belogyň toplanmasy bolup geçýär. Sarysynyň möçberi we onuň paýlanyşy boýunça ýumurtgalary esasy üçe: izolesitala, telolesitala we sentrolesitala bölýärler.

**Izolesital** ýumurtganyň biraz sarysy bolup, ol öýjük boýunça birsydyrgyn paýlanandyr. Olar pes derejeli hordalylarda, iňne derililerde, süýdemdirijilerde gabat gelýär. **Telolesital** ýumurtgalar molýuskalara, ýerde-suwda ýaşayanlara, reptililere, guşlara mahsus, sarysy köp mukdarda, haýsam bolsa bir – *vegetativ* polýusynda ýerleşen bolýar. Ýadrony we sarysyz sitoplazmany saklaýan garşylykdakysyna – *animal* polýus diýilýär. **Sentrolesital** ýumurtgalarda sarysy merkezinde, sitoplazmasy bolsa periferiýasynda ýerleşen bolýar (mör-möjekleriň ýumurtgasy). Ýumurtgalaryň gurluşynyň dürli bolmagy olaryň ösen şertlerine bagly bolup, ewolýusiýanyň gidişinde ornaşypdyr. Postembrional döwürde liçinka stadiýasyny başdan geçirýän bolsa (iňne



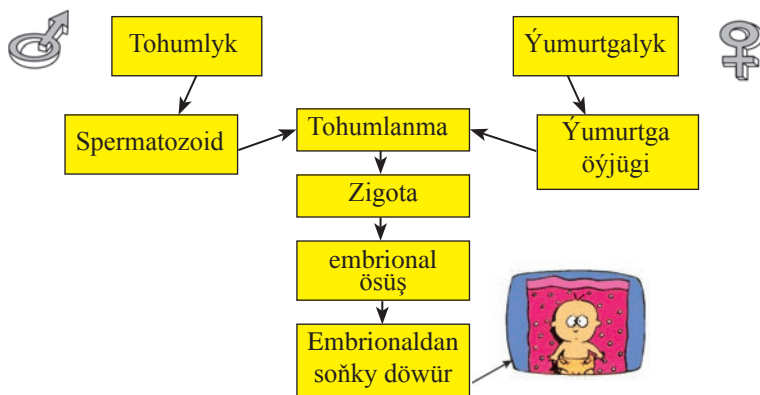


derililer, mör-möjekler, amfibiýalar) ýumurtgalarynyň sarysy az bolýar. Liçinkalar ýumurtga gabygyny ösüş gutarmanka terk edýärler we ony daşarda dowam etdirýärler. Ontogeneziň liçinkasyz ösüşli aglaba haýwanlaryň ýumurtgalary telolesitaldyr. Ösüş göwrede geçýän haýwanlaryň (süýdemdirijiler) ýumurtgalarynda sarysy az we birsydyrgyn paýlanandyr.

Predzigota döwri ýumurtgada pibosomal we informasion RNK toplanýar, sitoplazmanyň dürli bölekleri himiki düzümi boýunça tapawutlanýarlar, birnäçe gurluşlar emele gelýär. Olaryň käbiri dürli pigmenleriň bolany üçin göze görünýär. Öýjük membranasynyň aşagynda glikogeniň owuntyklaryny saklaýan sitoplazmanyň kortikal gatlagy emele gelýär. Ýumurtgada polýarlyk: wegetatiw we animal polýuslar ýüze çykýar.

**Embrional döwür** ýa-da embriogenez (gr. embrion- düwünçek) zigota emele geleninden başlanýar. Ontogenezde embrional döwürň tamamlanmagy ösüşüň dürli pursatlaryna: liçinkalyda – ýumurtga gabygyndan çykmagyna, liçinkasyzda – düwünçekleriň gabyklaryndan çykmagyna, göwredäki ösüşde – doglan pursadyna baglydyr.

**Embrional döwür** zigota, bölünme blastula, düwünçek gatlaklarynyň emele gelmegi, gisto-we organogenez stadiýalaryna bölünýär. Süýdemdirijilerde we adamda beden agzalary kemala gelýänça düwünçek, soňra çaga diýýärler (41-nji surat).



41-nji surat. Ontogeneziň geçiş döwürleriniň shemasy



*Zigota* köp öýjüklü organizmiň aýal we erkek gametalaryň goşulmagy netijesinde emele gelen bir öýjüklü ösüş stadiýasydyr. Sarysynyň dänelerini, mitohondriýalary, pigmentleri saklaýan zigotada ýumurtganyň sitoplazmasynyň bölegi janly obýektlerde görünýär, şonuň üçin zigotada sitoplazmanyň esli ýeriniň üýtgetmelerine gözegçilik etmek başartdy.

Suw kirpisiniň tohumlanmadyk ýumurtgalarynyň kortikal zonasyna gyzyly pigmentiň dänejikleri birsydyrgyn ýerleşen. Tohumlanmadan soň olar hereketlenip ekwatoryň aşagynda gyzyly guşak emele getirýärler, şol bir wagtda animal we wegetatiw polýuslar reňksizlenýärler. Şeýlelikde, sitoplazmanyň üç: ýumurtganyň animal böleginde – pigmentsiz, ekwatoran aşakda pigmentlenen, wegetatiw polýusda reňksiz zonasy emele gelýär. Soňra sitoplazmanyň materialyndan ýokarky reňksiz zonasyndan ektoderma emele gelýär, pigmentlenen zolagyndan entoderma, aşakysyndan mezodermanyň düzümi emele gelýär.

Assidiýalaryň, ýerde-suwda ýaşaýanlaryň we beýleki haýwanlaryň zigotalarynda sitoplazmanyň esli ýeriniň üýtgetmesi ýüze çykaryldy, onda soňra agzalar we dokumalar emele gelýän bölekler bolýar. Edil şol pursat açyk görünýän iki taraplaýyn simmetriýa peýda bolýar. Süýdemdirijileriň we adamyň zigotasynda bölünme başlanmanka sitoplazmanyň bölekleriniň ýerini üýtgetmesi we differensiýasiýasynyň bolup geçýändigini hem-de ýumurtganyň bilateral simmetriýasynyň peýda bolýandygy takyklandy. Haýwanlaryň birnäçe görnüşlerinde eýýäm zigotada belogyň intensiw emele gelmesi amala aşyrylýar. Onuň matrisasy bolup ösüşiň başlangyç stadiýalarynda owogenez wagty sintezlenen (ýöne şol bir wagtda täze RNK hem emele gelýär) RNK hyzmat edýär.

**Maýdalanma.** Tohumlanan ýumurtganyň ösüşiniň başlangyç döwri (zigota) maýdalanma diýlip atlandyrylýar. Maýdalanmanyň häsiýeti ýumurtga öýjügiň görnüşine baglydyr. Lansetnigiň sarysy az bolan tohumlanan izolesital ýumurtgasynda deşik görnüşinde ilkinji maýdalanma keşi animal polýusda başlanýar we ýuwaş-ýuwaşdan wegetatiw polýusa tarap uzaboýuna meridional ugurda, ýumurtgany



iki öýjüğe – 2 blastomere bölüp ýaýradýar. Ikinji keş birinjä perpendikulýar geçýär we 4 blastomer emele gelýär. Üçünji keş ekwatoran geçýär we 8 blastomer emele gelýär. Meridial we ekwatorial meýdanlardaky soňky maýdalanmalaryň netijesinde 16, 32, 64 we ş. m. blastomerler emele gelýär. Wegetatiw polýusda ýerleşen öýjükler animaldaka garanda biraz iriräk bolýar.

Birnäçe yzly-yzyna maýdalanmalaryň netijesinde bir-birine jebis ýerleşen öýjükleriň topary döreýär. Käbir haýwanlarda düwünçek tut agajynyň ýa-da böwürsleniň miwesini ýada salýar. Ol morula diýip atlandyryldy (lat. morum – tuduň miwesi).

Sarysy püre-pürlenen telesital ýumurtgalarda maýdalamanyň doly (birmeňzeş we birmeňzeş däl) we doly däl bolmagy mümkin. Wegetatiw polýusyň blastomerleri inert sarysynyň artyklygy üçin hemişe maýdalanma depgininde animal polýusyňkylardan yza galýar. Doly, ýöne birmeňzeş däl maýdalanma amfibiýalaryň ýumurtgasyna mahsus bolýar. Balyklaryň, guşlaryň we käbir beýleki haýwanlaryň ýumurtgasynyň animal polýusda ýerleşýän diňe bir bölegi maýdalanýar; doly däl, bölekleyin, ýa-da diskoidal maýdalanma bolup geçýär. Sarysynyň bir bölegi blastomerlerden daşarda galýar; iň soňky sarysynda disk görnüşde ýerleşýär.

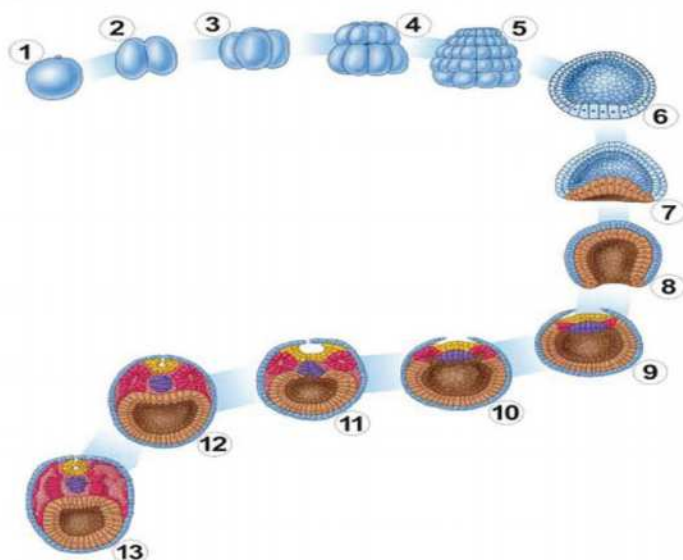
Süýdemdirijileriň ýumurtgasynda sarysy azdyr, şonuň üçin hem maýdalanma doly, ýöne birmeňzeş däldir. Dürli blastomerlerde ol dürli ritm bilen gidýär hem-de 1, 3, 6, 7, 9, 10 we ş. m. stadiýalaryna gözegçilik edip bolýar. Olaryň käbiri (aýygy) periferiýada, beýlekileri (goýysy) merkezde ýerleşýär. Aýyk reňkli öýjüklerden düwünçegi gurşap alýanlardan kömekçi funksiýany ýerine ýetirýän we düwünçegiň bedeniniň emele gelmegine gatnaşmaýan trofoblastlar emele gelýär. Trofoblastlaryň öýjükleri dokumalary eretmek ukybyna eýedir, onuň kömegi bilen düwünçek ýatgynyň diwaryna ýelmeşýär. Soňra trofoblastlar düwünçegiň öýjüklerinden içi boş çiş görnüşinde gopup aýrylýarlar. Trofoblastyň boşlugy ýatgynyň dokumalaryndan syzyp geçýän suwuklyk bilen dolýar. Düwünçek trofoblastyň içki diwarynda ýerleşen düwünjige meňzeş bolýar. Düwünçek maýdalanmagyny dowam etdirip, iň soňunda trofoblastyň içki diwarynda ýazylyp ýatan diske meňzeş bolýar.



Maýdalanmanyň gidişinde blastomerleriň sany köpeliýär, ýöne olar öňki öýjügiň möçberine çenli ulalmaýarlar, gitdigiçe ownaýarlar. Hadysa maýdalanýan zigotanyň mitotiki aýlawlarynyň mahsus interfazasynyň ýoklugy bilen düşündirilýär: presintetiki tapgyr ( $G_1$ ) ýokdur, sintetiki (S) bolsa eýýäm mitozyň öňündäki telefazada başlanýar. Maýdalanma döwri mitozlar biri-biriniň yzyndan gelýär, tapgyryň ahyrynda düwünçek zigotadan biraz uly bolýar. Blastomerler eýýäm sitoplazmasynyň hili boýunça, sarysynyň möçberi we ululygy boýunça tapawutlanýarlar, ol soňky ösüşe we differensirlenmelere täsir edip biler.

Ýumurtganyň maýdalanmasy *blastulanyň* emele gelmegi bilen gutarýar. Bellemeli zat, zigotada we blastomerlerde ýadro-plazma gatnaşygy sitoplazmanyň haýryna bozulan. Blastulanyň öýjüklerinde haýwanlaryň her bir görnüşü üçin häsiýetli ýadro-plazma gatnaşygy emele gelýär. Blastuladan başlap, düwünçegiň öýjüklerini blastomerler däl-de, embrional öýjükler diýip atlandyrmak kabul edilen. Lansetnikde blastula 128 öýjüğe ýetende emele gelýär. Blastomerleriň ýaşayyş işjeňliginiň önümleriniň toplanmagy bilen olaryň arasynda boşluk emele gelýär (blastosel ýa-da ilkinji boşluk). Doly, birsydyrgyn maýdalanmada (lansetnigiňki ýaly) blastula öýjükleriň bir gatlagy bilen örtülen diwarly blastoderma adyny alan içi boş çiş görnüşinde bolýar. Blastula döwrüni (stadiýasyny) haýwanlaryň ähli görnüşiniň düwünçekleri hem geçýär (*42-nji surat*).

**Gastrulýasiýa.** Köp öýjükli haýwanlaryň hemmesinde blastuladan soň ösüş döwri gastrulýasiýadyr. Ol düwünçegiň bedeniniň düwünçek ýapraklary adyny alan iki ýa-da üç gatlagyny emele getirip, embrional materialyň çylşyrymly ýerini üýtgetmeginden ybaratdyr. Gastrulýasiýa hadysasyny: a) ekto- we endodermanyň emele gelmesi (iki gabykly düwünçek); b) mezodermanyň emele gelmesi (üç gatlakly düwünçek) ýaly iki tapgyra bölseň bolýar. Ýumurtgalary izolesital görnüşde bolan haýwanlarda gastrulýasiýa inwagina-siýa ýoly, ýagny pökgerme bilen geçýär. Wegetatiw polýusda blastulalar deşik rezin topuň diwary ýaly içe çöwrülýärler. Blastomeriň garşylykly polýuslary birleşýärler, şoňa görä blastosel doly ýitýär



**42-nji surat.** Hordalylarda embriogeneziň esasy döwürleri:

- 1 – zigota; 2 – iki blastomeriň döwri; 3 – dört blastomeriň döwri;  
4 – blastula; 5 – morula; 6 – blastosel; 7 – gastrulýasiýa; 8 – gastrula;  
9-10 – neýrulýasiýa; 11-12 – sütün organlarynyň emele gelşi; 13 – organogenez.

ýa-da uly bolmadyk boşluk görnüşinde galýar, şardan bolsa iki gatly düwünçek emele gelýär.

Öýjügiň daşky gatlagy *daşky ýaprak* ýa-da *ektodermadyr* (gr. *ectos* – daşyndan, *derma* – deri), içki gatlak – *içki ýaprak* ýa-da *endodermadyr* (gr. *ectos* – içki). Boşluk *gastrosel* ýa-da *ilkinji içege* diýlip atlandyrylýar, içegä girilýän ýer bolsa *blastopora* ýa-da *ilkinji agyz* diýen ady aldy. Aşaky we ýokarky dodaklary emele getirmek bilen onuň gýralary ýakynlaşýarlar. Ilkinji agyzlylarda (olara oňurgasyzlaryň köpüsi degişli) blastopor definitiw agza (ahyrka) öwrülýär, ikinji agyzlylarda (iňňe bedenliler we hordalylar) ondan anal deşigi emele gelýär ýa-da ol bitişýär, agyz bolsa bedeniň garşylykly tarapynda emele gelýär.



Gastrulýasiýa diňe bir inwaginasiýa ýoly bilen geçmeýär. Onuň başga usullary delýaminasiýa (gatlaklanma), epiboliýa (ösüp ýetişme) we immigrasiýadyr (içine girme).

Gastrulýasiýanyň *immigrasiýa* ýoly bilen emele gelmegi boş içege ýalylara mahsus. Usulyň manysy blastodermanyň öýjükleriniň köpçülikleýin işjeň blastosele geçmeginden ybarat. *Epiboliýa* telolesetal öýjükleri bolan haýwanlarda duşýar. Onda animal polýusyň maýda öýjükleri ulalýarlar we uly, sarylyga baý. Soňra içki gatlak bolýan wegetatiw polýusyň öýjüklerini örtýärler. *Delýaminasiýada* düwünçegiň öýjükleri içki we daşky düwünçek ýapraklaryny emele getirmek bilen onuň üstüne parallel bölünýärler.

Esasan, gastrulýasiýanyň garyşyk görnüşi duşýar, munda pökgermek, ösüp ýetişmek we migrasiýa bir wagtda bolup geçýär. Meselem, ýerde-suwda ýaşaýanlarda.

Iki düwünçek ýapragy döwründe gubkalaryň we boş içege ýalylaryň ösüşi tamamlanýar. Ewolýusiýanyň has ýokarky basgançaklarynda duran tiplere degişli organizimler üç sany düwünçek ýapraklaryndan ösýär.

Üçünji ýa-da ortaky düwünçek ýapraýygyna *mezoderma* diýilýär (gr. *mesos* – ortaky), sebäbi ol daşky we içki ýapraýyklaryň aralygynda emele gelýär.

Mezodermanyň teleblastiki we enteroselli emele gelýän usulyny tapawutlandyrýarlar. *Teleblastiki usul* aglaba oňurgasyzlarda gabat gelýär. Onuň manysy blastoporyň ýanynda ilkinji içegäniň iki tarapyndan gastrulýasiýa wagty bir uly öýjük– teleblast emele gelýär. Ownuk öýjükler aýrylyp gaýdýan teleblastlaryň köpelmegi netijesinde mezoderma emele gelýär.

*Enterisel* usul hordalylara häsiýetli. Onda ilkinji içegäniň iki tarapyndan pökgerme – jübüler (selomiki haltalar) emele gelýär. Jübüleriniň içinde boşluk bar, ol ilkinji içegäniň dowamy bolup durýar (**gastroselýa**). Selomiki haltalaryň bagy ilkinji içegeden doly aýrylýar we ektoderma bilen endodermanyň arasynda ösýär. Ol bölekleriň öýjük materiallary mezoderma başlangyç berýär. Ilkinji içegäniň we hordanyň gyralarynda ýatan mezodermanyň **dorsal** bölümi segment-

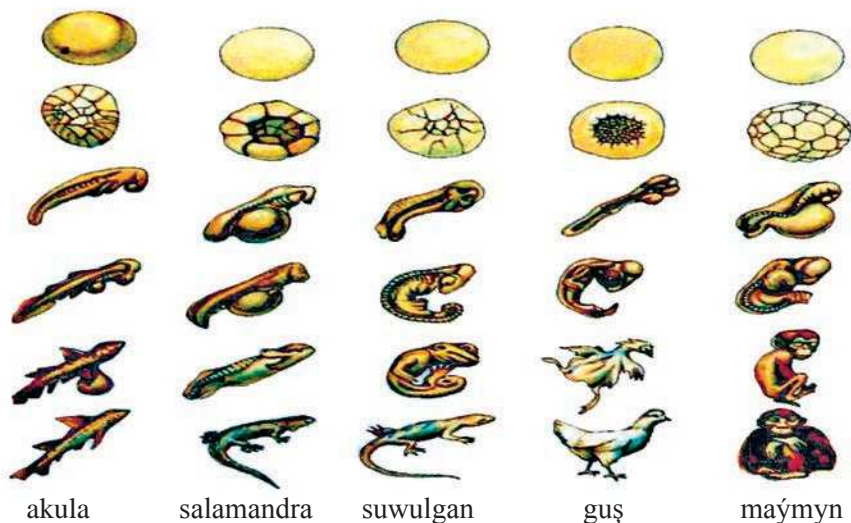


lere – somitlere bölünen. Onuň wentral bölümi içege turbajygynyň gapdal tarapynda ýerleşýän bitewi gapdal plastinkany emele getirýär. Somitler üç bölüme differensirlenýärler – *medial (sklerotom)*, *merkezi (miotom)*, we *lateral (dermatom)*. Mezodermal gurluşyň wentral bölümini *nefrogonotoma* (somitiň aýajygy) we *splanhnotoma* bölmek döp bolan. Splanhnotoma aralarynda boşluk döreýän iki gabyjyga bölünýär. Blastoseladan tapawutlylykda ol *ikinji boşluk* ýa-da *selo-ma* adyny aldy. Gabyjyklardan biri (wisseral) entodermal içege turbajygy bilen araçäkleşýär, beýlekisi bolsa (parietal) edil ektodermanyň aşagynda ýatýar.

Düwünçeğiň gabyjyklary baradaky ilkinji barlaglar üçin ylymus akademikleri K.A.Wolfa, H.I.Pandere we K.M.Bere minnetdar bolmalydyr. Dürli uruglara degişli bolan haýwanlaryň ösüşiniň irki döwürlerini stadiýalaryny öwrenmek üçin XIX asyryň 70–80 ýyllarynda köpsanly barlaglary ewolýusion embriologiýany düzüjiler A.O. Kowalewskiý we I.I.Meçnikow geçirdiler. Olar oňurgasyz haýwanlarda düwünçeğiň gabyjaklarynyň emele gelşine gözegçilik etdiler. 1901-nji ýylda O.A.Kowalewskiý düwünçeğiň gabyjaklary baradaky nazaryýeti öňe sürdi, onuň haýwanlaryň ähli ulgamlaýyn toparlaryna laýyk gelyändigini esaslandyrdy. Şonuň netijesinde, ähli haýwanlaryň dünýäsiniň embrional ösüşiniň umumylygy we oňurgalylar bilen oňurgasyzlaryň arasyndaky baglanyşyk ýüze çykaryldy (*43-nji surat*).

**Gistogenez we organonez. Gistogenez** – dokumalaryň emele geliş, *organogenez* agzalaryň emele geliş hadysasydyr. Üç sany embrional gabyjygyna differensirlenen düwünçek materialy ähli dokumalara we agzalara başlangyç berýär. Ektodermadan örän ir özbaşdak bolýan nerw ulgamynyň dokumalary emele geliş. Hordalylarda ol ilki başda nerw plastinkasy görnüşinde bolýar. Ektodermanyň beýleki bölümlerine garanda ol güýçli ösýär we бүкүlip, ganawjyk emele getirýär. Öýjükleriň köpelmesi dowam edýär, ganawjygyň gyalary birleşýär, nerw turbajygy emele geliş we ol bedeniň uzaboýuna oň tarapyndan yzyna çenli gidýär. Nerw turbajygynyň oň tarapynda ösmegini dowam etdirmek we differensirlenmek netijesinde kelle beý-





**43-nji surat.** Oňurgaly haýwanlaryň ontogeneziňiň deňeşdirmesi

ni döreyär. Nerw ulgamynyň merkezi bölüminiň nerw öýjükleriniň ösüntgilerinden periferiki nerwler emele gelýär. Mundan başga-da, ektodermadan deriniň örtügi – epidermis we onuň önümleri (dyrnaklar, saçlar, ýag we deri mázleri, diş syrçasy, görüş, eşidiş, ys alyş agzalarynyň kabul ediş öýjükleri we ş.m.) emele gelýär.

Endodermadan dem alyş agzalarynyň, bölekleýin peşew-jyns we iýmit siňdiriş, şol sanda bagryň we aşgazanasty máziniň ulgamlarynyň epitelial dokumalary emele gelýär.

Miotom skelet muskulaturasyna, nefrogonotom – bölüp çykarýş agzalaryna we jyns mázlerine (gonadlara) başlangyç berýär. Splanhnotomanyň bisseral we pariýetal gabyklarynyň öýjükleri bedeniň ikilenji boşlugy – selomanyň epitelial örtügiňiň çeşmesidir. Sklerotomyň elementleriniň hasabyna kentlewük, süňk we hordanyň töwereginde okly skeleti emele getirýän birleşdiriji dokuma ösüp ýetişýär. Dermatome deriniň birleşdiriji dokumasyna, splanhnotom – içki agzalaryň birleşdiriji dokumasyna, gan damarlaryna, içegeleriň, dem alyş we peşew-jyns ýollarynyň ýylmanak muskulaturasyna başlangyç berýär. Ýüregiň emele gelmegine-de splanhnotomyň wis-



seral gabyjagy gatnaşýar. Içki sekresiýa mázleriniň gelip çykyşy dürlüdür. Kábiri (epifiz, gipofiziň bölegi) nerw ulgamynyň düşeginden, galanlary ektodermadan emele gelýär we böwregüsti we jyns mázleri mezodermanyň önümidir.

Embrional ösüşiň gidişinde ilkinji jyns – **uly bedeniň** jyns öýjükleri örän ir özbaşdak bolýarlar. Togalak gurçuklaryň, leňneç şekillileriň, gurbagalaryň ilkinji jyns öýjükleri eýýäm maýdalanma döwri, süýrenijilerde we guşlarda gastrula döwri özbaşdaklaşýarlar. Süýdemdirijilerde we adamda ilkinji jyns öýjükleri organogeneziň irki döwürlerinde aýrybaşga çykýarlar. Olar düwünçeğiň beýleki böleklerine garanda köp iýmit maddalary bilen üpjün edilýär. Soňra olar gutarnykly bolmaly ýerine tarap göçürilýärler we jyns mázleriniň düzümine girýärler.

Organogenez, esasan, embrional ösüş döwrüniň soňunda tamamlanýar. Ýöne agzalaryň differensirlenmegi we çylşyrymlaşmagy postembrional ontogenezde-de dowam edýär. Ýazyp beýan edilen hadysalar diňe bir ilkinji embrional düşegiň öýjükleriniň işjeň köpelmegi bilen däl-de, eýsem olaryň ep-esli göçürilmegi, düwünçeğiň bedeniniň görnüşini üýtgetmegi, boşluklaryň we deşikleriň, şeýle-de düwünçeğiň wagtlaýyn (prowizor) agzalarynyň emele gelmegi bilen baglanyşyklydyr.

**Prowizor synalary.** Ontogeziň dürli görnüşlerinde organizmiň embrional ösüşi üýtgeşik şertlerde geçýär. Ösüşiň ähli gidişinde düwünçeğiň gurşaw bilen gerek bolan aragatnaşygy ýörite düwünçekden daşary wagtlaýyn we prowizor diýlip atlandyrylýan agzalaryň üsti bilen üpjün edilýär. Ol agzalaryň ösüş derejesi we funksiýasy dürli-dürlüdür. Ösüşi liçinkasyz görnüşli, ýumurtgasynyň sarysy köp ähli haýwanlar (balyklar, reptiliýalar, guşlar) üçin *sarylyk haltasy* diýilýän prowizor agza mahsusdyr. Ol balyklarda ýumurtga sarysynyň üstünde ösýän ähli üç düwünçek gabyjyklaryndan emele gelýär. Reptililerde we guşlarda sarylyk haltasy içki gatlagy endodermal, daşkysy bolsa mezodermal gelip çykyşlydyr. Süýdemdirijileriň sarylyk haltasy splanhnoplewraýnyň önümidir, ol biri-birine jebis ýerleşen mezodermal we entodermal gurluşlardan emele gelýär. Soňra splanhnoplewra



düwünçek içki we düwünçekden daşky böleklere bölünýär. Soňkudan sarylyk haltasy döreýär.

Sarylyk haltasynyň tutuş üstünde gür kapillýar toruny emele getirýän gan damarlar diwaryna ösüp gidýärler. Sarylyk haltasynyň diwarynyň öýjükleri sarylygyň iýmit maddalaryny dargadýan fermentleri bölüp çykarýarlar, olar ilki kapillýarlara, soňra düwünçegiň bedenine düşýärler. Sarylyk haltasy düwünçegiň ilkinji gany köpeldýän agzasy, gan öýjükleriniň köpelyän ýeridir. Süýdemdirijilerde redusirlenen sarylyk haltasy ýatgynyň düzümine girýär. Prowizor agzalaryň wezipesi daşky gurşawyň dürli şertlerinde düwünçegiň ýaşaýyş üçin wajyp funksiýalaryny üpjün etmektir.

Suw gurşawy bilen baglanyşygyny ýitiren ýerde ýaşayan haýwanlaryň düwünçekleri aýratyn gabyjaklarda ösýärler. Oňa suwuklykdan doly amnion mysal bolup biler. Amnion madda çalşygy funksiýasyny ýerine ýetirýär, guramakdan we mehaniki täsirlerden goraýar. Ösüp barýan embrion saklaýan amniotiki suwuklyk düzüminde beloklaryň, uglewodlaryň, mineral duzlaryň suwdaky erginini saklaýar, şeýle-de gormonlar we moçewina bar. Ösüşiň dowamynda suwuklygyň düzümi üýtgäp durýar. Akuşerçilik amalyýetinde dogumdan öň dökülýän suwuklyga, düwünçekýany suwlar diýilýär.

Amniony bolan oňurgalylar (süýrenijiler, guşlar we süýdemdirijiler) ýokary oňurgalylar ýa-da amniotler toparyna birleşdirilýär. Olaryň tersine, amniony bolmadyk pes oňurgalylar (tegelek agyzlylar, balyklar we ýerde, suwda ýaşayanlar) anamniýler toparyny emele getirýär.

Amniotlaryň amniondan başga-da prowizor agzalary ýa-da düwünçek gabyjagy bar. Süýdemdirijilerde we guşlarda ol *allontous we seroz* gabyjakdyr.

Süýdemdirijeleriň we adamyň ýumurtgasynyň sarylygy azdyr, şonuň üçin hem ösýän bedeniň prowizor gurluşlarynyň öz aýratynlyklary bar. Sarylyk haltasynyň embriogeneziň irki döwürlerinde düýbi goýulýar, ýöne ol ösenok, kem-kemden redusirlenýär, gatlaklara bölünýär. Allantois hem ösmedik. Onuň başlangyjy täze ýörite prowizor agza bolan *göbek kanaljygynyň* düzümine girýär. Düwünçegiň



daşky gabyjagynyň funksiýasyny *horion* ýa-da *üpürjikli gabyjak* ýerine ýetirýär. Ol üstünde köp sanly ösüntgileriň, üpürjikleriň bardygy üçin şeýle atlandyryldy. Horionyň üpürjikleri diňe süýdemdirijilere mahsus bolan, enäniň bedeniniň ýörite agzasy – *ýatgynyň* nemli bardasy bilen has gysby ýerleşýän ýerine *çaga ýeri* ýa-da *plasenta* diýilýär. Düwünçeğiň bedeniniň plasenta bilen baglanyşygy gan damarlaryna baý bolan göbeğiň ýa-da göbek kanaljygynyň üsti bilen amala aşyrylýar. Düwünçeğiň bedeniniň kapillýar gan damarlary horionyň üpürjiklerinde şahalanýarlar. Plasentar gan aýlanyş şeýle guralýar. Enesiniň gany horionyňky bilen garyşmaýar; ol horionyň üpürjiklerini ýuýýar, ýöne hiç haçan düwünçeğiň kapillýarlaryna girmeyär. Plasentanyň üstünden göwredäki çaga iýmit maddalary, kislorod bilen üpjün edilýär we ýaşayyş işjeňliginiň önümlerinden arassalanýar. Esasy orun horiony we onuň üpürjiklerini emele getirýän epitelial öýjüklerede degişlidir. Horionyň epitelişi bilen gan damarlaryň diwarynyň öýjükleri aýratyn bir öýjük böwedini emele getirýärler: mikroorganizmler we birnäçe maddalar enäniň gan akymyndan kadaly ýagdaýda düwünçeğiňkä geçip bilenok. Plasentar böwediniň bozulmasy, düzgün boýunça, düwünçeğiň kadaly ösüşine zyýan ýetirýär we göwreliligiň patologiýasyna alyp barýar. Placenta birnäçe dermanlar, şol sanda neşe serişdeleri, önümçilik we iýmit zäherleri, del beloklar we anitelalar üçin böwet bolup bilenok. Ösen süýdemdirijilerde we elbetde, adamlarda-da enäniň we çaganyň bedeniniň baglanyşygynyň biologiki aýratynlyklaryny öwrenmek örän möhümdir we ol eneleri goramak baradaky lukmançylyk gullugynyň işiniň dogry guralyşynyň esasynda durýar.

**Ösüş meselelerini çözmekde materializmiň we idealizmiň göreşi.** *Preformizm we epigenez.* Ontogeneziň ýeke-täk bir nazaryýeti heniz döredilenok. Teklip edilen nazaryýetleriň köpüsinde ylmyň ösüş derejesini hem-de olaryň awtorlarynyň dünýägaraýşyny görkezýän metafiziki we **alistiki** ýykgyňlyklary bar. Ol nazaryýetler premorfizm we epigenezdi. Şol nazaryýetleriň galyndylary häzirki döwürde-de gabat gelyär.



Antik döwürlerde-de indiwiđual ösüşiň esasynda ýatýan sebäpler babatda iki garşylykly pikirler bolupdyr. Gadymy Gresiýanyň belli lukmany Gippokrat enäniň bedeninde kiçijik, ýöne doly emele gelen organizm bar diýip çaklapdyr. Ol garaýyşlar soňra preformizm adyny aldy (lat. *praeformo* – öňünden döredýän). Preformizmiň esasynda metafiziki garaýyşlar ýatyrdy, onuň manysyny ontogenezde hakykatda hiç hili ösüş bolman, diňe öňünden bedeniň bar bolan böleklerini ösdürme we san boýunça köpelme gidýär diýip düşündirýärler. Ýöne preformistler bedeniň kimiň jyns öýjüginde (aýaldamy, erkekde) ýerleşýändigini barada jedel edipdirler.

Garşylykly garaýyş bedeniň gurluşsyz (strukturasyz), birmeňzeş massadan emele gelýär diýip, ilkinji bolup Aristotel tarapyndan aýdylan pikir soňra ösdürilip, epigenez adyna eýe boldy. Hakykatda epigenez garaýyşlar hem metafizikidi: her nesliň öňündäki bilen taryhy arabaglanyşygy göz öňünde tutulmandyr, nesilleriň arasyndaky geleşiklilik ret edilipdir. Iki akym – premorfizm we epigenez XVII we XVIII asyrlarda giňden ýaýbaňlanypdy.

Premorfizmi ösdürijileriň biri hem Ý. Swammerdam bolupdyr. Ol 1669-njy ýylda mör-möjekleriň anatomiýasy baradaky işini çap edipdir. Onda pilejik kebelegiň kemala gelen bedenini saklaýar diýip görkezdi hem-de kebelegiň liçinkada we ýumurtgada bardygy barada çaklama aýtdy. Ösümlikleriň pyntygynda Swammerdam kiçijik düýrlenlen ýapraýyklary tapypdyr. Bular premorfizmiň haýryna boldy. Mör-möjekleriň pilelerinde we ösümlikleriň pyntygynda edilen gözegçilikler haýwanlaryň we ösümlikleriň hemme görnüşini üçin umumylaşdyryldy. Premorfistiki garaýyşlar şol döwürlerde iki ýagdaýa görä ýaýbaňlanmaga mümkinçilik aldy. Birinjiden, optiki serişdeleriň gowşaklygy we mikroskopiki tilsimatlaryň kämil dälidigi ýumurtganyň gurluşyny jikme-jik öwrenmäge mümkinçilik bermedi. Şonuň üçinem, premorfist garaýyşlary ret emek başartmandyr. Ikinji sebäp has umumy häsiýetli bolupdyr. Şol döwürde tebigatyň üýtgeşsizligini tekrarlaýan metafiziki dünýägaraýyş höküm sürüpdir. Edil şol hem bedeniň ösüş döwri hiç hili täzeligiň bolup geçmeýändigini baradaky pikiriň döremegine sebäp bolupdyr.



Bu garaýyşlaryň logiki dowamy eger-de ýumurtga öýjüginde taýýar görnüşde düwünçek bar bolsa, onda geljekki nesiller üçin ýumurtga öýjükləri hem-de düwünçek bilen kiçijik ýumurtgalygam we ş. m. bolaýmaly diýen tekrarlama boldy. Düwünçek ýumurtgada preformirlenen diýip hasap edýän preformistlere owistler (lat. *owun* – ýumurtga) adyny goýdular.

1677-nji ýylda Lewenguk tarapyndan spermatozoonlar açylandy, düwünçegiň başlangyjy erkeklerde goýlan diýip hasap edýän preformistler ony spermileriň kellejiginden gözläp başladylar. Bu babatda olaryň spermatozoonlaryň içinde kiçijik adamjyk çekilen şekil – gomunkulus düşüňjeleri mälimdir. Şeýle ugruň preformistleri animalkulistler (lat. *animalkulum* – kiçijik haýwanjyk) adyny aldylar.

Epigenetiki garaýyşyň ösüşi Russiýanyň Ylymlar akademiýasynyň akademigi K.F. Wolfuň ylmy işleri bilen baglanyşyklydyr. Ol 1759-njy ýylda özüniň iň esasy «Ösüşiň nazaryýeti» diýen işini çap etdirdi. Towugyň ösüp barýan düwünçeginde embriologik barlag geçirende, Wolf ýumurtgada geljekki organizmiň preformirlenen bölekleriniň yokdugyna göz ýetiripdir. Wolf ýumurtga ilkibaşda birsydyrgyn düzümlü massadan durýar diýen netijä gelipdir.

Ol individual ösüşe material däl ýagdaý, onuň aýtmagyna görä, düýpli güýç sebäp bolýar diýip hasap etdi. Şeýlelikde, epigenez durmuş hakykatyny witalistiki düşündirýän idealizm bilen birleşýärdi. Ol şol wagtdaky höküm sürýän dini-mistiki dünýägaraýşa gabat gelyärdi, metafiziki garaýşa bolsa garşy duranokdy. Her näme-de bolsa, epigenez ýüze çykan döwri ylmyň öndebaryjy hadysasy boldy. Sebäbi preformistlere garşy durýan pikir – ösüşiň bardygy ykrar edildi, hasam preformistler bilen epigenetikleriň arasyndaky jedeller düşündirişi, barlaglary dowam etmelidigini talap edýärdi. Şeýle ýagdaý embriologiýanyň ösmegine itergi berdi.

K.Ber «Haýwanlaryň ösüş taryhy» (1828 ý.) diýen eserinde ýazyp beýan eden barlaglarynda preformizmiň, şeýle-de arassa epigeneziň delilleriniň esasy dälidigini aýtdy. Ol ýumurtganyň içiniň birsydyrgyn dälidigini we tohumlanan ýumurtga öýjügindäki düwünçegiň ösdügiçe onuň düzüminiň gurluşynyň kämilleşýändigini takyk-



lady. Ýöne XIX asyryň ahyryndaky embriologiýadaky eksperimental barlaglar, täze maglumatlaryň toplanmagy neopreformizmiň, neopigeneziň döremegine getirdi.

Eksperimental embriologiýada ilkinji barlagçylaryň biri nemes zoology W. Ru (1850-1924 ý.) boldy. Ol düwünçeğiň ösüşiniň haýsy döwründe (stadiýasynda) onuň bölekleriniň ykbalynyň çözülyändigini takyklamak isläpdir, meselem, her ilkinji iki blastomerden soňra tutuş organizm ösüp bilmikä diýip pikir edipdir. Şu maksat bilen Ru gurbaganyň ýumurtga öýjüklerinde tejribe geçiripdir, iki sany blastomeriň birini gaty gyzan inňe bilen bozupdyr. Galan blastomerden kemçilikli düwünçek ösüp ýetişipdir. Bu bolsa Runyň eýýäm ösüşiniň irki döwürlerinde dürli blastomerleriň ykbaly doly önünden takyklandyr diýip, ýalňyş netije çykarmagyna getirýär. Şeýle esasyda olar ösüşiniň mozaiki amalyýetini döredipdirler.

Edil soňa meňzeş pikir beýleki bir belli nemes zoology A. Weýsman tarapyndan aýdyldy. Ol düwünçeğiň maýdalanmasynda blastomer we embrional öýjükleriň arasynda nesle geçiji maddalaryň gyradeň bolmadyk bölünişigi bolup geçýär diýip hasap edipdir.

B. Runyň okuwçysy G. Driş deňiz kirpisiniň ýumurtgasy-na kalsisi aýrylan deňiz suwuny guýsaň, zigotada maýdalanmaga başlan blastomerleriň dargaýandygyny we soňra olaryň her biriniň ýetik düwünçeği emele getirmäge ukyply bolýandygyny görkezdi. Driş blastomerleriň şeýle sazlaýjy ukybyny mehanistiki (metafiziki) materializmiň nukdaýnazaryndan aňladyp bilmändigini üçin, olara idealistiki (witalistiki) düşündiriş berdi. Ol janly bedeniň ösüşi düşündirip bolmaýan material däl şert hasaplapdyr. Embriologiýada witalistiki nazaryýetiň peýda bolmagy ýaşaaýyş hadysalaryny mehanistiki düşündirip bolmaýandygyny görkezýär. XIX asyryň soňunda XX asyryň başynda preformistiki (metafiziki) we epigenetiki (witalistiki) nazaryýetleriň peýda bolmagy şol döwürlerde idealogik göreşiniň ýitileşmegi bilen düşündirilýär.

Häzirki zaman ylmyň ýeten derejesi preformistleriň we epigenetikleriň arasyndaky köne dawany esassyz hasaplaýar. Ýumurtga aýratyn ýöriteleşdirilen öýjük bolup, ol organiki dünýäniň ewalýu-





siýa hadysasy netijesinde emele gelendir. Bedeniň her bir öýjüginin belli bir funksiýany ýerine ýetirmäge niýetlenen bolşy ýaly, jyns öýjükleriniň gurluşy düwünçeğin ösmegine mümkinçilik berýär. Haýwanlaryň we ösümlikleriň her görnüşiniň jyns öýjükleri belli bir genetiki maglumaty saklaýarlar. Ýöne osoblaryň ösüşi üzňelikde geçmeýär. Öz ösüşiniň irki döwürlerinden başlap täze organizm onuň bilen madda çalşygy arkaly baglanyşýan daşyndaky gurşawyň täsiri astynda bolýar. Diýmek, öýjükdäki genleriň ösüşin in irki döwründen başlap esasy wezipesi gurşawyň şertlerine bagly bolmakydyr.

Blastomerleriň ýadrosy üçin sitoplazma, blastomerler üçin – goňşy blastomerler, emele gelýän agzalar üçin düwünçeğin organizmi, düwünçek üçin (ene göwresinde ösende) enäniň organizmi we tebigatyň oňa ýakyn duran daşky gurşawyň şertleri gurşaw bolup hyzmat edýär.

Ontogenez ösüşin yzygiderliligi bolup, onda emele gelen gurluşlar indikileriň ösmegine şert döredýär, özem ýygynlyklar daşky gurşawyň şertleri bilen bilelikde ýüze çykýar. Organizmiň nesle geçiji mümkinçilikleriniň ornaşdyrylmasy belli bir şertlerde bolup geçýär we olar üýtgände başgaça geçýär.

Ähli aýdylanlardan içki we daşky şertleriň gapma-garşylykly birliginiň özi organizmiň ösüşini kesgitleýär. Häzirki döwürde daşky we içki gurşawyň indiividual ösüşde özara baglylygy we özara şertliligi barada köp asyrlaýyn dawany çözmäge synanyşyklar edilýär.

**Fenotipiň emele gelmeginde nesle geçiji maglumatlaryň özleşdirilişi.** Ýerde-suwda ýaşaýanlaryň we inňe derilileriň her iki aýry başga blastomerlerinden ýetik organizm ösüp bilýändigini barada ön aýdyldy. Şoňa görä-de, bu döwürde olar *totipotentli*, ýagny deň nesle geçijiliklidir. Tritonda şeýle totipotentlilik 16 blastomerlere çenli, towşanlarda 4 blastomerlere çenli saklanýandygy anyklandy. Şuňa meňzeş totipotentliligiň adamyň blastomerlerinde bardygyna iki, dört we hat-da ýedi bir zigotaly ekizleriň dogulmagy mysal bolup biler.

Düwünçeğin öýjükleri blastula döwründen başlap, soňraky ösüşinde totipotentliligini ýitirýär. Blastomerler eýýäm birmeňzeş däl ýöriteleşmä başlaýar. Ýöriteleşme diýip dürli görnüşli gurluşlaryň



we beden bölekleriniň (soňra bolsa agzalaryňam) düwünçegiň her hili hem bolsa birsydyrgyn materialyndan emele gelmegine aýdylýar. Ýöne totipotentliligiň ýitirilmesine we ýöriteleşmekligine garamazdan, öýjükler genetiki maglumatlary dolulygyna saklap galýarlar. 1964–1966-njy ýyllarda inlis embriology D. Gerdonyň geçiren tejribelerinden şeýle pikir gelip çykýar. Ol gurbaga çagasynyň derisiniň we içegesiniň öýjükleriniň ýadrosyny ýadrosy aýrylan ýumurtga öýjüğine oturdypdyr. Şeýle ýumurtga öýjükleriniň köpüsinden kadaly gurbaga çagajyklary ösüp ýetişipdir.

Şeýlelikde, islendik somatiki öýjük organizmiň integrirlenen bölegi bolup ýörite funksiýany ýerine ýetirýär, şol bir wagtda-da tutuş organizmiň genotipini özünde saklaýar.

Eger genetip ähli öýjüklerde birmeňzeş bolsa, dürli öýjükleriň gurluşy meňzeş bolmasa we biri-birinden morfologiýasy, funksiýasy boýunça tapawutlanýan organlaryň düzümine girseler, onda ösüş döwründäki ýöriteleşme näme bilen düşündirilýär?

Eýýäm ýumurtga öýjüginde, soňra düwünçekde hem sitoplazmanyň düzümi bölekleriniň bir gyradeň ýaýramazlygyna gözegçilik edip bolýar. Meselem, suw kirpisiniň ýumurtgalarynda reňki boýunça tapawutlanýan üç zolak görünýär. Olaryň hersi bir düwünçek ýapragy üçin ekto-, ento-, mezoderma material berýär. Ýumurtganyň maýdalanmasynda sitoplazmanyň bölekleri dürli blastomerlere düşýärler. Öňden bari, sitoplazmanyň häsiýetindäki aratapawut dürli genlerde we dürli blastomerlerde informasiýanyň okalyşynyň sazlaýjysy bolup hyzmat edýär diýip çak edilýärdi we şeýlelik bilen differensirlenmegiň geçişine täsir edýär diýip hasaplanylýardy. Häzirki wagtda belok tebigatly sitoplazmatik şertler ýadro girýärler we okalýan informasiýanyň häsiýetini kesgitleýärler diýlip görkezilen. Şeýlelikde, düwünçek gatlaklarynyň ösüşi determinirlenendir (anyklanan).

Mör-möjekleriň tüýkülik mázleriniň ägirt uly hromosomlary öwrenilende, onuň aýratyn ýerlerinde pökgermeleriň (pufflar) bolýandygyny anyklamak başardy. Bu bölümlerde hromosom sapajyklary despira lizirlenen (*62-nji surat*). Mümkün, hromosomlaryň bölekleri has işjeň funksionirleýändirler. Pufflaryň ýüze çykýan



ýerleri ösüş döwrüne baglylykda üýtgeýärler. Meselem, drozofiliň liçinkasynyň tüýkülik mázlerinde hromosomlarynyň biriniň üçünji liçinkaly döwrüniň ahyrynda üç sany mahsus puffasy bolýar. Haçanda liçinka pileden öňki ýagdaýa öwrülende olar ýitýärler, ýerine edil şol hromosomyň başga lokusynda mahsus puff ýüze çykýar. Eger pileden öňkiniň tüýkülik mázlerini üçünji döwürndäki liçinkanyň bedenine oturtsaň, onda «pileden öňki» puff ýiter we üç sany «liçinkanyňky» emele geler. Şu ýerden organizmiň ösüşiniň dürli döwürlerinde, şonuň ýaly-da bedeniniň her ýerinde käte bir gen, käte-de ikinji gen funksionirleýär diýip netije çykarmak mümkin.

I-RNK-nyň sinteziniň bolup geçmegi üçin DNK-nyň molekulasyň towy çözülen bolmaly. Bu çözüme tolkun görnüşli halkanyň hereketi, yzygiderli DNK-nyň dürli lokuslaryny işjeňleşdirýär, ýöne tutuş molekulanyň towlanmasyna getirenok. Yzly-yzyna ýüze çykýan tolkunlaryň täsiri bilen bir wagtda kesgitli arakesme bilen birnäçe towlanmalaryň bolmagy mümkin.

Genleriň işini sazlamakda hromosomlaryň düzümine girýän giston-beloklar uly orun tutýar. Beloklar DNK-nyň molekulasyň epesli bölegini ýapýarlar. I-RNK-nyň sintezi diňe giston-beloklar bilen ýapylmadyk ýerlerde bolup geçýär. Sitoplazmadan ýadro düşýän madda DNK-nyň kesgitli bölegini gistonlardan boşadýar. Gormonlaryň öýjügiň hromosom apparatyna (diýmek, onuň genotipine-de) täsir edýändigini kesgitlenendir. Meselem, linkiniň we mör-möjekleriň metamorfozynyň gopmony ekzidon-hromosomlarda pufflary emele getirýär.

Şeýlelik bilen, ferment-beloklar genleriň işjeňliginiň netijesinde emele gelýär, ýöne genler giston-beloklar we gormonlar arkaly sazlanýar. Ontogenez hadysasy ters baglanyşyk ýörelgesi arkaly sazlanýan reaksiýalaryň zynjyryndan ybaratdyr. Zynjyrdaky genleriň işjeňliginiň netijesinde toplanan käbir maddalar genleriň funksiýasyny bökdäp ýa-da itergiläp bilerler.

Köp sanly subutnamalaryň (faktlaryň) toplanmagy genleriň öz kodirleýän fermentleri arkaly hereket edýändigine ynanmaklyga alyp geldi. Giň gerime eýe bolan şeýle nukdaýnazar gysylan görnüşde: *bir*



*gen* – bir ferment – bir alamat nazaryýetini düzdi. Häzirki zamanda biraz başgaça jikme-jik: *gen* – (DNK) – iRNK – *belok* (ferment) – *alamat* diýmek bolar. Has takyk aýtsak, alamatyň molekulýar derejede ornaşdyrylmagy birnäçe tapgyrdan (transkripsiýa – iRNK – sing – hadysasy – tRNK – tranlýasiýa – belogyň emele gelmegi we olaryň alamatyň ýüze çykmagyna gatnaşmagy) durýar. Her tapgyrda başga genleriň täsiri bolmagy mümkin. Modifikator-genleriň, epistazyň, genokopileriň bardygyny şunuň bilen düşündirýärler.

*Genokopiyalar* diýip dürli allel däl genleriň täsiri bilen ýüze çykýan meňzeş fenotipiki alamatlara aýdylýar. Genokopiyalaryň peýda bolmagyny öýjükde birmeňzeş maddalaryň sintezi her hili parallel ýollar bilen amala aşyrylyp biljekdigi esasynda düşündirilýär.

Genotipiki maglumatlary ornaşdyrmak bilen baglanyşykly biokimiki hadysalaryň geçişinde saldamly orun daşky gurşawa-da degişlidir, fenokopiyalar we ähli modifikasion üýtgeýjilik şonuň bilen şertlenendir. Ösüşiň dowamynda öýjükleriň ýöriteleşmesi çylşyrymly ýadro-sitoplazma gatnaşyklary bilen baglanyşykly genleriň differensial işjeňliginiň netijesi hökmünde ýüze çykýar. Ösüşiň gidişinde arabaglanyşyklar barha çylşyrymlaşýar.

Öýjük populýasiýalarynyň geterogenligi, biri-birinden tapawutlanýan öýjükleriň özara täsiri dokuma derejesinde genleriň differensial işjeňliginiň ýüze çykmasynyň esasy bolup durýar we agzalaryň emele gelmegine getirýär.

**Ösüp barýan organizmiň bölekleriniň özara täsiri. Embrional induksiýa.** Üznälenen blastomerleriň totipotentlilik häsiýeti bar we ýetik organizmi emele getirmäge ukyplydyr. Blastomerleriň biri öldürilip geçirilen tejribede onuň ýanyndaky diri galan blastomerden emele gelen organizmde kemçilik ýüze çykdy. Munuň sebäbi, öldürilen blastomeriň dirisine täsir edip, kadaly ösüşe päsgel berýänligindedir. XIX asyryň ahyrlarynda-da ösüp barýan organizmiň bölekleriniň özara täsiri anyklanyp görkezildi.

Ösüp barýan düwünçeğiň bölekleriniň özara täsirini G.Şpeman (1901) gözün emele gelşiniň mysalynda has ynamly görkezdi. Gözüň has irki başlangyjy orta beýniniň dokumasynyň bölegidir.



Deri ektodermasyna tarap ösýän göz çüýsesi olaryň golaýlaşan ýerinde ektodermanyň gübermesi görnüşinde hrustalik emele gelýär. Eger düwünçegiň bir tarapky göz çüýsesiniň başlangyjyny aýyrsaň, onda şol tarapda hrustalik emele gelenok. Tersine, göz çüýsesiniň başlangyjyny kelle derisiniň ýa-da bedeniň başga ýerine oturtsaň, onda ektodermanyň araçağında hrustalik ösýär. Hrustalik öz gezeginde göz almasynyň emele gelmegine täsir edýär. Şeýlelik bilen, bir agzanyň ösüşi beýlekileriň emele gelmegine getirýär.

Düwünçegiň beden agzalarynyň özara täsirlerini öwrenmekligi dowam etdirmeklik guramaçylaryň we guramaçylyk merkezleriniň peýda bolmagyna getirdi. Şpemanýň geçiren tejribeleri (eksperimentleri) açýşlara sebäp boldy. Tritonyň kadaly ösüşinde gastrulanyň arka ektodermasy nerw turbajygynyň başlangyjyna öwrülýär, ýöne ony, meselem, düwünçegiň garyn tarapyna oturtsaň, onda garynyň derisi ösýär. Eger-de arka tarapa, kadaly şertlerde garynyň derisi emele gelýän bölegi oturtsaň, onda täze ýerde nerw turbajygy ösüp ýetişer. Diýmek, irki gastrula döwri başlangyçlaryň ykbaly entek kesgitlenen däl, entek ösüşiň dowamynyň öňünden kesgitlemek mümkinçiligi bar (labil differensasiýa döwri (stadiýasy)).

Şeýlelikde, düwünçegiň arka tarapynda ýerleşýän ektoderma adaty embriogeneze nerw ulgamyna başlangyç berýär. Ýöne eksperimental şertlerde düwünçegiň arka tarapyndaky ektoderma golaý ýerleşen blastoporyň ýokarky «dodagyny» aýyrsaň, onda nerw turbajygy emele gelmeýär. Tersine, blastoporyň ýokarky «dodagyny» gastrulanyň islendik böleginde deriniň aşagyna oturtsaň, onda ol ýerde ýanaşyk öýjüklerden nerw turbajygy emele geler. Ondan başga-da, eger kadaly gastrulanyň arka tarapyna goşmaça başga bir düwünçekden blastoporyň ýokarky «dodagyny» oturtsaň, onda ilki goşmaça nerw turbajygy, soňra agzalaryň tutuş toplumy peýda bolar. Düwünçekde daşyndaky agzalary emele getirmäge gatnaşýan, ösüşiň yzygiderliligini üpjün edýän bölekleriň emele gelýändigini şeýle takyklandy.

Şpeman blastoporyň ýokarky «dodagy» ektodermal gatlagy täsir edip, olaryň ösüşini nerw plastinkasynyň emele gelýän tarapyna



gönükdirýär diýen netijä geldi. Ol ýere *guramaçylyk merkezi*, induksirleýji täsir bolsa *guramaçy (induktor)* diýlip atlandyryldy. Soňra beýleki agzalaryň ösüşi üçinem guramaçylyk merkezleri tapyldy.

Eger ulgamyň öýjükleri täsiri kabul edip başlasa, ýagny *kom-potentli* bolsa, induksiýanyň amala aşyrylmagy mümkin bolýar. Diňe şonda olar belli bir gurluşy emele getirmek bilen jogap berýärler. Kompetensiýa ösüşiň belli bir döwründe ýüze çykyp, uzak bolmadyk wagtda dowam edýär. Soňra beýleki bir induktora kompetensiýa ýüze çykyp biler. Kompetentli öýjük gurluşlarynda induktoryň täsiri astynda ilki gizlin, soňrak bolsa, agzanyň emele gelmegine getirýän görnüş duran morfologiki differensirlenme ýüze çykýar.

Ösüşiň dürli döwürlerinde bolan düwünçekleriň bölekleriniň synag üçin (eksperimental) oturdylyşy olaryň özara täsiriniň wajyp ornuny görkezdi. Kadada bir agza emele gelýän düwünçegiň bölekleri täze ýere oturdylsa, başga bir, ýagny şol ýerdäki bolmaly agza başlangyç berýär. Şeýle ösüş *bagly differensirlenme* adyny aldy. Differensirlenme başlanandan soň, agzalaryň başlangyjyny düwünçegiň başga ýerine oturtmak ösüşi üýtgedenok, sebäbi onuň häsiýeti eýýäm kesgitlenendir. Şeýle ýagdaýlarda garaşsyz, durnukly differensirleme barada gürrüň edilýär. Agzalaryň ösüşiniň gidişinde, adatça, baglydan bagly däl differensirlemä geçmeklige gözegçilik edilýär.

Molekulýar derejede agzalaryň özara gatnaşygyny öwrenmekde H.Tidemana (1970 ý.) uly orun degişlidir. Ol jüýjeleriň düwünçeginden belok häsiýetli induktorlary bölüp almany başarypdyr. Olardan biri nerw ulgamynyň duýgy agzalarynyň gurluşyny, beýlekisi – myşsalaryň ulgamyny induktirleýär. Alym eýýäm tohumlanmadyk ýumurtga öýjüginde induktor – beloklar bar diýip hasaplaýar, ýöne olar hereketini bökdeýän ingibitorlaryň hasabyna inaktiwirlenen görnüşde bolýarlar. Ösüş dowam etdigiçe öýjügiň töweregindäki gurşawyň ion düzümi üýtgeýär. Ol ingibitorlaryň öýjükdən çykmagyna alyp barýar we induktorlaryň inaktiwasiýasy aýrylýar. Öýjükleriň differensirlenmegine we gerekli ulgamlaryň emele gelmesine getirýän degişli genleriň işjeňleşmesi başlanýar.



Guramaçylaryň himiki tebigatyny takykklamaga gönükdirilen barlaglary bilen bir hatarda, düwünçeğiň dürli böleklerindäki metabolizmiň güýçli depginliligini anyklamaga bagyşlanan işleri peýda bolup başlady. XX asyryň 30-njy ýyllarynda amerikan biology Ç.Çaýld düwünçeğiň bedeniniň fiziologiki işjeňliginiň gradienti baradaky düşüňjani öňe sürdi. Okislendiriji hadysalaryň we metabolizmiň beýleki taraplarynyň depgininiň kelle bölüminden başlap guýruga tarap kem-kemden gowşaýandygy görkezildi. Çaýldyň pikirine görä, düwünçeğiň ol ýa-da beýleki bölegindäki agzalaryň ösüşi metabolizmiň depgini bilen kesgitlenýär. Çaýldyň garaýyşlary Şpemanyň mekdebiniň maglumatlary bilen gabat gelýär. Dogrudanam, gastrulada blastoporyň ýokarky «dodagynyň» ýanynda, ýagny nirede nerw ulgamy kadaly ösüp başlaýan bolsa, sol ýerde-de madda çalşygynyň ýokary depgini gidýär.

Düwünçeğiň bölekleriniň emele gelmegine fiziki we himiki şertler täsir edýär. Täsir G.W.Lopaşowyň (1968 ý.) amfibiýalaryň gözleriniň gurluşyna bagyşlanan tejribelerinde aýyk görkezilendir. Olar gözün tor gatlagy we pigment epitelisi uzak wagtlap biri-birine öwrülip bilýändigini ýüze çykarypdyrlar. Olaryň ösüş ugurlary birnäçe daşky täsirlere bagly bolýar. Göz çüýşejiginiň kadaly ösüşinde beden örtüginini ektodermasyna gysby ýerleşýän daşky diwarynda ýaşaýyş işjeňliginiň ahyrky önümleri toplanýar we kislorod bilen üpjünçilik kynlaşýar. Göz çüýşesiniň setçatka tarap ösmesi şunuň bilen düşündirilýär. Göz çüýşesiniň beýni tarapdaky diwarynda başga şertler emele gelýär. Onda öýjükleriň ýukajyk gatlagy daşky gurşaw bilen ýanaşýar, ýaşaýyş işjeňliginiň önümleri daşa çykarylýar, kislorod üçin erkin ýol açylýar. Ol pigment gatlagynyň emele gelmegine getirýär.

Eksperimentde setçatka emele gelmeli dokumany kislorodyň köp şertlerinde ýerleşdirseň, ol pigment gatlagyna defferensirlenýär, tersine, pigment gatlagy emele gelmeli dokumany kislorod ýeterlik däl şertlerde goýsaň, setçatka emele gelýär.

Biohimiki we immunologiki usullaryň üsti bilen dokumalaryň differensirlenmesi hem-de agzalaryň emele gelmezinden öň, şol mor-





fologiki gurluşlara laýyk gelýän gormonlaryň, käbir beloklaryň sintezi bolup geçýär. Ähtimal, hut şolar hem, ösüşiň häzirki şertlerinde morfogeneziň ugruny kesgitleýändirler. Muny jyns mázleriniň emele gelşiniň mysalynda görkezip bolar. Oňurgalylarda embriogeneze mahaly ilkibaşda gonadlaryň indifferent başlangyçlary goýulýar, ýöne soň bir ýa-da başga ugurda differensirovka gidýär. Şunuň bilen birlikde, balyklarda we amfibiýalarda aýal we erkek gormonlaryň kömegi bilen diňe bir degişlilikde ýumurtgalyklaryň we tohumlyklaryň ösüşini çaltlandyrmak, eýsem garşylykly jynsnyň gormonlarynyň kömegi bilen genetiki jynsy öňünden bilmäge mümkinçilik döredýär. Şeýle tejribäni akwariý balyklary gupiýalarda ýerine ýetirmek başartdy.

Süýdemdirijileriň düwünçeklerinde enäniň jyns ulgamynyň emele gelmegi aýal jyns gormonlaryna bagly däl, ýöne erkek jyns ulgamynyň emele gelmegi üçin erkek jyns gormonynyň zerurdygy anyklandy. Iri şahly malyň dürli jynsly ekiz gölesi bolanda, erkegi kadaly ösen, aýal jynsly gölejigiň daşky jyns agzalary aýalyňky, ýumurtgalyklaryň deregine bolsa tohumlyklara meňzeş gurluşlar bardy. Maskulinizasiýa embrional ösüş döwri ekizleriň gan damarlarynyň arasynda anastomoz bardygy, şonuň üsti bilen erkek jynsly gölejigiň gormonlary aýal jynsly gölejigiň ganyna düşüp, ösüşe täsir edendigi bilen düşündirilýär.

Morrisiň sindromynda adamlarda erkek genotipi (XY), ýöne aýal fenotipi bolýar. Sindromyň embriogenezinde ilki tohumlyk we erkek jyns gormony emele gelse-de, nyşana dokuma oňa duýgur däl-dir. Gomozigot ýagdaýda tfm gen (transformer) öýjükleriň erkek jyns gormonyna duýgurlygy üçin zerur bolan reseptop-belogyň emele gelmesini bökdeýär. Şonuň netijesinde-de erkek fenotipi ýüze çykmaýar.

Düwünçek ösüşiniň hemme tarapdan öwrenilmegi embrionyň islendik ösüş döwründe integrirlenen bütewüliginiň bardygyny görkezdi. Bedeniň bütewüliginiň esasynda onuň ähli bölekleriniň emele gelmesi amala aşyrylýar.

**Ösüşiň howply döwürleri.** Haýwanlaryň ösüşini eksperimental öwrenmeklik *howply döwürler* diýlip atlandyrylýan düşüňjani ýüze



çykardy. Kadaly ösüşi bozup bilýän her hili şertler tarapyndan bolýan zeperlenmelere düwünçeğiň has duýgur wagtyny şeýle atlandyrýarlar. Başga sözler bilen aýdylanda, daşky şertleriň täsirine düwünçeğiň rezistentliginiň (çydamlylygynyň) iň bir pes döwrüne aýdylýar. A.N.Trifonowa (1934 ý.) we başgalar balyklaryň ösüşinde üç sany howply döwri tapdylar:

1) maýdalanmanyň başynda ýa-da ortasynda;

2) gastrulýasiýanyň başynda;

3) agzalaryň emele gelýän wagtyna gabat gelýär. Ösüp barýan işbiljiler howply döwürlerde kislorodyň ýetmezçiligine, ýokary ýa-da pes temperatura, mehaniki täsirlere we ş.m. beter duýgurdyrlar.

Ýöne islendik howply döwürde düwünçek ähli zeperlendiriji ýagdaýlara birmeňzeş duýgur bolýar diýip pikir etmeli dälidir. Belli embriolog P.G.Swetlow bir howply döwürde düwünçek temperaturanyň täsirine has duýgur, beýlekisinde himiki we ş.m. diýip belledi. Howply döwürde düwünçekleriň metabolizmi güýçli üýtgeýär, dem alşy birden güýçlenýär, RNK-nyň saklanylyşy üýtgeýär, immunologiki täze öň ýok beloklar tapylýar. Bir wagtyň özünde boýunyň ösüş depgini pese düşýär. Munda «bejeriji», ýagny hadysany kadalaşdyryjy şert kislorod ýa-da nuklein turşulary bolup biler. Howply döwürleri aýratyn agzalaryň ösüşindäki we ähli organizm üçin umumy diýip bölýärler.

Howply döwürleriň hemme taraplaýyn öwrenilmesi olaryň işjeň morfologiki differensirlenme mahaly, ösüşiniň bir döwrüniň beýlekä geçýän wagty, düwünçeğiň ýaşayan şertleriniň üýtgeýän döwri bilen gabat gelýändigini görnýär. Meselem, zigotanyň maýdalanma geçmegi düwünçek üçin bütewi ulgam hökmünde organizmde arabaglanyşyklaryň başga şertlerini emele getirýär. Edil şonuň ýaly ýagdaý gastrulýasiýanyň başlanmagy bilen bolup geçýär. Süýdemdirijilerde blastosistanyň ýatgynyň diwaryna implantasiýasy howply döwür hasaplanýar. Ol ýymitlenişiniň we gaz çalşygynyň täze şertlerine geçmek bolup, täze uýgunlaşma hadysasyny talap edýär. Çaga ýoldaşynyň peýda bolmagy, plasentar ýymitlenişe we gaz



çalşygyňa geçilmegi düwünçeğiň durmuşynda özgeriş döwrüdir we täze uýgunlaşma düzgünlerini talap edýär.

Adamyň ösüşi babatda P.G.Swetlow indiki: implantasiýa (6-7-nji gije-gündiz), plasentasiýa (göwreliligiň 2-nji hepdesiniň soňy) we perinatal (dogum döwri) howply döwürleri belleýär. Bäbeklerde howply döwür bilen ýaşayan şertleriniň birden üýtgemegi we organizmiň ähli ulgamlarynyň işleriniň täzedan guralmagy baglanyşyklydyr (gan aýlanyşygy, gaz çalşygy, iýmitleniş we ş.m. üýtgeýär). Mundan başga-da, adam embrionynyň ösüşiniň dürli möhletinde aýry-aýry agzalaryň ösüşiniň howply döwürleri bellendi. Embriogeneizde howply döwürleri öwrenmeklik ene organizmini, aýratynam, göwreliligiň ilkinji hepdelesinde zyýanly şertleriň täsirinden goramalydygyny görkezýär. Düwünçeğiň ýaşayan şertleri howply döwürde embrional ösüşe, diýmek, bütin soňky durmuşyna-da täsir edýär.

Dürli genler ontogeneziň howply döwürler bilen gabat gelýän stadiýalarynda işjeňleşip başlaýarlar diýip pikir etmäge esas bar. Şeýle netije fiziki we himiki zeperlendiriji şertleriň täsiri bilen kadaly ösüşin bozulmalarynyň mutasiýalara meňzäp ýüze çykýandygyna esalanyp aýdylýar. N.A.Rapoport ösüşiniň dürli döwürlerinde drozofiliň liçinkasyna her hili himiki maddalary täsir etdirip, mutasiýany imitirleýän modifikasion üýtgemeleri (fenokopiýalar) alypdyr. Meselem, kümşün duzlary bilen tejribede drozofilleriň mutasiýalara meňzäp duran bedeni sary bolan osoblaryny alypdyrlar.

Barlaghanada süýdemdirijilerinde tejribe geçirilip beta-aminopropionitiliň birleşmeleri nesillerde nesil yzarlaýjy bolan dermatospariksis ýaly kollageniň emele gelişiniň bozulmasyny ýüze çykarýandygy takyklandy. Keselde deri port bolup, çeyeligini ýitirýär we aňsat zeperlenýän bolýar.

Zeperlenmäniň degişli geniň özleşmegine päsgel bermeginiň netijesinde fenokopiýanyň ýüze çykýan bolaýmagam ähtimaldyr. Fenokopiýalaryň öwrenilmegi ontogeneizde genleriň hereketiniň özleşdirilmegini öwrenmekde geljegi uly bolan ugurdyr.

**Enesiniň ýaşayyş şertleriniň düwünçeğiň we çaganyň ösüşine edýän täsiri.** Enesiniň ýaşayyş şertleriniň düwünçeğiň we çaganyň ösüşine edýän täsiri az öwrenilendir. Ýöne organizminiň (kawat



göwrelilikden, hat-da jyns kämilligindenem öň) duçar bolan agla-ba zyýanly ýagdaýlary geljekki enäniň göwresindäki düwünçeginiň – çaganyň ösüşine täsir edip biler.

Süýdemdirijilerde ilkinji owositler dogulmanka ýa-da doglan badyna emele gelýär. Enäniň organizmine täsir edýän islendik ýaramsyz täsirler jyns öýjükleriniň kadaly gurluşyny we ýetişişini bozup, mutasiýalara we ösüşiň anomaliýalaryna sebäp bolup biler. 40–45 ýaşdaky aýalyň owositleri has ýaşka ýüze çykanlardan ulurak bolýandygyny göz önünde tutmaly. Diýmek, zyýanly şertleriň täsiri (eger olar bar bolsa) olara has köp täsir edip biler. Ene organizminiň duçar bolýan zeperlendiriji şertleriniň embrion üçin howply döwürlerinde gürüşsiz heläk ediji netijäniň üstünden barmagy mümkin.

Göwreli aýallara gözegçilik etmek we haýwanlarda geçirilen tejribeleriň esasynda alnan maglumatlar: madda çalşygynyň dürli bozulmalary, käbir witaminleriň ýetmezçiligi ýa-da artyklyk etmegi, stresler, ýokanç we endokrin keseller embrional ösüşde agyr bozulmalary ýüze çykaryp biler.

A.P.Dyban (1962 ý.) alakalaryň iýmiti ýeterlik bolmasa, olaryň düwünçekleriniň birinji howply döwürde heläk bolýandygyny görkezdi. Ol blastosistanyň implantasiýa ukyply däldigi üçin däl-de, ýatgynyň epitelisiniň düwünçegi kabul etmäge taýýar däldigi üçin şeýle bolýar. Adamlarda-da edil şunuň ýaly ýagdaýa ene organizminiň endokrin ulgamynyň kadaly işiniň bozulmasy getirip biler.

Ene organizmi bilen göwredäki çaganyň arasynda ýakyn gormonal baglanyşyklar ýola goýulýar. Enesinde islendik içki sekresiýa mäsiniň ýetmezçiligi bolanda embrionyň degişli mäsiniň gipertrofiýasy (gaty ulalmasy) ýüze çykmagy mümkin. Şeýle ýagdaýlarda postembrional ösüşde mäziň soňraky ösüşi hem bozulýar.

Käbir gormonlaryň artykmaçlygy hem ösüşiň anomaliýasynyň sebäbi bolup biler. 12 günlük hamyla alakalara kortizon (böwregiň üstündäki mäziň gormonlarynyň biri) goýberilende, ähli düwünçeginde möjek agzy ýüze çykdy we alakajyklarda başga kemçilik bolmady. Diýmek, gormonyň saýlap seçiji täsiri bardyr.



B topar witaminleriniň ýetmezçiligi birnäçe morfologiki kemçiliklere, şol sanda içki agzalaryň gurluşynyň kemçiliklerine-de sebäp bolup biler. Göwrelilik wagty enesiniň geçiren keseli göwredäki embrionyň we çaganyň ösüşine täsir edýär. Göwreliligiň başynda ene gyzylja geçirse, saglygyna düýpli bildirenok, ýöne embrionyň ösüşine täsir etmegi, ýüregiň, görüş, eşidiş agzasynyň, ýokarky äň we kentlewük süňkleriniň gurluşlarynyň kemçilikleriniň ýüze çykmagy ähtimal. Galmagal stresi hamyla alakalarda skletniň emele gelşiniň bozulmagyna we başga-da birnäçe kemçiliklere getirýär. Syçanlarda stres (hat-da hamyla syçany eliňe almak) nesliniň özüni alyp barşynda emosional üýtgemeleri döredýär.

Şunluk bilen, ene organizminiň fiziologiki ýagdaýy nesillere düýpli täsir edýär. Muny aýallara maslahat beriş bölüminiň lukmanlary hökman göz önüne tutmalydyrlar.

**Gurşawyň teratogen faktorlary.** Gurşawyň ösüşiniň bozulmasy, kemçilikleri ýüze çykaryp bilýän şertlerine **teratogen şertler** diýilýär (grek. *teras* – betnyşan, bisyrat). Embrion özüniň ösüşinde ol ýa-da beýleki fiziki şertleriň we enesiniň bedenine düşýän himiki maddalaryň täsirine duýgur bolýar. Meselem, hinin, alkohol kabul edilende, zäherleýji maddalar bilen zäherlenende, kislorodyň ýetmezçiliginde agzalaryň, ilki bilen, göwredäki çaganyň nerw ulgamynyň ösüşi bozulyp biler. Agzalyp geçilen şertleriň täsirinden käwagt mikrosefallar (gr. *mikros* – kiçi, *kephale* – kelle) dünýä inýär; käte düwünçegiň kelle beýnisi doly ýok bolup biler. Şoňa meňzeş kemçilikler haýwanlarda faktorlary täsir etdirip eksperimentde alyndy.

B topar witaminleriniň ýetmezçiligi birnäçe, şol sanda içki agzalaryň gurluşynyň morfologiki kemçiliklerine (ýürek, bagyr) sebäp bolup biler. Teratogenler diňe bir morfologiki däl, eýsem, funksional anomaliýalary hem ýüze çykarýar. Meselem, gidrooksi moçewinanyň düwünçegiň merkezi nerw ulgamynda morfologiki bozulmalary ýüze çykarmaýan dozasy nerw ulgamynyň funksional bozulmalaryny döredip biler.

Mugthorlaryň toksinleri dogra şikeslere sebäp bolup biler. Keseli dörediji ýönekeýjeleriň urugyndan bir öýjükli organizm–toksoplazma (*Toxoplasma gondii*) bolan toksoplazmoz bilen enesi kesellände



ösüşini her hili kemçilikleri bellendi. Günbatar German iri farmasewtik firmasynyň çykarýan patentlenen uky dermany tolidomidi içen enelerden Günbatar Ýewropada XX asyryň 50-nji ýyllarynda birnäçe müň doga kemçilikli çagalar doguldy. Doga kemçilik ahylrlarynyň ösmedik ýa-da ýok bolmagy, ýüz skletiniň we beýleki agzalaryň bozulmalary bilen şertlenipdir.

Häzirki döwürde birnäçe başga dermanlaryň hem göwreli aýalyň bedeninde çaganyň heläk bolmagyna getirýändigigi ýa-da dogga kemçilikleri ýüze çykarýandygy anyklanandyr. Gyzzymanyň, toksoplazmozyň we başga-da birnäçe protozoý keselleriň önüni almak üçin ulanylýan hlordin serişdesiniň teratogen täsiri bar eken (dogry haýwanlaryň hemme görnüşinde däl). Alakalarda ösüşiniň haýsy stadiýasynda serişdäniň täsir edendigine baglylykda, dürli dogga kemçilikler bolup bilýär. Meselem, ösüşiniň 8-nji gününden 11-nji günü aralygynda embrionda beýni ingisi, 12 günden soň täsir etse mikro-sefaliýa we ahylrlaryň ösüşiniň anomaliýalary ýüze çykýar. Aktinomisin antibiotigi ene organizmine toksiki täsir etmän, düwünçeğiň ektodermadan emele gelýän agzalarynyň, aýratynam gözleriniň we beýnisiniň bozulmagyna getirýär.

Derman serişdeleriniň käbiriniň teratogen täsiri bolýandygyny göz önünde tutmak hökmanydyr. Göwreliler bejerilende howply bolmadyk serişdeler saýlanyp alynmalydyr.

Rentgen şöhleleriniň we beýleki ionizirleýji şöhlelenmeleriň ägirt uly zeperlendiriji täsire eýediklerini bellemek gerek. Göwrelilere rengen we flýurografiki barlaglar bellende häzir bolmalydyr.

**Ontogeneziň bütewüligi.** Organizm gurşaw şertleri bilen bir bütewi ulgam görnüşinde ösýär. Onuň ösüşini kesgitleýän şertleri üç (genetiki faktorlar; düwünçeğiň bölekleriniň özara täsirleri; düwünçege daşky şertleriň täsir etmegi) topara bölünýär.

Genetiki şertler ýadroda meýilleşdirilen. Islendik ýadroda genleriň aglabasy repressirlenen we olaryň diňe bir bölegi depressirlenendir. Genleri şertli üç topara bölseň bolýar: a) ähli öýjüklerde funksionirleýän (ähli öýjükler üçin umumy, gurluşyny kodirleýän, energetiki çalşygyň fermentleri); b) birmeňzeş dokumalarda funksionirleýän genler (myşsa



dokumasynyň ähli öýjüklerinde mioziniň sintezi, nerw dokumasy üçin neýroproteinler we ş. m.); ç) öýjükleriň her bir görnüşine mahsus, olaryň gurluşyny we funksiýasyny üpjün edýän genler (eritrositleriň esaslandyryjysy bolan eritroblastlardaky gemoglobuliniň genleri).

*Düwünçeğiň bölekleriniň özara täsiri* ýumurtgadaky sitoplazmanyň birmeňzeş dälidiginiň hasabyna öýjükleriň dürli görnüşleriniň ýüze çykmagyndan başlanýar. Ilkinji differensirlеме oňa baglydyr. Soňraky gurluşyň çylşyrymlaşmagy we bedeniniň bölekleriniň emele gelmesi öýjükleriň arasyndaky täsirler sebäpli ýüze çykýar. Ösüşiň belli bir basgançagynda (stadiýasynda) düwünçeğiň öýjükleri beýleki öýjükleriň indusirleýji täsirine – duýgurlyga belli bir gurluşlary emele getirip eýe bolýarlar, ýöne goňşy öýjüklere (embrional induksiýa) ol potensiýalar özleşdirilmeýär. Şeýlelik bilen, ontogenez ösüşiň bu derejesinde organizmiň bölekleriniň arasyndaky täsirleşmelere (guramaçylar, gormonlar, fiziologiki işjeňligiň gradiýenti ýaly), sonuň ýaly hem düwünçeğiň dürli böleklerinde genotipiň birmeňzeş däl özleşdirilmegine edýän täsirine gönükdirilýär.

*Düwünçek üçin daşky bolup* dürli fiziki we himiki tebigatly, meselem, temperaturanyň üýtgemegi, kislorodyň gelşiniň, Gün şöhlesiniň energiýasynyň täsiriniň, derman serişdeleriň, toksinleriň, mugthor bedenleriň we ş.m. şertler bolup biler. Olaryň örän gysga wagt täsir etmeginiň hem agzalaryň we tutuş organizmiň emele gelmeginde, ösmeginde düýpli ähmiýeti bardyr.

## 2.2. POSTEMBRIONAL ÖSÜŞIŇ ESASY KANUNA- LAÝYKLYKLARY

**Postembrional ösüşiň döwürlere bölünişi.** Doglandan ýa-da ýumurtgadan we düwünçek gatlaklaryndan çykandan soň, organizmiň ösüşi dowam etdirilýän ontogeneziň postembrional ýa-da postnatal döwri başlanýar. Haýwanlaryň dürli görnüşlerinde ýaşayşynyň postnatal döwri birnäçe günden onlarça ýyllara çenli dowam edip biler. Indiwiđual ýaşayşyň dowamlylygy – görnüş alamaty bolup, ol gurluşynyň derejesine bagly dälđir.





Adamyň postembrional ontogenezi: ýuwenil (jynsy kämillige çenli); kämillik döwri (uly, jyns taýdan ýetişenlik ýagdaýy); tebigy ölüm bilen gutaryan garrylyk döwürlerine bölmek bolar. Postnatal ontogeneziň jikme-jik tapgyrlara bölünişi geljekde aýdylyp geçiler. Ýöne islendik tapgyrlara bölmekligiň şertlidini bellemek gerek, ondan başga-da, iki sany şol bir ýaşdaky adam biri-birinden gaty tapawutlanyp biler. Şonuň bilen baglylykda, hronologiki (senenama) we biologiki ýaş düşüňjesi girizilendir. Biologiki ýaş alyş-çalyş, gurluş, funksional aýratynlyklarynyň jemi olaryň uýgunlaşma mümkinçilikleri bilen birlikde kesgitlenilýär. Ol senenama ýaşyna gabat gelmäm biler.

**Ýuwenil döwri** (lat. *juvenilis* – ýaş) ontogenez görnüşine baglylykda göni we göni däl ösüş bilen geçýär. Olaryň birinjisi organizmleriň liçinkasyz we enäniň göwresinde ösüşi üçin ikinjisi liçinkaly ösýänlere häsiýetli.

*Göni ösüşde* ýumurtga gabyklaryndan çykanlar ýa-da bäbekler ululardan, köplenç, möçberleri bilen, şeýle-de birnäçe agzalarynyň we bedeniniň proporsiýalarynyň doly ösüp ýetişmänligi bilen tapawutlanýar. Aýdylanlar diňe haýwanlara däl, adamlara hem degişlidir. Bábegiň we uly adamyň skletiniň, myşsasyň, merkezi nerw ulgamynyň we içki agzalarynyň degişli ölçegleri aýdyň görkezilen.

*Göni däl ösüşde* liçinka öwrülişi, başgaça aýdylanda, metamorfozy (gr. *metamorphosis* – öwrülişik) başdan geçirýär. Liçinka uly görnüşinden düýpli tapawutlanyp biler. Onda diňe bir ýetişenlik döwründe zerur bolan agzalary ýok ýa-da ösmedik bolman, eýsem birnäçe wagtlaýyn (prowizor) agzalary hem bolýar.

Metamorfoz haýwanlaryň dürli görnüşleriniň wekillerinde giňden ýaýrandyr. Ol diňe bir oňurgasyz haýwanlarda (boş içege ýalylarda, ýasy we togalak gurçuklarda, mollýuskalarda, bogun aýaklylarda) däl, eýsem hordalylarda, meselem, ýerde-suwda ýaşaýanlarda-da gabat gelýär.

Öwrülişik bilen ösmeklik ýaşaýan şertlerine uýgunlaşma hökmünde, liçinka stadiýasy köplenç, meselem, mör-möjekler we ýerde-suwda ýaşaýanlar ýaşaýyş şertleri çalşanda ýüze çykýar.



**Ösüş.** Ontogeneziň häsiýetli taraplarynyň biri ösüp barýan organizmiň möçberleriniň ulalmagy, ýagny ösmegidir. Ol öýjükleriň sanynyň köpelmesi we öýjükden daşary dörän massalaryň toplanmagy bilen baglanyşyklydyr. Ösüşiň häsiýeti boýunça ähli janly organizmleri iki – *kesgitli* we *kesgitli däl* ösüş topara bölmek mümkin.

*Kesgitli däl ösüş* molýuskalarda, leňneç şekillilerde, balyklarda, ýerde-suwda ýaşaýanlarda, reptiliýalarda we beýleki bütün ömründe ösmegi dowam etdirýän haýwanlarda bolýar. *Kesgitli ösüş* haýsy hem bolsa belli bir ýaşa çenli ösüp, soňra ösmegini kesýänlere, meselem, mör-möjeklere, guşlara, süýdemdirijilere degişli.

Ösüş birnäçe kanunalaýyklyklar bilen häsiýetlendirilýär. Olary öwrenmek üçin amerikan zoology K. Maýnot birnäçe işler geçirdi. Rus alymy I. I. Şmalgauzen hem köp ylmy işler geçirdi. Ontogeneziň başynda ösüşiň depgininiň ýokary bolýandygy, soňra kem-kemden peselýändigini we indiividual ösüşiň dürli döwürlerinde birmeňzeş däl-digi kesgitlendi.

Ontogenezde ösüş döwürleriniň differensirlenme bilen gezeleşmesi bolup geçýär. Ösüşiň depressiýasy güýçli differensirlenme bilen häsiýetlendirilýär ýa-da tersine bolýar. Ösüş bilen differensirlenmäniň hemişe biri-biriniň yzyndan gelýändigini belläp geçmek gerek. Käte biri, käte bolsa beýlekisi artykmaçlyk edýär. Mundan başga-da, haçanda bir agzada ösüş agdyklyk edýän wagty, beýlekide differensirlenme we tersine bolýar. Differensirlenme öýjükleriň köpelmeye ukypyny peseldýär ýa-da doly ýitirýär, belli bir hil üýtgemelerine getirýär. Meselem, ýokary differensirlenen nerw öýjükleri köpelmäge ukyply däldirler. Ösüş hadysasynyň differensirlenme bilen utgaşmasynyň soňunda organizm kämillek derejesine ýetýär we (kesgitli ösüşlilerde organizmlerde) onuň ösüşi togtayar ýa-da (kesgitli däl ösüşli organizmlerde) ep-esli haýallaýar.

**Postnatal ontogeneziň ýaş boýunça döwürlere bölünişi we adamyň ösüş hadysasy.** Ontogeneziň ýaş boýunça döwürlere bölünmesi birnäçe ulgamlaryň (süňk, nerw, jyns) ýetişişini görkezýär. Adam beýlekilerden, şol sanda primatlardanam, çagalyk döwrüniň has uzak



dowam edýändigi bilen tapawutlanýar. Onuň bolsa uly ähmiýeti bardyr, sebäbi ol döwürde diňe bir organizmiň fiziki ösüşi däl-de, eýsem, şahsyýetiň emele gelmesi hem bolup geçýär. Syýasy nesil yzarlaýjylygyň dürli ýollary köpçüligiň arasynda amala aşyrylýar.

Adamyň köpsanly fiziki alamatlary onuň üçin mahsus bolan funksiýalaryň ösüşiniň dowamynda emele gelýär. Bábekleriň oňurga sütüni ulularyňkydan tapawutlanýar. Iki sany öňe çykýan egrisi (lordozlary) we iki sany yza çykýan egrisi (kifozlary) bolan oňurga sütüniniň hakyky görnüşi dik ýöremeklige geçmek hadysasynyň gidişinde döreýär. Ilki bilen boýun lordozy, haçanda çaga kellesini tutup başlanda 2,5–3 aýlykda emele gelýär. 6 aýlyk bolup çaga oturyr başlanda, döş kifozy döreýär. Durup we ýöräp başlamagynyň hasabyna bil lordozy döreýär. 1,5–2 ýaşyna çenli eýýäm oňurga sütüniniň ähli egremleri emele gelip gutarýar. Ulularyň we çagalaryň bedeniniň proporsiýalaryndaky ara tapawudy öňden bellidir. Çaga aýaklarynyň otnositel kelteligi, göwresiniň uzynlygy, kellesiniň ululygy bilen tapawutlanýar.

Ösüş boýuň uzalmagy we agramyň artmagy bilen häsiýetlendirilýär. Ösüş hadysasy bir sydyrgyn geçmeýär, çalt depginde ösmeklik onuň haýallamasy bilen çalşyp durýar. Örän çalt depginli ösüş ömrüniň ilkinji ýylynda, haçanda boýy ortaça 23–25 sm uzalanda bolýar. Ikinji ýylynda boýunyň ösüş depgini haýallaýar, ýöne henizem ýokary bolup galýar (10–11 sm), üçünji ýylynda – 8 sm ösýär. 4-den 7 ýaş çenli döwürde 1 ýylyň içinde 5–7 sm ösýär. Kiçi okuw ýaşynda ösüş 4-5 sm-e çenli haýallamasyna gözegçilik edilýär. 11–13 ýaşdan başlap gyrgyzlarda we 13–14 ýaşdan oganlarda 16–17 ýaş çenli boýuň soňky «şöhlenenmesi» bolýar (ýylda 7–8 sm). 2 ýaşdan soň agramyň artmasy haýallaýar.

10 ýaş çenli oganlaryň we gyzlaryň boýunyň we agramynyň ulalyş depgini tapawutlanmaýarlar. 11-12 ýaşda ol gyzlarda çaltlaýar, 15 ýaşdan soň oganlar görkezijileri boýunça gyzlardan öňe geçýär we boýunyň hem-de agramynyň artykmaçlygy olarda hemişelik saklanýar.



Adamlaryň we haýwanlaryň ösüş hadysasy endogen hem-de ekzogen häsiýetli köpsanly şertlere baglydyr.

Ösüş mukdar alamat bolup, nesle geçijiligiň poligen häsiýetine eýedir. Belli bolşy ýaly, şeýle alamatlar köp derejede daşky gurşawyň şertlerine bagly bolýarlar. Kadaly ösüp ulalmak üçin organizm tala-balaýyk (hil we san taýdan) iýmite mätäçdir. Iýmitiň düzüminde zerur aminoturşularyň hemmesi bolmalydyr. Haýsam bolsa bir ornuny çalşyp bolmaýan aminoturşy ýetmezçilik etse, boýuň togtamagyna, ösüşiň bozulmagyna we organizmiň heläk bolmagyna alyp barýar.

Wajyp orun witaminlere, hasam retinola (A vitamini), kalseferola (D vitamini), B toparyň witaminlerine degişlidir. Kadaly ösüş üçin mineral duzlar we mikroelementler gerek. Ösüp ulalmaklyga kislorod, temperatura, ýagtylyk ýaly şertler hem täsir edýär. Ösýän organizm üçin ýagtylygyň täsiri onuň kalseferollaryň (D vitamin) sintezine gatnaşýandygy bilen baglydyr, ýagtylyk ösüp ulalmakda wajyp şert diýip hasap edilýär.

**Ösüşiň gormonal sazlanlyşy.** Gipofiziň öňki böleginden ösüşi itergileýän *ösüş ýa-da somatotrop gormony* tapyldy.

Eger ýaş güjüjekleriň gipofiziniň öňki bölegini aýyrsaň, olaryň ösüşi birden haýallaýar. Somatotrop gormony goýberseň, ösüş hadysasy dikeldilýär. Gormon belogyň sintezine täsir edýär, öýjükleriň güýçli köpelmegi, organizmiň uzynlyk ölçegleriniň we agramynyň artmasy başlanýar.

Adamda gipofiziň öňki böleginiň funksiýasy ýokarlanyp ýa-da peselip biler. Funksiýasy peselende çagalyk döwri gipofizar göýdüklik (nanizm) ýüze çykýar. Nanizmde ösüş haýallaýar, ýöne bedeniň bölekleriniň kadaly proporsiyalary saklanýar. Gipofiziň gormonal işjeňliginiň pesligi ösüş gormonyň we jyns gormonlarynyň emele gelmesiniň bozulmalary sebäpli, jynsy taýdan doly ösüp ýetişmezlige getirýär. Şu ýerden olaryň çaga meňzeş ýüz keşbi we ikilenji jyns alamatlarynyň ösüp ýetişmezligi gelip çykýar.

Gipofiziň öňki böleginiň funksiýasynyň ýokarlanmagy adamlaryň boýunyň äpetligine getirip bilýär (erkek adamlarda 200 sm-den artyk).



Adatça, somatotrop gormonyň emele gelmesiniň kesilmesi jyns ýetişenlik bilen gabat gelýär. Eger gormon kämil ýaşda-da bölünip çyksa, onda aýry-aýry agzalaryň patologiki ulalmasynda gözegçilik edilýär. Ol keselde penjäniň, dabanyň we ýüzüň süňkleriniň ösüp gitmesi (akromegaliýa) bolýar. Somatotrop gormonyň optimal täsiri üçin dokumalarda galkan görnüşli mäziň gormonlarynyň bolmagy zerurdyr. Ol gormonlar mitohondriýalardaky okislenme hadysalarynyň, energetiki çalşygyň birden ýokarlanmagyna alyp barýarlar. Tiroksiniň täsir etmesi bilen dokumalarda ganyň glýukozany intensiw harçlamasy bolup geçýär.

Ýaş haýwanlaryň galkan görnüşli mäsiniň aýrylmasy esasy madda çalşygynyň peselmegine, turba görnüşli süňkleriniň we jyns taýdan ösüşiniň togtamagyna getirýär. Merkezi nerw ulgamynyň oýanyjylygy peselýär, pitiwalaryň ýüze çykması haýallaýar. Adamda galkan görnüşli mäziň funksiýasy pes bolanda, çagalýk döwri kretinizm keseli ýüze çykýar. Kretinizm keseli psihiki ösüşden yza galma, boýunyň we jyns taýdan ösüşiniň bökdelmegi, bedeniň proporsiýalarynyň bozulmasydyr (turba şekilli süňkler ýogyn we kelte bolýar).

*Akselerasiýa* (lat. *acceleratio* – tizleşme) – çagalaryň we ýetginjekleriň ösüp ulalmasynyň tizleşmegi. Soňky 100–150 ýylyň içinde çagalaryň we ýetginjekleriň somatiki ösüşiniň hem-de fiziologiki ýetişmesiniň tizleşmegine gözegçilik edilýär. Hadysa dürli asyrlarda ýaşap geçen nesilleriň boýunyň, agramynyň we fiziki görkezijileri yzygiderli deňeşdirilmesi netijesinde ýüze çykaryldy.

Akselerasiýa eýýäm göwre içinde ösüş wagtynda ýüze çykýar, muňa soňky 40 ýylyň içinde öňkölere görä bäbekleriň boýunyň 0,5–1 *sm* we agramynyň 50–100 g ulalmasy güwä geçýär. Ösüşiniň ep-esli ulalmasy emýän çagalarda-da gözegçilik edilýär. Öňler 6 aýlykda agramynyň iki esse ulalmasynyň deregine, ol indi 4–5 aýlygyň arasynda bolup geçýär, has irki möhletlerde süýt dişi çykýar. 1 ýaşan çagalar 50 ýyl mundan öňkölere garanda 1,5–2 kg artykmaç agramly bolýar.

1880-nji ýyl bilen 1950-nji ýyllaryň aralygynda Ýewropada we Demirgazyk Amerikada her 10 ýyldan 5–7 ýaşly çagalaryň boýunyň uzynlygy 1,5 *sm* uzalypdyr, agramy bolsa 0,5 *kg* köpelipdir; 13–15



ýaşly ýetginjeklerde, degişlilikde, 2,5 *sm* we 2 *kg* boldy. Ösüş geçen asyryň 30-njy ýyllaryna garanda has ir tamamlanýar, myşsa massasynyň agramy artýar. Häzirki wagtda aglaba gyzlaryň ösüşi 16–17 ýaşda togtayar, oglanlar 18–19 ýaşda ösüp ýetişýärler. Bu ýagdaý sportdaky ýokary üstünlikleriň «kämilleşmegine» getirýär.

Turba görnüşli süňkleriň ösüşi entek epifiz bilen diafiziň arasynda kentlewükli dokumanyň ýukajyk gaty saklanýarka dowam edýär. Olar rentgenogrammada aýdyň görünýär. Haçanda olaryň ýerinde süňk dokumasy peýda bolanda, uzynlygyna ösüşi togtayar.

Ösüşiň has ir togtamagyna garamazdan, häzirki zamanyň nesillerinde öňki zamanyňkylara seredeniňde, esasan, pubertat ýaşa çenli döwürdäki tizleşmegiň hasabyna ulalan bolup çykýar. Gulluga çagyrylýanlar häzirki döwürde 30 ýyl öňkülerden ortaça 8 *sm* uzyndyr. Gazyp agtaryş işleriniň netijesinde XVII – XVIII asyrlaryň urşuna gatnaşan esgerleriň bedeniniň ölçegleri öwrenilende, olaryň ortaça boýlary häzirki zaman erkek adamlaryňkydan pes bolup çykdy.

Lukmanlary, pedagoglary, syýasatçylary gyzyklandyrýan akselerasiýanyň sebäpleri babatda birnäçe ylmy çaklamalar bar. Bir çaklama boýunça ösüşiň tizleşmesini ýýmitiň gowulaşmagy, bedene köp mukdarda beloklaryň, witaminleriň düşmegi hasaplaýarlar (Tanner, Lens). Pediatriýa kömeginiň gowulaşmagy bilen öňüni alşyň we arassaçylygyň üstünlikleri mynasybetli çagalaryň keselçiliginiň azalmagynyň belli bir ähmiýeti bardyr.

Ýeriň magnit gatlagynyň, ionizirleýji Gün radiasiýasynyň täsiriň güýçlenmeginiň ösmäge we ulalmaga itergileýji täsiri barada garaýyş öňe sürülýär.

Köpsanly tele- we radiodesgalar bilen işlenende ýüze çykýan elektromagnit tolkunlarynyň täsir etmek mümkinçiligi barada pikir aýdylýar (Traýber). Akselerasiýany padiasiyanyň derejesiniň üýtgemegi bilen, adama bagly bolmadyk ýagdaýlar (kosmiki radiasiýa), şeýle-de adamyň işjeňliginiň netijesi (atom ýaraglarynyň synagy, rentgen desgalary) bilen hem baglanyşdyrýarlar.

Geterozis (dürli jynsly) nazaryýeti akselerasiýany soňky asyrlaryň dowamynda, häzirki döwürde ilatyň migrasiýasy – ondan-oňa



göçmesi birden ýokarlanandygy, ulag ulgamynyň (transportyň) ösmegi, dünýä uruşlary netijesinde toplumlaýyn göçmeler, jynsy, kasto we dini serhetleriň ýykylmagyndan adam populýasiýalarynda gabawlaryň çagşamagynyň bolup geýýändigini bilen düşündirýär. Rus antropology W.W. Bunak we käbir daşary ýurtly alymlar (Hals, Nold) öň biri-birinden aýrybaşga bolan adam toparlarynyň arasynda nika baglanyşyklary sebäpli nesilleriň geterozigotlylygynyň ýokarlanmagyna uly üns berýärler.

Tizleşdirilen ösmek we ulalmak hadysasy umumy genetikada geterozis adyny aldy. Onuň mehanizmi ýeterlik anyklanylmadyk. Ýöne çagalary ene-atalarynyň doglan ýerinden geografiki uzakda ýaşanlarynda, çagalaryň boýy, agramy we başga-da birnäçe görkezijileri ene-atalary bilen bir ýerde ýaşayan nesilleriňkiden ýokarydyr. Akselerasiýanyň esasy sebäbiniň urbanizasiýadygy baradaky çaklamada şäher durmuşynyň umumy şertleri, durmuş depgininiň tizleşmesi çagany gyjyndyrýar diýip hasaplaýarlar.

Ýöne sanalyp geçilenleriň biri hem akselerasiýanyň esasy sebäbi diýip hasaplap bolmaz. Gürrüňsiz syýasy sebäpler hem wajyp orun tutýar, olaryň täsiri bilen Ikinji jahan urşy mahaly akselerasiýa togtady, hat-da yza gaýtma boldy. Uruş tamamlanandan soň hadysa dikeldi.

Akselerasiýa, ähtimal, birnäçe şertleriň täsir etmeginiň netijesidir. Çylşyrymly mesele lukmanlaryň, pedagoglaryň, biologlaryň, hukukçylaryň barlaglaryna mätäç. Tizleşen fiziki ösüş we haýal geýän ahlak hem-de raýatlyk şahsyýetiniň döremesiniň arasyndaky üzneligini göz önünde tutmak gerek. Ýetginjekleri köpçülikleýin-sport çärelerine çekmek, jemgyýetiň, döwletiň önündäki borçlaryna düşünmeklerini gazanmak, watana wepalylyk, ýokary adamkärçilik duýgularyny terbiýelemek häzirki zaman adamsyna mahsus häsiýetler bolmalydyr.

Kabul edilen tapgyrlara laýyklykda, kämillik ýaşy erkeklerde 22 ýaşda, aýallarda 21 ýaşda başlanýar. Kämillik ýaşynyň birinji döwri – 35 ýaş çenli, ikinji döwri erkeklerde – 36-dan 60 ýaş çenli we aýallarda 55 ýaş çenli dowam edýär.





Ýaşlykdan kämillige geçilýän döwür bolan 30–35 ýaşda, fiziologiki reaksiýalaryň käbir üýtgemeleri, inwolýusiýa hadysasynyň ön ýanyndaky madda çalşygynyň üýtgemesi bolup geçýär we ol belli bir derejede sportuň kesgitli görnüşlerine hem-de zähmet işjeňligine adamyň ukybyny peseldýär. 45 ýaşdan soň gowy bildirýän endokrin funksiýanyň üýtgemelerine gözegçilik edilýär. Başynji onýylygyň dowamynda adamyň garraýanyny kesgitleýän üýtgemeler bolup geçýär. Şonuň bilen birlikde bedeniniň üýtgedip guralmagyny üpjün edýän we uýgunlaşma hadysasyny öz içine alýan mehanizmler hem işe girişýär. Garrap başlamak ýaşy erkeklerde 61-de, aýallarda 56-da başlanýar. Adamlaryň aglabasy ol ýaşda käri boýunça zähmet çekmek ukybyny saklaýarlar.

Garrylyk erkeklerde-de, aýallarda-da 75 ýaşdan başlaýar. Sagdyn fiziologiki garrylyk – giçki ontogeneziň tapgyry. Bu ýaşda aglaba adamlar durý aň we döredijilik zähmetine ukyby bilen tapawutlanýarlar.

**Garramak hadysalary we gerontologiýanyň meseleleri. Garrylyk ontogeneziň tapgyry hökmünde.** Garramaklyk – ähli janly organizmlere mahsus bolan, umumy biologiki kanunalaýyklykdyr. Garrylyk – ontogeneziň ahyrky, kämillikden soňky başlanýan ýaş tapgyry we düýpli gurluş, funksional we biohimiki üýtgemeleriň, onuň uýgunlaşma mümkinçiliklerini çäklendirýändigini bilen häsiýetlendirilýär.

Gerontologiýa (gr. *geron* – garry) – garrylyk baradaky ylym, molekulýar we öýjükden başlap tutuş organizmiň derejesine çenli garramaklygyň esasy kanunalaýyklyklaryny düşündirýär. Geriatriýa (gr. *iatros* – lukman) garry ýaşly adamlaryň ösüş aýratynlyklaryny, keselleriniň geçişini, bejerilişini we önüniň alnyşyny öwrenýär. Gerontologiýanyň düzümine gerogigiýena we gerontopsihologiýa girýär.

Garramaklygyň we uzak ýaşamaklygyň meseleleri hemişe alymlaryň üns merkezinde durýar, ýöne XXI asyrdaky ilatyň arasynda çuň demografiki gyşarmalar bilen baglylykda, ol aýratyn mana eýe boldy: ähli ykdysady ösen ýurtlarda garry adamlaryň sany artýar (ilatyň gartaňlaşmagy).



Lukmançylygyň ähli pudaklarynda gerontologiýanyň meseleleri peýda boldy. Gerontologiýanyň maksady diňe bir garrylaryň ýaşlaryny uzaltmak bolman, eýsem, ýaşuly adamlaryň jemgyýetçilik we zähmet işine işjeň gatnaşmaklaryny, ýagny olaryň ýaşayşyny talaba laýyk, işjeň dowam etmeklerini gazanmakdyr. Mesele lukmançylykda-da, syýasatda-da möhüm orun tutýar.

**Garramaklyk hadysasynyň morfofiziologiki häsiýetlendirilmesi.** Garramaklyk – ýaşa görä üýtgemeleriň kanunalaýyk ýüze çykmasydyr, üýtgemeler has ön başlanýar we organizmiň funksional uýgunlaşma mümkinçilikleriniň kem-kemden kemelmegine getirýär. Garramaklygyň depgini, onuň ösüşi ömrüň dowamlylygyny kesgitleýär. Alamatlar janly organizmiň gurluşynyň molekulýar, öýjük, dokuma, ulgam we organizm derejelerinde ýüze çykýar. Organizm derejesinde ilki daşky alamatlar ýüze çykýar: ýöreýşi, bedeniniň syraty üýtgeýär, onuň ölçegleri kiçelýär, saçy çalaryp başlaýar, derisi çýeliginini ýitirip, gasynlar peýda bolýar.

Görşi, eşiğişi peselýär, ýady erbetleşýär. Süňk dokumasynyň dykyz we öýjükli maddasy ýukalýar, ol aýratyn hem ýüz skletinde bildirýär.

Garry adamlaryň öýkeniniň ýaşayş sygymy kiçelýär, arterial basyşy ýokarlanýar, gan damarlaryň diwarynda üýtgemeler bellenýär, ateroskleroz ýüze çykýar. Galkan görnüşli maziň işjeňligi peselýär, esasy madda çalşygy gowşaýar, jyns mázleriniň inwolýusiýasy ýüze çykyp, jyns gormonlarynyň emele gelmesi peselýär.

Öýjük derejesinde protoplazmada suwuň azalýandygyny, öýjügiň wajyp fiziologiki funksiýalaryna täsir edýän ionlaryň işjeň daşalşynyň üýtgeýändigini, onuň elektrik potensialynyň peselýändigini bellemek gerek. Garraýan öýjüklerde glikoliz hadysasynyň ähmiýeti ýokarlanýar we okislenme fosfolirlenme hadysasynyň işjeňligi, şonuň bilen baglylykda protoplazmada ATF-iň, kreatinfosfatyň derejesi aýratynam ýürekde, beýnide, sklet myşsallarynda peselýär. Endoplazmatiki toruň gurluşy hem üýtgeýär, böleklere bölünmegi seýrek däl, onuň aýry-aýry bölekleri endigan däl, giňelen.



Garran organizmiň öýjüklerinde birnäçe fermentleriň işjeňligi azalýar, DNK we RNK sinteziniň depgini peselýär. Informasion RNK hasaplananda ýalňyşlyk bolýar, şol sebäpli hem zerur bolan beloklaryň sintezi bozulýar. Sitoplazmada erkin radikallar ýüze çykýar. Netijede assimilýasiýa eýýäm dissimilýasiýa bilen bagly ýitginiň doly öwezini dolup bilenok. Öýjükleriň mitotiki işjeňligi hem peselýär. Käbir somatiki öýjüklerde hromosom aberrasiýalarynyň ýüze çykarmasy güýçlenýär (aneuploidiýalar, hromosomlaryň ýelmeşmesi).

Gerontologiýada köp wagtlap garrylygyň inwolýusiýa, organizmiň funksiýalarynyň tersine ösüşidir diýen pikir höküm sürdi. Ýokardaky agzalyp geçilenler bu garaýşa gabat gelýär. Ýöne garrylykda aglaba gomeostatiki görkezijiler birden üýtgemeyärler: gomeostazyň ýaş boýunça hakyky tapawudyny organizmiň potensial mümkinçiliklerini we uýgunlaşma ukybynyň çäklerini ýüze çykarýan güýçli agram salyp, bilip bolýar.

Garramakda funksional üýtgemeler birmeňzeş däl, oňa funksiýalaryň ählisiniň gowşamagy hökmünde seredip bolmaz. Häzirki zaman garaýyşlara laýyklykda, ýaşa görä üýtgemeler dürli ugurlarda bolup biler. Funksiýalaryň käbiri ýaş boýunça güýçli peselýärler, beýlekileri gaty bir üýtgänoklar, käbir görkezijiler bolsa ýokarlanýar. Birinjä ýüregiň ýygrylyş ukyby, içki sekresiýa mázleriniň gormonal işjeňligi (galkan görnüşli máz, jyns mázleri), görüşiň we eşidişiň ýitiligi; ikinji görnüşe – ganda şekeriniň derejesi, eritrositleriň, leýkositleriň, gemoglobiniň sany; üçünjä – gipofizar gormonlaryň sintezi, gumoral we himiki ýagdaýlara öýjükleriň duýgurlygy, ganda holesteriniň derejesi degişlidir.

Organizmiň dürli agzalarynda we ulgamlarynda ýaşa görä üýtgemeler bir wagtda ýüze çykanok, şeýle aýratynlyga *geterohronlyk* (gr. *heteros* – dürli shronos – wagt) diýilýär. Meselem, timusyň atrofiýasy adamda 13–15 ýaşda başlanýar, ýumurtgalyklaryň funksiýasynyň öçmegi 48–50 ýaşda, gipofiziň käbir funksiýalary bolsa garrylyk döwründe-de ýokary derejede saklanýar.

Şol bir agzanyň dürli gurluşlarynda ýaş boýunça üýtgemeler birmeňzeş bolanok. Meselem, arteriýalaryň diwarynyň içki gatlagynda ep-esli üýtgemeler bolýar, ortaky gatlagynda sähelçejik; beýniniň



dürli böleklerinde garrylygyň ýüze çykmasynyň birmeňzeş däldigi belenilýär. Dürli gurluşlarda üýtgemeleriň birmeňzeş däl ýüze çykma häsiýetine *geterotoplyk* (gr. *topos* – ýer) diýilýär.

Ulgamlaryň birinde ýaşa görä üýtgemeler ir ýüze çykýar, ýöne haýal gidýar (meselem, süňk dokumasynnda), beýlekilerinde – gijräk ýüze çykýar, ýöne soňra tiz ösüp gidýar (meselem, merkezi nerw ulgamynnda). Garrylyk üýtgemeleriniň ýüze çykmany diňe bir senenama ýaş bilen däl-de, eýsem bir topar başga sebäplere hem baglydyr, olardan adam üçin wajyp ähmiýetlisi syýasy ýagdaýlardyr.

Bellenip geçilişi ýaly, şol bir senenama ýaşdaky iki adam ýaşa görä üýtgemeler boýunça tapawutlanyp biler. Biologiki ýaşy anyklamak üçin her hili testleriň ulgamyny peýdalanýarlar: arterial basyş, ganyň holesterini, gözleriň akkomadasiýasyny, öýkeniň ýaşajylyk sygymyny, myşsalaryň güýjüni, daban süňkleriniň osteoparozyny (rentgenogrammada) we başg. barlaýarlar.

Gerontologiýada garrylygyň bejerip bolýan keseldigi barada düşünje bardy (Parhon). Beýle pikir ýalňyşdyr: garrylyk kesel däl-de, indiividual ösüşiň gutulgysyz netijesidir. Ylmyň maksady biologiki hadysalary yzyna öwürmek däldir: sebäbi ol mümkin däl. Gerontologiýanyň maksady fiziologiki we patalogiki garramany öwrenip wagtyndan öň garramagyň önüni almak, adama zähmete ukyply, köpçülige ýaramly bolup fiziologiki garrylygy ýaşap geçmäge mümkinçilik döretmekdir. Berkarar döwletiň bagtyýarlyk döwründe hormatly Prezidentimiziň ýolbaşçylygynda ýaşuly adamlar barada ägirt uly aladalar ýola goýulýar.

**Gerontologiýanyň emele gelmesi we ösüşi.** Adam gadym döwürlerden bäri uzak wagtlap saglygyny we işe ukyplylygyny saklamak, garrylygy yza teldirmek barada arzuw edipdir. Gippokrat (b.e.öňki 460-770ýý.) öz işlerinde garramaklyk bilen baglanyşykly meselelere uly üns beripdir; ol iýmitde aramlylygy, tebigy şertleri göwnejaý ulanmagy, arassa howada bolmagy, salkyn suwa düşmegi, gimnastiki maşklary, pyýada ýöremegi maslahat beripdir.

Aristotel (b.e. öňki 384-322ýý.) «Ýaşlyk we garrylyk hakda» diýen ýörite düzmäni ýazypdyr. Ol garrylyk hadysasy – her bir jan-



ly-jandarda bar bolan ýylylyk energiýasynyň tebigy harçlanmasynyň netijesidir diýip hasap edipdir.

Rimli lukman Galen (b.e. öňki 130-201ýý.) garrylyk döwründe berhize uly ähmiýet beripdir, gartaşan we garry adamlaryň saglygy baradaky alada lukmançylygyň aýratyn şahasy bolmalydyr diýip aýdypdyr. Antik lukmanlaryň we filosoflaryň aglaba maslahatlary häzirki günlerde-de ähmiýetini ýitirenok.

Orta asyrlardan häzirki günlere çenli Ýewropa garanynda Gündogar ýurtlarynda tebigy bilimler gowy ösüpdir. Orta asyrdan Buha-rada doglan alym we lukman Abu Ali ibn Sinany (980-1037) ýatlap geçmek gerek. Onuň «Lukmançylyk ylymlarynyň kanuny» atly XI asyrdan saklanyp galan eseri gymmatly geriatriki gözegçilikleri saklaýar, garrylaryň organizminiň aýratynlyklary, keselleriň geçişi, şeýle-de wagtyndan öň garramaklygyň önüni almak ýazylyp beýan edilen.

Nemes lukmany H.W. Gufelandyň (1762-1836) aýdan pikirleriniň köpüsi könelse-de, onuň käbir garaýyşlary gymmatlylygyny saklap galdy. Ol zähmet çekip ýaşalan durmuş, toý-baýramlar bilen geçirilenden tapawutlylykda uzak ýaşamaga kömek edýär diýip hasaplapdyr. Gufelandyň «Haýsam bolsa bir ýaltanyň garrylyk ýaşyna çenli ýaşandygy barada ýekeje mysal hem ýok» diýen sözi bar.

Garramaklyk we uzak ýaşamaklyk babatda ylma rus alymy we lukmany S.P. Botkin uly goşant goşdy. Ol öz işgäri A.A. Kodýan bilen XIX asyryň 80-nji ýyllarynda Peterburgda ilkinji gezek gartaşan adamlaryň toplumlaýyn barlagyny ýola goýdy (2240 adam). S.P.Botkin fiziologiki (tebigy) we patologiki (wagtyndan öň) garramaklyga häsiýetli alamatlary ýazyp beýan etdi. Şunuň bilen garramaklyk hadysalarynyň toplumlaýyn kliniki-fiziologik öwrenmekligiň esaslary goýuldy. Gerontologiýanyň ösmegine I.I. Meçnikow, A.A. Bogomoles, A.B. Nagornýý ýaly alymlar uly goşant goşdular.

**Garramaklygyň esasy nazaryýetleri.** Häzirki döwürde gerontologiýa organizmiň dürli gurluşlarynyň we funksiýalarynyň garramaklyk netijesinde üýtgeýşi barada köp möçberli subutnamalary (faktlary) toplady. Garramaklygyň sebäpleri barada 300-den gowrak



çaklama teklipe edildi. Olardan köpüsi arassa taryhy gyzyklanma döredýär. M. Rubner (1908) garramaklygyň «energetiki» nazaryýetini öňe sürdi. Ol her bir görnüşiniň energetiki fondunyň bardygyny we ömrüniň dowamynda ony tow berlen sagatlar ýaly kem-kemden sarp edýändigini aýdýar. Alymyň pikiri boýunça, energiýa ätiýaçlylygy sarp edilýän wagt beden üstüniň ululygyna bagly diýýär. Beden üstünden ýylylyk berlişi näçe ýokary bolsa, şonça-da energiýa çalşygy intensiw we ömrüniň dowamlylygy az bolýar. Maýda haýwanlar beden agramyna garanda üstüniň meýdany ýokary bolup, ömri bolsa gysga bolýar (alaka – 2–3 ýyl, it – 20 ýyl, pil – 80 ýaşdan gowrak).

Ýöne nazaryýeti aglaba görnüşlerde ulanyp bolanok. Meselem, ýakyn garyndaşlyk görnüşleri bolan alakalar we belkalar (gemrijiler otrýady) ölçegleri we agramlary meňzeş; belkalar hereketçi bolup, 15–20 ýyl, az hereket edýän alakalar bolsa 2,5–3 ýyl ýaşayarlar. Has hereketçi towşanlar kroliklerden iki esse uzak ýaşayarlar.

Rubneriň we beýlekileriň «ömür energiýasyny harçlamak» nazaryýeti hereketi has çäklendirmek ömri uzaltman, gysgaldýar diýip hasap edýän tejribe we amaly gerontologianyň maglumatlaryna ters gelýär. Öýjükleriň protoplazmasynyň in gowy öz-özüni täzeleýşi hut işjeň hereketi we maşklary öz içine alýan ýaşaýyşda bolup geçýär.

Garramaklygyň ilkinji nazaryýetleriniň biri I.I. Meçnikow tarypyndan teklipe edildi. Ol diňe bir biologiki däl, eýsem syýasy ýagdaýlary hem göz önünde tutup, fiziologiki we patologiki garramaklygy tapawutlandyrdy. Bu mesele barada öz garaýyşlaryny «Adamyň tebigaty barada etýudlar», «Optimizmiň etýudlary», «Ömri uzaltmak» diýen eserlerinde ýazyp beýan etdi. I.I.Meçnikowyň garaýyşlary boýunça, ýaş ulaldygyça bedende azot çalşygynyň önümleriniň toplanmagynyň netijesinde (aýratynam beloklaryň dargamasynyň ahyrky önümi hökmünde ammiagyň), şeýle-de ýogyn içegede geçýän çüýremegiň önümleriniň täsiri bilen intoksikasiýa, öz-özüni zäherleme dokumanyň öýjükleri bolsa, tersine, ýaşaýyş üçin zerur bolar agzalaryň ölen öýjükleriniň ornuny tutup, gipertrofirlenýärler, köpeliýärler.

I.I. Meçnikow, garrylyk atrofiýasyna fagositoz baradaky nukdaý-nazardan seredip, mahsus parenhimatoz öýjükleriň goragy üçin hadysa



tejribede çemeleşmegiň ýollaryny gözläpdir. Ol ilkinji bolup haýwanlara zäherli maddalary täsir etdirip garrylygyň tejribe nusgasyny (eksperimental modelini) almaga synanyşypdyr. Içegelerde çüýreme hadysalaryny kesmek maksady bilen Meçnikow çüýrediji bakteriýalar üçin ýaramsyz gurşaw döredýän turşy süýt önümlerini ulanmagy maslahat berdi.

I.I. Meçnikow ömrüň dowamlylygy üçin belli bir şertleri berjaý etmek gerek diýip düşünpdir, ol hemmesini kadaly durmuşy öwrenmek taglymatyna birikdirip, ony ortobioz (gr. *orthos* – göni, *bios* – durmuş) diýip atlandyrypdyr. Ortobiozyň esasynda hiç hili artykmaçlygyň we bol-elinligiň ýok bolmagy, gigiýena düzgünlerini berjaý etmek, zähmeti söýmek durýar. Köpsanly gowy taraplaryna garamazdan, I.I.Meçnikowyň nazaryýeti garramaklyga diňe bir tarapdan garaýar.

Gerontologiýanyň ösmeginde wajyp orny akademik A.A.Bogomolesiň işleri tutýar. Ol garramagyň sebäbi diýip, organizmde dokumalaryň arasyndaky ulgamlaryň gatnaşyklaryň bozulmalaryny hasap edipdir. Öýjükleriň we dokumalaryň trofikasyny işjeň sazlaýjy hasaplap, esasy ähmiýeti birleşdiriji dokuma beripdir. Gadymy lukmanlaryň «Adam öz arteriýalarynyň ýaşyna eýedir» diýen pähimini özüçe arteriýalary birleşdiriji dokuma bilen çalşyryp, «Adam öz birleşdiriji dokumasynyň ýaşyna eýedir» diýip üýtgedipdir. Nazaryýete laýyklykda öýjükleriň protoplazmasynyň garramasy biohimiki inert birleşmeleri emele getirýän öýjük kolloidleriniň ýetişmesiniň netijesi bolup durýar.

Häzirki zamandaky birleşdiriji dokumanyň elementleriniň immunitet, damarlaryň syzdyryjylygy hadysalaryndaky orny baradaky maglumatlar A.A. Bogomolesiň garaýyşlarynyň ösmegine itergi berýär. 1938-nji ýylda Kiýewde A.A. Bogomolesiň başlangyjy bilen garramaklygyň meselelerine we wagtyndan öň garramaklygyň önüni almaklyga bagyşlanan birinji maslahat geçirildi, ol gerontologiýanyň ösmegine uly goşant goşdy.

Garrylykda bolup geçýän üýtgemeleriň sebäbini öwrenmeklikde I.P. Pawlowyň organizmiň ýaşayyş işjeňligini sazlamakda we integrirlemekde merkezi nerw ulgamynyň orny baradaky taglymatynyň ähmiýeti uludyr. I.P. Pawlowyň okuwçysy M.K. Petrowa haýwan-





larda geçiren tejribelerinde nerw sarsgyny we uzak wagtlap dowam edýän nerw dartgynlylygynyň wagtyndan öň garramaklyga alyp barýandygyny subut etdi.

Diýmek, wagtyndan öň garramaklygyň öňüni almakda nerw ulgamynyň ýagdaýynyň ähmiýeti uludyr. I.P.Pawlow nerw dokumasyňň öz häsiýetini işjeňlik ýagdaýyny säginmeklik bilen gezekleşdirip dikeldýändigini anyklapdyr. I.P.Pawlowyň goraýjy säginmeklik, kadaly fiziologiki uky baradaky taglymaty garramaklygyň we uzak ýaşamaklygyň meselelerine gönüden-göni degişlidir.

Garramaklykda bolup geçýän molekulýar üýtgemeleriň mehanizmini düşündirmeklikde Harkowyň ontofiziologlar mekdebiniň uly ähmiýeti bar. 1940-njy ýylda A.N.Nagornyý garrylygy beloklaryň öçüp barýan öz-özünü täzeleýşidir diýen garaýşy öňe sürdi. Garrylyk üçin protoplazmanyň öz-özünü täzeleýiş hadysalarynyň ýaramazlaşmagy häsiýetli, ol beloklaryň sinteziniň peselmegine, pes metabolizimli gurluşlarynyň emele gelmegine getirýär. Differensirlenmegiň gidişinde öýjügiň protoplazması ýöriteleşdirilen beloklar bilen doldurylýar, nukleoproteidleriň otnositel saklanylyşy bolsa azalýar. Onuň nazaryýeti akademik B.N.Nikitin we onuň egindeşleri tarapyndan ösdürilýär (Harkow, biologiki institut).

Häzirki döwriň aglaba nazaryýetleri garrylygy öýjükleriň genetiki apparatynda ilkinji ýüze çykýan üýtgemeleriň netijesi diýip çaklaýarlar. Ontogenezde nukleoproteidleriň san we hil taýdan üýtgemeleri bolup geçýär. Ol bolsa öz-özlerini täzeleýişleriniň depgininiň we belok emele getiriş ulgamlarynyň işjeňliginiň üýtgemegine getirýär. Garrylykda gistonlaryň saklanylyşynyň ýokarlanýandygy we olaryň DNK bilen baglanyşygynyň has berkleşýändigini, giston däl beloklaryň azalýandygy görkezildi (Berdyşew, 1972 ý., Nikitin, 1972 ý.).

Hromatiniň nukleosom gurluşy garrylykda üýtgemeyär, ýöne nukleosomlaryň arasynda ýerleşen DNK-nyň bölekleri, nukleazlaryň fermentleri üçin doly elýeterli bolanok. Genetiki apparatyň üýtgemeleriniň düýpli faktory, ähtimal, reparasiýa fermentleriniň işjeňliginiň gowşamasydyr. Käbir süýdemdirijileriň ömrüniň dowamlylygy bilen DNK-nyň reparasiýasynyň depgininiň arasynda laýyklyk ýüze



çykarylady. Reparirlenmedik zeperlenmeleriň toplanmasy DNK-nyň gurluşynda bozulmalara alyp barýar we ol transkripsiýa hem-de translýasiýa hadysalarynda bildirýär.

Ylmy edebiýatlarda ýaş ulaldygyça hromosom bozulmalarynyň ýokarlanýandygy barada maglumatlar bar. Adamda we haýwanlarda garradyklaryça hromosomlarynyň zeperlendiriji faktorlara duýgulygynyň ýokarlanýandygy anyklandy (N.P. Boçkow). 75–90 uly ýaşdaky adamlarda hromosom aberrasiýalarynyň ýygy duş gelýändigini anyklanyldy. Ýöne garramaklykda hromosom zeperlenmeleriniň sebäp bolýandygy baradaky öňe sürülen nazaryýet (Kurtis, 1956 ý., Ssillard, 1959 ý.) gümrütlik döredýär. Hromosom aberrasiýalarynyň ýaş boýunça köpelmegi, mümkin garrylygyň sebäbi däl-de, netijesidir.

Garraýan öýjüklerde DNK-nyň sinteziniň tizligi peselýär. Munuň sebäbi DNK-polimeraza fermentiniň işjeňliginiň peselmegi, kemçilikli fermentleriň emele gelmegi, öýjükleriň energetiki potensialynyň azalmasy bolup biler. Garramaklygyň gidişinde dezoksiribonuleotidleriň gurluşynyň üýtgeýändigini takyklandy. DNK bilen belogyň arasyndaky baglanyşyk has berk we hereketsiz bolýar.

Alymlar genetiki aparatyň zeperlenmelerinde erkin radikallara düýpli ähmiýet berýärler. Erkin radikallar himiki bölejikler bolup, olar daşky orbitasynda goşalanmadyk elektron saklaýarlar (muňa, meselem, OH, OOH, H degişli). Erkin radikallar juda reaksiýa ukyply, DNK-nyň molekulasy we öýjük membranalaryny zeperlendirip bilýärler, olar bölekleyin weýran bolýarlar. Ýöne bu gipotezany hem uniwersal hasaplap bolmaz.

Amerikan alymy Heýflik embrionlaryň fibroblastlarynyň kulturasynda öýjükler generasiýanyň diňe çäklenen mydamalyk sanyny berýändigini anyklady. Munda dürli görnüşlerde öýjük bölünmeleriniň birmeňzeş bolmadyk sanlary ýüze çykarylýar. Ömrüniň dowamlylygy uzak bolan görnüşlerde olar köp, ömri gysga dowam edýänlerde olar az bolýarlar. Meselem, adamyň embrionynyň fibroblastlary 50-ä golaý, syçan bilen towugyňky bolsa 15-e golaý generasiýa berýär. Şulara esaslanyp, Heýflik şeýle çäklenen mitotiki potensial organizmiň öýjüklerine-de mahsus diýen netijä gelipdir.



Ýöne çylşyrymly organizmiň garramagyny onuň öýjükleriniň mitotiki potensialyň çäklendirilmesine syrykdyrmak bolmaz. Onsoňam organizmiň öýjükleriniň uly bölegi kämil bedende bölünmäge ukyply bolmadyk, ýokary differensirlenen öýjüklerdir. Bölünmäge ukyply öýjüklerden tapawutlylykda, olar ýaş boýunça gysarmalaryň ýüze çykmagynda uly orun tutýarlar. Bu fakty mitotiki «limit» çaklamasynyň awtory hem ykrar etdi.

Organizmiň şertlerinde fibroblastlaryň bölünmeleriniň sany kulturadakydan azdyr (50 bölünmäniň netijesinde emele gelen öýjükleriň sany  $10^{15}$  bolýar) we mitotiki limit tutuş organizmiň ömrüniň dowamlylygyny çäklendirip bilmez. Heýflikiň hasaplamalaryna görä, adamyň ömrüniň dowamlylygy 100–120 ýaş bolmaly.

Tutuş organizmiň şertlerinde öýjükleriň garramaklygy olaryň ýaş boýunça hususy üýtgemeleriniň we sazlaýjy, trofiki özara çylşyrymly täsirleriniň netijesidir.

Kämil ýaşdan başlap, organizmiň immun ukyplary kem-kemden peselýär. Şol sebäpli hem garry adamlarda dürli kesel döredijilere, şeýle-de öz hususy düýpden özgeren, mutirlenen öýjüklerine garşy hem gorag mehanizmleri peselýär. Ondan başga-da, garrylyk ýaşynda immunitet ulgamynyň işjeňliginiň bozulmalary bolýar. Ol öýjükleriň we dokumalaryň hususy antigenlerine agressiw bolan, olary weýran edýän T- we B-limfositleriň gatnaşmagyndaky autoimmun reaksiýalaryň ösüp ýetişmegine getirýär. Immun ulgamynyň ýaşa görä üýtgemeleri ep-esli derejede gartaşanlyk we garrylyk döwrüniň keselleriniň ýüze çykmagyna getirýär.

Garramaklyk gomeostazy üpjün edýän sazlaýyş ulgamlarynyň berkliginiň peselmegi bilen häsiýetlendirilýär. Gomoestazy üpjün etmekde bedeniň nerw we endokrin sazlaýyş ulgamlary wajyp orun tutýar. W.M.Dilmanyň çaklamasyna görä, ýaşa görä ösüşde gipotalýamiki ýadrolaryň işjeňliginiň üýtgemeleri bolup geçýär.

Alymyň pikirine görä, şeýle mehanizm garramaklygyň esasynda ýatýar. Belli bolşy ýaly, gipotalýamusyň merkezleri uklanýan we ukuda däl wagtyň ritmini, iýmitlenmäge gatnaşygy, gan aýlanyşygyň, aglaba endokrin mázleriň işjeňligini kesgitleýär.



Nerw ulgamynyň garramaklykda iki sany ugry bardyr. Bir-näçeleriň pikiri boýunça ulgam has durnuklydyr. Käbir neýronlaryň ömrüniň dowamlylygy käwagt adamyň öz ömrüne barabardyr. Garrylykda-da ýokary intellektiň we zähmete ukyplylygyň saklanlyşynyň mysallary az däl. Şonuň bilen birlikde, garrylykda nerw sazlanýşygynyň üýtgemeleriniň wajyplygy barada maglumatlar bar. Ýöne bu nukdaýnazarlar bir-birini ret edenoklar. Nerw ulgamynda uzak ýaşamaklygy we ygtybarly işjeňligi üpjün edýän ägirt uly sazlaýjy hem uýgunlaşma hadysalary bar. Onda garrylykdaky üýtgemeler has giç başlanýar. Ýöne olar ýüze çykandan soň, gomeostazyň bozulmalarynda we organizmiň garramagynda esasy alyp baryjylar bolýarlar.

Sanalyp geçilen garaýyşlaryň tarapdarlary ömrüň dowamlylygyny gysgaldýan mehanizmleri ýüze çykarmaga synanyşyk edýärler. Ýöne dürli endogen we ekzogen zeperlendiriji şertleriň täsirine garamazdan, nähili mehanizmleriň uzak ýaşamaklyga sebäp bolýandygyny anyklamak ýaly meselä başgaça çemeleşme hem bolup biler.

B.B.Frolkis (Gerontologiýa instituty, Kiýew ş.) garramaklygyň *uýgunlaşma-sazlaýjy nazaryýetini* öňe sürdi. Oňa laýyklykda garramaklyga birsydyrgyn öçmeklik alyş-çalşyň, gurluşyň, işjeňligiň bozulmalary hökmünde däl-de, köp düzümlü we çylşyrymly, öz gurluşy boýunça gapma-garşylykly hadysa ýaly seredilýär. Garramaklygyň gidişinde organizmiň işjeňligini saklamaga we ömrüniň dowamlylygyny uzaltmaga gönükdirilen wajyp uýgunlaşma mehanizmleriniň mobilizirlenmegi bolup geçýär. Garrylaryň organizminde, adatça, sintezi pes bolýan mediatrlaryň we gormonlaryň täsirine duýgurlygyň ýokarlanmasy şeýle hadysalaryň ýüze çykasydyr. Glikoliz reaksiýasynyň güýçlenmesi, käbir öýjükleriň gipertrofiýasy, olarda poliploidiýanyň ýa-da köp ýadrolylygyň (meselem, bagryň öýjüklerinde) ýüze çykmasyna gözegçilik edilýär.

Beýan edilen nazaryýetleriň tarapdarlary her hili üýtgemeleri bolan garramaklyk hadysasyna molekulýar-genetiki derejeden başlap, organizm derejesine çenli dürli nukdaýnazardan seredýärler. Garramaklygyň ýeke-täk düşündirilişi tapylanok, ýöne aýratyn gara-



ýyşlaryň köp elementleriniň gelejekde garramaklygyň sintetiki nazaryýetine girjekdigini çaklamak bolar.

Garramaklyk hadysasynyň depgini birnäçe biologiki şertler bilen şertlendirilendir, adam üçin bolsa syýasy gurşawyň ornuny hem göz önünde tutmak gerek.

**Dürli organizmleriň görnüşleriniň ömrüniň dowamlylygy. Ösümlikleriň we haýwanlaryň ömrüniň dowamlylygy.** Bir öýjükli ösümlikleriň we haýwanlaryň ömri bary-yogy birnäçe sagada çekýär. Ösümliklerden aglaba otlar bir möwsüm ýaşap, tohum emele getirip, gurap, ýok bolýarlar. Agaçlar köp gezek miwe berýärler we onlarça ýyllap ýaşayarlar. Ülje 100 ýyl, ak akasiýa 200 ýyla çenli, arça – 600 ýyl, çynar – 1000 we ondanam köp ýyl ýaşayar.

Haýwanlaryň arasynda onça ýaşayany ýok, ýöne käbir görnüşleriň ömrüniň dowamlylygy olaryň köpelişi bilen bagly bolýar.

Haýwanlaryň ulgamda tutýan orny we ömrüniň dowamlylygynyň arasynda baglanyşyk ýok. Şol bir topara degişli haýwanlaryň ömürleriniň dowamlylygy örän tapawutlanyp bilýär. Meselem, boş içege ýalylardan aktiniýa 50 ýyldan gowrak, gidra bolsa 1–2 ýyl ýaşayar. Togalak gurçuklardan sülük 25–30 ýyl, ýagys gurçugy 3 esse az ýaşayar.

Iri haýwanlar, umuman, maýdalardan uzak ýaşayar, ýöne hemişe beýle bolanok. Käbir molýusklar 100 ýaş we ondanam köp, gurbagalar – 16 ýyla çenli, gurlawuk, kepderiler – 30, gazlar – 65, bürgütler, totuguşlar – 70, syçanlar – 5, 35–40 ýyl, towşanlar – 10, alakalar – 2–3, atlar – 40, sygyrlar – 20–35, aýylar – 50, ýolbarslar – 35, piller – 80-den gowrak ýaşayar.

Dürli organizmleriň ömrüniň dowamlylygy babatda umumy kanunalaýyklygyň ýokdugyna garamazdan, her näme-de bolsa olar bar bolmaly. Nähili-de bolsa, seçgi iň bärkisi jynsy kämillige ýetmegini we görnüş saklanyp galar ýaly sanynyň köpelmegini üpjün etmeli, onuň üçin birnäçe gezek döredijilik aktynyň gaýtalanmagy zerurdyr. Ahyrynda, ýokary derejede ösen haýwanlar üçin nesiller ösüp ýetişer ýaly, ene-atanyň «seretmegine» mätäç bolan belli bir wagt bölegi gerek bolýar. Käbir alymlar ömrüň dowamlylygyny başgaça



tarapdan düşündirýärler. XIX asyryň başynda fransuz naturalisti Ž.Býuffon ömrüň dowamlylygy ösüş döwründen 5–7 gezek artykdyr diýen netijä geldi.

Koeffisiýent uniwersal diýip aýdyp bolmasa-da, aglaba ýagdaý-da hakykata ýakyn bolýar. Meselem, it iki ýylyň dowamynda ösýär, 15 ýyl ýaşaýar, iri şahly mal 4 ýyl ösýär we 20 ýyl ýaşaýar, atlar 5 ýyl ösýär we 30–40 ýyl ýaşaýar, düýe 8 ýyl ösýär we 40 ýyl ýaşaýar we ş. m. Aýdylan hasaplardan we birnäçe goşmaça maglumatlardan ugur alyp, A.A.Bogomoles, I.I.Şmalgauzen we başgalar adamyň ömrüniň tebigy dowamlylygy 120 – 150 ýyl bolup biler diýen netijä geldiler.

**Adamyň ömrüniň dowamlylygy.** Adamyň ömrüniň ortaça dowamlylygyny seljerip, onuň hemişelik ululyk dældigine göz ýetirýärsiň. Biz irki döwürleri öwrendigimizçe, ýaşaaýşlarynyň ortaça dowamlylygy gysga bolup çykýar.

Skeletlerine görä, neandertal adamlaryň 40% töweregi 14 ýaş çenli ölüpdirler, 15%-i 15–20 ýaş we diňe 5%-i 40 we ondan köp ýaşapdyrlar. Daş asyrynyň adamlary hem 50 ýaş seýrek ýetipdirler. Şeýlelikde, münýyllyklaryň dowamynda adamlar garrylyga ýetmän ölüpdirler. Irki çaga ölümi, köpçülikleýin keselleriň ýaýramagy (epidemiýa), açlyk, ýaşaaýş şertleriniň ýaramazlygy ýaly sebäpler hem asyrlar çalyşdygyça ortaça ömrüň dowamlylygyny gysgaldypdyr. Ýewropada ömrüň ortaça dowamlylygy XVI asyrda 21 ýaş, XVII asyrda 26 ýaş, XVIII asyrda 34 ýaş, XX asyryň başynda 50 ýaş ýetdi.

XX asyryň başynda Russiýada ýaşaaýşyň ortaça dowamlylygy pesdi: erkekler üçin 31 ýaş we aýallar üçin 33 ýaş. XX asyryň ikinji ýarymynda görkeziji 70 ýaş ýetdi. Aýallaryň ortaça ýaşaaýşynyň dowamlylygy erkekleriňkiden ululygy statistik subut edildi. Ol geçmişde-de bellenilýärdi, ýöne soňky on ýyllyklarda has-da görnükli boldy. Russiýada tapawut 1896–1897-nji ýyllarda 2 ýyldy, 1926–1927-nji ýyllarda 5 ýyl, 1970–1971-nji ýyllarda bolsa 9 ýyla deňdi (65 we 74). Ýagdaý aglaba ýurtlarda şeýle. Belli bir derejede ol syýasy şertler bilen düşündirilýär. Erkekleriň zähmet çekişiniň aýratynlyklary, trawmatizmleriniň ýokarylygy, zyýanly endikleriniň



köplügi (arakhorluk, çilimkeşlik) ýaly şertleriň uly orny bar bolsa-da, olar ömrüň dowamlylygynyň ara tapawudynyň sebäbini doly düşündirip bilenok.

Suňa meňzeş ýagdaý haýwanlaryň köp görnüşlerinde-de (mör-möjeklerlerde, balyklarda, guşlarda, süýdemdirijilerde) gabat gelýär. Aratapawudy aýal organizminiň neýrogumoral sazlanýşygynyň aýratynlyklary, olaryň jyns gormonlarynyň özboluşlylygy bilen baglanyşyklydyr diýip çaklaýarlar.

Mümkin, aýallarda iki sany X-hromosomyň barlygy genetiki apparatlarynyň has ygtybarly bolmagyny üpjün edýändir.

Ýöne görnüşiň ömrüniň dowamlylygy hemmeler üçin umumy bir ululyk däldir. Ömrüň dowamlylygy kadaly çäklerde bolan 120–130 ýaşly adamlar bar. Olar uzak ýaşayanlaryň özelere garanda köp bolmadyk toparydyr.

Uzak ýaşayanlar babatda aýdylanda, Ýer şarynda olaryň köp düş gelýän käbir ýurtlary bar. Meselem, olar Abhaziyada, Ajariyada (Gruziya), Azerbaýjanda, Demirgazyk Kawkazda, Daglyk Altaýda köpdür. Oba ýerlerinde uzak ýaşayanlar köp düş gelýär. Bu bolsa daşky gurşawyň dürli şertlerinde uzak ýaşajlylygyň potensial mümkinçilikleri (zähmetiň şertleri we görnüşi, tebigy gurşaw we ş.m.) birmeňzeş ýüze çykanok.

Ýaşy 120-den geçenler uly gyzyklanma döredýär. Gerantologiýada munuň mysallary kändir. 1912-nji ýylda Borodino söweşiniň ýüzýyllygynda oňa gatnaşan adam 128 ýaşly Anton Winýukow bardy.

Şeýle mysallar adam ömrüniň mümkinçilikleriniň çäkleri barada oýlanmaga mejbur edýär. Olaryň organizminiň aýratynlyklaryny we ýaşajyşyň ýörelgelerini öwrenmeklik uzak ýaşamaklygy üpjün edýän şertlere düşünmäge kömek eder.

**Ömrüň dowamlylygyny uzaltmagyň tejribe (eksperimental) ýollary.** Garramaklyk ýaş boýunça çylşyrymly täzedden guralma bolup, ol öz-özünü täzeleme hadysasynyň peselmesi we ýaşajyş üçin derwaýys funksiýalaryň bozulmasy bilen häsiýetlendirilýär. Lukmançylygyň taryhynyň бүтін dowamynda, garraýan organizmiň ýaşajyşa durnuklylygyny ýokarlandyryjak we garramaklygy haýallat-





jak serişdeleri gözlemeklik alnyp barylly. Gözlegleriň manysyny nazaryýet çaklamalaryndan däl-de, amalyýetde olaryň täsirine gözegçilik edip, (ýagny empiriki) barlap netije çykardylar. Şol serişdeleriň käbirleri: ženşen, pantokrin, biogen stimulyatorlary saklaýan doku-madan ýasalan serişdeleri (meselem, çaganyň ýoldaşyndan), wita-minleri geriatriýada häzir hem peýdalanýarlar.

Gerontologiýanyň önünde iki mesele: adamyň ömrüniň uzaklygynyň biologiki görnüş hökmünde onuň tebigy mümkinçiliklerine gabat gelmegini gazanmak we görnüş boýunça ömür ýaşynyň çäklerini uzaltmaktan durýar.

Adamyň ömrüniň dowamlylygyny uzaltmaklyga köpden bäri synanyşyk edilyärdi. Meselem, fransuz fiziologi Ş. Broun-Sekar XIX asyryň ahyrynda adama haýwanlaryň tohumlygyndan ýasalan wytýaşkany goýberipdir we käbir wagtlap ýaşayyş işjeňliginiň ýokarlanmasyna, özüni duýşunyň gowulanmasyna gözegçilik edipdir.

Endokrin garaýyşlaryň tarapdarlary XX asyryň 20-nji ýyllarynda hat-da ýörite «ýaşartmaklyk» amallaryny hem geçiripdirler. Awstriýaly alym G. Şteýnah garraýan haýwanlaryň we erkek adamlaryň tohumlyk kanalyklaryny daňypdyr. Onuň netijesinde daşky sekresiýa kesilipdir, içki sekresiýa bolsa güýçlenipdir. Şol döwürde Parižde işläň S.A. Woronow ýaş haýwanlaryň tohumlygyny garrylara, adama bolsa maýmynlaryňkyny oturdypdyr. Woronow transplantatlar bitişer diýip pikir edipdir, ýöne olar sorulypdyr we gormonlar gana düşüpdir. Şeýle amallar organizmiň ýaşayyş işjeňligini wagtlaýyn stimullirdiler, daşyndan ýaşarýan ýaly görünýärdi. Ýöne garrylyk alamatlary ýene-de çalt peýda bolupdyr. Munuň netijesi düşnükli: garrylyk–tersine öwrüp bolmaýan hadysadyr, jyns gormonlary bolsa garran organizmiň ýaşayyş işjeňligini stimullirläp, onuň fiziologiki funksiýasyny bozýarlar.

Garramaklygyň mehanizmleriniň öwrenilmegi dowam etdirilende garramaklyk hadysasynyň genetiki determinirlenendigine garamazdan, ömrüň müddetini üýtgetmeklik mümkinçiliginiň bardygyny anyklady. Mak-Keý ilkinji bolup (1953 ý.) ösüşi bökdeýän iýmit alakalaryň ömrüniň uzalmagyna getirýändigini görkezdi. W.N. Nikitiniň maglumatlaryna görä (1974 ý.), dozirlenen, kaloriýasy ke-



meldilen, ýöne talaba laýyk iýmit ösüşi bökdeýär, haýwanlaryň kämilleşmegine we olaryň ömrüniň dowamlylygynyň 42% uzalmagyna getirýär. Ösüşi bökdelenen alakalaryň hromatininde gistonlaryň saklanylyşynyň ýokarlanmasy az bildirýär, endokrin mázleriniň işjeňligi gowy saklanan. Haýwanlar garrylyk ýaşyna (alakalarda–2 ýaş) ýetip, garrylygyň bildirip duran alamatlaryny saklamaýardylar. Olarda kelligiň we saralmagyň alamaty bolmadyk mymyk tüýleri bardy, semizlik alamaty ýokdy, hereketlenişi gowudy; şeýle alakalar birnäçe görkezijileri boýunça kämil ýaşdaky haýwanlara golaýdylar (1 ýaş).

Giň manyda aýdylanda, garramaklyk dikeldiş hadysalarynyň ýeterlik däldiginiň netijesi bolýar. Olaryň ýokarlanmasyny hereket işjeňligini köpeltmek arkaly gazanylyp bilner. I.A.Arşawskiniň tejribeleri (1972) türgenleşdirilýän alakalar adatlardan 1,5 esse köp ýaşaýandyklaryny, gipodinamiýada haýwanlaryň ömrüniň has gysgalýandygyny görkezýär. Garramaklyk hadysasyna termo sazlaýyşyň gipotalýamiki mehanizmlerine täsir etdirmäge synanyşyklar edilýär. Sebäbi bedeniň temperaturasynyň sähelçe peseldilmekligi tejribe geçirilýän (eksperimental) haýwanlaryň ömrüniň uzalmagyna getirýär. Şeýle tejribeleriň häzir diňe nazary manysynyň bardygy düşnüklidir.

Immun ulgamyň işjeňligini kadalaşdyrmak bilen baglanyşykly ugry geljegi uly bolan ugur hasaplanýar. Immun ulgamyň işjeňliginiň bozulmalarynyň önüni almaga ýardam etjek täsirler işlenip düzülýär: autoantitelalaryň sintrezini bökdeýän gormonlary ulanmak, T-limfositleri goýbermek.

Erkin radikallaryň toplanmagy nazaryýetinden ugur alyp, bu birleşmeleri baglaýan himiki maddalary ulanmaga synanyşyk edilýär. Şeýle täsir retinol (wit. A), askorbin turşusy (wit. C), tokoferol (wit. E) vitaminlerde bolýar. Birnäçe derman serişdeleriniň nerw ulgamynyň işini kadalaşdyrýandygy mälimdir. Muňa şu ugurdan A.W.Anuçiniň (1958 ý.) bromidleri wagtal-wagtal goýberip, ak alakalaryň ömrüni uzaldyp geçiren barlaglary gyzyklanma döredýär. Häzirki döwürde haýwanlaryň ömrüniň dowamlylygyna eksperimental täsir etmek ähtimallygy barada ygtybarly maglumatlar bar.



Meseläni işläp düzmäni dowam etdirip, garramaklyk hadysasynyň mehanizmini we olara täsir etmeklikligi öwrenmeklik adam ömrüniň dowamlylygyny uzaltmaga kömek eder. Şol esasyda haýwanlarda geçirilen tejribede alnan maglumatlary adamlarda mehaniki ekstrapolirlemek gadagandyr.

Ylymda gazanylan üstünlikler käbir tebigy iýmit önümleriniň (süýji bolgar burçy, sarymsak, kelem, aýy gyzyly burç we ş.m.) erkin radikallara garşy durmak täsiriniň bardygyny subut etdi.

Gerontologiýanyň esasy maksady diňe bir adam organizminiň diriligni uzaklaşdyrmak däl-de, eýsem işjeň uzak ýaşasýyny, özüni oňat duýşuny we zähmete ukyplylygyny gazanmakdyr. Mesele diňe bir biologiki esasyda däl, eýsem, adam üçin uly ähmiýeti bolan syýasy şertleri hem göz önünde tutulyp, çözülmelidir.

**Syýasy şertleriň we önüni alyş lukmançylygynyň adamyň uzak ýaşamagyndaky orny.** Adam ömrüniň dowamlylygy köp derejede syýasy şertlere baglydyr. Muňa adamzat taryhynyň dürli döwürlerinde ömrüň ortaça dowamlylygynyň düýpli üýtgeşip duranlygy güwä geçýär. Muňa garamazdan, soňky birnäçe müň ýyllyklarda şol bir tebigy şertler täsir etse-de, adamyň özi üýtgemedi. Ilkidurmuş jemgyýeti ilki gurlanda zähmet paýlanyşygy fiziologiki esasyda ýerine ýetirildi. Garrylyk ýaşyna ýeten ýek-tük adamlar fiziki güýçde we çalasynlykda ýaşlardan asgyn gelipdirler we olar goldawsyz galypdyrlar (hat-da ýok hem edilipdirler). Demirgazygyň ýowuz şertlerinde käbir çarwa halklarda şeýle döp uzak wagtlaý saklanyp galypdyr. Garry adamlaryň ýagdaýy sosiologlar tarapyndan jemgyýetiň syýasy kämilliginiň görkezijisi hökmünde seredilýär.

Zähmet işjeňligi ösdügiçe tebigat bilen hemişe göreşmegiň şertlerinde diňe bir fiziki güýç däl, garrylaryň tejribesi, emelleri, toplan bilimleri gerek bolup başlaýar. Olaryň jemgyýetdäki orny ýokarydyr, garrylar ýaşlara halypaçylyk edip, öz toplan tejribelerini we zähmet ukypalaryny öwredýärler.

Gul eýeçilik döwründe gullaryň agramly bölegi garrylyk döwrüne çenli ýaşap bilmändirler. Orta asyrlarda ömrüň dowamlylygy gul eýeçilikdäkidən kän tapawutlanmandyr we 20-den 30 ýaş araly-



gynda bolupdyr. Daýhanlar garrylyk döwrüne çenli ýaşaýsalar, diňe maşgalasynyň kömegine bil baglamaly bolupdyrlar.

Jemgyýetiň ösmegi we hususyýetçiligiň täze görnüşleriniň ýüze çykmagy bilen adamyň ömrüniň dowamlylygy we onuň jemgyýetdäki orny gowulaşyp başlady.

Garaşsyz, baky Bitarap ýurdumyzda hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň tagallalary bilen adamlaryň uzak ýaşamagyny üpjün etmek üçin ähli çäreler durmuşa geçirilýär. Berkarar döwletimiziň bagtyýarlyk döwründe ýaşulularyň sarpasy belent tutulýar. Parasatly gojalarymyz, ak ýürekli enelerimiz biziň ýaşayşymyzyň diregidir. Hormatly Prezidentimiz ýaşuly nesliň wekilleriniň hiç zada mätäçlik çekmezligi, wagtynyň hoş geçmegi, gowy dynç almagy, jemgyýetçilik işine işjeň gatnaşmagy üçin köp tagallary edýär.

**Ölüm şahsyýetiň indiwiidual ösüşiniň tamamlanmagydyr.** Ölüm – her bir organizmiň ýaşayşynyň tamamlanýan döwrüdür. Ölümiň gutulgysyzlygy ýaşayşyň gapma-garşylykly esasyndan gelip çykýar.

Ýaşayş işjeňliginiň netijesinde organizmde öýjükleriň ölüp gitmesi we dikelmesi hemişe yzygiderli bolup geçýär. Eger organizmiň madda çalşygy we daşky gurşaw bilen sazlaşygy bozulsa, adam ölýär. Ölümiň sebäbi zor bilen ýaşayşy kesýän barha artyp barýan garrylykdaky üýtgemeler, patologikli hadysa ýa-da daşky gurşawyň täsir etmegi bolup biler.

Bir öýjükli organizmlerde ösüş iki ýol bilen gutaryp biler. Birinjiden daşky gurşawyň täsir etmegi onuň heläk bolmagyna – ölüme getirip biler. Ikinjiden, aýrybaşga ösüşiniň tamamlanmagy netijesinde bir öýjüklilerden täze bölünip aýrylan öýjükleriň emele gelmegine getirýän bölünme başlanýar. Soňky ýagdaýda biriniň aýrybaşga ömrüniň tamamlanmagy, wagt boýunça beýleki zyndaky nesilleriň ýaşap başlaýan wagty bilen gabat gelýär. Ýer yüzünde ýaşayş üçin, onuň aýratyn diskret birlikligi – aýrybaşga bolmagy häsiýetlidir. Olaryň her biriniň müdimilik däldigi, görnüşiň dowamatyny dowam edýän, ýaşayşyň şeýle wajyp häsiýeti bolan köpelme bilen sazlanýar.



Has ösen süýdemdirijilerde we adamlarda fiziologiki (tebigy) garramaklygyň, lagşamaklygyň netijesinde bolýan we patologiki (biwagt), organizmiň näsaglamagy, ýaşaýyş üçin wajyp agzalaryň zeperlenmegi bilen ýüze çykýan ölümü tapawutlandyrýarlar. Biwagt ölüm betbagtçylykly ýagdaýlarda-da bolup bilýär.

**Kliniki we biologiki ölüm.** Has ösen köp öýjükli organizmlerde ölüm bir pursatda bolýan ýagdaý däl. Hadysany kliniki we biologiki ölüm diýip iki topara bölýärler. Kliniki ölümiň alamaty ýaşaýyş üçin wajyp işjeňlikleriň bes edilmegine aýdylýar (huşundan gitmek, ýürek urgusynyň we dem alşynyň kesilmegi). Ýöne şol wagt aglaban organlar entek diri bolýar, olarda henizem täzelenme hadysalary gidip dur, olaryň metabolizmi entek tertipli. Öz-özünü täzelemegiň togtamagy bilen baglanyşykly biologiki ölüm kem-kemden gelýär. Himiki hadysalaryň tertibi bozulyp başlaýar, öýjüklerde bolsa autoliz (öz-özünü iýmek) we dargamak bolup geçýär. Hadysalar dürli organlarda birmeňzeş tizlikde bolup geçenok, ol dokumalaryň kislorodyň ýetmezçiligine bolan duýgurlygy bilen kesgitlenýär. Kelle beýni çanaklarynyň bardasynyň nerw öýjükleri iň duýgur hasaplanýar. Olarda nekrotiki üýtgemeler 5-6 minutdan soň geçip başlaýar. Dem alşyň we gan aýlanyşyň has uzak kesilmesinde beýni çanagynyň öýjüklerinde yzyna öwrüp bolmaýan üýtgemeler bolup geçýär. Käbir näsaglara şundan soň ýürek işjeňligini, dem alşy we beýleki işjeňlikleri dikeltmek başardýar, ýöne aň dikelmeýär. Kliniki ölümü uzaltmak maksady bilen organizmiň umumy sowadylmasyny ulanýarlar. Gipotermiýa çalşyk hadysalaryny haýalladyp, kislorod açlygyna bolan ýokary durnuklylygy üpjün edýär.

Şeýdip, itlerde bedeniň temperaturasy 24–26° peseldilende kliniki ölümiň dowamlylygy bir sagada çenli, maýmynlarda bolsa 30 minuta çenli uzalýar. Tejribelerde has-da çuň we dowamly sowatmaklyk mümkin. Gipotermiýanyň klinikada ulanylmagy diýseň amatly. Käbir agyr hirurgiki operasiýalar gipotermiýa şertlerinde geçirilýär.

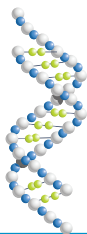
**Organizmi direltmek (reanimirmek) we onuň lukmançylyk amalyýetindäki ähmiýeti.** Ölüm hadysasynyň öwrenilmegi ýaşaýyşyň we ölümiň arasynda geçiş ýagdaýy – kliniki ölüm bar



diýen netije çykarmaga getirdi, onda ýaşayşyň alamatlary eýýäm seljerilmese-de, dokumalar entek diridir. Şol wagt organizmi ýaşayşa dolap getirmek mümkinçiligi bolýar. Haýwanlarda netijeli geçirilen tejribeler reanimasiýada ulanylýan usullaryň we enjamlaryň oýlanylyp tapylmagyna esas berdi.

Elbetde, kliniki ölüm ýagdaýyndan ýaşayşa getirmek diňe zerur ýaşayş agzalarynyň zeperlenmedik ýagdaýynda mümkin. Eger ölüm gan ýitirilmeginden, elektrik tok urmagyndan, gark bolmadan we beýleki ýaşayşa zerur organlar bilen baglanyşygy bolmadyk sebäplerden amala aşan bolsa direltmek mümkin. Rakdan, agyr inçe keselden, zeperlenen ýürekden we ş.m. ölümde hem kliniki ölüm bar. Sonuň üçin nazaryýetde (teoriýada) direltme mümkin, ýöne organizm eýýäm şeýle bir keselden zeperlenen we ýaşayşa ukyply däldir. Direltmeklik babatda geçirilen işleriň görkezişi ýaly, ol adamda kliniki ölümden 6–7 minut geçmänkä mümkindir. Şondan soň, eýýäm uly ýarym şarlaryň gabynda dikeldip bolmaýan öwrülişiksiz hadysalar başlaýar.

Hirurgiýanyň döş kapasasynyň ýürek operasiýalaryndaky üstünlikleri uly möçberde reanimasiýa usullarynyň klinika ornaşdyrylmagy bilen baglanyşyklydyr. XX asyrdan kesellerden ölümçiligiň ýokarydygy sebäpli, hirurgiýa etmäge gorkýan operasiýalary indi giň gerim alýar. Reanimasiýa usullary diňe bir hirurgiýada däl, eýsem lukmançylyk amalyýetiniň islendik pudagynda jana howp abanýan ýagdaýlarda ulanylýar.



## III BAP

### GENETIKANYŇ ESASLARY

---

#### **3.1. GENETIKA DERSI, MESELELERI, USULLARY. GENETIKA YLMYNYŇ ESASY DÜŞÜNJELERI**

**Genetika** (grekçe «*genetikos*» – gelip çykyş) – janly bedenleriň hemmesine mahsus bolan neslegeçijilik we üýtgeýjilik häsiýetlerini öwrenýän ylymdyr.

«Genetika» adalgasyny 1905-nji ýylda Betson hödürläpdir.

Genetika ylym hökmünde şu aşakdaky esasy meseleleri çözüär:

1. Dürli bedenlerde: wiruslarda, bakteriýalarda, ösümliklerde, jandarlarda we adamda genetiki maglumatyň saklanylyşynyň usullaryny öwrenýär.
2. Nesle geçýän maglumatyň öýjükleriň we janly bedenleriň bir neslinden beýleki nesline geçirilişiniň usullaryny derňeýär.
3. Şahsy, hususy ösüşiň dowamynda genetiki maglumatyň amala aşyrylyşynyň kanunalaýyklyklaryny hem-de olara ýaşayş gurşawynyň şertleriniň täsirlerini anyklaýar.
4. Zeper ýeten genetiki maglumaty düzetmegiň usullaryny gözläp tapýar.

Genetikanyň ösüş taryhy üç döwre bölünýär:

**I döwür** – 1865–1905-nji ýyllarda Gregor Mendeliň döwründen başlap neslegeçijilik ylmy beden derejesinde öwrenilýär.

**II döwür** – 1905-nji ýyldan başlanýar we nesle geçijiligiň meseleleri öýjük derejesinde öwrenilýär.

**III döwür** – 1940-njy ýyldan şu güne çenli neslegeçijilik molekulýar derejede öwrenilýär.





Genetika ylmynda beýik açyşlara eýe bolan alym Gregor Mendeldir. G.Mendel 1822-nji ýylda doglup, 1884-nji ýylda aradan çykypdyr. G.Mendel dindarçylyk eden adam, Çehiýanyň Brno şäherinde uly ybadathananyň ruhanysy bolupdyr.

Ol 1865-nji ýylda özüniň açyşlary barada tebigaty öwrenijileriň jemgyýetiniň mejlisinde çykyş edipdir we olaryň žurnalynda öz işini çap etdiripdir. Ol geçiren tejribeleriň netijesini ösümlüklerde öwrenipdir. Emma onuň açyşy ünsden düşürilipdir. 1900-nji ýyla çenli G.Mendeliň ylmy işleri bilen hiç bir alym gyzyklanmandyr.

Diňe 1900-nji ýylda bir-birine baglanyşyksyz ýagdaýda Mendel tarapyndan esaslandyrylan kanunalaýyklyklary üç sany alym: gollan-diýaly G.De Friz, germaniýaly K.Korrens we awstriýaly E.Çermak täzedan açypdyrlar.

Şeýlelikde, 1900-nji ýyly genetika ylmynyň ikinji gezek dörän ýyly diýip belläp bolýar.

1909-njy ýylda daniýaly alym Iogansen tarapyndan nesle geçijiligiň birligi bolan **gen** tapylypdyr we ol ony nesle geçijiligiň we üýtgeýjiligiň birligi hökmünde 1909-njy ýylda ylmy jemgyýetçilige hödürlepdir.

1911-nji ýylda T.Morgan öz okuwçylary bilen bilelikde tejribe geçirip, nesle geçijiligiň birligi bolan genleriň hromosomlar bilen arabaglanyşygyny öwrenip, nesle geçijiligiň hromosom taglymatyny yglan edipdir.

1933-nji ýylda Tomas Hant Morgan hromosomlaryň ýerine ýetirýän işini we hromosomlaryň nesil baradaky maglumatlary görerijisidigini öwrenenligi üçin Nobel baýragyny alýar.

1925–1927-nji ýyllarda russiýaly alymlary G.A.Nadson, G.S.Filipow, I.A.Rappoport we daşary ýurtly alymlar G.Meller, L.Stadler ylmy-barlag işlerinde rentgen şöhlesiniň, himiki birleşmeleriň täsirinde geniň üýtgeýändigini (mutasiýany) öwrendiler.

Dž.Uotson, F.Krik we M.Uilkins (1953 ý.) bedeniň nesle geçijiliginde nuklein kislotalarynyň ýerine ýetirýän işini we olaryň gurluşyny öwrenipdirler.



### **3.2. NESLE GEÇIJILIGIŇ KANUNALAÝYKLYKLARY**

Nesle geçijiligiň kanunalaýyklygynyň alamatlarynyň nesilden-nesle geçýändigini ilkinji bolup Gregor Mendel tassyklapdyr.

G.Mendel öz tejribelerinde çaknyşdyrma usulyny ulanypdyr. Mendeliň çaknyşdyrma (tohumlandyрма) usuly öňkülerden üýtgeşik bolupdyr. Çaknyşdyrmak üçin ol nohudy saýlap alypdyr.

1) Mendel özünden öňki alymlardan tapawutlylykda, haýsy hem bolsa bir alamatyň nesilden-nesle geçijiligini yzarlapdyr.

2) Alamatlaryň ýüze çykyşyny öwrenende Mendel olaryň diňe ilkinji nesilde ýüze çykyşyny yzarlamak bilen kanagatlanmandyr. Şol alamatlaryň ýüze çykyşyny ol soňky nesillerde hem barlapdyr.

3) Mendel öz tejribesinde hasaplamak usulyny, ýagny öwrenilýän alamatlaryň geljekki nesillerde nähili gatnaşykda ýüze çykýandygyny ulanypdyr we ony yzarlapdyr.

#### **Nesle geçijiligiň G.Mendel tarapyndan öwrenilişiň aýratynlyklary:**

1) G.Mendel çaknyşdyrma usulyny ulanypdyr.

2) G.Mendel bir alamatyň (meselem, reňkiň) ýa-da bir alamaty esaslandyran bir jübüt garşylykly alamatyň (meselem, sary-ýaşyl) nesle geçijiligini öwrenipdir.

3) G.Mendel garşylykly alamatlar boýunça arassa nesil alypdyr, soňra bolsa olary çaknyşdyrypdyr.

4) G.Mendel öwrenýän alamatynyň nesle geçijiligini diňe bir nesliň dowamynda öwrenmän, birnäçe nesliň dowamynda yzarlapdyr.

5) G.Mendel nesle geçijiligini öwrenýän alamatynyň her nesilde nähili gatnaşykda ýüze çykýandygyny hem hasaplapdyr, ýagny geçiren tejribesinde hasaplamak usulyny ulanypdyr.

Usullar:

1) çaknyşdyrma;

2) bir ýa-da bir alamaty kesgitleýän garşylykly alamat;

3) arassa nesil;

4) birnäçe nesliň dowamynda öwrenmek;

5) hasaplamak usul bilen öwrenmek.



**Neslegeçijilik** – janly bedenleriň öz alamatlaryny we ösüş aýratynlyklaryny geljekki nesillere bermek häsiýetidir.

**Üýtgeýjilik** – janly bedeniň käbir alamatlaryny ýitmek ýa-da täze alamatlary ýüze çykarmak ukybydyr. Bu ýerde bir görnüşli bedenleriň arasyndaky üýtgeýjilik göz önünde tutulýar. Üýtgeýjiligiň esasynda uýgunlaşma durýar, ol daşky gurşawyň şertleri bilen kesgitlenýär.

Fransuz alymy, botanik Bonýe 120-ä golaý görnüşe degişli ösümlüklerde tejribe geçiripdi. Meselem, ol bir ösümligiň kökünü alyp, iki deň bölege bölüpdir. Onuň bir bölegini tekiz meýdanda, gowy şertlerde ekipdir, ondan iri ýaprakly, uzyn baldakly ösümlük ýetişdiripdir. Kökün beýleki ýarty bölegini dagda ekipdir we ondan ownuk ýaprakly, gysga baldakly ösümlük ösüpdir. Muňa garamazdan, olaryň ikisinde-de neslegeçijilik birmeňzeşdir. Diýmek, neslegeçijilik we üýtgeýjilik janly bedenleriň garşylykly, emma baglanyşykly iki häsiýetleridir.

**Gen** – bu DNK-nyň molekulasyň (ýa-da hromosomyň) kesgitli kesimi bolup, aýratyn alamaty kesgitleýän bölegidir.

Ähli daşky we içki alamatlaryň jemine **fenotip** diýilýär.

Bir janly bedeniň ähli genleriniň jemine **genotip** diýilýär.

**Genotip** – bu janly bedeniň nesil yzarlaýan ähli başlangyçlarynyň (genleriniň) jemidir.

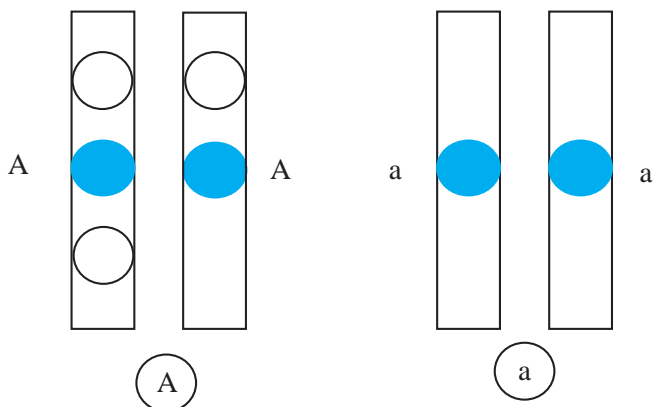
Genotip diýlip ähli neslegeçijilik şertleriniň toplumyna ýa-da ähli ene-atalardan alnan genleriň toplumyna aýdylýar.

Her bir alamat daşyndan göräýmäge ýönekeý ýaly bolsa-da, köpsanly we çylşyrymly biohimiki hadysalar bilen kesgitlenýär.

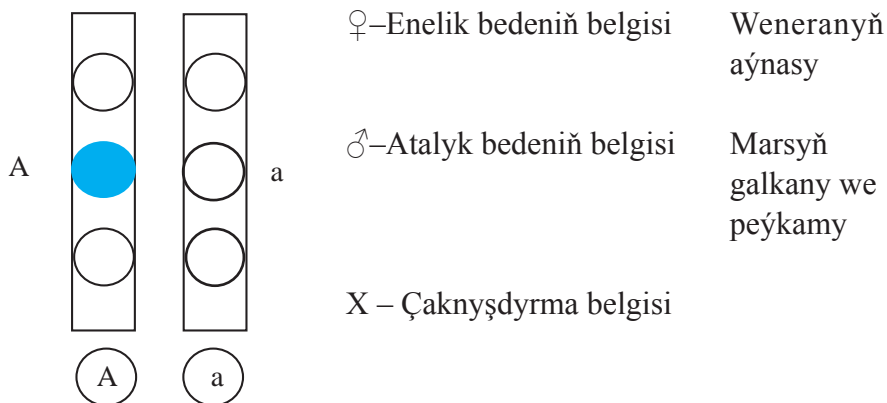
**Fenotip** janly bedeniň (daşky we içki) alamatlarynyň jemi bolup, genotipiň daşky gurşaw bilen özara täsiri netijesinde ösüp ýetişýär. **Fenotip** bu genotipiň anyk şertlerde amala aşyrylmagynyň aýratyn ýagdaýydyr. Şol bir alamatyň garşylykly dürli ýagdaýlaryny kesgitleýän ýa-da şol bir alamatyň birmeňzeş ýa-da dürli ýagdaýlaryny kesgitleýän we gomologik hromosomlaryň birmeňzeş lokuslarynda ýerleşýän genlere **allel genler** diýilýär (grekçe «*allelon*» – özara, iki taraplaýyn).



Eger gomologiki hromosomlaryň ikisinde-de birmeňzeş allel (izoallel) genler ýerleşýän bolsa, onda şeýle janly bedene **gomozigot beden** diýilýär we ol gametalaryň diňe bir görnüşini berýär (latynça «*gomo*» – deň, birmeňzeş).



Eger allel genler dürli bolsa, onda şeýle janly bedene bu alamat boýunça **geterozigot** diýilýär, ol gametalaryň iki görnüşini emele getirýär (latynça «*getero*» – dürli).



Dominant ýa-da üstün çykýan alamat baş harp bilen bellenýär.

Resessiw ýa-da basylýan alamat setir harp bilen bellenýär.

Ösümliklerde we jandarlarda çaknyşdyrma, köpeltmek belgisi X bilen aňladylýar. Adamlarda şol belgi bilen nika aňladylýar. Ilki aýal



jynsy aňladýan belgini, soňra erkek jynsy aňladýan belgini goýmak kabul edilendir.

P – *parents* – ene-ata.

F<sub>1</sub> – *filli* – çaga, birinji nesil.

F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> we şuna meňzeşler – soňky nesiller.

G.Mendel sary reňkli (A) we ýaşyl reňkli nohudy (a) çaknyşdyranda ulanypdyr.

**Gameta** – (grekçe «*gamete*» – aýal, «*gametes*» – är) – hromosomlaryň gaploid (ýeke-täk) toplумы bolan jyns öýjügidir. Gametalar nesil maglumatynyň ene-atalardan nesillere geçirilmegini üpjün edýärler.

Çaknyşdyrylýan janly bedenler bir alamat boýunça tapawutlanýan bolsa, oňa *monogibrid çaknyşdyrylma* diýilýär. Eger-de 2 alamat boýunça çaknyşdyrylýan bolsa, oňa *digibrid çaknyşdyrylma* diýilýär. Iki alamatdan köp bolan ýagdaýda oňa *poligibrid çaknyşdyrylma* diýilýär.

Gaploid toplumda ýerleşýän genleriň jemine *genom* diýilýär.

Bedenleriň beden öýjükleriniň düzümi diploid (jübüt) toplumdan ybarat, jyns öýjükleri, ýagny gametalar bolsa gaploid (ýeke-täk) toplumdan ybaratdyr.

Gomologiki hromosomlar ululyklary, daşky görnüşleri, düzümi boýunça birmeňzeş, ýöne gelip çykyşy boýunça dürli, ýagny biri – atadan, beýlekisi – eneden bolan hromosomlardyr.

Dominant alamat (latynça «*dominans*» – agalyk ediji, güýçli, üstün çykýan) – beýleki allelleriň ýüze çykmagyny basýan alamat, latyn elipbiýiniň baş harpy bilen aňladylýar.

Resessiw alamat (latynça «*recessus*» – yza çekilme) ol diňe gomozigot ýagdaýda ýüze çykýar; latyn elipbiýiniň setir harpy bilen aňladylýar: aa; bb; cc.

### 3.3. MONOGIBRID ÇAKNYŞDYRMA. G.MENDELIŇ BIRINJI WE IKINJI KANUNLARY

Neslegeçijilik – janly bedenlere mahsus bolan häsiýetdir, olar öz alamatlaryny nesillere geçirmäge ukyplydyrlar. Nesillerde atalyk we enelik alamatlarynyň utgaşyp ýüze çykmaklygy amala aşyrylýar.



Janly bedenleriň neslegeçijilik häsiýetiniň kanunalaýyklyklaryny ilkinji bolup çeh alymy Iogan Gregor Mendel esaslandyrypdyr. G.Mendel janly bedenleriň nesle geçijiligini öwrenmek üçin çaknyşdyrma usulyny, ýagny jynsly köpelişi ulanypdyr. Öz döwrüniň ylmynyň ösüş derejesiniň pesligine baglylykda, G.Mendel nesil şertini haýsy hem bolsa bir başlangyç bilen baglanyşdyryp bil-mändir. G.Mendel çaknyşdyrma usulynyň aýratynlyklary:

1) G.Mendel nesle geçijiligi öwrenen beýleki alymlardan tapawutlylykda bir jübüt garşylykly (alternatiw) alamatyň (meselem, sary, ýaşyl) nesle geçijiligini öwrenipdir. Beýleki alymlar bolsa bir wagtda alamatlaryň köp görnüşiniň birnäçesiniň nesle geçijiligini öwrenjek bolupdyrlar. Bu bolsa belli bir kanunalaýyklygy ýüze çykarmaga mümkinçilik bermändir.

2) G.Mendel garşylykly alamatlary çaknyşdymazyndan öňürti, şol alamatlar boýunça arassa nesil alypdyr, soňra çaknyşdyrypdyr.

3) G.Mendel öwrenýän alamatynyň nesle geçijiligini diňe bir nesliň dowamynda öwrenmän, birnäçe nesliň dowamynda yzarlapdyr.

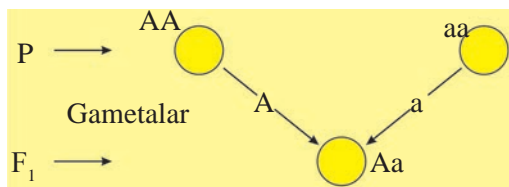
4) G.Mendel nesle geçijiligini öwrenýän alamatynyň her nesilde nähili gatnaşykda ýüze çykýanlygyny hem hasaplapdyr.

**Bir alamatyň ýa-da bir jübüt garşylykly-alternatiw alamatlaryň nesle geçijiligini öwrenmek üçin geçirilýän çaknyşdyrma monogibrid çaknyşdyrma diýilýär.** Meselem, sary nohut bilen ýaşyl nohudyň çaknyşdyrylmagy. Şeýle çaknyşdymada reňk bir alamat bolup, sary bilen ýaşyl bolsa bir jübüt garşylykly alamatdyr.

$$\begin{array}{rcccl}
 P & AA & \times & aa & \\
 G & \textcircled{A} & & \textcircled{a} & \\
 F_1 & Aa & - & 100\% & 
 \end{array}$$

Gametalaryň täklik kanunyňa laýyklykda, her gameta allelleriň jübütinden bir gen düşýär (44-nji surat). Tohumlaryň sary reňkiniň geni ýaşyly doly basýar, ýagny dominirleýär, şonuň üçin birinji nesliň hemmesi meňzeş sary reňkli bolýar.

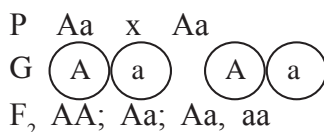
**Mendeliň birinji kanuny: alternatiw (alamatlaryň dürli ýagdaýlaryny kesgitleýän ýa-da garşylykly) alamatlaryň bir jübüti**



44-nji surat. Monogibrid çaknyşdyrma

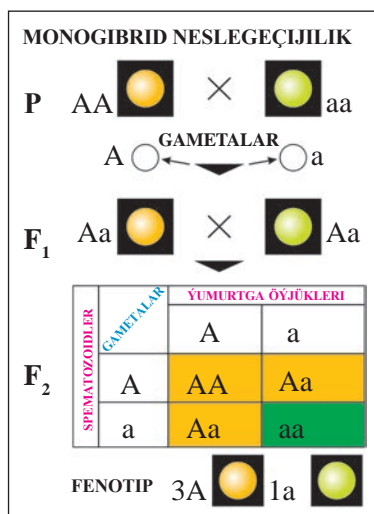
**boýunça tapawutlanýan gomozigot bedenler çaknyşdyrylanda birinji nesliň gibrideri fenotip boýunça hem, genotip boýunça hem birmeňzeş bolýar.**

Birinji nesliň gibrideri öz aralarynda çaknyşdyrylanda dargama bolýar:



Fenotip boýunça 3:1; genotip boýunça 1:2:1

**Mendeliň ikinji kanuny (ikinci nesliň gibrideriniň dargama kanuny): ikinji nesliň gibrideri fenotip boýunça 3:1 (3 bölek sary we 1 bölek ýaşyl) genotip boýunça bolsa 1:2:1 gatnaşykda dargayarlar (45-nji surat).**



45-nji surat. G.Mendeliň I we II kanunlary





### 3.4. DIGIBRID ÇAKNYŞDYRYLMA. G.MENDELIŇ ÜÇÜNJI KANUNY

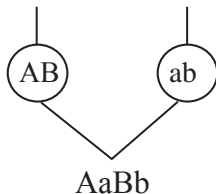
Iki jübüt garşylykly alamatlar boýunça tapawutlanýan bedenleriň çaknyşdyrylmagyna **digibrid çaknyşdyrma** diýilýär.

Meselem: nohudyň reňki we şekili boýunça tapawutlanýan tohumlaryny çaknyşdyrmak – sary ýylmanak we ýaşyl ýygirt tohumlary çaknyşdyrma muňa mysal bolup bilýär.

Digibrid çaknyşdyrmada allel genler bir harp bilen (baş we se-tir), allel däller bolsa başga harp bilen belgilenýär. Meselem, nohudyň sary renkiniň geni **A** bolsa, onuň alleli – ýaşyl reňkiň geni **a** bilen belgilenýär. Allel bolmadyk nohudyň ýylmanak we ýygirtly görnüşiniň genleri **B** we **b** bilen belgilenýär.

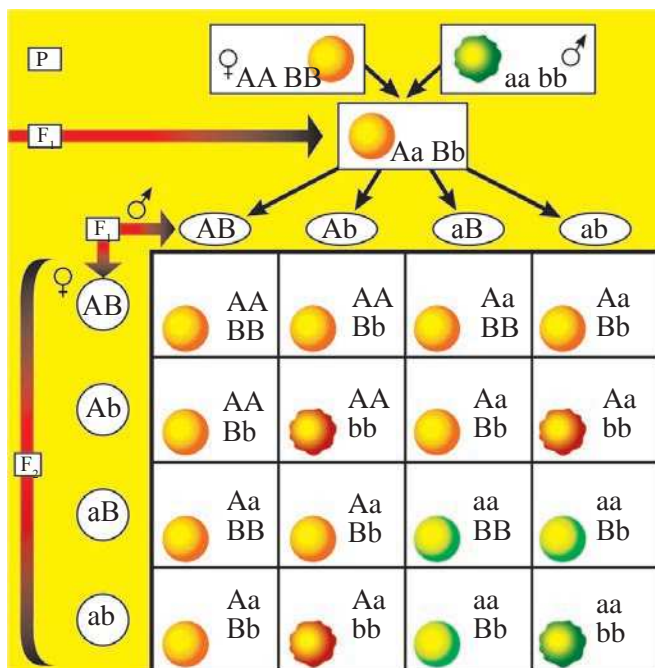
Alamat	Gen
Sary	A
Ýaşyl	a
Tekiz	B
Ýygirtly	b

P ♀ A A B B x ♂ a a b b



Sary ýylmanak we ýaşyl ýygirt nohut çaknyşdyrylanda  $F_1$  birmeň-zeş bolýar ( $AaBb$ ),  $F_1$ -iň gibridleriniň özara çaknyşdyrylanda fenotip boýun-ça  $9AB:3Ab:3aB:1ab$  gatnaşykda dargama ýüze çykýar.

Şu digibrid çaknyşdyrmada başlangyç bedenlerde ene-atada ala-matlar kesgitli utgaşýardy, ýagny sary ýylmanak we ýaşyl ýygirtly.  $F_2$  nesliň gibridlerinde alamatlaryň täze, ýagny ene-atalardakydan başga utgaşmasy emele gelýär, meselem, sary ýygirt  $Ab$ , ýaşyl ýylmanak  $aB$  nohutlar ýüze çykýar. Bu bolsa nohudyň reňkiniň onuň görnüşine bagly bolman, nesle geçýändigini aňladýar (46-njy surat).



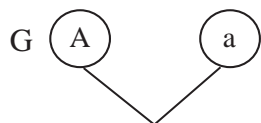
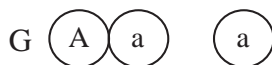
**46-njy surat.** Digibrid çaknyşdyrmada nohut tohumlarynyň reňkiniň we daşky görnüşiniň nesil yzarlamasy. Pennetiň gözenegi

Mendeliň üçünjü kanuny: 2 jübüt garşylykly alamatlar boýunça tapawutlanýan gomozigot bedenler çaknyşdyrylanda  $F_2$  nesilde alamatlar biri-birine bagly bolmazdan nesle geçýär we dürli utgaşmalary emele getirýär.

Birnäçe alamatlar hasaba alynýan çaknyşdyrmalara **poligibrid** çaknyşdyrmalar diýilýär.

### DERÑEÝJI ÇAKNYŞDYRMA

Dominant alamatly enelik-atalyk bedenleriň gomo ýa-da geterozigotdygyny bilmeklik üçin haýwanlarda, ösümlüklerde derñeýji çaknyşdyrma ulanylýar. Munuň üçin, genotipini kesgitlemeli dominant alamatly janly bedeni resessiw alamatly janly beden bilen çaknyşdyrmaly. Şonda emele gelýän nesil 100% meňzeş bolsa, onda dominant alamatly ene-ata gomozigotadur, eger-de 1:1 gatnaşykda dargama bolsa, ol geterozigot bedendir.


 $P_{\text{♀}} \quad AA \quad \times \quad \text{♂} \quad aa$ 

 $F_1 \quad Aa$ 
 $P_{\text{♀}} \quad Aa \quad \times \quad \text{♂} \quad aa$ 

 $F_1 \quad Aa; \quad aa$   
 $50\% : 50\%$ 

### 3.5. GEN NESLE GEÇIJİLİĞİN İŞEJ BİRLİGİDİR

Belok molekulasy bir ýa-da birnäçe polimer zynjyrlardan ybarat bolýar. Belogyň sintezi üçin galyp (matrisa) hökmünde peýda bolýan DNK-nyň bir bölegi **gen** diýlip atlandyrylýar.

Gen grekçe «*genos*» – gelip çykyş diýmekligi aňladýar. DNK-da saklanýan maglumata **genetiki maglumat** diýilýär.

XIX asyrdan geniniň tebigaty kesgitlenip bilinmändir, ýöne 1874-nji ýylda mitozy ösümlüklerde we 1878-nji ýylda bolsa haýwan öýjüklerinde açýarlar.

Şol döwürde meýozyň netijesinde hromosomlaryň sanynyň azalýandygyny belläpdirler. Şunuň esasynda alymlar **neslegeçijilik birliginiň ýörite bir gurluş görnüşinde bolýandygyny belläpdirler.**

Amerikan alymy Tomas Morgan 1911-nji ýylda nesle geçijiligiň hromosom taglymatyny hödürleýdi. T.Morgan we onuň şagirtleri genleriň hromosomda göni çyzyk tertibinde ýerleşdirýändigini ilkinji bolup beýan edipdirler.

1925–1928-nji ýyllarda rus alymlary G.S.Filipow, G.A.Nadson ylmy-barlag işlerinde rentgen şöhlesiniň geniniň himiki düzümini üýtgedýändigini (mutasiýa ýüze çykarýandygyny) açypdyrlar. 1928-nji ýylda N.K.Kolsow «Genler himiki maddalardan durýar we ol maddalar öz arasynda baglanyşykly ýagdaýda bolýar» diýen pikiri aýdypdyr. Ol ilkinji gezek nesle geçijiligiň kanunalaýyklygyny molekulýar derejesinde öwrenipdir. 1953-nji ýylda Krik, Uotsan we Uilkins DNK ikileýin işilen zynjyr görnüşinde bolýar diýip belläpdirler. 1955-nji ýylda amerikan genetigi Benzer gene «sistron» diýip at beripdir we şondan bäri bu adalga häzirki zaman ylmy edebiýatlarda giňden ulanylýar.



Gen nesil maglumatyny saklaýan birlik bolup, onuň düzümine DNK girýär. Makromolekulalaryň sintezine jogap berýän gen ýüzlerçe ýa-da münlerçe nukleotidlerden ybarat. Özleriniň ölçeginiň ululygyna garamazdan, genleri görüp bolmaýar. Olaryň barlygy alamatlaryň ýüze çykyşy boýunça kesgitlenýär. Genler nesilden-nesle üýtgeşsiz geçýär. Geniň üýtgemegi diňe mutasiýanyň netijesinde bolup bilýär. Emma genleriň öz alamatlaryny ýüze çykaryş derejesi daşky gurşawyň şertlerine bagly bolýar. Şeýlelikde, fenotip we genotip daşky gurşawyň şertlerine bagly bolýar. Kesgitli ýaşayyş şertlerinde alamaty ýüze çykaryp bilmek ukyby nesilden-nesle geçýär. Bir gen janly bedeniň wajyp hadysalaryna gatnaşýan bir belogyň gurluşyny (meselem, ferment işjeňligini) kesgitleýär. Haýsy hem bolsa bir alamatyň ýüze çykmagy fermentleriň kömegi bilen amala aşýan beloklaryň sintezi ýa-da ýaşayyş üçin wajyp hadysalaryň sazlaşykly geçmegi netijesinde amala aşýar. Gen daşky gurşawyň täsiriniň netijesinde alamatlary ýüze çykarýar. Gen üýtgäp bilýär, geniň üýtgemegi netijesinde täze utgaşmalar emele gelýär (başga bir gene özgerip bilýär) we ol genleriň **alleleridigini** alymlar bilipdirler ýa-da şol geniň başga görnüşini **alleller** diýip atlandyrypdyrlar.

Geniň mutasiýasy netijesinde geniň gurluşy üýtgeýär, täze utgaşmalar emele gelýär. Gen özüni:

- 1) işjeň birlik ýa-da bir işi ýerine ýetirýän birlik;
- 2) mutasion birlik – üýtgäp bilýän birlik;
- 3) rekombinasion birlik – bölegini çalşyp bilýän birlik hökmünde alnýar.

Gen rekombinasiýasynda gen tutuş çalyşman, onda onuň belli bir kiçi böleginiň çalyşmagy mümkin. Geçen asyryň 20-nji ýyllaryna çenli gen bölünmeýän in kiçi gurluş bölejikleri diýlip hasaplanypdyr. 1920-nji ýyldan soň sowet alymlary Serebrýakowskiý we Dubinin gen bölünýär diýen netijä gelipdirler. Geniň içindäki in kiçi üýtgeýjilik birligine **muton** diýilýär. Muton bir ýa-da iki sany nukleotidleriň çäginde bolup geçýän üýtgeýjiligidir.

Mutonyň sebäplerine:

- 1) nukleotidleriň ýeriniň çalyşmagy;



2) haýsy hem bolsa bir nukleotidleriň ýitmegi netijesinde nukleotidleriň yzygiderliginiň bozulmagy;

3) nukleotidleriň himiki düzüminiň üýtgemegi degişlidir.

Belogyň sinteziniň genetiki gözegçiliginiň çyzgysy **operon gipotezasy** adyny alýar. Ony fransuz genetikleri F.Žakob we Ž.Mono 1961-nji ýylda teklipe edipdirler.

Genler ýerine ýetirýän işleri boýunça birmeňzeş dälidirler:

1) sazlaýjy gen (funksional ýa-da işjeň gen) – gurluş genleriniň işjeňliklerine täsir edýärler, gurluş genleriniň alamatlarynyň ýüze çykyşyna gözegçilik edýärler;

2) **promator gen** – polimeraza fermentiniň ýerleşýän ýeri. Şol ýerden transkripsiýa hadysasy başlanýar;

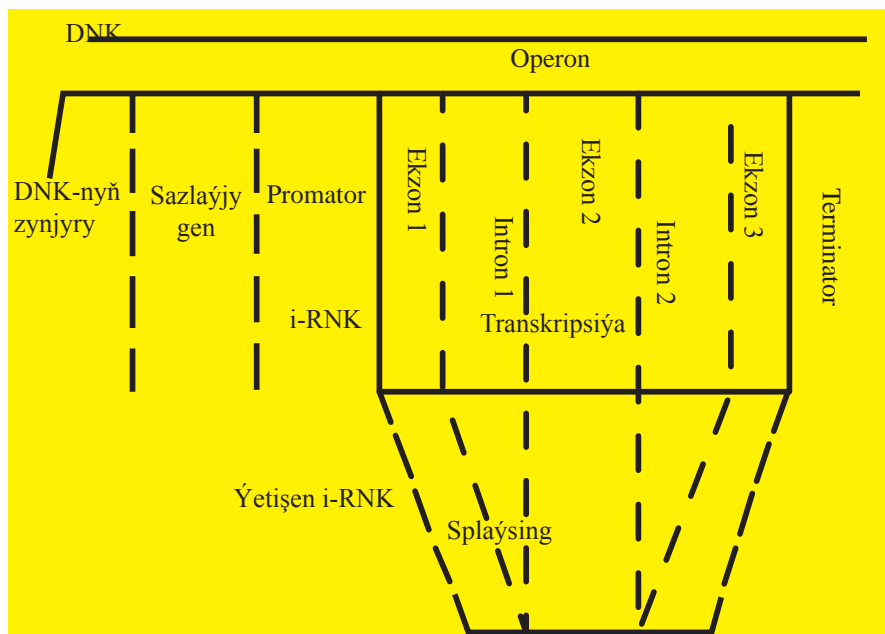
3) **operator gen** – DNK-nyň ýörite bir bölegi bolup, ondan RNK-nyň sintezi başlanýar. Operator gen – promatoryň we gurluş genleriniň arasynda ýerleşýär. Operator – latynça *operator* – işgär, ýerine ýetiriji diýmegi aňladýar;

4) **gurluş geni** – nukleotidleriň kesgitli yzygiderlikde ýerleşmegi netijesinde emele gelýär we alamatlaryň ýüze çykmagyna jogap berýär. Olar özünde belok-ferment molekulasynda aminokislotalaryň ýerleşişleri barada maglumatlary saklaýarlar.

Gurluş bölümi üznüklü ýagdaýda bolýar (47-nji surat). Ol nukleotidleriň belli bir yzygiderlikde ýerleşýän 2 görnüşinden ybaratdyr:

1) **ekzonlar – beloklaryň gurluşy barada maglumat saklaýan DNK-nyň bir bölegi.** Saklanýan maglumat – i-RNK göçürilýär.

2) **intronlar – beloklar barada maglumat saklamaýarlar we i-RNK-nyň düzümine girmeyärler.** Sebäbi transkripsiýa geçenden soň ýörite fermentleriň gatnaşmagynda intronlar sintezlenen i-RNK-nyň düzüminden kesilip aýrylýarlar. Ekzonlar bolsa ýörite fermentleriň täsiri netijesinde öz aralarynda biri-biri bilen DNK-da ýerleşen yzygiderligi boýunça sepleşýärler. Bu hadysa *spleýsing* diýlip atlandyrylýar. Netijede, beloklaryň sintezine gatnaşmaga taýýar, ýetişen i-RNK döreýär. Belogyň sinteziniň gözegçiliginiň çyzgysyny – operon ulgamynyň gurluşyny fransuz genetikleri Fransua Jakob, Mişel Lwow, Žak Mono 1961-nji ýylda teklipe edipdirler.



47-nji surat. Kodlanýan DNK-nyň zynjyry

**Operon** – genleriň işjeňligini dolandyrýan ulgamdyr (*operon* – latynça «*operon*» – işleýärin, hereket edýärin diýmek). Ol birnäçe gurluş genlerinden, operator, promator ýaly sazlaýjy ulgamlardan ybaratdyr.

Gen alamaty ýüze çykarýar. Alamatlaryň ýüze çykmagynda 2 häsiýet bar:

1) **Alamatlaryň ýüze çykyş derejesi.** Meselem, bir ösümlükdäki miwe goýy sary, beýleki miwe açyk sary bolup bilýär. Alamatnyň ýüze çykyş derejesine *ekspressiwlik* diýilýär.

2) **Alamatnyň ýüze çykyş mukdar sany, mukdary.** Meselem, kesgitli alamat nesliň hemmesinde ýa-da nesliň käbirlerinde ýüze çykmagy. Nohutda  $F_1$ -de 100%,  $F_2$ -de 25% ýaşyl reňk ýüze çykýar. Alamatlaryň mukdar sanda ýüze çykmagyna *penetrantlyk* diýilýär.

**Ekspressiwlik we perentrantlyk** 1930-njy ýyllarda ylma giri-zildi.



### 3.6. HÄZIRKI ZAMAN HROMOSOM TAGLYMATY

Nesle geçijiligiň iň kiçi düzüm bölejik birligini – geni öwrenmekligiň netijesinde gen taglymaty döredilýär. Şu taglymatyň esasy düzgünleri aşakdakylardan ybaratdyr:

- 1) Gen hromosomda kesgitli ýeri – lokusy eýeleýär.
- 2) Gen (sistron) DNK-nyň molekulasyň bir bölegi hasaplanylýar. Gen nukleotidleriň kesgitli yzygiderligini özünde saklaýar.
- 3) Gen neslegeçijilik maglumatyny saklaýan birlikdir.
- 4) Gurluş genleri beloklaryň sintezini kesgitleýärler.
- 5) Gen nukleotidleriň kesgitli sany we olaryň ýerleşiş tertibi bilen häsiýetlenýär.
- 6) Genotip diskret (aýry-aýry) genlerden ybarat bolmak bilen bir bitewi ulgam hökmünde işleýär. Genlere içki, şeýle-de daşky gurşaw täsir edýär.

### 3.7. GEN INŽENERLIGI

**Gen inženerliginiň wezipeleri.** Biziň biohimiýa, molekulýar biologiýa we genetika baradaky düşüňjelerimiziň häzirki derejesi täze biotehnologiýanyň – gen inženerliginiň, ýagny in vitro (çüýşe gapda) amallary geçirmek arkaly genetiki maglumaty bir organizmden başga bir organizme geçirmäge mümkinçilik berýän usullaryň utgaşdyrylmagynyň mundan beýläk-de üstünlikli ösdüriljekdigine bil baglamaga mümkinçilik berýär. Genleriň başga organizme geçirilmegi görnüşleriň arasyndaky bökdençliklerden geçmäge hem-de haýsy-da bolsa bir organizmiň nesline degişli käbir alamatlaryny başga organizme geçirmäge mümkinçilik döredýär. Gen inženerliginiň maksady kentawrlar (adam-atlar) we suw perileri (adam-balyklary) baradaky toslamalary hakykata öwürmekden ybarat bolman, eýsem-de adamyň käbir beloklaryny senagat möçberlerinde işläp taýýarlamaga ukyply bolan öýjükleri (ilkinji nobatda bakterial öýjükleri) almakdan ybaratdyr. 1980-nji ýyldan başlap, Ýe.koli bakteriýasyndan (içege taýajygyndan) adamyň boýunyň ösüş gormony – somatotropin alnyp ugraldy. Somatotropin 191 aminokislotalardan ybarat bolup durýan





polipeptitiň zynjyrynyň görnüşindedir. Ol gipofizde işlenip taýýarlanýar hem-de adamyň bedeniniň boýuna gözegçilik etmäge mümkinçilik berýär. Onuň ýetmezçilik etmegi adamyň boýunyň gysga bolmagyna getirýär. **Somatotropin** – bu gormonyň ýetmezçilik etmegi sebäpli boýy gysgalykdan ejir çekýän çagalary bejermegiň ýeke-täk serişdesi hasaplanýar. Gen inženerligi entek ösüşe eýe bolmanka, somatotropini jesetlerdäki gipofizlerden bölüp alypdyr. Bakteriýalaryň ýörite gurlan öýjüklerinde sintezirlenen somatotropin artykmaçlyklara eýedir: ony köp möçberde işläp taýýarlamak bolýar, onuň serişdeleri biohimiki taýdan arassa we ýokanç kesellerden saplanan görnüşde diýlip hasaplanýar.

1979-njy ýylda tutuş dünýä boýunça süýji keselinden ejir çekýänleriň 60 millionyndan diňe 4 milliony gandaky we öýjüklerdäki süýjiniň derejesini kadalaşdyrýan aşgazanasty mäziň gormony bolan insulin serişdesini alýardylar. Insulin soýulýan sygyrlaryň we doňuzlaryň aşgazanasty mázlerinden bölüp alýardylar, ýöne munuň özi çylşyrymlydyr we örän gymmat düşýär. 1982-nji ýyldan başlap, bu gormon adamyň insulininiň genini özünde jemleýän Ýe.koli bakteriýalardan senagat möçberinde alnyp ugraldy.

**Plazmidler.** Adamyň genleri bakterial öýjüklere nähili görnüşde girizildi? Özge geni özünde jemleýän rekombinant plazmidleri almak usuly gen inženerliginiň has giňden ýaýran usulyna öwrüldi. Plazmidler jübüt nukleotidleriň birnäçe mün sanysyndan ybarat bolan DNK-nyň iki zynjyrlý molekulasyňyň görnüşindedirler. Esasy bakteriýadan başga, ýagny DNK-nyň molekulasyňyň öýjügendin çykyp gitmeýän her bir bakteriýa (nukleotidleriň 5–106 jübütleri) dürli görnüşdäki plazmidleriň birnäçesinden ybarat bolup biler. Bakteriýa bulary beýleki bakteriýalar bilen çalşyryp durýar. Plazmidler özbaşdak genetiki elementler bolup, DNK-nyň esasy molekulasyňyň hereket edýän wagtyndan başga pursatda bakterial öýjükdä replisirlenýär (ýagny köpeliýär). Öýjükdäki DNK-nyň sähel bölegi plazmidleriň paýyna düşýändigine garamazdan, bular bakteriýalar üçin möhüm bolup durýan we bejeriş häsiýetli genleri özünde jemleýär. Dürli plazmidler antibakterial serişdelere garşy durnukly görnüşdäki dürli genlerden ybaratdyr.



Şeýle serişdeleriň – antibiotikleriň agramly bölegi adamyň we öý hojalygynda saklanýan jandarlaryň birnäçe kesellerini bejermekde derman hökmünde ulanylýar. Dürli plazmidlerden ybarat bolan bakteriýa dürli antibiotiklere, agyr metallaryň duzlaryna garşy durnuklylyga eýe bolýar. Käbir antibiotigiň plazmidleriň bakterial öýjüklerine belli bir derejede täsir eden mahalynda, öýjükleriň şol täsire garşy durnuklylygyny üpjün edýän plazmidler bakteriýalaryň arasynda çalt ýaýrap, olaryň ömrüni uzaldýar. Plazmidleriň gurluşynyň ýönekeýligi hem-de olaryň bakteriýalara aňsatlyk bilen «girmäge we çykmaga» ukyplylygy gen inženerleri tarapyndan has kämil organizmleriň genlerini bakteriýalaryň öýjüklerine girizmek üçin ulanylýar.

1974-nji ýylda ýüze çykarylan fermentler-restriksion endonukleazlar ýa-da restriktazlar gen inženerliginde güýçli gurala öwrüldi. Restriksiýa «çäklendirmek» diýilmegini aňladýar. Bakterial öýjükler restriktazlary özge jisimleri aradan aýyrmak, ilkinji nobatda DNK-ny ýokanç wiruslardan goramak üçin işläp çykarýar. Restriktazlar nukleotitleriň (saýtlar diýlip atlandyrylyp, äşgär edilýän araçäkleriň) belli bir yzygiderliligini äşgär edýär hem-de äşgär edilýän saýtyň merkezinden deň derejedäki aralyklarda DNK-nyň zynjyrlarynda biri-birine gytaklaýyn ýerleşýän simmetriki bölekleri goşýar. Netijede, restriktirlenen DNK-nyň her bir böleginiň ujunda gysga bir zynjyryly «guýruklar», ýagny ýelmeşýän uçlar diýlip atlandyrylýanlar emele gelýär. Bakteriýalaryň dürli görnüşlerinden dürli restriktazlaryň 200-e golaýy bölünip görkezilýär, bular üçin restriksiýanyň saýtlary ýazylandyr.

**Gen inženerliginiň usullary.** DNK-nyň rekombinantly plazmidlerini almak üçin plazmidleriň biri saýlanyp alnan restriktaz arkaly bölünýär. Bakterial öýjüğe goşulmaly geni şonuň ýaly, restriksion endonukleazyň kömegi bilen adamyň hromosomalarynyň DNK-syndan bölüp aýyrýarlar. Şoňa görä-de onuň «ýelmeşýän» uçlary plazmidleriň uçlaryndaky nukleotidleriň yzygiderliligi üçin komplementar derejede bolýar. Ligazanyň fermenti arkaly DNK-nyň iki bölegi (gen we plazmidler) biri-birine «çatylýar». Şonuň netijesinde rekombinantly halka görnüşindäki plazmida emele gelýär we ony



Ýe.koli bakteriýasyna goşýarlar. Şu bakteriýanyň ähli nebereleri **klon** diýlip atlandyrylýar. Olar plazmidlerde özge geni saklaýarlar hem-de şol gen arkaly kodlaşdyrylýan belogy işläp çykarmaga ukyplydyrlar. Şunuň ýaly bakteriýalary almagyň hadysasy **klonlaşdyrmak** diýlip atlandyrylýar, ol yzygiderli tapgyrlardan ybarat bolup durýar:

1. Restriksiýa – adamyň DNK-synyň restriksion endonukleaza (restriktaza) arkaly köpsanly, ýöne uçlary birmeňzeş derejede «ýelmeşýän» dürli bölekler bölünmegini aňladýar. Şol bir restriktaza arkaly plazmidli DNK bölünende-de şunuň ýaly uçlar emele gelýär.

2. Ligirlemek – adamyň DNK-synyň bölekleri ligazanyň fermenti arkaly «ýelmeşýän uçlary çatmak» bilen plazmidlere goşulmagyny aňladýar.

3. Transformasiýa-rekombinantly plazmidleriň ýörite işlenip taýýarlanan bakterial öýjükler goşulmagyny aňladýar. Munuň özi gysga wagtyň dowamynda olaryň üsti bilen makromolekulalaryň geçmegi üçin edilýär, ýöne plazmidler diňe işlenip taýýarlanan bakteriýalaryň bölegine aralaşýar. Transformirlenen bakteriýalar plazmid bilen birlikde, belli bir antibiotige garşy durnuklylyga eýe bolýar. Munuň özi olary şol antibiotikli ýerde ölýän we transformirlenmedik bakteriýalardan bölüp aýyrmaga mümkinçilik berýär. Munuň üçin ilki başda bakteriýalara öýjükler goşulanda, biri-birinden ep-esli derejede daşda durar ýaly görnüşde ýerleşdirip, palçyk görnüşindäki ýymitlendiriji gurşawa (sreda) goşýarlar. Transformirlenen bakteriýalaryň her biri köpeliýär hem-de birnäçe mün sany neberelerinden-klonlardan ybarat toplумы emele getirýär.

4. Skrining – transformirlenen bakteriýalaryň klonlaryň arasynadan adamyň gerekli genini özünde saklaýan plazmidlerden ybarat bolan klonlaryň saýlanyp alynmagyny aňladýar. Munuň üçin bakteriýal toplumlaryň ählisi ýörite filtr bilen örtülýär. Haçanda bu filtr aýrylanda, onda şol toplumlaryň yzlary galýar, çünki her bir klonyň öýjükleriniň bölegi filtre ýelmeşýär. Soňra molekulýar gibrizasiýa geçirilýär. Filtrler radioaktiw taýdan belgilenen zondly garyndyda goýulýar. Zond – munuň özi gerekli geniň komplement ara bölegindäki polinukleotidlerdir. Ol diňe gerekli genden ybarat bolan rekombinant



binantly plazmidler bilen gibridleşdirýär. Gibridleşdirmekden soňra garaňky ýerde filtre rentgen fotoplýonkasy goýulýar we ol birnäçe sagatdan soňra taýýarlanylýar. Zond arkaly radioaktiw taýdan belgilenmegi sebäpli plýonkada dörän ýagty bölekler köpsanly klonlaryň arasynda zerur genli plazmidleri özünde jemleýän transformirlenen bakteriýalary tapmaga mümkinçilik berýär.

Restriktazlaryň kömegi arkaly gerekli geni hemişe dürs kesmek başartmaýar. Genleriň köpüsi şol fermentler arkaly birnäçe bölekler bölünýär, käbir genlerde restriktazalar arkaly ýüze çykarylýan yzygiderlilik ýokdur. Şoňa görä-de, käbir ýagdaýlarda klonirmek hadysasy hromosomlardan DNK-ny tötänlik bilen ýüze çykan böleklerini kesip aýyrmakdan başlanman, zerur geni almak maksady bilen geçirilen iş bilen başlanýar. Munuň üçin adamyň öýjüklerinden şol geniň transkripsion nusgasy bolup durýan i-RNK bölünip aýrylýar hem-de fermentiň – beýleki transkriptazanyň kömegi bilen DNK-nyň oňa komplementar ýagdaýdaky zynjyry sintezirlenýär. Soňra DNK-nyň sintezi mahalynda matrisa hökmünde ulanylan i-RNK DNK-nyň zynjyryna çatylan RNK-nyň zynjyryny gidrolizlemäge ukyply bolan ferment-N RNK-aza arkaly ýok edilýär. DNK-nyň galan zynjyry DNK-nyň ikinji komplementar zynjyryny beýleki tanskriptaza arkaly sintezirmek üçin matrisa hökmünde hyzmat edýär.

DNK-nyň emele gelen goşa spiraly k-DNK (komplementar DNK) diýlip atlandyrylýar. Ol beýleki transkriptaza arkaly ulgama goýberilen i-RNK-ny äşgär etmek üçin ulanylan gene laýyk gelýär. Şunuň ýaly k-DNK plazmida görnüşinde gurulýar, bulara bakteriýalary transformirleýärler hem-de adamyň diňe saýlanyp alnan genlerinden ybarat bolan klonlar döredilýär.

Klonlaşdyrmagyň kömegi arkaly adamyň ýa-da beýleki kämil organizmiň DNK-synyň islendik böleginiň milliondan gowrak nusgalaryny alyp bolýar. Munuň özi klonlaşdyrylan bölegiň ilkişadaky gurluşyny öwrenmäge mümkinçilik berýär hem-de biziň hromosomyň gurluşynyň düzülişine düşünmegimize ýardam edýär. Eger klonlaşdyrylan bölek belogy kodlaşdyrýan bolsa, onda synag hökmünde şol geniň transkripsiýasyny kadalaşdyrýan mehanizmi



öwrenmek bolar hem-de zerur belogy lukmançylyk ýa-da barlag üçin zerur möçberlerde işläp taýýarlamaga mümkinçilik döreýär.

Galyberse-de, haýsy-da bolsa bir organizmiň DNK-synyň klonlaşdyrylan bölegini beýleki organizmiň öýjüklerine goşup bolar. Eýýäm häzirki wagtda ösdürilip ýetişdirilýän käbir ekinlere birnäçe kesellere garşy durmaga ýardam berýän genleri girizmäge synanyşyk edilýär. Çaganyň ata-enesinden miras alan maksatnamasyna goşulyşmaga synanyşyklaryň geçiriljek wagty daşda däl. Çaga heniz enäniň göwresindekä, oňa ýetmezçilik edýän käbir genleri girizmek hem-de şonuň netijesinde adamlary genetiki kesellerden ejir çekmekden halas etmäge mümkinçilik dörär.

Häzirki wagtda adamyň, oba hojalygyndaky käbir mallaryň we ekinleriň DNK-synyň klonlaşdyrylan bölekleri toplanýar. Dürli klonlaryň toplумы klonoteka, genomyň kitaphanasy ýa-da genleriň banky (toplумы) diýlip atlandyrylýar. Adamyň genomyň kitaphanasynyň doly bolmagy üçin dürli görnüşdäki 800 müňe golaýyny almak talap edilýär. Genleri bölmek we klonlaşdyrmak prosesi ep-esli derejede enjamlaryň kömegi arkaly berjaý edilýär.

1. Gen inženerliginde haýsy ylmy açyşlar ulanylýar?
2. Gen inženerliginde işiň esasy usullaryny görkeziň. Şol usullaryň nähili aýratynlyklara eýedigini we şol aýratynlyklaryň näme bilen baglanyşyklydygyny aýdyp beriň?
3. Haýsy plazmidany rekombinantly diýip atlandyrmak bolar? Şonda rekombinantly plazmidany almagyň tapgyrlaryny, yzygiderligini seljeriň.
4. Geljekde gen inženerligi nähili mümkinçiliklere eýe bolar?

### **3.8. NESLE GEÇIJILIGIŇ HROMOSOM TAGLYMATY**

Adamda hromosomlaryň 23 jübüti bar. Alymlaryň maglumatlaryna görä, şol hromosomlarda ýüz müňden milliona çenli genler ýerleşýärler. Netijede, her hromosomda örän köpsanly genler ýerleşmeli. Bir hromosomda ýerleşýän genleriň tirkeşikli – bilelikde nesillere geçýändigini köpsanly tejribeleriň netijesi subut edýär.

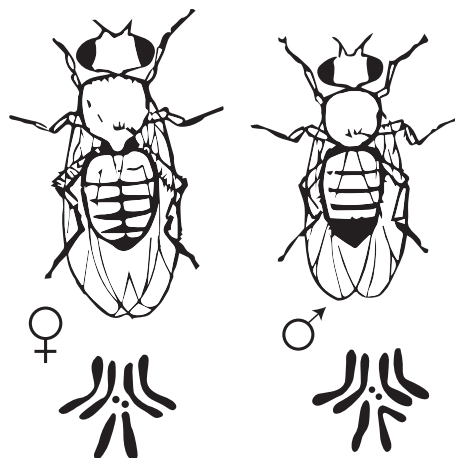


Genleriň tirkeşikli ýagdaýda nesilden-nesle geçmek kanunalaýyklyklaryny ilkinji bolup amerikan alymy T.Morgan we onuň şagirtleri öwrenipdirler (1911-1912).

Tomas Morgan 1866-njy ýylda Amerikanyň Birleşen Ştatlarynyň Kentukki ştatynda dogulýar. T.Morgan 20 ýaşynda uniwersiteti tamamlap, 24 ýaşynda ylymlaryň doktory derejesine mynasyp bolýar, 25 ýaşynda bolsa professor adyna eýe bolýar. 1890-njy ýyldan başlap T.Morgan amaly embriologiýa bilen meşgullanyp başlaýar. Ol ylmy-amaly barlag işleriniň başynda G.Mendeliň taglymatyna düýbünden garşy çykýar we ol öý towşanlarynda tejribeler geçirmek bilen ony ýalana çykarmaga synanyşýar, ýöne towşanlaryň gymmat düşýändigini sebäpli Kolumbiýa uniwersitetiniň ýolbaşçylary bu tejribäni goldamandyrlar.

Şonuň üçin T.Morgan öz tejribelerini has arzan jandarlarda – çalt köpelyän miwe siňejiklerinde-drozofillerde başlaýar. Geçirilen tejribeleriň netijesinde ol Mendeliň kanunlaryny inkär etmän, eýsem onuň taglymatyny mynasyp dowam etdirijä öwrülýär. T.Morgan drozofil siňejiklerinde geçiren tejribelerinde uly açyşy-nesle geçijiligiň hromosom taglymatyny döredýär.

Tejribeler drozofil siňeklerinde gapma-garşylykly (alternatiw) alamatlaryň iki jübütini – bedeniň çal we gara reňklerini hem-de



**48-nji surat.** Urkaçy we erkek drozofil siňejiginiň hromosom toplumlary



kadaly we gysga ganatlaryny hasaba almak bilen geçirilýär (48-nji surat).

Bedeni çal reňkli we kadaly ganatly siňekler, bedeni gara reňkli we gysga ganatly siňekler bilen çaknyşdyrylanda, gibridleriň 1-nji neslindäki ähli siňekler dominant alamatlary boýunça kadaly ganatly we çal reňkli bolýarlar:

$P_{\text{♀}} BBVV \times \text{♂} bbvv$

B – bedeni çal

G  $\textcircled{BV}$   $\textcircled{bv}$

b – gara reňkli

$F_1 BbVv - 100\%$

V – ganatlary kadaly

v – gysga ganatly

Birinji nesliň gibridleriniň genotipini anyklamak üçin T.Morgan **derňeýji çaknyşdyrma** geçirýär. Ol 2 alamatlary boýunça reses-siw gomozigot urkaçy siňegi, digeterozigot bolan erkek siňek bilen çaknyşdyrýar:

$P_{\text{♀}} bbvv \times \text{♂} BbVv$

$\text{♂} BbVv$  – digeterozigot

G  $\textcircled{bv}$   $\textcircled{BV}$   $\textcircled{bv}$

4 görnüşli gametanyň

ýerine 2 görnüşli gameta

ýüze çykýar

$F_1 BbVv;$

$bbvv$

50%

50%

çal reňk,

gara beden,

uzyn ganatlar

gysga ganatlar

Genleriň erkin utgaşmasynda Mendeliň 3-nji kanunyndan ugur alynsa, onda 4 sany dürli fenotipli siňekler döremeli (25%-den). Muny şu formula görnüşinde düşündirmek bolar:

$P_{\text{♀}} bbvv \times \text{♂} BbVv$

$\text{♂} BbVv$  – digeterozigot

G  $\textcircled{bv}$   $\textcircled{BV}$   $\textcircled{bv}$

4 görnüşli gametanyň

ýerine 2 görnüşli gameta

ýüze çykýar

$F_1 BbVv;$

$bbvv$

50%

50%

çal reňk,

gara beden,

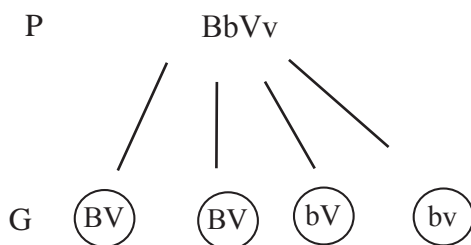
uzyn ganatlar

gysga ganatlar

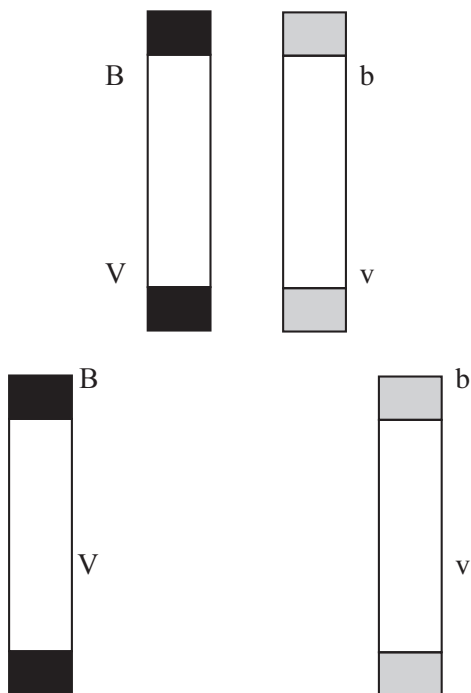




Genleriň erkin utgaşmasynda Mendeliň 3-nji kanunyndan ugur alynsa, onda 4 sany dürli fenotipli siňekler döremeli (25%-den). Muny şu çyzgy görnüşinde düşündirmek bolar:



Birinji çaknyşdyrmada (I) Morgan (her haýsy 50%-den) ene-atalarynyň alamatlary bolan diňe iki fenotipli siňekleri alypdyr. **Ol bedeniň reňkini we ganatlaryň uzynlygyny kesgitleýän genler bir hromosomda ýerleşýärler we bilelikde nesle geçýärler, ýagny doly tirkeşikli diýen netijä gelipdir.** Bu hadysany şu surat bilen düşündirmek mümkin:

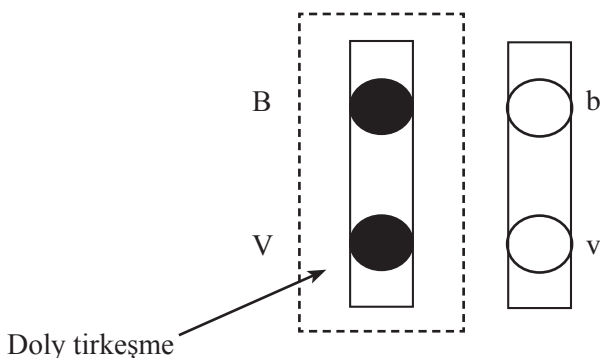




Bu ýagdaýda tirkeşiklik doly bolýar.

Birmeňzeş hromosomlaryň jübütiniň birinde 2 dominant gen (BV), beýlekisinde bolsa – 2 resessiw gen (bv) saklanýar. Meýozda hromosomlaryň biri (BV genleri bolan hromosom) bir gameta, beýlekisi bolsa (bv genleri bolan hromosom) başga gameta düşýär. Şeýlelikde, digeterozigot bedende gametalaryň dört däl-de, diňe iki görnüşi emele gelýär we nesillerde alamatlaryň utgaşmasy ene-atalaryndaky ýaly bolýar. Bu ýagdaýda tirkeg doly bolýar.

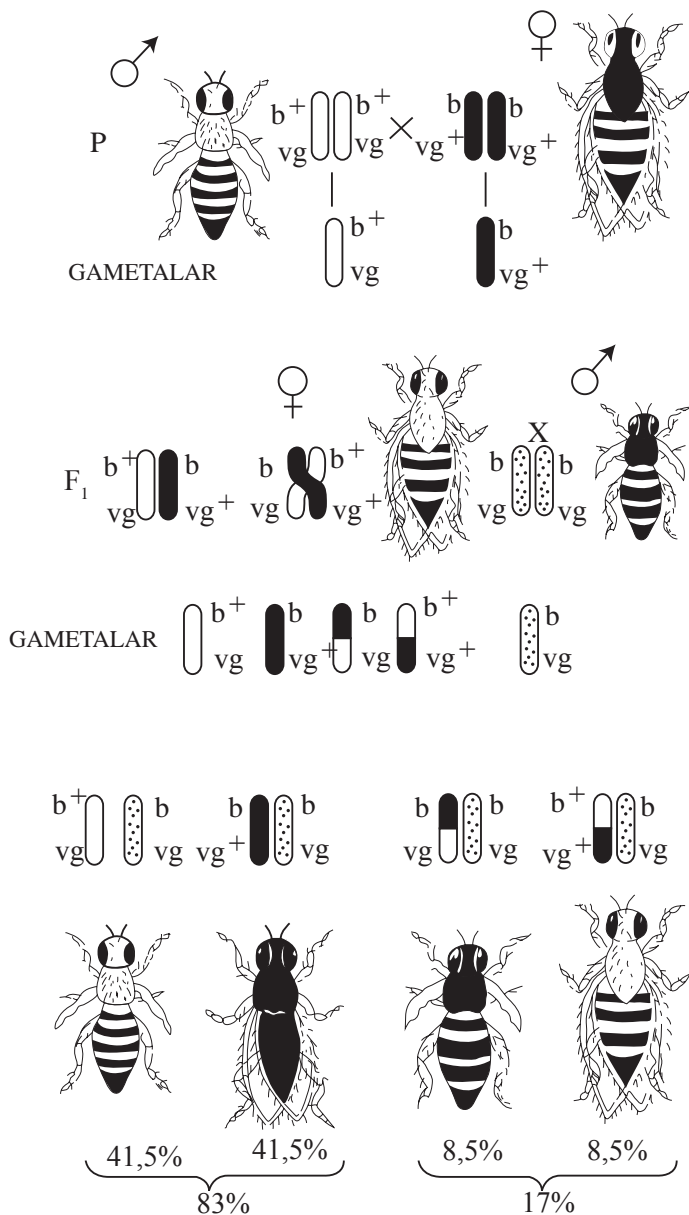
Erkek drozofil siňejiklerde krossingower hakykatda bolup geçmeýär, sonuň üçin bir hromosomda ýerleşýän genler **doly baglanyşkly** bolýar.



Digeterozigot urkaçy siňek gomozigot erkek siňek bilen çaknyşdyrylanda nesilleriň dört görnüşi emele gelýär (49-njy surat).

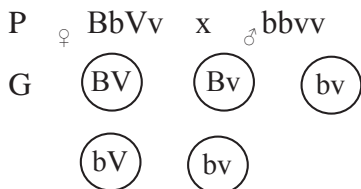
Şeýlelikde, urkaçy drozofil siňejiklerde meýozda krossingower bolup geçýär we şonuň üçin **doly däl tirkeşiklik** bolýar.

Bu ýagdaýda tirkeşiklik doly bolmaýar, ýagny bir hromosomda ýerleşen genleriň gaýtadan utgaşmasy bolup geçýär. Bu krossingower – meýoz I-iň profazasynda birmeňzeş hromosomlaryň konýugasiýasy (wagtlaýyn birleşmesi) wagtynda olaryň bölekleriniň çalyşmagy bilen düşündirilýär. Hromatidleriň her haýsy aýratyn gameta düşýär. Gametalaryň 4 görnüşi emele gelýär, ýöne erkin utgaşmadan tapawutlylykda olaryň görüniş gatnaşygy deň bolmaýar, sebäbi krossingower hemişe bolup geçmeýär:



**49-njy surat.** Drozofilde tirkeşikli genleriň we atanaklaryň nesil yzarlamaşy:

$vg^+$  – kadaly ganatlar,  $vg$  – başlangyç (gyzga) ganatlar (westigial),  
 $b$  – bedeniň gara reňki (black),  $b^+$  – bedeniň çal reňki.



$F_1$   $BbVv$ ;  $bbvv$ ;  $Bbvv$ ;  $bbVv$

**Genleriň arasyndaky tirkeg güýji (krossingoweriň ýygylgy) genleriň arasyndaky aralyga bagly bolup, aralyk näçe uly bolsa, tirkeg güýji şonça gowşak we krossingower şonça ýygy bolup geçer.** Genleriň arasyndaky aralyk krossingoweriň görümi boýunça kesgitlenýär. Krossingower – kombinativ üýtgeýjiligiň möhüm çeşmesidir.

Aralygyň birligi hökmünde krossingoweriň 1%-ine deň bolan **bir morganida** (Morganyň hatyrasyna) kabul edilýär. **Bir morganida krossingoweriň bir görümine** deň. Krossingoweriň görümi olaryň nesilleri boýunça kesgitlenýär. **Krossingower gametalardan dörän bedenleriň sanyny (A) krossingower (A) we krossingower däl (B) gametalardan dörän bedenleriň umumy sanyna bölýärler we 100-e köpeldýärler.**

$$\frac{A}{B} \cdot 100$$

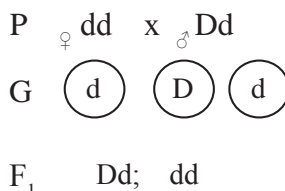
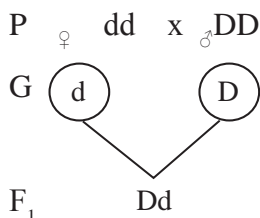
Genleriň dürli jübütleri üçin krossingoweriň görümi ellä çenli bolýar. Eger 50% we ondan ýokary bolsa genleriň bir hromosomda ýerleşýändigine garamazdan, alamatlar biri-birine garaşsyz nesil yzarlaýarlar. Krossingowere sezewar bolmadyk hromatidler düşen gametalara krossingower däl gametalar diýilýär. Olar adaty köp bolýarlar. Allelleriň täze utgaşmasy bolan şeýle gametalardan dörän janly bedenlere **krossingower** ýa-da **rekombinant** (gaýtadan utgaşan) janly bedenler diýilýär.

Bir hromosomda ýerleşen genler nesilden-nesle bilelikde (tirkeşip) geçýärler we bir tirkeşik toparyny düzýärler. Birmeňzeş hromosomlarda allel genleriň ýerleşýändigi sebäpli, tirkeşik toparyny iki birmeňzeş hromosomlar düzýärler we tirkeşik toparlarynyň sany hro-



mosom jübütleriniň sanyna (ýa-da olaryň gaploid sanyna) deň bolýar. Meselem, drozofil siňeginde 8 hromosom – 4 tirkeşik topary, adamda 46 hromosom – 23 tirkeşik topary bolýar.

Adamda rezus deňişligiň nesil yzarlamasy genleriň tirkeşmesiniň mysaly bolup biler. Ol öz aralarynda berk tirkeşikli üç jübüt C, D, K genler bilen kesgitlenýär. Şonuň üçin onuň nesil yzarlamasy monogibrid çaknyşdyrma görnüşinde geçýär. Rezus «+» deňişlilik dominant alleller bilen kesgitlenýär. Şonuň üçin, rezus «-» gan toparly aýal rezus «+» gan toparly adam bilen nikalaşanda, çagalarynyň ählisi rezus «+» ganly bolýar. Eger adam geterozigot bolsa bu alamat boýunça 1:1 gatnaşykda dargama garaşmak bolar:



### Nesle geçişligiň hromosom taglymatynyň esasy düzgünleri:

1) Genler hromosomlarda ýerleşýärler. Her hromosom – genleriň tirkeşme toparydyr. Tirkeşme toparlarynyň sany hromosomlaryň gaploid sanyna deň.

2) Genler hromosomda çyzyk şekilli ýerleşýärler, her gen hromosomda kesgitli lokusy (ýeri, orny) eýeleýär.

3) Bir hromosomda ýerleşen genler tirkeşik toparyny emele getirýärler we nesillere bilelikde (tirkeşip) geçirilýär, tirkeşik toparlarynyň sany hromosomlaryň gaploid toplumyna deň.

4) Genleriň tirkeşigi doly bolmaýar, sebäbi meýozyň profazasynda krossingoweriň bolup geçmegi we bir hromosomda ýerleşýän genleriň biri-birinden aýrylmagy mümkin.

5) Tirkeg güýji hromosomdaky genleriň arasyndaky aralyga bagly: **aralyk näçe uly bolsa tirkeg güýji şonça-da gowşak we tersine** bolýar. Genleriň arasyndaky aralyk krossingoweriň görterimlerinde ölçenýär. Krossingoweriň bir görterimi bir morganide deň.



### 3.9. ADAMDA GAN TOPARLARYNYŇ NESIL YZARLAMALARY

**ABO gan ulgam toparlary.** Ilkinji ABO gan toparlar ulgamy 1900-nji ýylda Lanşteýner tarapyndan açyldy. 1911-nji ýylda gan toparynyň nesilden-nesle geçýändigini subut edildi. Ganyň 4 toparynyň (A, B, O, AB) barlygyny düşündirmek üçin iki sany biri-birine bagly däl genler teklipe edildi (A we O, B we O), olardan A we B dominant alleller hasaplanylady.

Gan toparlarynyň ABO ulgamy köpçülikleýin alleller görnüşinde nesil yzarlaýar.

1924-nji ýylda Bernşteýn gan ulgamynyň ABO toparlary köpsanly alleller (A, B, O) bilen adam geniniň lokusyna gözegçilik edilişiniň mälim etdi. Şeýlelik bilen, ol iki jübüt geniň biri-birine bagly däl görnüşde nesle geçýär diýlen düşüňjiniň ýalňyşdygy baradaky netijäni aýdýar. Ol genotipleriň gatnaşygynda Hardy – Waýnbergiň kanunyna esaslanyp, garaşylýan adam populýasiýasynyň ýagdaýyny ýazypdyr. Bernşteýn ganyň ABO toparynyň genetiki gelip çykyş tilsiminiň dogry ýazgysyny beýan edýär, ýagny ABO – 3 allel şol bir gen (A, B, ) bolup, altı genotipiniň (OO – I topar; AA, AO – II topar; BB, BO – III topar; IV – AB) barlygyny ýazýar.

Adam ganynyň ABO topary boýunça 4 topar tapawutlandyrmak iki sany izoantigeniň (A we B) eritrositlerde we iki sany aýratyn antibedenleriň – proteiniň (rezus-faktoryň) tapylmagydyr. ABO ulgamyň çäklerinde dört topar bolýar: I(O) topar, II(A) topar, III(B) topar, IV(AB) topar (*8-nji tablisa*). Bu toparlaryň her biri eritrositlerdäki mahsus proteinler – antigenleri we gan plazmasyndaky antibedenleri bilen tapawutlanýarlar.

IV gan toparda **I<sup>A</sup>** we **I<sup>B</sup>** dominirleýji genler deň derejede ýüze çykýarlar we başga alamaty emele getirýärler. Şunuň ýaly hadysa **ko-dominirleme** diýilýär.

Gan goýberilende gan topary göz önünde tutulýar. Öz ganyny berýän adama **donor**, gany alýan adama bolsa **resipiýent** diýilýär.



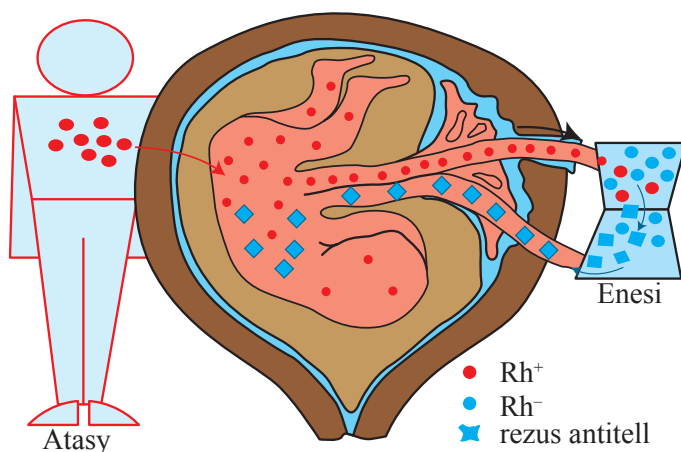
### Adamyň ABO-gan toparlarynyň antigenleri we antibedenleri

Gan toparlary	Eritrositde antigen	Plazmada antibeden	Genotip
I	O	$\alpha, \beta$	$I^O I^O$
II	A	$\beta$	$I^A I^A; I^A I^O$
III	B	$\alpha$	$I^B I^B; I^B I^O$
IV	AB	O	$I^A I^B$

Ganda rezus antigen bolmagyna jogapkär gen iki ýagdaýda bolup biler: olaryň biri «rezus+» ( $Rh^+$ ), beýlekisi bolsa «rezus-» ( $Rh^-$ ) diýlip atlandyrylýar. Rezus otrisatel ganly aýallar rezus-položitel ganly erkekler bilen nikalaşanda rezus-položitelligiň dominirlemegi netijesinde çaga düwünçegi bu häsiýete eýe bolýar we enesiniň gan aýlanyş ulgamyna antigen bölüp çykarýar (50-nji surat).

Bu antigeniň garşysyna enäniň bedeninde antibedenler öndürilip başlaýar we olar düwünçegiň gan dörediji ulgamyny dargadýarlar. Enäniň bedeni hem düwünçegiň bedeni hem zäherlenýär. Bu bolsa çaga düwünçeginiň ölümüne sebäbi bolup biler.

$Rh^-$  – antigen hem gan topary ýaly gan goýberilende hökman göz önünde tutulýar. Giň möçberli amaly ähmiýete eýe bolan rezus



**50-nji surat.** Ene-atanyň rezus faktorynyň düwünçege täsiri





ulgamyň (Rh) peýdasy bimöçberdir. Olar haçan bu antibedenleriň arasyndaky gatnaşyk öwrenilende we gan guýmak bilen bagly ölüm howply ýagdaýlar ýüze çykanda mälim boldy. Ondan başga-da, enäniň we göwresindäki düwünçeginiň hut rezus boýunça gabat gelmezlik ýagdaýy netijesinde *immun oňuşmazlyk (konflikt)* döräp, göwredäki düwünçekde – eritroblastoz, täze doglan bäbekde ganyň gemolitiki keseline getirýändigini bilen subut edildi. Immun oňuşmazlyk ýagdaýy enede rezus-otrisatel, göwredäki düwünçekde – rezus položitel bolanda döreyär.

Eritroblastoz – ol düwünçeginiň we täze doglan bäbegiň keseli bolup, 90% rezus-şert sebäpli immun oňuşmazlyk ýagdaý döreyär. Ýagny, eger rezus otrisatel göwreli enede rezus položitel düwünçek ösýän bolsa, şeýle ýagdaýa duş gelinýär. Göwrelilik döwründe haçanda düwünçeginiň ganynda rezus-položitel protein emele gelip başlanda, ene organizminde Rh<sup>+</sup>-e garşy antibedenler döreyär. Soň ol antibeden çaga ýoldaşynyň üsti bilen çaganyň ganyna geçip, onuň eritrositlerinde agglýutinasıya we gemoliz geçirýär. Hat-da damarlaryň içinde gemoliz geçmedik eritrositler hem dalaga barandan soň, fagositleriň täsiri netijesi bilen dargaýarlar. Eritrositleriň güýçli gemolizi giperbilirubinemiýa getirýär, ol bolsa ganda bilirubiniň mukdarynyň ýokary bolmagyna we gemolitiki sarylatmaly gan azlygyň ýüze çykmagyna sebäp bolýar. Täze doglan çaganyň bedeninde bir gije-gündiziň dowamynda bilirubiniň mukdary ýokary bolýar. Bu bolsa diňe bir eritrositleriň gemolizi bilen çäklenmän, eýsem bagryň öýjükleriniň ferment işjeňliginiň peselmegi bilen baglanyşyklydyr.

Birinji göwrelilikde kada bolşy ýaly, antibeden düwünçek (çaga) üçin kritiki derejede ýygnanyp, onuň ömrüne howp salyp ýetişme-se-de (ýöne çaga düşme, öli dogulma ýaly ýagdaýlaryň hem bolmagy mümkin), soňky göwrelilikde immun oňuşmazlyk düwünçeginiň patologiýasyna ýa-da doguljak bäbegiň anemiýaly dogulmagyna, gemolitiki keselden ejir çekmegine, suwly çişe we beýleki patologiýalara getirip biler. Käte şeýle konfliktli doglan çagalar ösüşden galýarlar we saglyklary örän gowşak bolýar. Häzirki döwürde rezus otrisatel enelere rezus položitel çaga dograndan soň derrew rezus položitel anti-



beden goýberilýär. Şeýlelikde, rezus antigenler birleşýärler we enäniň bedeninde položitel antigenlere bolan antibedenleriň derejesi peselýär. Netijede, indiki doguljak çaga ýetiriljek zyýan hem peselýär. Bu keseliň patogeneziniň mehanizminde gemoliz hadysasy ganyň esasy elementleriniň zeperlenmegi ýatyr. Hut şonuň üçin hem eritroblastozy täze doglan çaganyň gemolitiki keseli hasaplaýarlar. Ol ilkinji nobatda anemiýa, sary getirme, suwly çiş görnüşinde ýüze çykýar. Bu kesel, köplenç, pajygaly gutarýar ýa-da merkezi nerw ulgamynyň zeperlenmesi bilen geçip, spastiki paralize (ysmaza), akyl we fiziki işjeňligiň düýpgöter peselmegine getirýär.

85% adamlaryň ganynda bu şert bar. Ol adamlar «rezus – položitel», galan 15% – bu şert ýok we olary «rezus otrisatel» diýip atlandyrýarlar. Rh<sup>-</sup> sygyşmaýanlar (immun oňuşmazlygy) çaga dogurýanlaryň umumy sanyndan 10%-de, eritroblastozyň ýygylgy bolsa 1/25 immun oňuşmazlygynda gabat gelýär. Eritroblastozyň esasy bejeriş usuly – çaga ganyndan antibedeniň aýrylmagy we ganyň çalşylmagydyr. Bu bejergini bäbek doglandan derrew ganyny çalşmak arkaly amala aşyrýarlar.

Rezus şert Mendeliň kanunyna görä, autosom-dominant alamat görnüşde nesle geçýär. Rh položitel indiwidleriň (şahsyýetler) Rh Rh dominant gomozigotalar ýa-da Rh Rh geterozigotalardygy, rezus otrisatel indiwidler bolsa – Rh ressesiw gomozigotalardygy subut edildi. Rh – antigeniň geni D harp bilen belgilenýär. Rh<sup>+</sup> – dominant alamat – D; Rh<sup>-</sup> – ressesiw alamat – d.

Dominant alamatyň iki genotipi bar: DD, Dd.

Resessiw alamatyň bolsa diňe bir genotipi bolýar: dd.

Dominant alamatly Rh<sup>+</sup> erkek adamyň (DD) we Rh<sup>-</sup> aýalyň (dd) çagalary genotipi boýunça geterozigot (Dd) bolarlar, olaryň ganlary Rh<sup>+</sup> bolar:

$$\begin{array}{ccc}
 P & dd & \times & Dd \\
 & \text{♀} & & \text{♂} \\
 G & \textcircled{d} & & \textcircled{D} \\
 F_1 & Dd & & 
 \end{array}$$



Eger-de erkek adam geterozigot bolanda, onda 1:1 gatnaşykda dargama garaşyp bolar:

$$\begin{array}{rcccl}
 P & dd & \times & Dd \\
 & \text{♀} & & \text{♂} \\
 G & \textcircled{d} & & \textcircled{D} \textcircled{d} \\
 F_1 & Dd; & & dd
 \end{array}$$

Haçanda  $rh^-$  aýalyň çagasy  $Rh^+$  antigeni nesle alýan bolsa, 1-nji göwrelilik gowy tamamlanýar. Dogurma mahalynda çaganyň gany enesiniň gan akymyna düşýär we enäniň ganynda  $Rh^+$  antigene garşy antibedenler emele gelýär. Indiki göwrelilikde antirezus – antibedenleriň belli bir görümi saklanýar. Munuň ýaly ýagdaý çaganyň düşmegine we öli dogulmagyna ýa-da gemolitiki keselli çaganyň dogulmagyna getirýär. Gemolitiki keselli çagany halas etmek üçin wagt ýitirmän, onuň ganyny doly çalşmaly.

Göwredäki çaganyň gemolitiki keseliniň döremegi çaganyň kesgitli antigen görýän eritrositleriniň şunuň ýaly antigeni bolmadyk enesiniň ganyna geçmegi we enäniň immun ulgamynyň oýanyp, şol antigene garşy antibeden döretmegi bilen baglanyşyklydyr.

### Gemolitiki keseliň önüni alyş çäreleri

1. Gan goýberilende donoryň we resipiýentiň rezus-degişliligi göz önünde tutulmaly.
2. Rezus otrisatel gany bolan zenanlaryň ilkinji göwresinde sagdyn çaga dogurmaklygy üçin hökmany suratda göwreliligi saklamaly.
3. Göwrelilik döwründe desensibilizirleýji bejergi geçirilmeli.
4. Gany rezus otrisatel bolan zenanlara göwresindäki çagasy aýrylandan soň (dürli möhletde we ýagdaýda bolmagyna garamazdan) antirezus – immunoglobulini goýbermeklik bilen rezus-sensibilizasiýanyň önüni alyş çärelerini geçirmeli.

Rezus otrisatel gany bolan göwrelileriň hat-da rezus – sensibilizasiýasy bolmadyk ýagdaýlarynda hem göwreliligiň howply möhletlerinde (28 we 24 hepdelik), haçan-da enesiniň ganyna rezus-položitel eritrositleriň aralaşma mümkinçiligi artan wagtynda ýörite önüni alyş çäreleri geçirmeklik maksada laýyk bolýar. Şol möhletlerde göwreli aýallara **antirezus-immunoglobulinini** berilýär.



### 3.10. ALLEL GENLERIŇ ÖZARA TÄSIRI

Alamatlar genotipiň daşky gurşaw bilen özara täsiri netijesinde ýüze çykýarlar. **Genotip** – bu bedeniň genleriniň jemidir, ýöne ol genleriň ýönekeý jemi bolman, eýsem özara täsirdäki genleriň ulgamydyr.

Allel we allel däl genleriň özara täsiri bolýar.

#### Allel genleriň özara täsiri

Allel genleriň arasynda şu aşakdaky özara täsirler mälüm:

- 1) doly dominirleme;
- 2) doly däl dominirleme;
- 3) kodominirleme;
- 4) ýokary dominirleme.

**Doly dominirleme** diýip, bir geniň beýleki geniň täsirini doly basyp ýatyrmagyna aýdylýar. Mendeliň kanunlary ýerine ýetirilýär, bu ýerde gomo- we geterozigotlar fenotipiki tapawutlanmaýarlar. Meselem, nohut tohumlarynyň sary reňki ýaşyl reňkiň genini doly basýar.

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀ } AA \times \text{♂ } aa \\
 G \quad \textcircled{A} \quad \textcircled{a}
 \end{array}$$

$F_1$  Aa – 100% gomozigot sary nohutlar.

Adamyň goýun göz reňkiniň geni gözleriň mawy reňkiniň genini basýar:

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀ } AA \times \text{♂ } aa \\
 G \quad \textcircled{A} \quad \textcircled{a}
 \end{array}$$

$F$  Aa – 100% goýun gözli nesil.

**Doly däl dominirleme** (aralyk nesil yzarlama) diýip, haçanda dominant geniň resessiw geni doly basmadyk ýagdaýyna aýdylýar. Bu ýagdaýda aralyk alamat ýüze çykýar. Meselem, bu hadysa adamyň saçynyň görnüşiniň mysalynda seredeliň:



P ♀ AA x ♂ aa

G (A) (a)

F<sub>1</sub> Aa – 100% tolkun şekilli saç.

AA – burum-burum saç

Aa – tolkun şekilli saç

aa – göni ösen saç

Gije gözeli ösümliginiň gülüniň mysalynda (51-nji surat):

P ♀ AA x ♂ aa

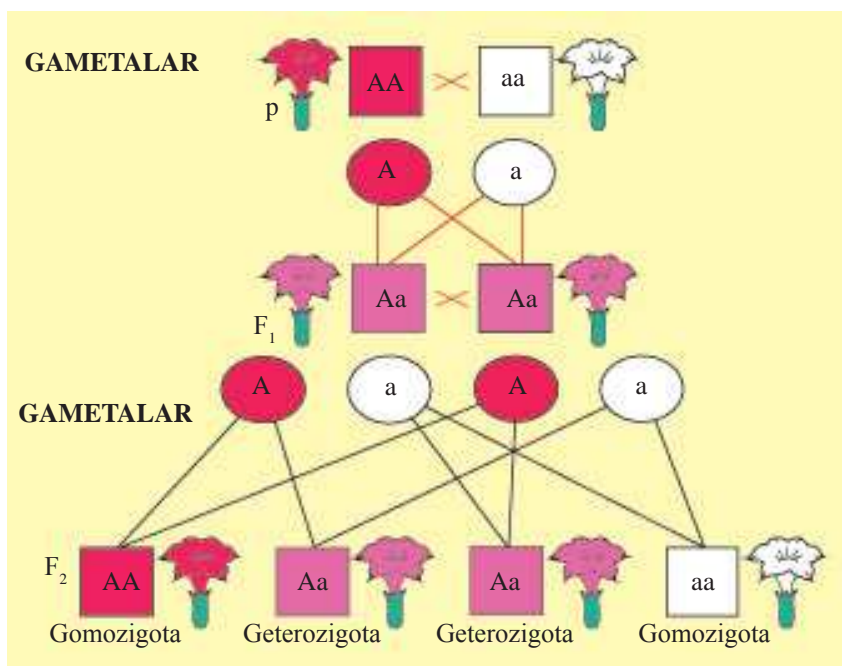
G (A) (a)

F<sub>1</sub> Aa – 100% gülgüne reňkde.

A – gyzyl reňkli gül

a – ak gül

Aa – gülgüne



**51-nji surat.** Gije gözeli ösümliginiň aralyk nesle geçijiligi

**Kodominirleme** diýip, geterozigot ýagdaýda her alleliň öz almatyny kesgitlemegine aýdylýar. Eritrositlerde bir wagtda IA we IB genleriň bolmagy olarda A we B antigenleriň bolmagyny kesgitleýär (ganyň IV topary). Şeýlelikde, IA we IB genler biri-birini basmaýarlar. Olar deň derejeli kodominantlardyr (21-nji çyzgy):





### Adamda interferonyň sintezi

Adamyň bedeninde wiruslara garşy ýörite belok – interferon sintezlenýär. Onuň sintezlenmegi dürli hromosomlarda (biri ikinji, beýlekisi – başynji hromosomda) ýerleşen, iki sany allel däl genleriň komplementar özara täsiri bilen bagly bolýar.

**Adamyň gemoglobini** her haýsy özbaşdak gen bilen kesgitlenýän dört sany polipeptid zynjyrdan ybarat. Netijede, gemoglobiniň sintezine 4 sany komplementar gen gatnaşýar.

**Adamda eşidiş synasynyň ösüşi** şuna meňzeş mysal bolup biler. Kadaly eşidiş üçin adamyň genotipinde dürli allel jübütlerden – **D** we **E** jübütlerden dominant genler bolmaly. **D** gen ulitkanyň kadaly ösüşi üçin jogapkär, **E** – gen bolsa eşidiş nerwiniň kadaly ösüşi üçin jogapkär. **dd** – resessiw genli gomozigotlarda ulitka, **ee**-de bolsa eşidiş nerw kadaly ösmeyär (*23-nji çyzgy we 9-njy tablisa*).

Ddee; ddEE- we ddee genotipli adamlar ker bolýarlar.

DDEE – dominant gomozigot  
DdEe – dominant geterozigot } kadaly eşidiş

DDee } kerler  
ddEe }

Ker                      ker  
P<sub>♀</sub> DDee   x   P<sub>♂</sub> ddEE

G      (De)              (dE)

F    Dd Ee    kadaly eşidiş

P<sub>♀</sub> DdEe   x   P<sub>♂</sub> DdEe

G      (DE)(De)      (DE)(De)  
         (dE)(de)      (dE)(de)

F    9-kadaly eşidiş, 7-ker



## Kadaly eşidiş alamatynyň nesil yzarlamasy

Jyns öýjükleri		Enelik jyns öýjükleri			
		DE	De	dE	de
Atalyk jyns öýjükleri	DE	DDEE	DDEe	DdEE	DdEe
	De	DDEe	DDee	DdEe	Ddee
	dE	DdEE	DdEe	ddEE	ddEe
	de	DdEe	Ddee	ddEe	ddee

**Epistaz** (grekçe *epistasis* – saklama, päsgel berme) – allel däl genleriň özara täsiriniň bir görnüşi bolup, munda bir allel jübütiň geni beýleki jübütiň geniniň täsirini basýar. Basýan gene – *epistatik* (suppressor), basylýan gene bolsa *gipostatik gen* diýilýär. Basýan gen – epistatik gen dominant bolan ýagdaýlarda epistaz bolýar.

Dominant epistazyň mysaly bolup, towuklaryň ýeleginiň reňkiniň nesil yzarlamasy hyzmat edip biler. Genotipinde reňkiň dominant geni bolan towuklar (C), epistatik gen (I) bar bolan ýagdaýlarda ak bolýar.

Ak                      ak  
 $P_{\text{♀}} \text{ IICC} \times \text{♂ } iicc$

G       $\text{IC}$                        $ic$

$F_1$      $IiCc$ - 100% ak

I – epistatik gen (basyjy gen)

i – resessiw gen

C – gipostatik gen (pigmentleşme geni)

c – resessiw gen

Epistatik gen resessiw bolan ýagdaýlarda kriptomeriýa bolup geçýär (grekçe «*kryptos*» – gizlin, göze görünmeýän).

Adamda kriptomeriýanyň mysaly hökmünde «Bombeý fenomenini» görkezmek bolar. Bu ýagdaýda seýrek resessiw allel gen «X» gomozigot ýagdaýda «XX» IB geniň (ganyň ABO ulgamynyň B (III) toparyny kesgitleýän geniň) işjeňligini basýar, sonuň üçin enesinden allel IB alan aýalda, fenotipiki birinji gan topary – O(I) bolýar.

Sag ene-atadan polidaktiliýaly – köp barmakly çaganyň dogulmagynda çaganyň ene-atasyndaky polidaktiliýa alamatyny kesgitleýän gen gipostatiki – basylýan ýagdaýda bolup biler.





**Polimeriýa** (grekçe «*polimeriýa*» – köp ölçegli) – bu ýagdaýda bir alamata birnäçe dominant allel däl genler täsir edýärler. Polimeriýada dominant allel däl genler bir alamata täsir edip, onuň ýüze çykmak derejesini güýçlendirýärler.

Dominant polimer genleriň sany näçe köp bolsa, alamat şonça-da güýçli ýüze çykýar.

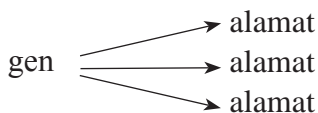
Adamyň endamynyň reňkini – pigmentleşmesini kesgitleýän alamata näçe köp dominant, allel däl genler täsir etseler, şonça-da melaniniň sintezi işjeň geçýär, bu bolsa deriniň pigmentleşme derejesine täsir edýär. Meselem, ýewropoid jynsly adamyň derisiniň reňki açyk ýa-da bugdaý reňkde bolýar. Negroid jynsly adamyň derisiniň reňki bolsa gara bolýar. Mulatlarda (ýewropoid we negroid jynsly wekilleriň nikasyndan doglan çagalarda) aralyk pigmentleşme ýüze çykýar.

Dominant polimer genleriň sany näçe köp bolsa, alamat şonça-da güýçli ýüze çykýar.

Adamyň boýy azyndan 10 gene bagly. Adamyň arterial gan basyşynyň görkezijisi, agramy polimer genler bilen kesgitlenýär we daşky gurşawyň täsirine bagly bolýar.

Poligen alamatlara bugdaýyň hasyllylygy, şugundyryň süýjüligi, towuklaryň guzlaganlygy, köp oba hojalyk ekinleriniň tohumlarynyň, miweleriniň çalt ýetişenligi, haýwanlaryň köpelegenligi, semizligi degişlidir.

Pleýotropiýa (grekçe «*pleion*» – has köpsanly, «*tropos*» – ugur) – geniň köp täsirliگی bolup, bir gen bedeniň birnäçe alamatlarynyň ýüze çykmagyna täsir edýär:



Adamda Marfanyň sindromy (keseli) ilkinji gezek 1896-njy ýylda Marfan tarapyndan ýazylyp beýan edilen.

Marfanyň keseli bedeniň aşakdaky üýtgeşmeleri bilen häsiýetlendirilýär:



**52-nji surat.** Arahnodaktiliya

- eliniň barmaklary inçe, uzyn – arahnodaktiliya (möý şekilli barmak) (52-nji surat);
- aýagynyň barmaklary uzyn;
- bogunlar ýokary hereketli bolýar;
- göz merjenjiginiň kadaly gurluşynyň bozulmagy;
- aortanyň anewrizmi (giňelmegi);
- birleşdiriji dokumanyň kadaly ösüşi bozulýar;
- näsagyň boýy gaty uzyn bolýar.

Ýokarda agzalyp geçilen alamatlara bir gen täsir edýär.

Adamyň saçlarynyň sarylygyny (çyparlygyny) kesgitleýän gen şol bir wagtda deriniň has açyk reňkini we menekleriň (goňrumtyl nokatjyklaryň) ýüze çykmagyny kesgitleýär.

### **3.12. JYNS HROMATINI**

1949-njy ýylda M.Barr we Ç.Bertram interfaza döwründe pişigiň neýron öýjüginin ýadrosynda güýçli reňklenýän bedenjigiň barlygyny gördüler. Olaryň ululygy 0,8-den 1,2 *mkm* aralygynda bolýar. Bu bedenjik diňe enelik bedenleriň öýjüklerinde tapylyp, atalygyňkyda bolsa tapylymandyr. Öýjügiň ýadrosyndaky bu bedenjige **jyns hromatini** diýilýär.

Oňa ony ilkinji tapan Merrew Barryň hormatyna **Barryň beden-jigi** hem diýilýär.



Jyns hromatini noýbajyk görnüşli hromatin bölejigidir. Ol ýadronyň içinde, köplenç gyrada, ýadro membranasyna ýakyn ýerleşýär. Onuň görnüşi üçburçluk görnüşinden güberçek görnüşe çenli bolup biler.

Jyns hromatini oňurgaly haýwanlaryň, şeýle hem adamyň dürli dokumalarynda (nerw dokumasynda, ýylmanak muskulda, epiteliýde) we synalarynda (bagyrda, ýürekde, deride, dürli mázlerde) tapyldy. Ol şeýle hem oňurgasyz haýwanlarda, hat-da ösümliklerde hem ýüze çykaryldy. Jyns hromatini özünde DNK, RNK we belok maddalaryny saklaýar.

Jyns hromatininiň ýerleşişine, görnüşine we gurluşyna jyns gormonlary täsir etmeýär. Bu bolsa jyns hromatininiň ikilenji jyns almaty dälidigini görkezýär.

Jyns hromatini X hromosomyň spirallaşan görnüşi bolup, öz işjeňsizlik häsiýetini irki embriogeneze aýalyň jyns mázleri ýetişmänkä gurnap başlaýar. Fakultativ geterohromatizasiýanyň ýerine ýetirýän funksiýasynyň orny aýal we erkek jyns öýjüklerindäki jyns hromosomlarynyň balansyny (kadasyny) belli bir möçberde saklamakdan ybaratdyr. Jyns hromatini adam bedeniniň dürli dokumalarynda duş gelyär. Köplenç, Barryň bedenjigini kesgitlemek üçin, ýaňagyň nemli bardasy ulanylýar. Emma kähalatda waginal epiteliý ýa-da tüýleriň kökleriniň öýjükleri hem ulanylýar. Sagdyn aýalyň kariatipinde iki sany jyns – X-hromosom bar. Olaryň biri işjeň, beýlekisi işjeň däl. Şol işjeň däl X-hromosom jyns hromatinini (Barryň bedenjigini) emele getirýär. Adamdaky we haýwanlardaky jyns hromatin bedenjikleriniň sany berlen osobyň jyns hromosomlarynyň sanyndan bir san kem. Barryň bedenjigini aýallaryň ähli somatiki öýjüklerinde ýüze çykarmak mümkin. Mundan başga-da, aýallaryň leýkositlerinde «deprek taýajyklary» şekilli özboluşly ösüntgiler bar. Üç X-hromosomly öýjükde jyns hromatininiň ikisi, dört X-hromosomly öýjükde bolsa üçüsi bar. Bu enelik we atalyk anomal öýjüklerde ýüze çykaryldy we jynsy ir anyklamak üçin hem-de adamda jynsy ösüşiň anomalýalaryny ir anyklamak üçin ulanylýar.



Barlaglaryň görkezmegine görä, XO-anomal enelik bedeniň öýjüklerinde, şeýle hem kadaly atalyk – XY bedenleriň öýjüklerinde jyns hromatini bolmaýar. Kadaly enelik bedenlerinde – XX we anomal XXY – atalyk bedenlerinde bir bedenjik, XXX-ly enelik we XXXY-li atalyk organizmlerinde 2 bedenjik, XXXX-li enelik we XXXXY-ly atalyk bedenlerinde bolsa 3 bedenjik bolýar. Bu bolsa ýadroda jyns hromatin bedenjikleriniň sany bilen X-hromosomyň sanynyň arasynda göni baglanyşygyň bardygyny görkezýär (53-nji surat).

Aýallarda XO kariotip bolanda, Şereşewskiý-Terneriniň sindromy ýüze çykýar. Aýallarda XXX kariotip – trisomiýa keseli döreýär. Erkeklerde XXY kariotipi ýüze çyksa, oňa Klaýnfelteriň sindromy diýilýär.

Jyns hromatini gandan, neýtrofilleriň ýadrolaryndan hem tapylýar. Neýtrofillerde bu bedenjikler «deprek taýajyklary» görnüşinde bolup, 1954-nji ýylda Dewidson we Smit tarapyndan tapyldy. Kadada aýallaryň neýtrofilleriniň 3–7%-inde bedenjik tapylýar, erkek adamlarda bolsa ýok.

### Jyns hromatininiň kesgitleniş usuly

Häzirki döwürde bu prosedurany geçirmeklik ýönekeý usulda alnyp barylýar. Munuň üçin, agyz boşlugynyň, has takygy, ýaňagyň nemli bardasyndan alnan çyrşyntgy peýdalanylýar. Ilki bilen metal şpatel alynýar, spirtde oňat arassalanýar we steril salftetka bilen süpürilýär. Ýaňagyň iç tarapy pagtadan ýasalan tampon bilen azrak basylyp süpürilýär we ýaňky taýýarlanan şpatel alnyp, ýaňagyň nemli bardasyna ýuwaşjadan sürtülip gyryndy alynýar.

Alnan madda predmet maddasyna geçirilýär we ulanylýan reňkiň (1% asetoorsein) bir damjasy ýaňky predmet aýnasyna damdyrylýar. Taýýarlanan madda örtüji aýna bilen örtülýär, üstündenem süzgüç kagyzy goýulýar. Şundan son, birnäçe sekuntlap başam barmak bilen basylýar. Reňkiň galyndylary aýrylýar. Şunda örtüji aýna süýşmeli däl. Preparata immersion ulgamly ýagtylyk mikroskopnynda seredilýär. Preparatda jyns hromatini garamtyl bolup, 1 mkm ululykly, köplenç, ýadro membranasynyň golaýynda görünýär. Oňat



1X = hromosom	Sagdyn erkek 4 ýa-da näsag aýal XO (Şereşewikiý-Ternerin sindromy)		
2X = hromosom	Sagdyn aýal XX ýa-da näsag erkek XX4 (Klaýnfelterin sindromy)		
3X = hromosom	Näsag aýal XXX (trisomiýa X) ýa-da näsag erkek XXXY (Klaýnfelterin sindromy).		
4X = hromosom	Näsag aýal XXXX (polisimiýa X) ýa-da näsag erkek XXXXY (Klaýnfelterin sindromy).		

**53-nji surat.** X – hromosmlaryň sanynyň (I), agyz boşlugynyň nemli bardasynyň öýjüklerindäki Barryň bedenjikleriniň sanynyň (II) we limfositleriň maňyzlaryndaky «deprek taýajyklarynyň» (III) arasyndaky baglanyşyk

netije gazanmak üçin, 100-den gowrak ýadro seretmeli, özem ýadro membranasynda golaý ýerleşýän bedenjikleri göz önünde tutmaly. Köp alymlaryň pikirine görä, neýtrofillerde barlanýan bedenjikler has netijelidirler, ýöne ol gaty uly çykdaýjylary talap edensoň, diňe yörite barlaglarda edilýär.

### Asetoorseiniň taýýarlanylşy:

1 gram sintetiki orseini 45 ml sowuk sirke turşulygynda (uksus kislotasy) eredilýär. Ergin gaýnadylýar, sowadylýar we filtrirlenýär. Alnan ergine 55 esse köp distillirlenen suw goşulýar. Täzeden ergin gaýnadylýar, sowadylýar we filtrirlenýär.

### Jyns hromatininiň tapylyşynyň medisina peýdalanylşy:

1. Irki embriogenezdä çaganyň haýsy jynsa degişlidigini anyklamak;
2. Jyns bilen bagly keselleri anyklamak;
3. Sudmedeksperizada gan menekleri boýunça ýa-da tapylan jeset bölekleri boýunça tapyndynyň haýsy jynsa degişlidigini anyklamakda giňden ulanylýar;



4. Dokumalaryň transplantasiýasynda jyns hromatininiň beden-jigi donor bilen resipiýentiň arasynda özboluşly bir bellik bolup biler, ýagny, eger donor bilen resipiýent dürli jynsda bolsalar, onda dokumanyň bitişine we kadaly uýgunlaşýşyna gözegçilik edip bolýar.

60-njy ýyllaryň ahyrynda lýuminessent-mikroskopiki usul arkaly Y-hromatine-de gözegçilik edilip başlandy.

### 3.13. ADAMDA JYNS BILEN GOŞULYŞAN NESLEGEÇIJILIK

Adamyň kariotipinde 46 hromosomyň 44-si jynsyna seretmezden ähli janly bedenlerde birmeňzeş bolup, bu hromosomlara autosomlar diýlip atlandyrylýan hromosomlaryň bir jübüti bilen aýallar erkeklerden tapawutlanýarlar. Aýallarda 2 jynsy X-hromosomlar birmeňzeş (gomologik) bolup, olara X-hromosomlar diýilýär. Erkeklerde bir jübüt jynsy hromosomlar, olar birmeňzeş däl (olaryň biri X-hromosom, ýagny aýallardaky ýaly), beýlekisi Y-hromosom. Geterohromosomalar görnüşinde bolýarlar. Aýallarda jynsy hromosomlaryň birmeňzeşdigi sebäpli, her ýumurtga öýjüginde X-hromosom bolýar. Şeýle jynsa **gomogamet** jyns diýilýär. Erkeklerde gametogeneze hadysasynda deň ölçegde gametalaryň iki görnüşi: X-spermatozoidler we Y-spermatozoidler emele gelýärler. Meýozyň mehanizmi bilen kesgitlenýän bu hadysa biologik kanunalaýyklykdyr, onda erkek jynsa **geterogamet** jyns diýilýär. «X» we «Y» hromosomlarynda umumy gomologiki (meňzeş) bölekleri bolýar. Bu hromosomlaryň şol böleklerinde erkek we aýal adamlarda birmeňzeş nesle geçýän alamatlary ýüze çykarýan genler ýerleşendir. Şunuň ýaly birmeňzeş nesle geçýän alamatlaryň mysaly hökmünde resessiw, howply täze döreme – pigmentli kseroderma barada aýtmak bolar. Ultramelewşe şöhlelere aşa duýujylygy bolup, bedeniň açyk ýerlerinde, ilki başda tegmilli menekler döreýär, soňra has ulalyp barýan dürli ululyklardaky we şekillerde papillomlar (aýaklyja meňler), ahyrynda hem çişler ýüze çykarýar. Bu näsaglaryň 2/3-de



pigmentli kseroderma ýüze çykyp, jyns kämilligine ýetýän döwründe ölüm bilen gutarýar.

Jyns hromosomlarynyň üsti bilen nesle geçýän alamatlara **jyns bilen goşulyşan neslegeçiçilik** diýilýär. Adamda Y-hromosomyň üsti bilen geçýän alamatlar diňe atalyk jynsda ýüze çykyp biler. Käbir halatlarda olar X-hromosomyň üsti bilen hem kämilligine ýüze çykyp bilýärler.

X-hromosomda ýerleşen dominant **AA** genler boýunça enelik janly bedenleriň **Aa** genotipi gomo- we geterozigot ýagdaýynda bolup biler, resessiw allel genler bolsa **aa** diňe gomozigot ýagdaýynda bolýar. Atalyk janly bedenlerde diňe bir X-hromosom bolany üçin, ondaky genleriň hemmesi, hatda resessiw genler hem ýüze çykýarlar. Şeýle janly bedenlere **gomozigot organizmler** diýilýär. XaY resessiw gen ýüze çykýar.

Drozofil siňeginde jyns bilen goşulyşan genlere gözün reňkini kesgitleýän gen mysal bolup biler. Kadaly garamtyl-gyzyl gözün alleli W, ak reňkli gözün W allelini dominirleýär. Gomozigot gyzyň gözli enelik bedeni ( $X^W X^W$ ) ak gözli atalyk ( $X^W Y$ ) beden bilen çaknyşdyrylanda ähli nesil gyzyň gözli bolýar (24-nji çyzgy).

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀ } X^W X^W \quad \times \quad \text{♂ } X^W Y \\
 G \quad \text{⊙ } X^W \quad \text{⊙ } X^W \quad \text{⊙ } Y \\
 F_1 \quad X^W X^W ; \quad X^W Y
 \end{array}$$

Emma ak gözli enelik organizmi ( $X^W X^W$ ) gyzyň gözli atalyk organizm ( $X^W Y$ ) bilen çaknyşdyrylanda bolsa, nesilde diňe enelik bedenler gyzyň gözli bolup, atalyk bedenler bolsa ak gözli bolýarlar (25-nji çyzgy).

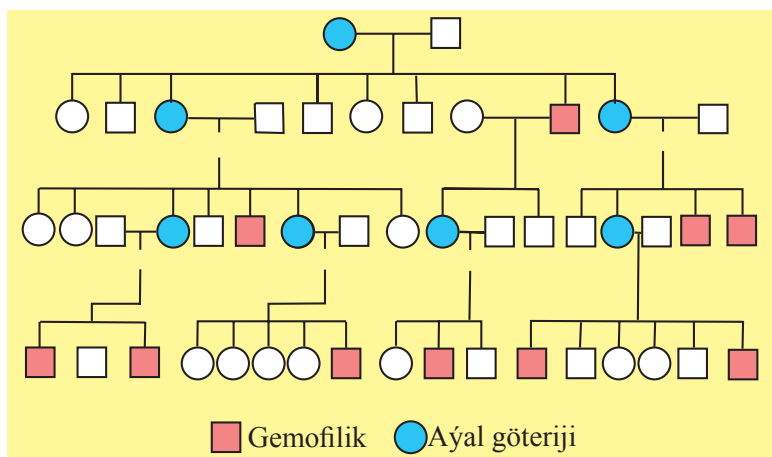
$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀ } X^W X^W \quad \times \quad \text{♂ } X^W Y \\
 G \quad \text{⊙ } X^W \quad \text{⊙ } X^W \quad \text{⊙ } Y \\
 F_1 \quad X^W X^W ; \quad X^W Y \\
 \text{gyzyň gözli} \quad \text{ak gözli}
 \end{array}$$



Aýdylyşyna görä, bu ýerde atanaklaýyn neslegeçijilik bolup geçýär, ýagny alamat atasyndan gyzyňa, enesinden bolsa ogluna geçýär. Adamda birnäçe alamatlar, şol sanda gemofiliýa, görüş nerwiniň atrofiýasy, daltonizm X-hromosom bilen tirkeşikli (drozofilada gözün reňkiniň nesle geçişi ýaly) nesle geçýär.

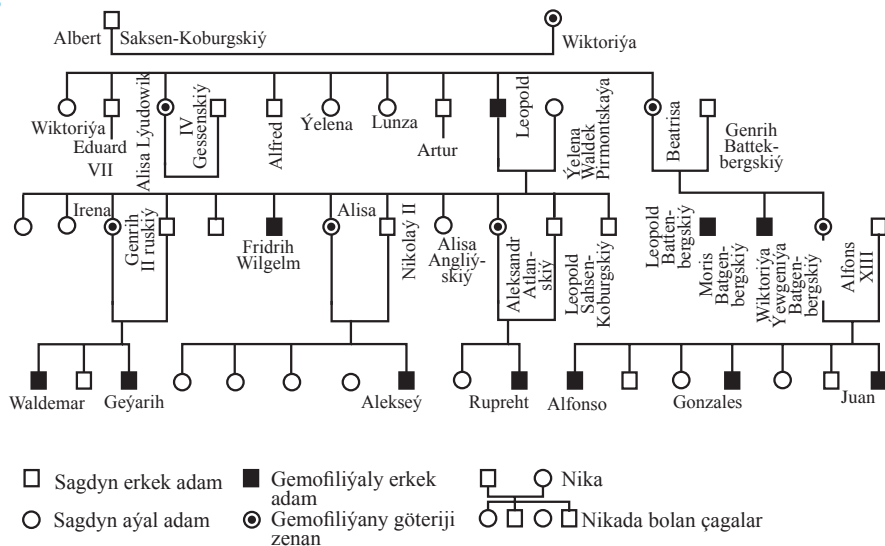
**Gemofiliýa** – adamda jyns bilen tirkeşikli alamatyň mysaly. Ganyň kadaly lagtalanmagyny üpjün edýän gen (H) we onuň alleli «gemofiliýanyň geni» (h) X-hromosomda ýerleşýärler (54-nji surat). Gemofiliýanyň döremegi ganyň kadaly lagtalanmagy üçin zerur bolan kesgitli bir belogyň sintezlenmeginiň bozulmagy netijesinde ýüze çykýar. Gan damarlarynyň bitewüliginiň sähelçe bozulmagy şeýle näsaglarda uzak wagtlaýyn gan akmalara getirýär. Gemofiliýanyň geni resessiw bolanlygy sebäpli, geterozigot aýallaryň köpüsinde lagtalanma wagty biraz köpelse-de, ol ýüze çykmaýar. Hut şu alamat boýunça bu geni görterijileri sagdyn adamlardan tapawutlandyrmak mümkinçiligi döreýär.

Gemofiliýa Ýewropa döwletleriniň patyşa maşgalalarynyň agzalarynyň arasynda duş gelýär. Gemofiliýa geni ilkinji gezek patyşa zenan Wiktoriyada mutasiýa netijesinde döräpdir diýlip çak edilýär. Ol bu geni geterozigot görteriji bolup, ony ogluna we iki gyzyňa geçiripdir. Patyşa zenan Wiktoriyanyň nesilleri bu alamaty köp patyşalaryň maşgalalaryna ýaýradypdyrlar (55-nji surat).



54-nji surat. Gemofiliýanyň nesil yzarlamasy





**55-nji surat.** Ýewropada patyşalyk süren maşgalalaryň gemofiliýanyň nesil yzarlamasyny (X-hromosom bilen baglanyşykly resessiw alamat) görkezýän şejere

Kadada ganyň lagtalanmagyny üpjün edýän gen dominant bolup gemofiliýanyň geni bolsa resessiw häsiýete eýedir. Şonuň üçin hem, eger enelik organizm bu gen boýunça geterozigot bolsa ( $X^H X^h$ ), onda gemofiliýa keseli ýüze çykmaýar. Atalyk bedenlerde diňe bir X-hromosom bar. Şonuň üçin, eger-de şol hromosomda gen H genbar bolsa kesel ýüze çykmaýar. Eger-de atalyk bedende h-gen bar bolsa, onda ol kesellidir, çünki Y-hromosom kadaly lagtalanmagyň genini saklamaýar

Meselem:

$$\begin{array}{l}
 P_{\text{♀}} \quad X^H X^h \quad \times \quad \text{♂} \quad X^h Y \\
 G \quad \begin{array}{c} \textcircled{X^H} \quad \textcircled{X^h} \end{array} \quad \begin{array}{c} \textcircled{X^h} \quad \textcircled{Y} \end{array} \\
 F_1 \quad X^H X^h, X^h Y; X^h X^h, X^h Y;
 \end{array}$$

Reňk saýgarmazlygyň (daltonizm) alamaty bolan adamlar käbir reňkleri (köplenç, gyzyl we ýaşyl) tapawutlandyryp bilmeýär. Bu has giň ýaýran kesel (alamat). Daltonizm ýörite tablisalaryň kömegi bilen kesgitlenip bilner. Ol tablisalarda reňklenen nokatlar reňk saý-



garmaýan adamlar adaty adamlar bilen deňeşdirilende başga suratlary ýa-da sözleri görer ýaly ýerleşdirilen. Daltonizm, köplenç, erkek adamlarda duş gelýär. Munuň sebäbini düşündirmek kyn däl.

Reňki kadaly kabul edýän gen X-hromosomda ýerleşýär we dominant häsiýete eýedir, onuň alleli bolsa resessiw häsiýete eýedir. Atalyk organizmde bir X-hromosom bar. Şonuň üçin hem, şol X-hromosomda resessiw, daltonizm kesel peýda bolar.

Enelik organizmde iki X-hromosom bar. Şonuň üçin hem, ol organizm bu genler bilen geterozigot bolsa, daltonizm ýüze çykmaýar. Enelik organizmde – daltonizm haçan-da X-hromosomlarda daltonizmiň geni gomozigot bolan ýagdaýynda ýüze çykýar.

Resessiw genleri aýallarda diňe gomozigot ýagdaýda, erkeklerde bolsa gemizigot ýagdaýda ýüze çykýar ( $XdY$ ):

Kadaly görmek (reňki kadaly saýgarmak) – D;

Daltonizm (reňki saýgarmazlyk) – d.

X-hromosomlaryň, islendik autosom ýaly genetiki işjeňligi belli edilendir. X-hromosomda adamyň ýaşayşy üçin möhüm genler ýerleşýär. Şonuň üçin oňa genetiki işjeň hromosom diýilýär. Y-hromosomlar genetiki işjeň däl ýagdaýda bolup, adamyň ýaşayşy üçin möhüm bolmadyk genler şol X-hromosomda ýerleşýärler. Meselem, gipertrihoz –bütün bedeni, ýüzi, gulaklary tüýli (56-njy surat); ihtioz keselli näsaglaryň derisi balygyň teňňelerine meňzeş bolýar (57-nji surat) aýaklaryň barmaklarynyň arasyndaky perdeler, allergiýanyň käbir görnüşleri).



56-njy surat. Gipertrihozly çaga



**57-nji surat.** Ihtioz keseli

Şeýle alamatlar diňe atadan ogla geçýärler. Erkek ugur boýunça nesil yzarlamanyň bu görnüşine **golandrik** nesil yzarlama diýilýär:

$$\begin{array}{rcccl}
 P_{\text{♀}} & XX & \times & \text{♂} & XY \\
 G & \textcircled{X} & & \textcircled{X} & \textcircled{Y} \\
 F_1 & XX & & & XY
 \end{array}$$

Y-hromosomlarda ýerleşen alamatlar diňe atadan ogullara geçirilýär (golandrik alamatlar), sebäbi gyzlar hiç haçan Y-hromosomy almaýarlar. Mysal bolup, adamda aýaklaryň barmaklarynyň arasynda perdäniň bolmagy ýaly zyýansyz alamatyň nesle geçmegi hyzmat edip biler. Ol diňe atadan ogullara geçýär.

Guşlarda, käbir balyklarda we kebeleklerde hem jyns bilen tirkeşikli birnäçe alamatlar ýüze çykarylady. Bu ýagdaýlarda hem alamaty kesgitleýän genler X-hromosomda ýerleşýärler, ýöne nesle geçmäniň usulynda erkekler we urkaçylar ýerlerini çalyşýarlar, sebäbi bu ýerde geterogamet jyns urkaçylar hasaplanýar.

### 3.14. ÜYTGEÝJILIK WE ONUŇ GÖRNÜŞLERI

Üytgeýjilik janly organizmlere mahsus bolan umumy häsiýetdir, üstesine-de janly organizmleriň alamatlary nesilden-nesle geçirip bilme häsiýetine gapma-garşy häsiýetdir.



Neslegeçijilik we üýtgeýjilik janly tebigatyň düýpli (esasy) häsiýetleridir. Emma onuň ýüze çykan görnüşleri biri-birine garşydyr. Janly bedenleriň neslegeçijilik häsiýeti ýüze çykan alamatlarynyň nesilde saklanyp galmak ýörelgesine esaslanýar. Üýtgeýjilik bolsa nesil alamatlarynyň daşky gurşawyň şertleri (faktorlary) bilen bolan aragatnaşykda dürli görnüşlerde ýüze çykmaklygyna esaslanýar. Şuňa esaslanyp üýtgeýjilige, organizmleriň daşky gurşawyň şertleri bilen bolan aragatnaşygy görkezýän hadysadyr diýip hem aýdyp bolar.

Genetikanyň nukdaýnazaryndan seretseň, üýtgeýjilik – organizmleriň individual ösüş hadysasynda daşky gurşawyň şertleriniň täsirine genotipiň jogabydyr. Şonuň üçin ösümlikleriň hem, haýwanlaryň hem şol bir görnüşine degişli dürli toparlaryň janly bedenleriň biri-birlerinden azda-kände ululyklary, käbir organlarynyň görnüşleri, reňkleri, gurluş we funksional aýratynlyklary boýunça tapawutlanýarlar. Janly bedenleriň şular ýaly aratapawudy ähli janly organizmleriň, ýaşaýşyň umumy häsiýeti bolan üýtgeýjiligiň netijesinde ýüze çykýar. Şundan görnüşine göre, üýtgeýjilik bir görnüşli janly bedenleriň arasyndaky aratapawudy görnüşinde ýüze çykýar ýa-da gysgaça aýdylanynda, üýtgeýjilik bir görnüşe degişli janly bedenleriň aratapawudydyr. Ewolýusion taryhy hadysa görnüşleriň progressiw ösüşi bilen esaslandyrylýar. Ol ösüş bolsa, organizmleriň daşky gursawyň şertlerine has işjeň uýgunlaşmaklygynyň çylşyrymly görnüşlerini döredýär we gysgarmaklaryna esaslanýar. Bu hadysalar nesil häsiýetleriniň üýtgemegi netijesinde ýüze çykýar. Sonuň üçin hem bir-birine garşy, şol bir wagtda aýrylmaz aragatnaşykda bolan iki häsiýet – neslegeçijilik we üýtgeýjilik ähli janly-jandara mahsus bolan häsiýetdir. Üýtgeýjilik hadysasy has irki döwürlerden bellidir. Haçanda adamzat medeni ösümlikleriň täze görnüşlerini we öý haýwanlarynyň täze tohumlaryny ösdürip başlan döwründe janly bedenleriň üýtgeýjilik häsiýetiniň mahsusdygyny belläpdirler. Alymlaryň barlaglary üýtgeýjiligiň şertleriň iki toparynyň täsiri netijesinde ýüze çykandygyny subut etdi. Olaryň biri – janly bedenleriň öz ene-atalaryndan alýan nesil şertleriň dürlüligi bolsa, beýlekisi jan-



ly bedenleriň individual ösüşe geçýän daşky gurşawyň şertleriniň täsiri bilen esaslandyrylýar. Organizmlerde alamatlaryň ösmegine nesil şertleriň täsir edýändigigi bellidir. Şol bir wagtda hem organizmleriň ösüşine daşky gurşawyň täsiriniň ýetýändigigi hem bellidir.

Şeýlelikde, janly bedenleriň ewolýusion ösüş döwründe iki topardaky şertleriň täsir etmegi netijesinde olarda üýtgeýjilik häsiýeti emele gelipdir.

Üstesine-de, organizmleriň bu häsiýeti organiki dünýäniň ewolýusiýasynyň esasy şertleriniň (üç faktor: neslegeçijilik, üýtgeýjilik we seçgi) biri bolup galýar. Häzirki döwürde biologiýada üýtgeýjiligiň iki görnüşi (nesilleýin däl we nesilleýin üýtgeýjilik) tapawutlandyrylýar. Şulara aýratynlykda seredip geçeliň.

### Nesilleýin däl üýtgeýjilik

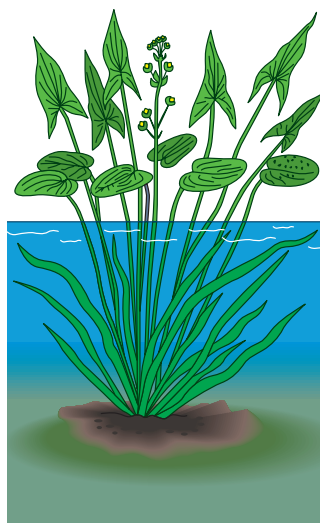
Nesilleýin däl üýtgeýjilik organizmleriň fenotipiniň üýtgemegi bilen baglanyşyklydyr. Fenotipiň üýtgemegi bolsa, genotipiň üýtgemegine getirmeyär. Şeýlelikde, bu üýtgeýjilik saklanmaýar, nesilden-nesle-de geçmeyär. Häzirki döwürde bu üýtgeýjilige genetika ylmynyň dilinde fenotipiki ýa-da modifikasion üýtgeýjilik diýilýär.

Ç.Darwin modifikasion üýtgeýjiligiň ýüze çykmagyny, gös-göni daşky gurşawyň şertleriniň täsiri bilen baglanyşdyrypdy. Şonuň üçin hem Ç.Darwin üýtgeýjiligiň bu görnüşine başgaça belli ýa-da toparlaýyn üýtgeýjilik diýip at beripdir. Şeýle hem belli bir faktoryň täsirine düşen şol bir görnüşin janly bedenleriň hemmesinde ýüze çykan üýtgeýjilik birmeňzeşdir. Meselem, mineral we organiki maddalara baý bolan toprakda ösen ösümlükler örän iri bolýarlar, şol maddalaryň ýetmezçilik edýän topragynda bolsa, tersine bolýar. Otluk meýdanda bakylýan goýun sürüsiniň hemme goýunlary semizdirler, otsuz ýerde bakylýanlar bolsa hordurlar. Şu mysallarda alamatlarymyz iri ýa-da maýda ösümlükler, semiz ýa-da arryk goýunlar – nesil yzarlamaýarlar, nesilden-nesle geçmeyärler. Semiz goýnuň nesilleri semiz bolmaly diýen zat ýokdur, eger olaryň nesli aç saklansa, olar hor bolarlar. Modifikasion üýtgeýjilik maksada laýyk ýa-da uýgunlaşmaklyk häsiýete eýedir. Şu derejede modifikasion üýtgeýjiligi görkezmek üçin



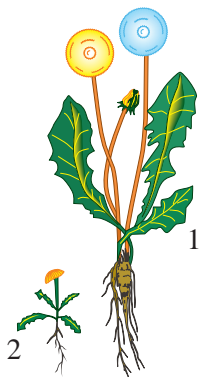
suw lýtiginiň ýapragyna seredeliň. Bu ösümlik suwuň içinde-de, kenarynda-da ösüp bilýär. Kāwagtlar ol ösümligiň bir bölegi suwda, beýleki bölegi bolsa suwuň üstünde ýerleşýär. Şeýle ýagdaýda suwuň üstünde ýerleşen ýapraklar ýasy, gýralarynyň kesikleri uly bolmadyk görnüşde bolýarlar. Emma suwuň içinde ýerleşen ýapraklarda gyrasynyň kesikleri has çuňdur, ýapraklar birnäçe inçejik böleklerden durýar (*58-nji surat*). Suwuň içindäki ýapraklaryň beýle bolmagy olaryň suwuň tolkunlarynyň täsirinde zaýa bolmazlygyny üpjün edýär.

Başga bir mysal: fransuz alymy – botanigi Bonnýe 120 görnüşe degişli ösümliklerde tejribe geçiripdir. Ol ösümlikleriň her birini ikä bölüpdir. Olaryň birini ýyly, ýumşak klimatly, deňiz derejesine ýakyn beýiklikde, ýagny Pariž şäheriniň bagynda oturdypdyr. Beýleki bölegini bolsa deňiz derejesinden 2300–2400 m beýiklikde ýerleşen dagyň üstündäki tejribe meýdançasyna gögerdipdir. Netije nähili bolupdyr? Tekizlikde oturdylan ösümlikler ýapraklary giňişleýin ýerleşen uzyn baldaklary emele getiripdir. Dagyň üstünde ösdürilip ýetişdirilen ösümlikleriň bolsa gaty gysgajyk baldaklary bolupdyr. Kābirinde bolsa baldak bolman, diňe ýere ýazylyp ýatan ýapraklar emele gelipdir. Baldaklaryň görnüşleriniň beýle üýtgemekligi dagyň üstüniň gurak howasyna ösümligiň hökmany uýgunlaşyş häsiýetidir. Eger-de şol iki ösümligiň tohumy hem deň şertlerde ekilse, onda fenotip boýunça birmeňzeş ösümlikler emele gelýär. Şulardan görnüşi ýaly, daşky gurşawyň şertleriniň täsiri netijesinde fenotipiň üýtgemegi, genotipiň üýtgemegini döretmeýär.



#### 58-nji surat.

Gurşawyň şertleriniň täsiri netijesinde peýkam ýaprak ösümligiň ýapraklarynyň şekiliniň üýtgemegi.



**59-njy surat.** Tozganyň şekiliniň üýtgeýşi.  
1 – düzlükde ösen; 2 – daglarda ösen.

Şonuň üçin hem şular ýaly üýtgemeler nesilden-nesle geçmeýärler. Modifikasion üýtgeýjiligiň ýüze çykmagyna, ösüp barýan organizmlerde bolsa geçýän fermentatiw reaksiýalara daşky gurşawyň şertleriniň täsir etmegi sebäp bolýar. Olar şol reaksiýalaryň geçiş häsiýetlerini belli bir derejede üýtgedýärler (59-njy surat).

Modifikasion üýtgeýjiligi bir ýumurtgadan emele gelen ekiz çagalarda hem görmek bolar.

Biziň bilşimiz ýaly, bir ýumurtgadan dörän ekiz çagalar tohumlanan bir ýumurtga öýjüginin ownamagy netijesinde ýüze çykan iki sany blastomeriň aýrylyşmagy sebäpli emele gelýärler. Görnüşine görä, bir ýumurtga öýjüginde iki sany düwünçek peýda bolýar, olaryň nesil ýagdaýlary bütinleý meňzeşdirler. Şonuň üçin hem bir ýumurtgadan emele gelen ekizler şeýle bir meňzeşdirler, käwagtlar olary tapawutlandyrmak hem örän kyndyr. Olar elmydama şol bir jynsdandyr, gan toparlary, boýy, saçynyň we gözünüň reňki, gulaklarynyň görnüşi birmeňzeşdir. Şeýle meňzeşlik organizmleriň ösüşinde hem ýüze çykyp bilýär. Meselem, köp barmaklylyk, albinizm (ak reňkli bolmaklyk) keselleri ekizleriň ikisinde hem peýda bolýar.

Bir ýumurtgadan emele gelen ekiz çagalaryň daşky meňzeşlikleri, diňe olaryň belli bir şertlerde ýa-da meňzeş şertlerde ýaşan wagtlarynda saklanyp galýar. Eger-de olar bir-birlerinden düýpli tapawutlanýan şertlerde ýaşasalar, onda olaryň arasynda örän köp ara-



tapawutlar ýüze çykarlar. Modifiksion üýtgeýjiligiň aýratyn bir görnüşini uzak modifikasiýa emele getirýär. Uzak modifikasiýanyň netijesinde-de üýtgeýjilik daşky gurşawyň şertleriniň täsiri sebäpli ýüze çykýar we birnäçe nesillere geçip bilýär. Meselem, kolorad kortofel tomazagynyň kukolkasyna ýokary ýa-da pes temperaturanyň täsir etmegi netijesinde olaryň ýetişen (uly) görnüşiniň reňki üýtgeýär. Ol alamat birnäçe nesillerde saklanýar, soňra kem-kemden öňki reňkine gaýdyp gelýär.

Ýene-de bir zady belläp geçelin. Alamatlaryň dürli görnüşleriniň dürli şertlerde üýtgeýjiligi birmeňzeş däldir. Şol sebäpli alamatlaryň modifikasion üýtgeýjiligiň çägene reaksiýa kadasy diýilýär.

### **Nesilleýin üýtgeýjilik we onuň toparlara bölünişi.**

1. Nesilleýin üýtgeýjilik.

2. Toparlara bölünişi:

a) kombinatiw üýtgeýjilik;

b) mutasion üýtgeýjilik.

1) Hromosomlaryň sanynyň üýtgemegi – genom mutasiýasy.

2) Hromosomlaryň gurluş düzüminiň (strukturasynyň) üýtgemegi – hromosom aberrasiýasy.

3) Geniň molekulýar gurluşynyň üýtgemegi – gen mutasiýasy.

Nesilleýin üýtgeýjilik janly bedeniň genotipiniň ýagdaýy bilen kesgitlenilýär, çünki genotipiň üýtgemegi nesilleýin üýtgeýjiligiň ýüze çykmagyna alyp barýar. Şol sebäpli hem bu üýtgeýjilige başgaça genotipiki üýtgeýjilik hem diýilýär. Ç. Darwin bu üýtgeýjilige belli дәл ýa-da indiuidual üýtgeýjilik diýip at beripdir. Ýöne ol bu üýtgeýjiligiň sebäbini kesgitläp bilmändir, indiuidual diýilmeginiň sebäbi bolsa şular ýaly üýtgeýjilik köpçülikleýin görnüşde peýda bolman, käbir janly bedenlerde ýüze çykýar. Häzirki döwürde genotipiki üýtgeýjiligiň iki görnüşe (kombinatiw we mutasion) bölünmegi ykrar edilýär.

### **I. Kombinatiw üýtgeýjilik.**

Kombinatiw üýtgeýjilik genotipde genleriň utgaşmalary-kombinirlemeleri netijesinde ýüze çykýar. Genleriň täze utgaşmalary organizmleriň çakyşmalary netijesinde emele gelýär. Sonuň üçin





hem kombinativ üýtgeýjilige, başgaça gibrid ýa-da çakyşdyrma üýtgeýjiligi hem diýilýär. Kombinativ üýtgeýjilik has irki döwürlerden bäri bellidir. Çünki seleksiýaçylar ösümlikleriň täze görnüşlerini haýwanlaryň täze tohumlaryny almak üçin olarda çakyşdyrma usulyny peýdalanyşyşyrlar. Meselem, iri şahly mallaryň Täze Zelandiýa tohumyny almak üçin şol iri şahly mallary Şortgorn we Friz tohumlaryny Jersey tohumy bilen çakyşdyrypdyrlar. Birinji tohumlar süýdüniň köplügi, onuň ýaglygynyň bolsa pesligi bilen häsiýetlendirilýär.

Ikinji Jersey tohumynyň bolsa süýdi az, emma ýaglylygy ýokary bolup, şu tohumlar çaknyşdyrylyp, süýtli we süýdüniň ýokary ýaglygy bilen tapawutlanýan tohum alnyşdyr. Ýene-de bir mysal alalyň:

Towuklaryň gül şekilli kekeçli tohumlary bilen nohut şekilli kekeçli tohumlary çakyşdyrylanda, hoz şekilli kekeçli towuklaryň tohumlary alnyşdyr. Şu iki mysaldan görnüşi ýaly, kombinativ üýtgeýjilikde diňe bir alamatlaryň täze utgaşmaklary ýüze çykman, eýsem, täze alamatlar hem (iki mysal) peýda bolýarlar.

I.W. Miçurin tarapyndan döredilen ir-iýmişler çakyşdyrmak usuly bilen alnandyr. Kombinativ üýtgeýjiligiň baglaryň görnüşleriniň köpüsinde olaryň ýüze çykmaklygy janly bedende geçýän üç sany hadysanyň bolmaklygy bilen baglanyşdyrylýar. Olar:

- 1) Meýoz hadysasynda hromosomlaryň biri-birine bagly bolmazdan dargamaklyk häsiýeti;
- 2) Tohumlanma geçende genleriň tötänlikde utgaşmaklary;
- 3) Krossingower hadysasynyň netijesinde geçýän genleriň rekombinasiýasydyr.

Jynsy köpelişniň esasy biologiki ähmiýeti hem tohumlanmada nesil infonasiýalarynyň täze kombinasiýalarynyň bolmak mümkinçilikleri bilen esaslanýar. Meselem: gany gomozigot II topara degişli ( $I^A I^A$ ) zenan maşgala gany gomozigot III toparly ( $I^B I^B$ ) erkek kişä durmuşa çyksa (ene-atanyň ganlarynyň toparlary tersine bolmagy hem mümkin), olaryň neslinde gany IV topara degişli çaganyň dogulmagy bolup geçýär. Şu ýerde ganyň ikinji we üçünji toparlarynyň



ýüze çykmagyny üpjün edýän  $I^A$  we  $I^B$  genleriň çagada utgaşmaklygy IV topara degişli gany emele getirýär.

$$\begin{array}{rcccl}
 P & \text{♀} & I^A I^A & \times & \text{♂} & I^B I^B \\
 G & & \textcircled{I^A} & & \textcircled{I^B} & \\
 F & & I^A I^B & - & \text{IV topar} & 
 \end{array}$$

Kombinatiw üýtgeýjilik tebigatda giňden ýaýrandyr, onuň görnüşleriň emele gelmeginde ähmiýetiniň bolmagy mümkin. Çünki gülli ösümlükleriň we balyklaryň arasynda iki ýakyn görnüşüň alamatlaryny özünde jemleýän görnüşleriň barlygy bellidir. Emma diňe gibridleşdirmegiň netijesinde täze görnüşleriň emele gelmegi örän seýrek hadysadyr. Emma şeýle-de bolsa, pürli tokaýlaryň gyralarynda ösüp ýetişýän rýabin-kizil diýlen ir-iýmişli gyrymsy agaç görnüşü rýabina agajy bilen kizil agajynyň çakyşdyrylmagy netijesinde emele gelendir.

Ol görnüşe rýabinadan miwäniň tagamy, reňki, ýapragyň we pyntygyň görnüşü, kizilden bolsa miwäniň gurluşy, gül topbagynyň görnüşü, tüý örtügiň häsiýeti geçipdir. Ol görnüşe rýabinadan ýüze çykýan «geterozis» (grekçe *heterosos* – görnüşini üýtgetmek) ýa-da «çakyşdyrma (gibrid) güýji» diýlen hadysa-da häsiýeti boýunça kombinatiw üýtgeýjilige meňzeşdir.

Geterozis hadysasynda käbir alamatlaryň ýüze çykyşy gomozigot ýagdaýynda ýüze çykyşy bilen deňeşdirilende, geterozigot ýagdaýynda has ýokarydyr. Şeýle genotipli janly bedenleriň ukyby artykdyr. Bu hadysa mekgejöwende has gowy ýüze çykýar. Geterozis hadysasyny düşündirýän birnäçe çaklamalar bar. Olaryň käbirleri çakyşdyrylyp alnan janly bedenlerde (gibridlerde) alamatyň ösmegine oňaly täsir edýän dominant genleriň sanynyň köpelmegi bilen düşündirýärler. Mysal: eger A we B genler güýçli ösüşe peýdaly täsir edýän bolsalar, onda iki görnüşüň Aabb we aaBB genotipli wekilleri çaknyşdyrylsa, emele gelen nesliň AaBb boýy has uly bolar. Polimeriýa hadysasyny ýadyňyza salyň.



Beýleki çaklamanyň tassyklamagyna görä, käbir alamatlar – allel genleriň geterozigot ýagdaýynda ýüze çykyşy dominant alamatyň gomozigot ýagdaýynda ýüze çykyşyndan ýokarydyr.

## II. Mutasion üýtgeýjilik.

Mutasion sözi latynça «*mutatio*» – öwrülişik, üýtgemek diýen manyny aňladýar. Mutasion üýtgeýjilik birden, duýdansyz ýüze çykýar. Şular ýaly üýtgeýjilikler berk saklanýarlar we indiki nesle-de geçip bilýärler. Bular ýaly üýtgeýjilik janly beden üçin peýdaly, zyýanly we bitarap bolup bilerler. Käwagt mutasiýanyň netijesinde emele gelen janly beden başdaky janly bedenden has-da tapawutlanýar. Mutasion üýtgeýjilik hadysasy gadymy zamanlardan bellidir. Ç.Darwin hem özüniň «Haýwanlaryň we ösümlükleriň eldekileşdirilen şertlerde üýtgeýjiligi» (1868 y.) diýen işinde birnäçe mutasiýany ýazyp beýan edipdir.

Mutasion üýtgeýjiligi öwrenmekde rus botanigi, akademik S.I Korzinskiý (1899 ý.) we golland alymy G.De.Friz köp işleri ýerine ýetiripdirler. «Mutasiýa» diýlen adalganyň özi hem De Frize degişlidir. Ol bu adalgany ilkinji gezek «Mutasiýa nazaryýeti» (1901-1903 ý.) diýen işinde hödürleýdi we ylma girizipdir.

De Friziň kesgitlemesi boýunça mutasiýa birden peýda bolan üýtgeýjilik hadysasydyr. De Friziň mutasion nazaryýetiniň esasy mazmuny şulardan ybaratdyr:

- 1) mutasiýa birden ýüze çykýar, hiç hili geçiş tapgyry bolmaýar;
- 2) alamatlaryň täze görnüşleri durnuklydyr (konstantdyr);
- 3) mutasiýa nesilleýin däl üýtgeýjilikden tapawutlylykda, yzygiderli hatary emele getirmeýär, aralyk görnüşiniň töwereginde toparlanmaýan mutasiýa hili üýtgemegidir;
- 4) mutasiýa dürli ugurlar boýunça geçýär, olar peýdaly hem zyýanly bolup bilerler;
- 5) mutasiýany ýüze çykarmaklyk mutasiýanyň üstüni açmak üçin barlanylýan janly bedenleriň sanyna baglydyr;
- 6) şol bir mutasiýanyň gaýtadan ýüze çykmagy mümkindir.

Mutasion üýtgeýjiligi De Friz tejribe usuly bilen 1880-nji ýyllarda öwrenip başlapdyr. Ol öz barlaglaryny Gollandiýada ýabany amerikan ösümligi bolan Lamargyň enoterasy diýlen ösümligi öwren-



mek boýunça geçirýär. 20 ýyllap geçirilen barlaglar netijesinde De Friz Enoteranyň populýasiýasynda üýtgeýjiligi bilen has tapawutlanýan käbir ösümlikleri görüpdür. De Frizden soň hem köp alymlar mutasion üýtgeýjiligi ösümliklerde we haýwanlarda ýazyp beýan edipdirler. Meselem, drozofil siňeginde ýüzlerçe mutasiýanyň peýda bolýanlygy belenipdir. Meselem, şu siňegin kadaly ösýän gyzyl gözli populýasiýasynda ak gözli siňek peýda bolupdyr.

Täze alamat durnuklylygy bilen nesillere geçipdir. Mutasion üýtgeýjilige sezewar bolan başga bir drozofil siňeginde kelte ganat peýda bolupdyr. Şol siňeklerden alnan nesillerde hem kelte ganatly siňekler emele gelipdirler. Mutasion üýtgeýjilik bilen ewolýusion ösüş – täze görnüşleriň, tohumlaryň döremekligi bilen hem baglanyşykly hadysadyr. Mutasion üýtgeýjiligi haýwanlaryň we ösümlikleriň hemme wekillerinde hem ýüze çykaryldy, köp mutasiýalar adamda hem ýazylyp beýan edildi. Mutasion üýtgeýjiligiň nesilleýin häsiýeti olaryň jyns we somatik öýjükleriň täzededen öndürýän elementleriniň täzeçe gurnalmagy bilen baglanyşyklydygyny subut edýär. Şeýlelikde, mutasion üýtgeýjilik daşky gurşawyň şertlerine bagly bolmazdan, birnäçe nesillere geçip bilýär. Bu bolsa mutasiýanyň öýjügiň nesil enjamy -genotipi bilen baglanyşyklydygynyň şaýadydyr.

Genotipiň (genetiki materialyň) üýtgemeginiň häsiýeti boýunça mutasiýany üç topara bölýärler:

**1. Genom mutasiýasy.** Hromosomlaryň sanynyň üýtgemegi – genom mutasiýasynyň üçleýin (üç jübüt) bolmaklygy mümkin we şuna meňzeşler. Şeýle daşky gurşawyň genotipiniň bellenişi nähili?

Jyns öýjüklerinde hromosomlaryň ýarym toplumynyň – **n** bardygy belli. Onda zigota kadaly ýagdaýda hromosomlaryň diploid toplumu – **2n** häsiýetlidir. Şeýle ýagdaýda janly bedenleriň genotipinde bir hromosom artyk bolsa (47) onuň genotipi **2n + 1** bolar. Trisomiýa ikilenen bolsa (48), onda genotipi **2n+2**, üçleýin bolsa (49) – **2n+3** görnüşde ýazylýar.

Geteroploidiiýa zigotada hromosomyň diňe az sanlysynyň artykmaçlygy bilen ýüze çykman ýokarda görkezişimiz ýaly şolar ýaly sanly hromosomlaryň ýetmezçiligi bilen hem bellidir. Bu ýagdaýda



hromosomlarynyň diploid toplumynyň bir hromosom ýetmese (45), oňa monosomiýa, janly bedenlere bolsa monosomik organizm diýilýär. Eger-de diploid toplumdan tutuş bir jübüt hromosom ýetmese, oňa nulesomiýa, janly bedene bolsa nulesomik janly beden diýilýär. Düzgün boýunça nulesomikler ýaşamaga ukyply dälidirler.

Poliploidiýa – mutasiýasynda adyndan görnüşine görä, hromosomlaryň kadaly diploid toplumyna ýene-de gaploid ( $n$ ) toplumu goşulýar. Netijede, organizmiň genotipinde üç, dört we ondan hem köp hromosomlaryň gaploid toplumu jemlenýär. Hromosomlaryň diploid sanynyň şeýle görnüşli üýtgemelerine triploidler ( $3n$ ), tetraploidler ( $4n$ ), pentaploidler ( $5n$ ), geksaploidler ( $6n$ ) diýilýär. Meselem: poliploid ösümlüklere arpa, dary, alma, armyt, garaly, üzümüň käbir görnüşleri, tut agajy, şekerçiňrik, pagta, ýer almasy degişlidirler.

Käbir ýakyn görnüşleriň hromosomlarynyň diploid sanyna gaploid toplumynyň goşulmagy netijesinde hromosomlaryň sanynyň kem-kemden artyk hatary emele gelýär. Şeýle hatara poliploid hatary diýilýär. Ösümlüklerde poliploid hatarly birnäçe görnüşleriniň bardygynyň üsti açyldy. Meselem, bägül urugynyň poliploid hataryny emele getirýän görnüşleri bar. Olaryň 14, 21, 28, 35, 42 we 56 hromosomlary bardyr. Bu hataryň hromosomlarynyň esasy sany 7-dir. Esasy sany 12 hromosomdan ybarat bolan itüzümiň urugy 12, 24, 36, 48, 60, 72 hromosomlary bar bolan hatary emele getirýär.

Hrizantema ösümliginde poliploidli görnüşleriň sany has hem köpdür. Olarda gaploid toplumu 9 hromosom deňdir. Emma bu ösümligiň öýjüklerinde 18 ( $2n$ ), 36 ( $4n$ ), 54 ( $6n$ ), şeýle derejede ösüp, ahrynda 198 ( $22n$ ) hromosomyň bar bolan görnüşleri hem bardyr. Şular ýaly hromosomlary poliploid toplumly görnüşleriň sany köpdür. Görnüşine görä, köp görnüşleriň, esasan hem gülli ösümlükleriň ewolýusion ösüş-i poliploidlaşmak ýoly bilen geçendir. Poliploid görnüşleriniň fenotipi diploid janly bedeniňkiden tapawutlanýar. Şeýle hem hromosomlaryň sanynyň üýtgemegi nesil häsiýetleriniň üýtgemegine hem eltýär. Poliploid organizmler ululyklary we amatsyz şertlerde ýaşamaklyga has ukyplylyklary bilen tapawutlanýarlar. Ösümlükleriň poliploid häsiýetiniň belli bir derejede hojalyk ähmiýeti hem bardyr. Meselem, gant şugundyrynyň triploid, tetraploid görnüşleriniň hasyllylygy gek-



tardan 10-15% artykdyr. Poliploid toparly hromosomly janly bedenler haýwanat dünýäsinde hem bellidir. Belli bolşuna görä, ýönekeýjeleriň käbir toparlary (infuzoriýalary) poliploidlaşmak usuly bilen geçipdir. Käbir köp öýjükli haýwanlaryň görnüşlerini emeli ýol bilen döretmek başartdy. Meselem, ýüpek gurçugy, birnäçe ýerde-suwda ýaşayanlaryň görnüşleri şeýle usul bilen döredilipdir.

Bir genomyň hromosomlarynyň köpeldilmegi netijesinde emele gelen poliploidiýa awtopoliploidler diýilýär. Eger-de poliploid dürli genomlaryň hromosomlarynyň sanynyň hasabyna emele gelen bolsa, oňa allopoliploidler diýilýär. Allopoliploid organizmi Ç.D.Karpeçenko redka bilen kelem çakyşdyryp alypdyr. Ol ösümlikleriň her haýsysynda 18 hromosom bar, alnan gibrid 36 hromosom bolan allotetraploid organizmdir.

## 2. Hromosomlaryň gurluşynyň üýtgemegi.

Hromosomlaryň gurluşynyň üýtgemegi ýa-da hromosom abberasiýasy, esasan hem hromosomlaryň üzülmepleri netijesinde ýüze çykýar. Emele gelen fragmentler ýene-de hromosomlara gaýtadan birleşýärler, emma öňki kadaly ýagdaýy dikeldilmeýär. Bu üýtgeýjiligiň 4 – ýetmezçilik, ikilenme (duplikasiýa), inwersiýa, translokasiýa görnüşi bar (60-njy surat).



**Hromosomyň  
kadaly gurluşy**



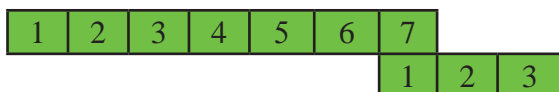
**Delesiýa-  
ýetmezçilik**



**Duplikasiýa-  
goşalanma**



**Inwersiýa**



**Translokasiýa**

60-njy surat. Hromosomlaryň gurluşynyň üýtgemegi



1) Delesiýa – ýetmezçilik, adyndan belli bolşy ýaly, hromosomyň belli bir bölegi ýitirilýär. Eger-de ýitirilen bölek hromosomyň ortasynda bolsa, onda oňa delesiýa diýilýär. Hromosomyň köp bölegi ýetmezçilik etse, onda janly beden ýaşamaga ukyply bolmaýar hem-de ölüme sezewar bolýar.

2) Duplikasiýa – ikilenme netijesinde hromosomyň şol bir iki esesi sintezlenýär. Bu ýagdaý täze alamatyň emele gelmegini hem döredip biler. Meselem, drozofil siňeginiň zolak görnüşli gözüniň (adatda tegelek gözli bolmaly) geni hromosomlaryň biriniň bir böleginiň ikilenmeginden emele gelýär.

3) Inwersiýa – hromosomlaryň üzülen böleginiň öňki ýagdaýyna seredeniňde 180 öwrülmeği. Eger-de üzülen bölek hromosomyň bir gapdalyna degişli bolsa, ol bölek hromosom beýleki ujy bilen birleşýär. Eger-de ol bölek iki gapdaly bilen hem üzülen bolsa, ol öňki ýagdaýyna ters ýagdaýda hromosom birleşýär.

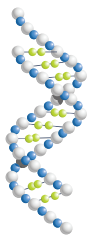
Inwersiýa tebigatda giňden ýaýrandyr. Onuň görnüşleriniň ewolýusiýa hadysasyndaky orny uludyr.

4) Translokasiýa diýip, hromosomyň üzülen böleginiň başga bir ykda hromosomlara ýerleşmegine aýdylýar. Translokasiýada goşulşmadyk toparý üýtgeýär. Eger-de translokasiýa hromosomyň uly bölegini öz içine alýan bolsa, onda janly bedenler ýaşamaga ukyply bolmaýarlar.

Hromosomlaryň abberasiýasynyň geçmegi üçin 2 sany hadysanyň bolmagy hökmandyr:

birinjisi, hromosomlaryň bölünmegi, ikinjisi bölünen elementiň şol hromosom birleşmegi (hromosomlaryň içki täzededen gurnalmagy) ýa-da beýleki gomologik däl hromosom birleşmegi (hromosomlaryň arasyndaky täzededen gurnalyş). Üçünjisi gen mutasiýasy ýa-da transgenasiýa.

**3. Gen mutasiýasy.** Gen mutasiýasynda geniň özüniň gurluşy üýtgeýär, bu ýagdaýda mutasion üýtgeýjilik DNK-nyň molekulasyňy üýtgedýär. Mutasiýany ýüze çykarýan DNK-nyň kiçi bölegine muton diýilýär. Gen mutasiýalaryna başgaça nokat mutasiýalary hem diýilýär.



## IV BAP

### ADAMYŇ GENETIKASYNYŇ ESASLARY

---

#### 4.1. ADAMYŇ GENETIKASY BARADA UMUMY DÜŞÜNJE

**Adamyň genetikasy** – adam populýasiýasynda neslegeçijilik we üýtgeýjilik hadysalaryny, has dogrusy, kadaly we patologik alamatlaryň neslegeçijilik aýratynlyklaryny, keselleriň nesilleýindigini we daşky gurşawyň şertlerine baglydygyny öwrenýär. Häzirki zamanda adamyň genetikasy lukmançylyk ylmyň esasy meseleleriniň biridir.

Lukmançylyk genetikasynyň esasy maksady nesil yzarlaýjy keselleri ýüze çykarmak we olaryň önüni almakdyr.

Akademik I.P.Pawlow lukmançylyk we fiziologiýa üçin genetikanyň wajyp ornuny belläp, şeýle diýipdir: «Biziň lukmanlarymyz nesil yzarlaýjylygyň kanunlaryny edil harplyk ýaly bilmelidirler. Nesle geçijiligiň kanunalaýyklyklarynyň ylmy hakykatynyň durmuşa geçirilmegi adamzady köp hasratlardan we belalardan halas eder».

Lukmançylykda genetikanyň esasy goýanlaryň biri 1920-nji ýyllarda Ukrainada saldamly işleriň başyny başlan belli newropatolog S.N. Dawidenkowdyr (1880–1961 ý.). Ol ilkinji bolup genetikanyň düşüňjelerini klinika girizdi, birnäçe nesil yzarlaýjy kesellere seljerme berip, belli bir bölegini ilkinji ýazyp beýan etdi. S.N. Dawidenkownyň lukmançylyga wajyp goşandy – genetiki maslahat berme usullaryny oýlap tapmagy we ony lukmançylygyň amalyýetine ilkinji bolup girizmegidir.

**Adamyň genetikasynyň aýratynlyklary.** Adamyň genetikasyny öwrenmek birnäçe kynçylyklar bilen baglydyr. Onuň sebäpleri eksperimental çaknyşdyrma mümkinçiliginiň ýoklugyndan, nesliň





haýal çalyşýanlygyndan, her maşgaladaky nesilleriň az sanlylygynyň gelip çykýar. Mundan başga-da, umumy genetikada öwrenilýän obýektlerden tapawutlylykda, adamyň çylşyrymly kariotipi, köpsanly toparlary birleşdirme häsiýeti bar. Kynçylyklara garamazdan, adamyň genetikasyny öwrenmeklik üstünlikli ösýär.

Eksperimental çaknyşdyrmagyň mümkin dälidigi, barlag geçirýän tarapyndan adamlaryň giň populýasiýalaryna gözegçilik edip, müňlerçe nikaly jübütlerden genetiki barlag üçin gereklerini arkaýyn saýlap alyp bolýandygy bilen sazlanýar. Somatiki öýjükleriň gibridizasiýa usuly genleriň hromosomlarda ýerleşişini eksperimental öwrenmäge, toparlaryň baglanyşmagyny derňemäge mümkinçilik berýär.

Adamyň genetikasy öwrenilende genealogiki (şejere düzmek), ekizlik, populýasion-statistiki, dermatoglifiki, biohimiki, sitogenetiki, somatiki öýjükleriň gibridizasiýasy we modellirleme usullary ulanylýar.

Adamda bolup bilýjek ähli genleriň 23 tirkeg toparlary nazaryýet taýdan anyklanyldy, 22-si autosomalarda ýerleşen we olaryň hersi birnäçe ýüzlerçe genlerden ybarat. 100-den gowrak gen jyns hromosomlarynda ýerleşen.

Süýdendirijileriň hemmesiniň, şol sanda adamyň hem X we Y hromosomlarynyň sinapsy, mümkin krossingoweri geçýän kybapdaş bölümleri bardyr. Jyns hromosomlarda ýerleşýän genleriň ählisini, haýsy bölümdedigine baglylykda üç topara bölmek bolýar.

*Birinji topar* – jyns bilen tirkegli. Oňa X-hromosomyň Y-hromosomda ýok böleginde ýerleşen genler degişli. Olar jyns bilen doly tirkegli, nesilden-nesle diňe X-hromosom arkaly geçirilýär. Olaryň hataryna gemofiliýanyň, daltonizmiň, görüş nerwiniň atrofiýasynyň genleri we beýleki resessiw genler degişlidir. Bu bölügiň dominant genleri iki jynsda-da birmeňzeş ýüze çykýar, resessiwler bolsa aýallarda diňe gomozigot, erkeklerde gemizigot ýagdaýynda bolup bilýär.

*Ikinji topar* – Y-hromosomyň taýsyz böleginde ýerleşen genleriň uly bolmadyk sanyny emele getirýär. Diňe erkek jynslylarda bolup, kakasyndan ogluna geçirilýär. Oňa gulaklaryň tüýlekligi, ihtioz



(derisi balygyň teňnesi ýaly bolmak), aýaklaryň barmaklarynyň perdeli bolmagy degişlidir.

*Üçünji topar* – jyns hromosomlarynyň goşalaýyn böleginde ýerleşen, ýagny X we Y-hromosomlar üçin gomologikdir. Oňa jyns bilen doly däl ýa-da bölekleyin tirkegli diýýärler. X, Y-hromosomlaryň ikisi bilen hem geçirilip bilner, krossingoweriň netijesinde birinden beýlekisine geçip hem biler.

*Nesle geçijiligiň autosom-dominant görnüşiniň esasy alamatlary:* alamatyň iki jynsda-da deň peýda bolmagy, sibsleriň (probandyň uýalarynyň we erkek doganlarynyň) keseleýin hem köp bolmagyna garamazdan, ähli nesillerde-de näsaglaryň bolmagy (dikleýin). Geterozigot ata-enäniň biri sagdyn bolanda keselli çaganyň dogulmak ähtimallygy 50% bolýar. Nesle geçijiligiň dominant görnüşinde keseliň gowşak ýüze çykmalarynyň, «gizlin» görnüşleriniň (mutant geniň az ekspressiwligi) ýa-da onuň pes penetrantlyygynyň (haçanda bu geni göterijide alamat bolmasa) hasabyna nesillerde ýalňyşlyklaryň ýüze çykmak ähtimallygyny göz önüne tutmaly. Mümkün, käbir ýagdaýlarda mutant gen genotipde bar bolan haýsydyr bir epistatiki gen tarapyndan basylyýandyr. Käbir dominant nesle geçiji keseller bilen adamyň 40-50 ýaşdan soň keselläp bilýändigini hem göz önüne tutmaly. Eger-de maşgalanyň agzasy has ýaş wagty ýogalsa, onda onuň keselläp bilmek mümkinçiligi barada maglumat elbetde ýok bolýar, ýöne nesillerinde keseliň ýüze çykmak ähtimallygy saklanýar.

*Nesil yzarlaýjylygyň resessiw görnüşiniň esasy alamatlary:* şerejere daragtynda näsaglaryň sanynyň oňnositel az bolmagy, «keseligine» ýerleşenlerde näsaglaryň bolmagy (sibsler – ýakyn garyndaşlary, doganoglanlary keselleýär). Näsag çaganyň ene-atasy fenotipiki sagdyn, ýöne resessiw geni heterozigot göterijiler bolýarlar. Näsag çaganyň dogulmak ähtimallygy 25% bolýar. Resessiw kesel ýüze çykan näsaglaryň ene-atalarynyň süňk garyndaşlar bolmagy seýrek däl. Daşgyn garyndaşlyklarynyň bardygyny maşgala agzalarynyň, köplenç, bilmän galandygyny bellemek gerek. Bu ýagdaýda güwä geçip biläýjek maglumatlary göz önünde tutmaly bolýar (meselem, şol bir az iletly ýerden ýa-da haýsam bolsa üzňelenen etniki ýa-da syýasy topara degişli bolmaklary).



Haçanda genotipde iki resessiw allel bar bolsa, resessiw alamat ýüze çykýar. Ene-atanyň ikisinde-de  $Aa$  we  $Aa$  genotipi bolan görnüş-den başga-da, deslapky genotipleriň beýleki görnüşleri hem bardyr. Ene-atasynyň ikisi hem resessiw gomozigotlar bolmagy mümkin (örän seýrek); onda ähli çagalar gürrüňsiz näsag bolar. Ene-atanyň biri kesel bolup, beýlekisi sagdyn, ýöne geterozigot halda ( $aa$  we  $Aa$ ) mutant geni saklaýan bolsa, onda dominant nesle geçirijiligiň simulirlenmesine gözegçilik edilýär (1:1 gatnaşygynda dargama bolmagy mümkin). Ýöne, köplenç, fenotipleri kadaly ene-atalardan näsag çaganyň dogulmagyna gözegçilik edilýär we näsaglar şejeräniň gapdal hatarynda ýüze çykýar.

Nesle geçijiligiň jynsa tirkegli görnüşleri hem bolýar. Kesel X-hromosomda ýerleşen gene bagly bolup, resessiw ýa-da dominant bolmagy mümkin. Dominant X-tirkegli nesle geçiji kesel aýallarda we erkeklerde birmeňzeş ýüze çykýar. Aýal soňky nesillere – gyzlarynyň we oganlarynyň ýarysyna geçirip biler (onuň genotipi- $XaXa$ , X-hromosomyň dominant mutant gen bilen geçirilme ähtimallygy – 50%). Erkek adam bolsa X-hromosomly geni ähli gyzlaryna geçirip biler. Ogullar genotipinde diňe ejesiniň X-hromosomyny saklansoňlar, kakasyndan alyp bilmejekleri düşnüklidir. Bu keseliň mysaly kalsiferollar (wit D) bilen bejergä durnukly rahitiň aýratyn görnüşi bolup biler.

X-hromosom bilen tirkegli resessiw nesle geçýän keselden adatça erkekler ejir çekýärler. Geterozigot gen göterji – ene-mutant geni (kesel ýüze çykjak) ogullarynyň ýarysyna, ejesi ýaly fenotipiki sagdyn, ýöne resessiw geni göteriji gyzlarynyň ýarysyna hem-de resessiw geni X-hromosom bilen geljekki nesillere geçirýär. Keseliň mysaly reňk körlügi (daltonizm), gemofiliýa bolup biler. Örän seýrek ýagdaýlarda kakasy näsag, ejesi bolsa geterozigot bolanda alamatlar aýallarda ýüze çykyp biler.

## **4.2. HROMOSOM KESELLERINIŇ GENETIKI ESASLARY**

**Hromosom keselleri barada umumy düşüňjeler.** Hromosom keselleri – hromosomlaryň sanynyň üýtgemegi sebäpli gurluşynyň bozulmalary bolan patologiki ýagdaýlaryň giň toparydyr. Birinji ýagda-



ýa umumy genetikada – genom mutasiýalary diýen adalga ulanylýar, ikinjide – hromosom mutasiýalary diýilýär. Ýöne adam genetikasynda iki topar hem – umumy hromosom keselleri diýlip birleşdirilýär. At belli bir derejede şertli hasaplanýar. Kesel başlangyjy, belli bir geçişi we ahyry (patologiki hadysanyň hereketi) bilen häsiýetlendirilýär. Hromosom bozulmalarynda belli bir durnukly anomal alamatlaryň (sindromlaryň) toplumy bolýar. Ýöne «hromosom keselleri» adalgasy kliniki genetikada ulanylýar (şertliligi göz önünde tutulýar).

Kariotipiň örän köp anomaliýalary bardyr. Hromosom abberasiýalary, şonuň ýaly-da hromosomlaryň sanynyň üýtgemegi dürli döwürlerde ýüze çykyp biler. Eger olar ene-atalaryň gametalarynda eýýäm bar bolsa, (iň bolmanda haýsy hem bolsa birinde), onda şoňa meňzeş anomaliýalar ösüp barýan bedeniň ähli öýjüklerinde bolar. Beýle ýagdaýda beden *doly mutant* bolýar.

Hromosom anomaliýalary embrional ösüşde düwünçegiň maýdalanma döwründe-de gabat gelýär. Her blastomer zigotada bar bolanlara çalymdaş hromosomlaryň birmeňzeş sanyny saklaýar. Ýöne, käte haýsy-da bir indiki bölünmede hromosomlar kadadan gyşarýar, ýalňyş bölünýärler we her blastomere düşýän hromosomlaryň sany deň bolmaýar. Eger-de gomologiki hromosomlaryň diňe bir jübütiniň bölünmesi bozulsa, onda bir blastomere üç hromosom (trisomiýa), ikinjä bolsa ýekejesi düşýär (monosomiýa).

Hromosomlaryň bölünmesiniň bozulmalarynyň ýa-da olaryň gurluşynyň üýtgemesiniň beýleki görnüşleriniň hem duşmagy mümkin. Indiki maýdalanmada, anomal kariotipiň aýratynlyklaryny saklap galýan iki öýjükli ugurlar (klonlar) ýüze çykýar. Haýsy derejede bozulma bolup geçendigine, köpelişiň ýygylgyna baglylykda öýjükli populýasiýalaryň sany dürli bolar. Kadaly blastomerlerden başlangyç alýan beýleki öýjüklerde üýtgemeýän kariotip bar. Hadysanyň genetik mozaizizm adalgasy bar. Mozaiki bedenler dürli kariotipli, üç, dört we ondanam köp ösüşiň dürli döwürlerinde ýüze çykan bozulmalary bolan öýjük klonlaryny saklap biler. Ol tutuş bedeniň ýa-da onuň aýratyn agzasynyň patologiýasy bilen utgaşyp biler. Anomal



öýjükler kän bolmasa, fenotipiki ýüze çykmasy düýbünden bildir-män hem biler.

Bäbekleriň hromosom anomaliýalary dürli awtorlaryň maglu-matlaryna görä 0,6-1%-dir. Ýöne bu san ähli mutasiýalardan embrion-larda ýüze çykaryp bolýan, hromosomlaryň gurluşyna we sanyna degişli bir bölekdir. 8-12 hepdelikde embrionlaryň 3%-de hromosom anomaliýalar bolýar. Olar esasy aneuploidiýalardyr. Göwredäki ça-ganyň öz-özünden düşmesinde hromosom anomaliýalarynyň ýygy-lygy 30%, irki döwürde bolsa (iki aýa çenli) – 50% we ondanam ýo-kary bolýar. Ol döwürde poliploidiýalar ölümiň sebäbi bolup bilýär (üç we tetraploidiýalar). Hromosomlaryň üç toparynyň arasynda, hat-da embrionlarda-da trisomiýalar örän seýrek duş gelýär: mümkin, şeýle bozulmalar eýýäm irki döwürde ösüşe päsgel berýändir. Embrionlar-da X-monosomiýa 1/100 ýygylykda duşýar, eger bäbeklerde anoma-liýanyň 1-4000, 5000 duşýandygyny göz önüne tutsaň, şeýle kariotipli embrionlaryň köpüsiniň göwredeki heläk bolýandygy, doguma çenli az sanlysynyň galýandygy (1/40, 1/50) barada netije çykarsa boljak.

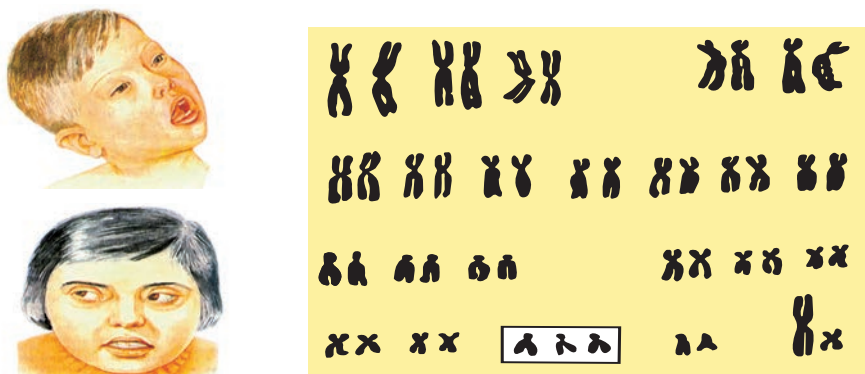
Autosomlar boýunça monosomiýa zigotanyň irki ösüş döwürün-de heläkçilige getirýär, embrionlaryň materiallary barlananda (hat-da birden bolan abortda-da) kariotipiň anomaliýasy gabat gelmeýär.

Embrionlarda kariotipiň gurluş anomaliýalary gabat gelýär, ýöne onuň bäbekleriň toparynyňkydan uly tapawudy ýok, sebäbi olaryň aglabasy ene göwresinde heläkçilige sezewar bolanok. Hromosom-lary gurluşynyň we sanynyň bozulmalary boýunça iki: autosom ano-maliýalary we jyns hromosomlarynyň anomaliýasy topara bölseň bol-ýar.

### **4.3. ADAMDA AUTOHROMOSOMLARYŇ NÄSAZLYGY NETIJESINDE ÝÜZE ÇYKÝAN KESELLER**

#### **Daun sindromy**

*Trisomiýa* – 21 (Daun sindromy) (kariotip 47(21+)). Bu anomali-ýa inlis lukmany L. Daun tarapyndan eýýäm 1866-njy ýylda ýazylyp beýan edilen, ýöne onuň gelip çykyşy tas yüz ýyllap belli bolman gal-



**61-nji surat.** Daun sindromly çagalaryň daşky keşbi

dy. 1959-njy ýylda fransuz genetikleri Ž.Ležen we P.Týurpiň näsaglaryň hromosom toplumynda goşmaça akrosentriki hromosomyň bardygyny anykladylar. Keseliň sebäbi 21-nji hromosomyň trisomiýasy (61-nji surat).

Daun sindromy ähli hromosom anomaliýalarynyň içinde iň köp duşýanydyr. Dürli alymlaryň maglumatlaryna görä, Daun sindromy bilen dogulýan bäbekleriň 1:500 – 1:700 biri bolup bilýär. Dürli ýurtlarda keseliň gabat geliş ýaýraňlygy birmeňzeşräkdir. Russiýada Ý.F.Dawidenkowa Daun sindromyna giňden barlag geçirdi (1968 ý.). Iňlis alymlarynyň statistiki hasaplamalaryna görä, soňky onýyllyklarda trisomiýa – 21-iň ýygylgy ýokarlandy. Daun sindromynyň adaty ýagdaýy näsaglaryň umumy sanynyň 95%-inde, 4% ýagadaýda bolsa translokasion, 1%-de mozaisizm görnüşi gabat gelýär.

Lukmanlar üçin Daun sindromyny anyklamak gaty kyn bolanok. Onuň mahsus bolan birnäçe alamatlary bar: Daunyň sindromy bolan oglanjyklar we gyzjagazlar birmeňzeş ýygylk bilen dogulýarlar. Doglan wagtynda bedeniň agramy we boýy adatça ýetik dogan çaganyňka laýyk gelýär. Olaryň kellesi kiçi, ýüzi we ýeňsesi ýasy, göz gyýtagy kiçi, seňrigi giň, burny kiçi, dili uly (köplenç, agzyna sygmaýar), agyzlary ýarym açyk, dodaklary, köplenç, ýarylan, dişleriň, gulaklaryň anomaliýalary gabat gelýär. Bogunlary köp hereket edýär, barmaklary gysga, elleriniň aýasynda çuň gasyn («maýmyn keşleri»)



**62-nji surat.** Daun sindromly çagalar

bolýar. Muskullaryň tonusy pes, garny uly, köplenç, ýüregiň dogabitdi kemçilikleri bolýar. Ol çaganyň döş kapasasy deformirlenen bolýar. Çaga akyl taýdan ösüşde yza galýar, agyr kemakyllygyň bolmagy mümkin. Daunyň sindromynda endokrin mázleriniň we madda çalşygynyň bozulmalary bolýar. Daunyň sindromy bolan näsaglaryň ömri gysgadyr. Ýöne bejergi geçirilende endokrin funksiýalaryň kadalaşmagynyň we ösüşiň bozulmalary düzedilende, ýaşaýşyň dowamlylygynyň uzalmagy hem mümkindir (62-nji surat).

Keseliň kesgidini takykklamak üçin dermatoglifika usulyndan peýdalanýarlar. Näsaglarda birnäçe üýtgemeler bolýar. Eger-de kariotipleri kadaly adamlarda adt burç  $57^\circ$  uly bolmaýan bolsa, Daun keselinde ol ýaýran we  $80^\circ$  we ondanam giň bolýar (t-triradiusyň distallygyna süýşmesi sebäpli). Aýadaky epilýän gasynlaryň mahsus üýtgemesi bar. Kadada adamyň aýasynda üç sany uly epiji gasyn bar, Daun keselinde 3-nji we 4-nji ýygirtlar bir kese ýygirt bolup birleşýärler. Näsaglaryň garyndaşlarynyň içinde edil şonuň ýaly aýalarynyň kese gasyny we adt burçuň giňelmesi gabat gelýär. Munuň sebäbi gizlin mozaizm ýa-da balansirlenen translokasiýany görterijilik bolup biler diýen çaklama bar. Statistiki takyk hasaplamlara görä, enesiniň ýaşı ýokarlandygyça çagalaryň trisomiýa-21 bilen dogulmak ähtimallygy hem artýar.

Öňler şeýle çagalaryň dogulmagynyň ýekeje sebäbi mitoz wagty gomologiki 21-nji jübüt hromosomyň bölünmeýänligi diýip hasap-





lapdyrlar. Ýöne 1966-njy ýylda kariotipinde 46 hromosomy bolan Daun sindromly näsaglar ýazyp beýan edilipdir. Ýöne artykmaç hromosom nähili-de bolsa bar eken, emma ol başga toparyň hromosomyna (köplenç, 13–15), ýagny uly akrosentriki hromosomlaryň birine translisirlenen eken. Keseliň bu görnüşine Daun sindromynyň **translokasion görnüş**i diýlip atlandyrylýar, ol adaty trisomiýa göreä seýrek gabat gelýär (görnüşler fenotipiki tapawutlanmaýarlar). Munda enesiniň ýaşynyň tapawudy ýok, translokasion görnüşli keselli çagalar örän ýaş enelerden hem doglup biler. Translokasion görnüşde näsag çaganyň dogulmak ähtimallygy örän ýokary, takmynan, 30%. Ýagdaý ene-atasynyň haýsy hem bolsa biriniň fenotipiki sagdyn görünýän translokasiýany görterijiligi bilen düşündirilýär; artykmaç 21-nji hromosom 15-njä translosirleýär we onuň bilen bile umumy bolýar. Şunuň ýaly görterijide kadaly gametalar bilen birlikde hromosomlaryň anomal toplumyny saklaýan jyns öýjükleri hem emele gelýär.

### Patau sindromy

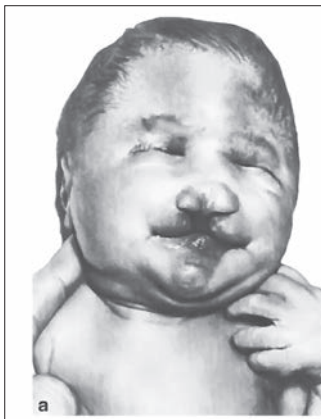
*Trisomiýa – 13 (Patau sindromy).* Goşmaça hromosom.

D – kariotip 47 (13+) toparda ýerleşýär. Ilkinji gezek anomaliýany 1960-njy ýylda K.Patau ýazyp beýan etdi. Onuň üçin gurluşynyň agyr anomaliýalary häsiýetlidir: ýumşak we gaty kentlewügiň diligi, dodagyň jaýrylmagy, gözleriniň doly ösmezligi ýa-da ýoklugy (mikrooftalmiýa we anoftalmiýa), gulaklarynyň nädogry gurluşy, penjeleriniň we dabanlarynyň deformasiýasy, polidaktiliýa, sindaktiliýa (barmaklaryň birleşmegi), içki agzalarda köpsanly bozulmalar gabat gelýär (63-nji surat).

Adatça çagalaryň ömri 1 ýaşdan geçenok. Trisomiýa-13 Daun keseline garanda has seýrek gabat gelýär. Şeýle kariotipi bolan embrionlaryň aglaba bölegi enäniň göwresinde heläk bolýar. Kariotipiň bozulmasyna näçe uly hromosom gatnaşýan bolsa, şonça-da ýaşayyş bilen baglanyşykly agyr bozulmalar köp bolýar. Patau sindromy bilen çagalaryň dogluş ýygylgy sagdyn dogulýanlardan – 1/14500-e deň.

Keseli takykklamak dermatoglifiki barlagy arkaly amala aşyrylýar: kesele triradiusyň okunyň has distal ýerleşmesi häsiýetlidir, adt -108°.





**63-nji surat.** Patau  
sindromly näsag

sag çagalaryň keseline mahsus daşky görnüşi bolýar: kellesi kiçi, maňlaýy pes, göz gyýtagy kiçi, seňrigi çöken, dodagy we kentlewügi jaýryk bolup, mikrooftalmiýa we göz perdesiniň öçügsilenmegi mahsus. Sünk, muskulatura ulgamynyň anomaliýalaryndan polidaktiliýa we elleriň fleksor ýagdaýy mydama duş gelýär. Kemakyl kesellileriň 95%-i bir ýaşyna ýetmän ölýärler, muňa ýüregiň dogabitdi kemislikleri (ýürek öňleriniň we garynjyklarynyň arasyndaky germewiň ýetmezçiligi), iýmit siňdiriş organlarynyň şikesleri, böwrekleriň polikistozy sebäp bolýarlar.

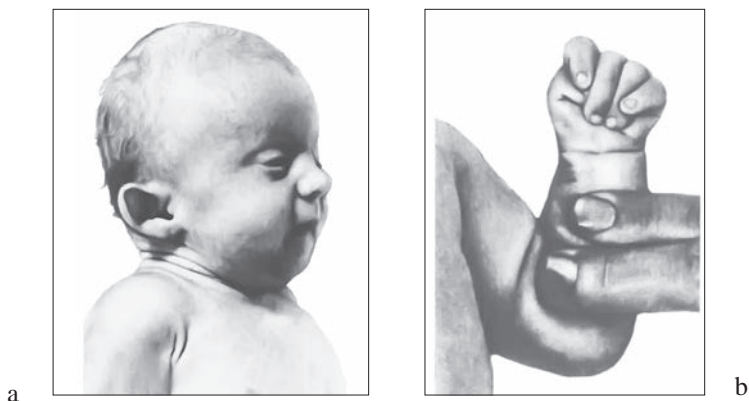
Patau sindromynda mydama jyns organlarynyň anomaliýalary gabat gelýär: oğlanlarda adatça kriptorhizm, gyzlarda bolsa ýatgynyň we çaga ýolunyň goşalanmagy bolýar.

### Edwards sindromy

*Trisomiýa 18 (Edwards sindromy)* – kariotip 47(18+) öz ýygylgy boýunça Daunyň keselinden soň ikinji ýerde durýar we bu hromosom keseli bolup, ösüşiň köpsanly ýetmezçiliginiň toplумы we 18-nji hromosomyň trisomiýasy bilen häsiýetlendirilýär (65-nji surat). Ol 1960-njy ýylda John H. Edwards tarapyndan ýazylyp beýan edilipdi. Ýaýran ýygylgy takmynan 1:7000. 18-nji trisomiýaly çagalalar, köplenç, halatda has uly ýaşly enelerden dogulýarlar. Enäniň ýaşy

Mozaisizm ýagdaýlary edebiýatlarda ýazyp beýan edilendir: meselem, kadaly dermatoglifikaly, daşyndan görnüp duran anomaliýasy bolmadyk 14 ýaşly akyl taýdan yza galýan gyzyň öýjükleriniň 15%-de 47 hromosom bar eken, artykmaç hromosom D topardandy (13-25). Akyl taýdan yza galýan çagalaryň arasynda mozaïsizm köpdür diýip hasap edýärler.

Bu çagalar öz wagtynda dogulsalarda, bedeniniň agramy az bolýar, olaryň enelerinde düwünçeginiň ýanyndaky suwy köp bolýar. Patau sindromly nä-



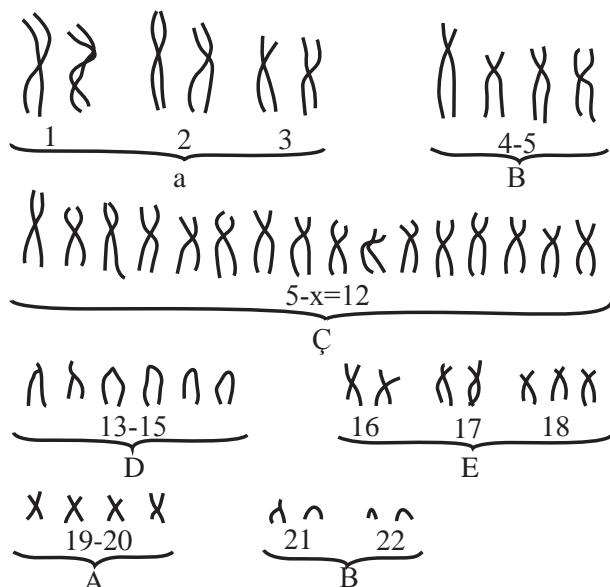
**64-nji surat.** Edwards sindromy:

a) näsagyň daşky görnüşi; b) näsagyň penjesi (barmaklaryň mahsus ýerleşşi)

bilen baglanyşykly arabaglanyşyk 21-nji we 13-nji hromosomlaryň trisomiýasyndaky ýagdaýa garanda has az ýüze çykýar. Uly ýaşly aýallar (45 ýaşdan uly) üçin ýarawsyz çagany dogurmak mümkinçiligi 0,7%-e deňdir. Edwards alamaty bilen gyzyjagazlar oglanjyklara garanyňda üç esse köp dogulýarlar (64-nji surat).

Näsaglarda beýniniň we kelleçanagyň kemislikleri has köp duş gelýär. Olaryň aşaky äni we agyz deşigi kiçi. Gözleriniň gurşawynyň jaýrygy dar we gysga, kelleçanakda dolihosefalitik görnüşli (süýri kelle), gulak ýelkenleriniň daşky görnüşi özgeren we köplenç ýagdaýlarda aşakda ýerleşýär. Daşky eşidiş geçelgesi dar, kähalatda düýpden bolmaýarlar. Döş süňki gysga, şu sebäpli gapyrga aralary kiçi we döş kapasasy adatdakydan giň we gysga bolýar. Ol çagalarda 80% ýagdaýda dabanlary nädogry ösýär: ökje has çykyp, sallanyp durýar (sallançakdaban), başam barmagy ýogyn we gysga bolýar. Içki organlaryň kemçiliklerinden ýüregiň we iri damarlaryň kemçilikleri köp duş gelýär.

Edwards sindromly bolan çagalaryň ýaşayşynyň dowamlylygy uzak däl: çagalaryň 60%-i asfiksiýa, pnewmoniýa, içege geçirmezligi, ýürek-damar ýetmezçiligi sebäpli 3 aýa ýetmän ýogalýarlar, bir ýaş çenli ondan bir çaga ýetýär, ölmän diri galanlary bolsa akyl taýdan has yza galýarlar.



**65-nji surat.** Edwards sindromly näsagyň kariotipi

Dürli trisomiýalary deňeşdirip görseň käbir meňzeş alamatlary bellemek mümkin ( ösüşden yza galmak, ýüregiň dogabitdi şikesi, pesde ýerleşen betnyşan gulaklar). Köp meňzeş alamatlar kariotipiň dürli anomaliýalarynda aýry-aýrylykda gabat gelýär. Ýöne her bir sindrom aýry-aýry anomaliýalaryň mahsus goşalanmasy bilen hem häsiýetlendirilýär. Keseliň ahyrky kesgidini kariotip barlagy takyk-laýar.

### «Pişik sesi» sindromy

Bu sindrom 5-nji hromosomyň gysga egniniň delesiýasy bilen bagly bolup, ol 1963-nji ýylda ýazylyp beýan edilipdir. Bu sindromda täze doglan çagalaryň aglaýşy pişigiň sesine meňzeş bolýar.

Ol bogazyň we ses perdeleriniň ösüşiniň anomaliýasyna baglydyr. Şu sindromly çagalar gowy ösmeýärler, psihiki ösüşde yza galýarlar. Näsaglaryň daşky görnüşiniň aýratynlyklaryna: mikrosefaliýa, ýüzüniň tegelek bolmagynyň, mikrognatiýa, epikant, gulaklarynyň dogry görnüşiniň bolmazlygynyň, aşakda ýerleşenligi, boýunyň gysga bolmagy degişlidir (66-njy surat). Içki synalaryň dogabitdi kemisligi köp duş



**66-njy surat.** 5p hromosom sindromy (pişik ses sindromy):  
a – näsagyň daşky görnüşi; b – 5-nji hromosomyň gysga egniniň delesiýasy

gelyär, köplenç, ýüregiň kemçilikleri duş gelyär. Çagalaryň köpüsi ýaş wagtynda ölýärler, ýöne uly ýaşly näsaglar, meselem, 55 ýaşly aýalda hem «pişik sesi» sindromy ýazylyp beýan edilipdir.

Şeýlelikde, dürli hromosom bozulmalarynda keselleriň kliniki ýüze çykyşy, ilkinji nobatda, akyl taýdan ösüşden yza galmaklyk we köpsanly kemisliklerden bolup bilýär. Önünden kesel kesgidini goýmaklyk keseliň kliniki ýüze çykyşynyň esasynda mümkin bolup, gutarnykly kesel kesgidi bolsa diňe hromosom toplumy barlag edilenden soňra goýulýar. Bu näsaglaryň hemmesine genetik-lukmanyň maslahaty zerurdyr.

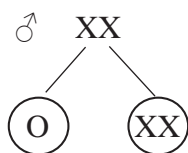
#### **4.4. JYNS HROMOSOMLARYŇ NÄSAZLYGY NETIJESINDE ÝÜZE ÇYKÝAN KESELLER**

Jyns hromosomlarynyň san anomaliýasyny ilkinji gezek K. Bridžes drozofil siňeginde 1916-njy ýylda anyklapdyr. Bridžes hadysany meýozda hromosomlaryň bölünmesiniň bozulmasy diýip düşündirdi. Uzak wagtlap beýle hadysany drozofiliň aýratyn üýtgeşikligi diýip hasaplap geldiler. Ýöne birnäçe onýyllyklardan soň, Bridžesiň barlaglarynyň netijeleri adamyň öň tebigaty näbelli bolan patologi-

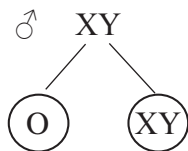


ki ýagdaýlaryna düşünmäge kömek etdi. Adamyň jyns öýjükleriniň ösüp ýetişmesinde olaryň meýozda dargamazlygy hem bolup biler. Şol sebäpli ýumurtga öýjüginde bir X-hromosomyň ýerine ikisiniň bolmagy ýa-da biriniň-de bolmazlygy mümkin. Şeýle anomal ýumurtga öýjükleri kadaly spermatozoidler bilen tohumlananda jyns hromosomlarynyň sany boýunça üýtgän zigotalar döräp başlaýar. Edil şonuň ýaly üýtgemeler spermatogeneizde-de bolmagy mümkin. Jyns hromosomlarynyň kadaly däl toplumyny saklaýan anomaliýalaryň bäbeklerde gabat gelýändigini seýrek däl, hasam goşalanan Y0-dan beýlekileriň kombinasiýalary embrional we postnatal ösüşde utgaşýar. Jyns hromosomlarynyň ösüşiniň anomaliýalary monosomiýa we polisomiýa görnüşde bolup biler.

Hromosomlaryň kadaly toplumynyň bozulmalary diňe beden öýjükleri bölünende däl, eýsem, meýozda jyns öýjükleri emele gelende hem ýüze çykyp biler. Owogeneizde ýa-da spermatogeneizde çylşyrymly hadysanyň – meýozyň bozulmasy ýüze çyksa, gomologik hromosomlar öýjügiň dürli taraplaryna aýrylyşmaýarlar. Netijede, nesle geçýän özgermeler döreýär. Bu hadysa, köplenç, gartaşan (ýaşy uly) aýallaryň owogenezinde bolýar. Bu ýagdaýda gametalaryň birinde birmeňzeş hromosomlaryň ikisi bolup, beýlekisinde bolsa olar bolman hem bilerler. Meselem, ýumurtga öýjügi emele gelende



ýa-da spermatozoid emele gelende





	Hromosomlaryň sany	Jyns hromatiniň sany
Sagdyn aýal	46	1
Sagdyn erkek adam	46	ýok
Monosomiýa ♀ (Şereşewskiý – Terneriň keseli)	45	ýok
Trisomiýa ♀	47	2
Trisomiýa ♂ (Klaýnefeltleriň sindromy)	47	1

**67-nji surat.** Jyns hromosomlarynyň san taýdan özgermeleri

Jyns hromosomlarynyň san taýdan özgermeleri, köplenç, trisomiýalar we monosomiýalar görnüşinde bolýarlar (67-nji surat).

**X-monosomiýa (Şereşewskiý-Terneriň sindromy).** Kariotipi 45 (X0) fenotipi aýalyňky. Ýeke-täk ýaşayyş bilen sygyşan monosomiýadyr. Anomaliýanyň gabat geliş ýygylgy 1/4000 – 1/5000. Ol ilkinji gezek 1925-nji ýylda endokrinolog N.A.Şereşewskiý tarapyndan ýazylyp beýan edilip, soňra G.Terner ony öwrenipdir (1938 ý.). Ýöne anomaliýanyň sebäbini sitogenetikanyň gazanan üstünlikleriniň esasynda, haçanda kariotipiň barlaglary mümkin bolanda, düşündirip boldy. Edil şol barlag keseliň sebäbini: bir X-hromosomyň ýoklugyny açyp görkezdi. Barlaglar Şereşewskiý-Terneriň sindromy bolanlardaky ýeke-täk X-hromosom enesiniňkem, atasynyňkam bolup biler. Olarda X-hromosomlaryň biri bolmaýar, kariotipiň 45+0 bolmaklygy bilen baglanyşdyrylýar (jyns hromosomynyň monosomiýasy, X0 sindrom). Göwrelil aýallaryň göwresindäki Şereşewskiý-Terneriň sindromy bolan çagalaryň 20%-niň göwrelilik döwrüniň ahyryna çenli saklanýangyny we diri dogulýandygyny, 20% ýagdaýlarda çaga düwünçeginiň öz-özünden düşýändigini, galan ýagdaýlarda bolsa, çaganyň öli dogulýandygyny belläp geçmelidir.

Dürli alamatlaryň (markerleriň) peýdalanylmagy käbir ýagdaýlarda muny anyklamaga mümkinçilik berýär. X-hromosom bilen tirkeşen gözüň reňk saýlap bilmezlik keselinde (daltonizm),



köplenç ýagdaýlarda Şereşewskiý-Terneriniň sindromynyň aglaba ýagdaýlarynda X-hromosom enesine degişli bolýandygyny subut etmek başartdy, diýmek, dargamazlyk hadysasy spermatogenezde bolupdyr.

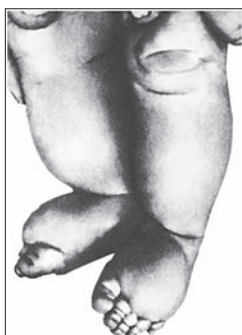
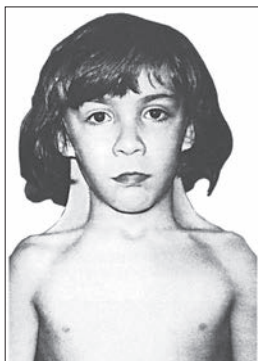
X0-sindromyň esasy patologiki alamaty – ýumurtgalyklaryň ösüp ýetişmezligidir. Olar doly kemala gelmedik, daňa meňzeş, düzüminde follikulalar ýok diýen ýaly birleşdiriji süýümlü doku-madan durýar.

Erkeginem, aýalyňam gonadalarynyň bolmazlygy fenotipi boýunça aýal bolan şahsyýetiň dünýä inmegine getirýär, ýöne jyns tapawutlary tekizlenendir. Bedeniň disproporsiýasy (deň ölçege däligi) olara mahsusdyr: ýokarky bölegi has ösen (eginleklik, ýanbaşyň darlygy), aşaky ujaklary gysga. Boýy hemişe ortadan pes (135–145sm). Mahsus daşky sypaty: boýnunyň derisi ýeňseden gelyän gasyňly (boýun sfinksi ýa-da pterigium), gysga boýly, gözleri «antimongoloid çyzygy» bilen (gözleriniň içki burçlary daşkysyndan ýokarda ýerleşen). Dermatoglifiki görkezijilerinde-de üýtgemeler bar (adt burç ulalan). Akyl taýdan kemlik ýok, ýöne emosiónyň käbir infantilligi, ýagny çaganyňky ýaly häsiýet, keýpiniň durnuksyzlygy bellenýär (68-nji surat).

Kesel şol bada anyklanman (sebäbi agzalyp geçilen alamatlaryň hemmesi bolmanam biler), ýyllar geçensoň, haçanda boýunyň we jynsy ösüşiniň yza galýandygy ünsi çekende, güman edilip başlaýar. Ekspress anyklaýyş sitologiki usul bilen somatiki öýjüklerde geçirilýär: aýallaryň öýjüklerinde jyns hromatini bolmaýar.

Jyns taýdan kemala geliş döwründe jyns gormonlarynyň berilmegi ikilenji jyns alamatlarynyň ösüp ýetismegine kömek edýär we belli bir derejede X-monosomiýaly aýallaryň ýagdaýyny kadalaşdyrýar. Ýumurtgalyklarynyň ösmedik bolany sebäpli, näsaglar önelgesiz bolup galýarlar.

Näsag çagalaryň dogulmagynyň ýygylgy 3000-den 1-e deň bolup, täze doglan çagalaryň agramy pes. Olarda penjäniň, dabanyň, injiginiň limfa çişleri döreýär. Ol çişleriň 2-3 ýylyň dowamynda sak-



**68-nji surat.** Şereşewskiý – Turner sindromly çagalaryň daşky alamatlary

lanmagy mümkindir. Çaganyň ömrüniň birinji ýylynda bedeniniň boýunyň ösüşi örän haýal bolup, çaganyň bedeniniň ösüşiniň yza galmaklygy 9-10 ýaşda has-da aýdyň bildirýär, uly ýaşly aýallaryň boýy bolsa 114-den 145 *sm*-e ýetýär. Skeletiň ösüşindäki bozulmalar çaganyň ýaşynyň ulalmagy bilen has aýdyňlaşýar: gysga boýun, döş kapasasy inli (giň) we gysga, döşi, köplenç, deformirlenen. Tirsek we dyz bogunlarynyň çendenaşa ýazylmak ukyby (artykmaç ýazylan), elleriň 4-nji, 5-nji barmaklarynyň gysgalygy, göwüs emzikleriniň biri-birinden daşda ýerleşmegi hasiýetli bolýar. Derisinde köpsanly me-nekli (pigment) tegmilleri bolup, olaryň ýüzüniň özboluşly gurluşy bolýar: ptoz – gözün ýokarky gabagy sallanýar, epikant – ýokarky gabagyň ýygrydy emele gelýär.

Gulak ýelkeniniň deformirlenmegi we örän pes ýerleşmegi, gaty kentlewügiň ýokarda ýerleşmegi bellenýär. Şeýle näsaglarda çäşy göz-





lülük, katarakta – göz merjenjiginiň bulanmasy bolýar (halkyň arasynda oňa «ýorka» diýilýär). Miopiýa – şowakörlügiň, reňk saýgarmagyň bozulmalarynyň, burun-bokurdak keselleriniň, otitiň döremek mümkinçiligi ýokary bolýar. Jynsy taýdan kämillik döwründe ikilenji jyns alamatlary ýüze çykmaýar. Daşky jyns agzalaryň ösüşinde kemlik, jynshana we ýatgy doly ösmedik ýagdaýlary örän ýygy gabat gelýär.

Su sindromly aýallarda aýbaşy bolmaýar, näsaglar önelgesiz bolýarlar. Gurluş taýdan ýumurtgalyklaryň deregine birleşdiriji dokuma güýçli ösen bolup, barlaghana görkezijilerine görä, estrogen gormonlarynyň bölünip çykarylyşy 10 esseden hem gowrak peselen, gonadotropiniň öndürilişi bolsa has ýokary (10-15 esse) bolýar. Ýañagyň (bukkal) epiteliý gatlagynda jyns hromatini tapylmaýar. Psihiki taýdan ösüş az zyýan çekýär. Şerşewskiy-Terner sindromy bolan näsaglarda 50% ýagdaýda akyl taýdan ýetmezçilikler ýüze çykýar. Mundan başga-da, köplenç (40%-e golaý), eşidiş agzalarynyň nädogry ösüşi bilen baglanyşykly eşidiş bozulmalary ýüze çykarylýar. Köplenç, (60%) peşew ulgamynyň özgermeleri (kemislikleri): nol şekilli böwrek, böwrekleriň we peşew çykaryş ýollarynyň goşalanmagy duş gelýär. Ýaşayşyň dowamlylygy kada ýakyn, ýöne has irki döwürde garrama başlaýar.

Bejeriş çäreleri adatça jynsy taýdan kämillik döwrüne çenli näsaglaryň ösüşini kadalaşdyrmak we jyns kemisligini azaltmak (jyns gormonlaryny uzak wagtlap sanjym etmek arkaly) maksady bilen, adatça endokrinologlar tarapyndan geçirilýär. Aýbaşynyň gelmegi, ikilenji jyns alamatlarynyň ýüze çykmagy (goltugyň aşagynda, gasykda tüýleriň çykmagy, göwsüň ösmegi, sesiň üýtgemegi) näsaglara ruhy taýdan oňat täsir edýär, emma şeýle hem bolsa şunuň ýaly näsag aýallar önelgesizligine galýarlar.

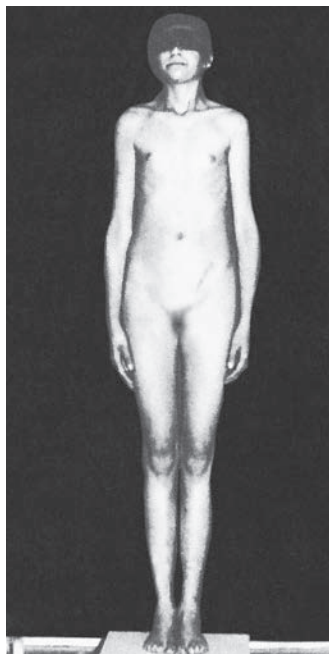
*Klaýnfelter sindromy.* Bu sindrom 1942-nji ýylda Klaýnfelter tarapyndan ýazylyp beýan edilip, 1959-njy ýylda bolsa sindromyň sebäbiniň hromosomlar bilen baglydygy anyklanyldy (47, XXY) (71-nji surat). Ýañagyň epiteliý gatlagynyň gyryndysynda Barryň bedenjigi tapylýar. Duş gelmek ýygylgy: 1000 oglanjykdan 2-sinde duş gelýär. Ýöne bu sindromy çaga doglanda kliniki ala-



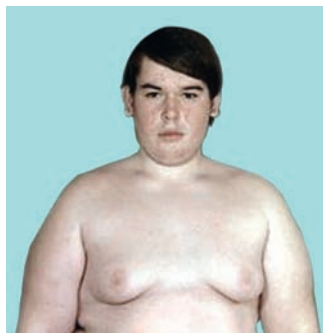
matlary boýunça anyklap bolmaýar we jynsy kämilleşme döwrüne çenli ol ýüze çykmaýar. Bu sindromyň hökmany alamatlaryna – el-aýaklaryň uzyn bolmagy, daşky jyns agzasynyň gipoplaziýasy (kiçi, ösmedik) degişlidir. Klaýnfelter sindromly erkeklere – uzyn boý, bedeniň aýal sypatlylygy mahsusdyr. Skeleti aýal görnüşinde: guýmaç süňkleri giň, eginleri insiz (gysyk), ginekomastiýa we çendenaşa semizlik, ýüzi, sakgaly köse, murty gowşak ösen ýa-da düýbünden bolmaýar (69-njy we 70-nji suratlar).

Mahsus alamaty – tohumlyklaryň ösüp ýetişmezligi, spermatogeneziň ýoklugy. Endokrin ýetmezçilik beýleki fenotipiki alamatlaryna-da täsir edýär. Bedeni asteniki-mejalsyz ýa-da agta görnüşli, eginleri dar, ýanbaşy giň, ýaglaryň bedende ýerleşşi aýallaryňka meňzeş, muskulaturasy gowşak ösen, ýüzünde tüýi az ýa-da ýok, ýagny jyns tapawutlarynyň ýitmegi bolup geçýär. Beden gurluşynda garşydaş jynsyň alamatlary ýüze çykýar. Ýöne iki sany X hromosomyň barlygyna, käte bolsa hasam köp (XXXY, XXXXY) bolmagyna garamazdan, Y hromosom umumy ösüşiniň, şol sanda daşky jyns agzalarynyňam erkekleriňki görnüşinde bolmagyny kesgitleýär. Klaýnfelter sindromynda, adatça, dürli derejede ýüze çykan akyl taýdan yza galmaklyk bolýar. X hromosomlar has köp bolanda fiziki we psihiki ösüşiniň beter çuň bozulmalary ýüze çykyp biler.

Soňky ýyllarda jyns hromosomlarynyň polisomiýasynyň başga wariantlary hem tapyldy: 47 (XYY), 48 (XXYY), 49 (XXYYY). Anomaliýalaryň anyklanylyşy lýuminissent mikroskopiýa usulynda Y hromotini kesgitlemek arkaly ýeňilleşýär. Y hromosomyň sany köp bolanda jyns mázleri kadaly ösen, boýy düzgün boýunça uzyn, dişleriň we süňk ulgamynyň käbir anomaliýalary bolýar. Munuň ýaly şahsyýetlerde psihopatiki sypatlar – keýpiniň durnukly dældigi, özüni alyp barşynyň kadaly dældigi bolýar. Şol bir wagtda olarda bildirip duran akyl taýdan yza galaklyk bolmaýar, näsaglaryň käbiriniň asyl kadaly intellekti bolýar, olar nesil öndürüp (şol sanda kadaly kariotipli) bilýär.

**69-njy surat.**

Klaýnfelter sindromy

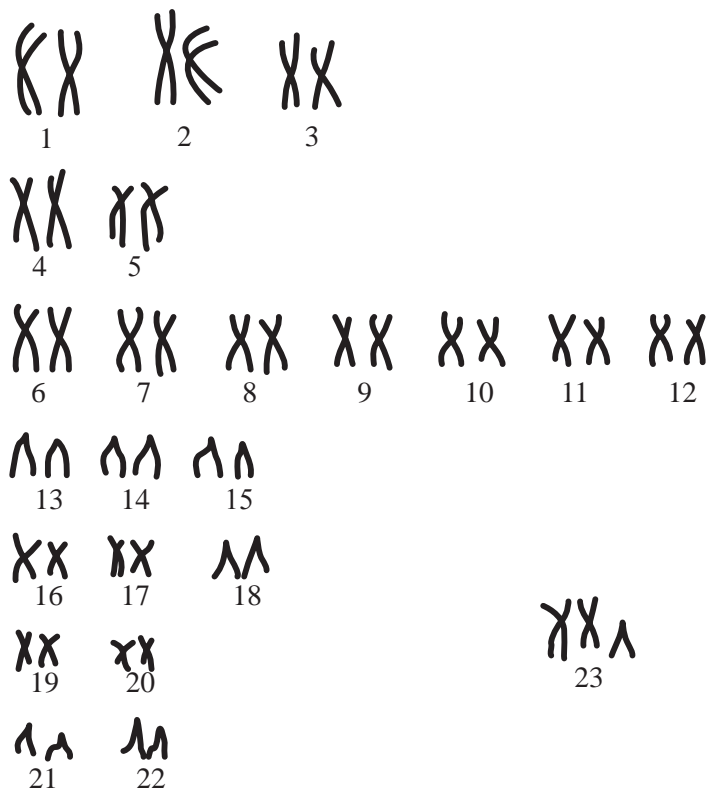
**70-nji surat.**Klaýnfelter sindromynda  
ginekomastiýa alamatlary

Adamda hromosomlaryň sanynyň üýtgemeginden başga-da, ösüşiň anomaliýalarynyň sebäbi dürli hromosom abberasiýalary (delesiýalar, translokasiýalar we ş.m.) bolup biler. Meselem, 5-nji hromosomyň kelte egniniň delesiýasynda (B topar) «pişik sesi» adyny alan mahsus sindrom ýüze çykýar. Näsag çagalaryň bogazynyň gurluşy bozulan. Şol sebäpli olaryň çagalykda aýratyn «mawlaýan» sesleri bolýar. Psihomotor ösüşlerinde yza galaklyk we aklyly kemlik bolýar.

21-nji hromosomyň delesiýasy agyr ýagdaýlara getirýär. Gysgalan 21-nji hromosom dowamly ak gan keseliniň bir görnüşinde tapyldy. Bozulmany göterýän mutant öýjükden döreýän öýjükleriň nesli kem-kemden kadaly leýkositleriň hemmesini gysyp çykarýar, şol sebäpli hem kesel ýüze çykýar.

Hromosom anomaliýalary, düzgün bolşy ýaly, ene-atanyň birinde dörän mutasiýanyň (meýozda hromosomlaryň sanynyň ýa-da gurluşynyň bozulmasy) netijesidir. Köplenç, ol ýaşaýyş üçin wajyp agzalaryň gurluşynyň ýa-da işjeňliginiň agyr bozulmalaryna getirýär. Şeýle gysarmalary bolan çagalar (-13, -18-trisomiýa) ýaşaýşa ukypsyz ýa-da pes ukyply (21-trisomiýa) bolýarlar. Ýaşaýşa

ukyplylygy saklanyp galaýanda-da, köplenç, jyns ulgamynyň ösüp ýetişmänligi sebäpli, nesil öndürüp bilmeýärler (aýallarda X – monosomiýa, erkeklerde X-polisomiýa). Şeýlelik bilen, defektli mutant



**71-nji surat.** Klaynfelter sindromly näsagyň kariotipi

genlerden tapawutlylykda, hromosom anomaliýalary populýasiýada toplanmaýar, ýöne ilkinji ýüze çykýan mutasiýalaryň hasabyna olaryň ýygylgy peselenok.

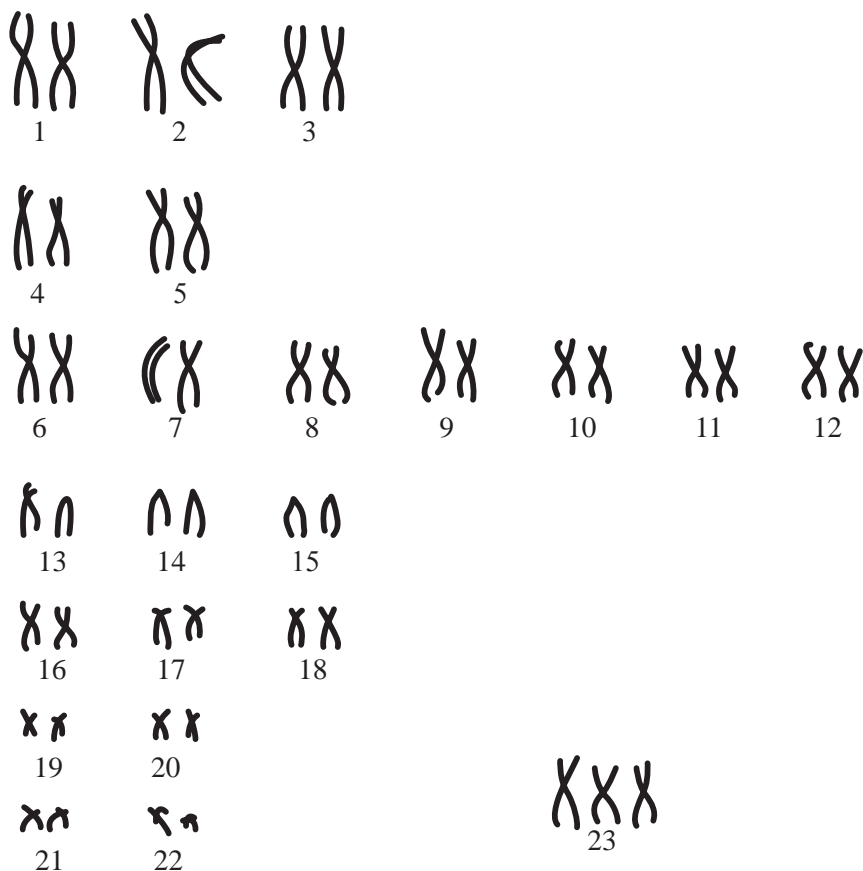
Kariotipiň özgermeleri 47, XYY; 48,XXYY görnüşde bolup bilýär. Şeýle näsaglarda sindromyň kliniki alamatlaryndan başga-da häsiýetinde we hereketlerinde agressiwlik, esassyz (sebäpsiz) hereketler hem bolup biler.

### **X – trisomiýa sindromy**

Ilkinji gezek X-hromosomy boýunça trisomiýa näsaglaryň duluklarynyň içki epiteliý gatlagynyň ýadrosyndaky jyns hromatiniň iki bedenjiginiň tapylmagy netijesinde 1959-njy ýylda bu sindrom ýazylyp beýan edildi (72-nji surat).



Bu sindromyň alamatlary örän dürli bolýarlar. Şunuň ýaly aýallarda kesel, adaty, ýumurtgalyklaryň doly ösmezligi, ýatgynyň gipoplaziýasy (kiçi ölçegli, ösmedik), aýbaşynyň zygydirliginiň bozulmagy, ikilenji amenoreýanyň ir başlanmagy bilen häsiýetlenýär. Emma şeýle näsag aýallaryň 30%-inde çaga dogurmak ukyby saklanýar. X-trisomiýaly aýallarda, köplenç, akyl ýetmezçiligi duýulýar, psihoz döremek mümkinçiligi ýokary bolup, olarda, köplenç, şizofreniýa ýüze çykýar.



72-nji surat. X – trisomiýa sindromly näsagyň kariotipi



Trisomiya beýleki hromosom kesellerine garanynda has köp duş gelýär. Trisomiýany anyklamak kyn bolýar, sebäbi trisomiýaly näsagda uly ýaşda hem kadadan gyşarmalar ýüze çykman biler. Şeýle näsaglar, köplenç, diňe lukmançylyk barlaglarynda tötänleýin ýüze çykarylýar. Bu sindromly näsaglaryň nesillerinde hromosom bozulmalaryň döremek howpy we öz-özünden çaga düşmek howpy ýokary bolýar.

Takmynan kariotipi 47,XXX bolan näsag aýallaryň üçden bir böleginde bedeniň özgermeleri (boýy uzyn, kifoskolioz (oňurga sütüniň arkan we gapdala gyşarmagy), elleriň külbike barmaklarynyň gysga we gyşyk ösmegi, kelleçanak, ýüz gurluşynda disproporsiýalyk – gyşyklyk) mahsus bolýar.

X-tetra we pentosomiýada akyl taýdan çuň bozulmalar, bedeniň gurluşynda güýçli özgermeler, jyns agzalarynyň doly ösmezligi ýüze çykyp biler.

X-trisomiya sindromynyň takmynan kesgitlenişi jyns hromatini-ni barlamaklyga esaslanandyr. Keseliň ahyrky kesgidi diňe kariotipi kesgitlemekden soň goýulýar. Bejergi, esasan, keseliň alamatlaryny, ilkinji nobatda bolsa ýumurtgalyklaryň işiniň bozulmalaryny düzet-mäge gönükdirilýär.

#### **4.5. GENETIKI MUTASIÝALARYŇ NETIJESINDE ÝÜZE ÇYKÝAN NESILLEÝIN KESELLER**

Genetiki mutasiýanyň netijesinde ýüze çykýan nesilleýin keseller ýa-da molekulýar keseller madda çalşygynyň dogabitdi bozulmalarydyr. «Molekulýar keseller» madda çalşygynyň nesil yzarlaýjy bozulmasynyň esasynda döreýän kesellerdir. Geniň üýtgemegi ýa-da geniň mutirlenmegi netijesinde döreýän kesellere molekulýar keseller diýilýär. «Molekulýar keseller» adalgasy amerikan himigi L.Poling tarapyndan hödürlenipdir.

XX asyryň başlarynda iňlis lukmany L.E.Garrod birnäçe nesil yzarlaýjy keselleri öwrenenden soňra, şol keselleriň madda



çalşygyna gatnaşýan käbir fermentleriň işjeňliginiň peselmegi ýa-da onuň бүтинleýin ýok bolmagy esasynda döreýändigini tassyklapdyr.

Soňra alkantonuriýaly keselli adamlaryň peşewinde gomogen-tizin kislotasynyň bolmagy onda okisleýji fermentiň ýoklugy bilen kesgitlenipdir. Geçirilen barlaglarda okislendiriji fermentiň işjeň däl ýagdaýda barlygy anyklanylypdyr. Albinizm keseliniň döremeginiň sebäbi melanin pigmentiniň emele gelmegine gatnaşýan tirozinaza fermentiniň ýetmezçiligidir. Birnäçe on ýyllyklar geçenden soňra, Garrodyň taglymaty anyk himiki tejribeler we eksperimentler tarapdan tassyklandy we бүтин dünýäde goldaw tapypdy.

Gen mutasiýanyň ýüze çykmagy bir ýa-da birnäçe nukleotidleriň üýtgemegi bilen baglanyşykly bolýar. Bir nukleotid beýleki nukleotide öwrülip bilýär, nukleotid düşüp ýa-da ýitip, ikilenip ýa-da  $180^\circ$ -a öwrülip bilýär. Meselem, adamda gowy öwrenilen bir gen orak şekilli öýjükli az ganlylyga jogap berýär, gomozigot ýagdaýda bu gen näsagyň ölmegine hem sebäp bolýar. Kadaly gen gemoglobiniň polipeptid zynjyrynyň birini kodirleýär. Gemoglobin ähli dokumalaryny we organlaryny  $O_2$  bilen üpjün edýär.

Mutant geniň diňe bir nukleotidi bozulsa mRNK-da, GAA GGA öwrülýär – adenin guanina öwrülýär. Gemoglobiniň beta – zynjyrynda bir aminokislota beýleki aminokislota bilen çalyşýar, glutaminiň ýerinde walin ýerleşýär. Göräýmäge bir kiçi üýtgeşme bolup geçýär, ýöne onuň netijesi ýaramaz bolup: eritrositin (gyzyl gan öýjüginin) şekiliniň üýtgäp, ol orak şekilli bolmagyna getirýär. Netijede, orak şekilli öýjükli az ganlylyk ýüze çykýar. Gen mutasiýalary sebäpli döreýän nesil yzarlaýan keselleri birnäçe görnüşe bölüp bolýar.

Molekulýar kesellerinden eritrositopatiýa Afrikada we Ortaýer deňzi döwletlerinde köp duş gelýär. Sebäbi anomal eritrosit gyzzyrma keselini döredijiler üçin amatsyz şert döredýär (gemoglobinopatiýa, malýariýa seret). (Ondan başga-da lukmançylyk genetikasyna, adam genetikasyna, mediko-genetiki maslahatlara seret.)



#### **4.6. GEN MUTASIÝALARY – NESLE GEÇIJI KESELLERİŇ SEBÄPLERİ. ADAMYŇ MUTASIÝASYNYŇ GABAT GELİŞ ÝYGÝLYGY WE HÄSIÝETNAMASY**

Mutageneziň meseleleri lukmançylyk genetikasynda wajyp orunda durýar. Adamdaky genleriň takyk sany belli däl, takmynan 100000 diýlip hasap edilýär. Biohimiki reaksiýalaryň zynjyrynda her bir hataryň mahsus sintezi belli bir gen bilen gözegçilik edilýän ferment arkaly ýerine ýetirilýär. Geniň her bir mutasiýasy belogyň gurluşynyň we sanynyň üýtgemegine getirýär. Madda çalşygynyň nesil yzarlaýjy keselleriň aglabasy genleriň gurluşynyň mutasiýalary bilen şertlenendir. Her bir gen mutirlenme netijesinde dürli allel wariantlary bermegi mümkin. Olaryň sany örän köp bolup biler, sebäbi geniň düzümine azyndan birnäçe ýüz nukleotidler girýärler. Adamlarda duşýan nokatlaýyn mutasiýalarynyň ýüze çykyş ýygýlygy baradaky mesele doly takykklanmadyk. Bar bolan maglumatlarda adamyň mutirleme depgini beýleki janly-jandarlaryňka takmynan deňräk ululyga eýedir. Şertlere garamazdan, ähli mutantlarda ýüze çykýan (ýagny doly penetrantly) dominant mutasiýalary hasaba almak nazaryýet taýdan has aňsatdyr. Olaryň ýüze çykyş ýygýlygy sagdyn ene-atalardan doglan anomal şahslaryň sany bilen kesgitlenilýär. X-hromosomda genleriň resessiw mutasiýasyny öwrenmek has elýeterlidir (nesle geçiji jyns bilen birleşen). X hromosoma boýunça mutirleme ýygýlygyna  $10^{-5}$  diýip baha berlen. Gemofiliýa geni boýunça erkekler gemizigot bolsalar-da, näsaglaryň, köplenç ýagdaýda nesilleri bolmaýar we her täze nesilde ýüze çykýan mutasiýalaryň hasabyna-da geniň konsentrasiýasy azalmaýar. Generasiýada mutasiýanyň şeýle ýygýlygynda adamyň jyns öýjüginin her biri haýsy hem bolsa täze emele gelen mutant geni alyp barýar diýlip hasaplanylýar. Gen mutasiýalary morfologiki (brahidaktiliýa-kelte barmaklylyk, polidaktiliýa-artyk barmaklylyk), fiziologiki (arterial basyşyň galmagy, gemofiliýa, ýokary nerw işjeňliginiň üýtgemeleri) we biohimiki bozulmalar görnüşinde ýüze çykyp biler. Biohimiki üýtgemeler, köplenç, madda çalşygynyň bozulmalarynyň keselleri-





ne sebäp bolýar, ýöne kesel ýüze çykman, ýörite barlaglarda tapylyp bilner. Şeýle ýagdaý bilen adam populýasiýalarynda fermentleriň uly polimorfizmi şertlenendir. Daşky gurşawyň faktorlary (ekzogen) esasynda ýüze çykýan keseller käbir derejede genotipe (ýokanç keselleri kabul etmek, keseliň dürli agyrylykda geçmegi) baglydyr.

Gen keselleriniň fenotipiki ýüze çykyşy boýunça getirilen bölünmesi amalyýet üçin amatlydyr. Aslynda mutant geniň, ilki bilen, özüni biohimiki ýüze çykarýandygyny ýatda saklamak gerek. Meselem, ganyň lagtalanýşynyň peselmegi – fiziologiki hadysanyň bozulmagydyr. Ýöne onuň esasynda ilki bilen ganyň lagtalanýş ulgamynyň haýsy hem bolsa bir şertlerine biohimiki kemçiligi ýatyr.

Orak şekilli öýjükli anemiýa keselinde mutasiýanyň netijesi biohimiki üýtgedir, şol sebäpli hem fiziologiki we gurluş bozulmalary ýüze çykýar.

**Letal we subletal genler.** Mutirleme hadysasynda ýüze çykan alleller madda çalşygynyň dürli hatarlaryna we öýjük organoidleriniň ýagdaýyna baglydyr. Adamyň mutant genleri ýaşayyş ukybyna we ömrüniň dowamlylygyna edýän täsiri boýunça biri-birinden güýçli tapawutlanyp bilerler. Haýwanlarda gabat gelşi ýaly adamlarda-da letal genler diýilýänler tapyldy. Olar çaga göwredekä ýa-da doglandan soň ilkinji döwürde ölüme getirip bilýär. Letal genler dominantam, resessiwem bolup bilýär. Resessiw letal geniň mysaly dogabitdi ihtiozdyrderiniň agyr zeperlenmesidir. Onda epidermisiň ýokarky gatlagy ganjarýar, jaýrykly, balyk teňňesine meňzeş bolýar. Kesel ýaşayyş bilen sygyşmaýar. Adamyň başga bir resessiw letal genleriniň mysaly Teýa-Saksyň amawrotiki kemakyllylygynyň çagalar görnüşidir. Keselde beýniniň nerw öýjüklerinde ýaga meňzeş maddalar çökýär. Merkezi nerw ulgamynyň dikeldip bolmaýan agyr bozulmalary ýüze çykýar we irki çagalýk ýaşynda ölüme getirýär. Şeýle çagalaryň geterozigot ene-atalary sagdyndyrlar.

Geniň gomozigot ýagdaýda letal täsiriniň mysaly anensefaliýadyr (döwünçeğiň beýnisiniň ýok bolmagy). Kemislik seýrek däl ýagdaýda göwreliligiň öz-özünden düşmeginiň ýa-da öli dogulmagyň sebäbi bolup biler. Letal gen geterozigot ýagdaýda newral plastinkanyň



(*spina bifida*) yzky diwarynyň bitmezligi görnüşinde ýüze çykýar. Geterozigotlarda brahidaktiliýanyň dominant mutasiýasy barmaklaryň kelteligi görnüşinde ýüze çykýar, ýöne gomozigot ýagdaýda letal netije bolýar (düwünçegiň göwredäki ösüşiniň irki döwürlerinde ölmegi).

Letal genler bilen bir hatarda subletallaram bardyr. Olar ýaşayşa ukyplylygy has peseldýär we jyns kämilligine ýetmänkä ölüme getirýär. Muňa orak şekilli öýjükli anemiýa mysal bolup biler. Orak şekilli öýjükli mutasiýada adaty gemoglobiniň (HbA) deregine eritrositlerde HbS saklanýar. Ol altynjy ýagdaýda glutamin aminoturşusynyň gemoglobiniň  $\beta$  zynjyrda walina çalşylandygy bilen tapawutlanýar. Anomal gemoglobin kislorody ýaramaz baglanyşdyrýar. Eritrositler adaty iki tarapyndan gysylan disk görnüşinde bolmagyň ýerine orak şekilini alýar, şol ýerdenem onuň ady gelip çykýar. Gomozigotlarda agyr anemiýa ýüze çykýar, olar irki çagalykda ýogalýarlar. Geterozigotlar kliniki sagdyn, ýöne kislorod azlyk edýän şertlerde (dagyň ýokarsy, suwuň aşagyndaky işler, şahtalar, awiasiýa) olarda anemiýanyň alamatlary peýda bolýar. Ýüze çykýan ýagdaý olaryň eritrositleriniň aglabasynda anomal gemoglobiniň saklanýandygy bilen düşündirilýär.

#### **4.7. GEN MUTASIÝALARY WE MADDA ÇALŞYGYNYŇ BOZULMALARY**

Adamda gen mutasiýalarynyň dürli görnüşleri: bir nukleotidiň beýleki bilen çalyşmagy, nukleotidleriň yzygiderliliginiň üýtgemegi, bir ýa-da birnäçe nukleotidleriň ýitmegi ýa-da peýda bolmagy ýüze çykarylandyr.

Adamyň gen mutasiýalary birnäçe nesil yzarlaýjy keseliň sebäbi bolup durýar. Olaryň käbiri köpden bäri bellidir, ýöne olaryň ýüze çykyş mehanizmi diňe molekulýar genetika döredilenden soň düşnükli boldy.

Iňlis lukmany Garrod entek 1908-nji ýylda adamyň madda çalşygynyň dogabitdi bozulmalarynyň genetiki häsiýetlidigini



güman edipdir. Öz geçiren barlaglarynyň esasynda bedende: **gen→ferment→biohimiki reaksiýa** ulgamy bar diýip netije çykarypdyr. Ýöne şol döwürlerde genetikanyň we biohimianyň ösüş derejesi şeýle arabaglanyşygyň mehanizmini takykklamaga mümkinçilik bermändir. Garrodyň netijeleri D.Bidliniň we E.Keýtumyň (1941) tejribelerinde takyklandy. Olar molekulýar genetikanyň esasy postulatynyň eksperimental düýbünü tutdular: *bir gen – bir ferment* (bir belok), has takyk görnüşde *bir gen – bir polipeptid zynjyr*. Eýýäm XX asyryň 50-nji ýyllarynda aýratyn keselleriň topary – molekulýar keseller topary döredildi. Bu adalganyň şertleşindigini bellemek gerek. Ýeterlik derejede giň ulanylýan adalgasynyň manysy keseliň sebäbini görkezýänliginde, kemçiligi – molekulýar derejede bozulmalaryň DNK molekulasyynyň gurluşynda bolmagyndadyr.

#### Adamyň gen mutasiýalarynyň ýygylgy

Keseller	Nesil yzarlaýjylygyň görnüşi	10 <sup>5</sup> gameta mutantlaryň sany
Ahondroplaziýa (girdeneklik)	A.D.	5,1-13
Marfananyň sindromy	A.D.	4,2-5,8
Neýrofibromatoz (täze döremäniň emele gelmegi)	A.D.	44-100
Ýogyn içegäniň köp polipozy	A.D.	10-50
Gentingtonyň horeýasy	A.D.	1-10
Dýuşeniň myşsa distrofiýasy	A.D.	12-20
Mikrosefaliýa	A.P.	211
Teýa-Saksyň kemakyllygy	A.P.	11
Düwünçegiň ihtiozy	A.P.	37-52
Gemofiliýa A we B	P.X.	2-3
Gepatolentikulýar degenerasiýa	A.P.	10
Fenilketanuriýa	A.P.	20-70

Nähili mutasiýanyň bolup geçendigine baglylykda, fermentleriň işjeňligi dürli: ýokarlanan ýa-da peselen fermentiň doly ýok bolmagyna çenli görnüşde üýtgäp biler. Fenotipiki şeýle mutasiýalar madda çalşygynyň nesle geçiji keselleri – fermentopatiýalar (enzimopatiýalar) görnüşinde ýüze çykýarlar. Fermentleriň ýok bolmagy netijesinde top-



lanan maddalaryň özi toksiki täsir edip bilýär ýa-da madda çalşygynyň ikilenji bozulmalarynyň çylşyrymly zynjyrlaryny işe girizýär we emele gelen zyýanly önümler toksiki täsir edýär. Şeýle kesellere toplanma keselleri diýilýär. Adamda mutasiýalaryň netijesinde köpsanly gen keselleri tapylýar. Häzirki döwürde olaryň 2 müňden gowragy bellidir we täze görnüşleriniň ýüze çykmagy dowam edýär. Dürli awtorlar boýunça, gen keselleriniň ýygylgy populýasiýalarda 2-4% bolýar. Her bir aýratyn keseliň ýaýraňlygy uly däl, ýöne olar, umuman keselçiligiň düzüminde udel agramy boýunça ep-esli ýer tutýar.

Gen mutasiýasy bilen bagly kesel ömrüň dürli pursatlarynda, ýaş wagtynda-da, garrylykda-da (meselem, Konowalow-Wilson keseli, Gentingtonyň horeýasy) ýüze çykyp bilýändigini göz önünde tutmak gerek.

Gen kesellerini olaryň fenotipiki ýüze çykyşy boýunça: aminoturşularyň, uglewodlaryň, lipidleriň, mineral çalşygyň, nuklein kislotalarynyň çalşygynyň bozulmasy ýaly toparlara bölýärlər.

#### **4.8. AMINOKISLOTA ÇALŞYGYNYŇ BOZULMALARY**

**Fenilketonuriýa.** Bu keseliň alamatlary ilkinji gezek 1934-nji ýylda ýazylyp beýan edilipdir. Emma ondan soňra 19 ýyl geçenden soň bu nesil yzarlaýan keseliň **fenilalanin – gidroksilaza fermentiniň** ýetmezçiligi bilen baglydygy kesgitlenildi. Bu kesel nesil yzarlaýan bolup, onuň aýratynlygy çaganyň akyl derejesiniň gitdigçe pese düşmegi bilen häsiýetlendirilýär. Aminoturşularyň çalşygynyň bozulmasy netijesinde ýüze çykýan kesele fenilketanuriýa degişlidir. Ol autosom-ressesiw alamat boýunça nesle geçýär. Kesel fermentopatiýalaryň arasynda has gowy öwrenilen hasaplanýar. Ol ýokary ýygylkda (1/14000) duşýar we toplanma keselleriniň arasynda görkezme esbap bolup hyzmat edýär.

Fenilalaniniň – diňe iýmit önümleriniň üsti bilen bedene düşýär. Ol ornuny tutup bolmaýan aminokislotalaryň hataryna girýär. Kada boýunça fenilalanin bedende sintezlenýän fenilalaningidroksilaza atly fermentiň täsiri netijesinde tirozin aminokislotasyna öwrülýär.



Emma gen mutasiýalary netijesinde, şol fermentiň sintezi bozulýar we fenilalaningidroksilazanyň bedende ýetmezçilik etmegi zerarly fenilalanin tirozine öwrülmeýär. Fermentiň ýetmezçiligi netijesinde metaboliki gabaw ýüze çykýar, fenilalanin aminoturşusy bedende özleşmeýär. Biohimiki reaksiýalaryň gidişinde bedeniň ýaşayyş işjeňligi üçin zerur bolan maddalar: tirozin, adrenalin, noradrenalin, melanin pigmenti emele gelýän indiki hatarlary hem bozulýar. Özleşmedik fenilalanin ikilenji önüm bolan fenilpiro üzüm turşusyna öwrülýär. Ol ganda toplanýar we peşew bilen bölünip çykyp başlaýar. Iki madda hem ganda ýokary konsentrasiyada bolup, iň soňunda beýniniň nerw öýjüklerine toksiki täsir edýärler. Şonuň netijesinde ýokary nerw işjeňliginiň bozulmalary, kemakyllyk, hereket işjeňliginiň kemçilikleri ýüze çykýar. Näsaglarda melaniniň emele gelşiniň bozulmasy sebäpli gowşak pigmentasiýa bolýar.

Bu keselli çagalar sagdyn ene-atadan dogulýarlar, olar mutagen geniň geterozigot görterijileridir.

Fenilketonuriýaly çaga sagdyn dogulýar, ýöne ömrüniň ilkinji hepdelesinde newrologiki häsiýetdäki kliniki alamatlar ýüze çykýar: ýokary derejedäki gyjynyjylyk, giperrefleksiýa we muskullaryň tonusy ýokary bolýar, titreme (tremor), epileptiki (garaguş) tutgaýlaryň alamatlary peýda bolýar. Soňabaka akyl taýdan yzagalaklyk, kelleçanagyň kiçelmegi, deri örtükleriniň, saçlaryň, gözüň älemgoşar gatlagynyň pigmentleşmeginiň peselmegi ýüze çykýar. Melaniniň ýetmezçiligi sebäpli näsagyň bedeni örän ak, saçy açyk sary, gözi gök bolýar. Olar örän derlegen we olardan «syçan ysyna» meňzeş özboluşly, ýakymsyz ys gelýär.

Bu keseli çaga doglan gününden anyklamak mümkindir. Peşewde fenilpiro üzüm turşusynyň derejesini tapmak üçin Fellingini usuly ulanylýar: 2–5 ml peşewiň üstüne sirke turşusy bilen üç hlörly demir erginini (5%) damdyrmaly, peşew ýaşyl reňke öwrülýär.

Bejergi üçin berhiz saklamaly. Düzümünde fenilalanin bar bolan iymit önümlerini iýmeli däl. Bejergi näçe ir başlansa, şonça-da netijesi gowy bolýar.



**Albinizm.** Aminoturşularyň çalşygynyň beýleki bir bozulmasynyň mysaly – albinizmdir. Keselde biohimiki zynjyryň reaksiýasynyň ikinji hatary bozulýar (tirozini dargadýan tirozinaza fermentiniň ýetmezçiligi). Netijede, tiroziniň melanine öwrülmesi bökdelyär. Günbatar Ýewropa ýurtlarynda albinizm 1/25000 ýygylgynda gabat gelyär. Melaniniň ýetmezçiliginde adamyň derisi ak süýt reňkde bolýar, saçlary örän açyk reňkde we gözleriniň älemgoşar gatlagynda reňk berýän maddasy bolmaýar. Albinoslaryň Gün şöhlesiniň ultramelewşe şöhlelerine duýujylygy örän ýokary bolup, olarda deriniň çişmesiniň ýüze çykýan ýagdaýlary bolýar. Umumy albinizmde nistagm-gözüň ygtyýarsyz hereket etmegi, görşüniň peselmegi hem-de kerlik, lallyk, epilepsiýa – oligofreniýa (kemakyllyk) ýaly bozulmalar ýüze çykýar. Ýerli albinizmde saç we deri süýt – ak reňkde bolýarlar, ýokardaky alamatlar bolmaýar. Umumy albinizm resessiw (basylýan alamat), ýerli albinizm bolsa dominant (üstün çykýan alamat) ýol bilen geçýär.

Aminoturşular gistidin, arginin we başgalaryň çalşygynyň bozulmasy netijesinde ýüze çykýan keseller hem bellidir.

#### **4.9. UGLEWOD ÇALŞYGYNYŇ BOZULMALARY**

Gen mutasiýalarynda degişli fermentleriň ýetmezçiligi netijesinde uglewod çalşygynda bozulmalar: süýt gandynyň siňmezligi (galaktozemiýa), fruktozanyň siňmezligi (fruktozuriýa) ýüze çykyp biler. Keseliň esasynda uglewodlaryň iýmit bilen bedene düşmesi netijesinde alyş-çalşyň agyr bozulmalary, fiziki ösüşiň bökdelmegi, akyl taýdan yza galaklyk ýüze çykýar.

**Fruktozuriýa.** Keseliň sebäbi – fruktokinaza we fruktozo-I-fosfaldolaza fermentleriniň ýetmezçiligidir. Şonuň netijesinde fruktoza, glýukoza glikogene öwrülip bilmeýär. Keseliň alamatlary emýän çaganyň iýmitine miwe ýa-da miwe suwy, süýji çay goşulanda ýüze çykýar. Gaýtarma, işdäniň peselmegi, käwagt bolsa iç geçme ýüze çykýar. Eger-de iýmitiň häsiýeti üýtgedilmese, onda potrofiýanyň döremegine getirýär. Çagalarda özünden gitme ýagdaýlary, derleme,



sandyrama ýaly alamatlar ýüze çykýar. Has agyr ýagdaýlarda bagryň ulalmagy, saralma, böwregiň işiniň bozulmagy ýüze çykýar.

Keseli anyklamak üçin hromatografiki usulyň kömegi bilen peşewden fruktozany tapýarlar.

Bejergi üçin berhiz tutma ulanylýar, 1 ýaşa çenli çaga fruktozaly iymit berilmeýär. Wagtynda çaganyň iymitine üns berilse, onuň ösüşi bozulmaýar.

#### **4.10. LIPID ÇALŞYGYNYŇ BOZULMASY**

Ýag çalşygynyň bozulmalary gan syworotkasynda lipidleriň artykmaçlyk etmegi (aterosklerozyň ýüze çykmagynda uly orun tutýar), lipidleriň konsentrasiýasy ýaşynyň peselmegi ýa-da kadaly ýagdaýda bolmaýan dürli dokumalarda: nerw öýjüklerinde (Teýa-Saksyň keselinde), dalakda, bagyrda, süňk ýiliginde çökmegi bilen häsiýetlendirilýär (başga lipidozlarda).

**Teý-Saksyň keseli (amawrotiki idiotiýa).** Bu keselde bedende geksaminaza fermentiniň ýetmezçiliginde ýaglaryň çalşygynyň bozulmagy ýüze çykýar.

Keseliň alamatlary: akyly taýdan çuň ýetmezçilik, ýagny kemaçlyk ýüze çykýar. Çaganyň ýaşı diňe 6 aýa ýetenden soňra bu keseli kesgitlenilýär, ondan öň kesgitlemek mümkin bolmaýar. Çaganyň ösüşi haýal geçýär, görüşi peselýär, eşidişi ýaramazlaşyp, ker bolýar. Eli-aýagy ysmaýar, muskullary gowşaýar, muskul gipotoniýasy ýüze çykýar. Çaga adatça 4-5 ýaşynda ýogalýar. Duş geliş ýyglygy: 1:250000. Gomozigot ýagdaýynda çaga uzak ýaşamaýar, geterozigot ýagdaýynda ýaşayyş ukyby saklanyp biler.

#### **4.11. BIRLEŞDIRIJI DOKUMANYŇ MADDA ÇALŞYGYNYŇ BOZULMALARY**

Mineral çalşygynda-da genetiki bozulmalar gabat gelýär. Ol kaliniň, kalsiniň, fosforyň her hili bozulmalarydyr. Meselem, rahitiň (igililik) nesil yzarlaýjy görnüşinde böwrekleriň kanalyklarynda or-



ganiki däl fosfatyň reobsorbsiýasy bozulýar. Kesel dominant alamat boýunça nesle geçýär, gen X hromosomda ýerleşen, şonuň üçin hem aýallar, erkekler keselleýärler.

Mineral çalşygyň bozulmalary metal ionlarynda hem bolup biler. Mis çalşygyň bozulmasy muňa mysal bolup biler. Misiň birleşmeleri madda çalşygynda uly orun tutýar. Mis okislenme reaksiýalaryna gatnaşýan, mitohondriýalaryň daşky membranasyna girýän we okislenme reaksiýalarynyň wajyp döwrüni amala aşyrýan köp fermentleriň düzümine girýär. Fermentleriň ýetmezçiligi öýjükleriň we bütin bedeniň derejesinde agyr bozulmalara getirip bilýär. Belli bir gen mutasiýasynda misi özüne baglanyşdyrýan seruloplazmin belogynyň sintezi bökdelyär. Netijede, mis ionynyň çalşygy bozulýar, onuň ganda saklanylyşy peselýär, bagryň, beýniniň dokumalarynda toplanyp, olaryň degenerasiýasyna getirýär (gepatoserebral degenerasiýa ýa-da Wilson-Konowalowyň keseli).

Adamyn patologiki alamatlary bir däl-de, birnäçe genler polimeriýa ýagdaýy ýa-da poligen nesil yzarlaýjylyk bilen aňladylýar. Şeýle keselleriň mysaly ateroskleroz, podagra, gipertoniýa keseli bolup biler. Köp derejede gurşawyň şertlerine baglylygy bilen tapawutlansalar hem, olarda nesilleýin meýillilik bolýar. Daşky gurşawyň amatly şertlerinde kesel gowşak ýüze çykyp ýa-da bildirmän hem biler.

**Marfanyň sindromy.** Bu birleşdiriji dokuma bilen baglanyşykly nesilleýin dominant keseldir. Bu keseliň alamatlary ilkinji gezek 1886-njy ýylda Marfan tarapyndan ýazylyp beýan edilipdir. Keseliň sebäbi geniň mutasiýasy netijesinde birleşdiriji dokumanyň süýümeleriniň fibril belogynyň sinteziniň bozulmagydyr. Bu keselde dokumanyň süýnmek ukyby ýokarlanýar. Şeýle näsaglaryň peşewinde fibrilliň düzümine girýän oksiprolin aminokislotasynyň derejesi ýokarlanýar. Fibrilliň süýümeleriniň näsazlygy, ýürek klapanlarynyň we aorta diwarynyň bozulmasyna sebäp bolýar.

Näsagyň daşky alamatlaryny – uzyn boýuny, inçeden uzyn el-aýaklaryny, aýaklarynyň we elleriniň barmaklarynyň örän uzyn – arahnodaktiliýa – «möý» barmaklarynyň bolmagyny, guýguç şekilli döş kapasasyny, gowşak ýerleşen (oýnap duran) bogunlaryny, ýasy





dabanyňy, dolihosefaliýa – süýri kelleçanaklygyny synlamak bilen kesel takmynan kesgitlenýär. Olar kesel üçin häsiýetli alamatlardyr. Jüýje burunlyk alamaty bu keselli näsaglara guş sypatyny berýär. Bu näsaglara, köplenç, göz merjenjiginiň gysarmagy, miopiýa – şowakörlük, çaşy gözlülük mahsus bolýar. Güýçli muskul gipotoníasy ýüze çykýar. Akyl derejesi kadaly ýagdaýda galyp, keseliň alamatlary gitdigiçe çuňlaşýar.

Marfan keseliniň alamatlary köp ulgamly we dürlüdür. Agyrlyk derejesi hem dürli-dürli bolýar. Aşakda Marfan keseliniň ulgamlar boýunça ýüze çykýan esasy alamatlary beýan edilýär.

Marfan keselini anyklamak üçin has mahsus alamatlara süňk, ýürek-damar üýtgeşmeleri we ş.m. degişlidir.

1. Süňk-muskul ulgamy: arahnodaktiliýa, dolihostenomeliýa, uzyn boý, el-aýagyň uzyn bolmagy, oňurga bozulmalary (skolioz, küýkülik), döş kapasasynyň bozulmalary (çöken döş, «towuk döşi» ýa-da ikisi hem bilelikde), bogunlaryň hereketiniň bozulmagy (ýokarlanmagy, dogabitdi kemisligi ýa-da ikisi hem bilelikde), ýasy daban, muskul gowşaklygy;

2. Göz ulgamy: göz merjenjiginiň hanasyndan çykmagy, miopiýa, göz torjagazynyň gat açmagy, göz almasynyň okunyň uzalmagy, göz perdesiniň galňamagy we ulalmagy;

3. Ýürek-damar ulgamy: aortal regurgitasiýasy, aortanyň giňelmegi we çat açmagy, ýürek gan aýlanyşygynyň bozulmagy, mitral gabsanyň prolapsy, mitral yşynyň kalsifikasiýasy, dizritmiýa;

4. Daşky örtügi: gasyk ingisi, atrofiýa;

5. Öýken pnemotoraksy;

6. MNU: gaty beýni gabygynyň ektaziýasy, nerw ulgamynyň ösüşiniň bozulmagy degişlidir.

Keseli anyklamak örän kyn bolýar. Sebäbi birleşdiriji dokumanyň zeperlenmegi bilen geçýän dogabitdi keselleriň köpüsiniň ýüze çykyşy meňzeşdir. Şonuň üçin-de keseli anyklamakda mahsus alamatlaryň bolmagy möhümdir. Marfan keseliniň (MS) ýyglylygy 1:10000 – 1:15000 barabardyr. Marfan keseli – bu autosom – dominant kesel bolup, genetiki ugurdan gowy öwrenilen keselleriň biri-



dir. Alamlarynyň köpdürlüligi keseliň has aýdyň ýüze çykmagyny üpjün edýärler. Keseliň sebäbi henize çenli doly öwrenilmedikligine galýar. Atasynyň (kakasynyň) ýaşy näçe uly boldugyça (esasan hem 35 ýaşdan soň), şonça hem ondan keselli çaganyň dogulmak mümkinçiligi ýokary bolýar.

**Gan lagtalanmasynyň nesil yzarlaýjy keselleri.** Gemofiliýa – gan lagtalanmasynyň peselmegi. Diňe erkek adamlar keselleýärler. Aýallar göteriji bolýarlar we şol sebäpli keseli alamatsyz geçirýärler. Gemofiliýanyň geni aýalyň jyns hromosomynda (X-hromosomda) ýerleşýär. Keseliň sebäbi -antigemofil globuliniň ýetmezçiliginde işjeň tromboplastiniň emele gelmegi peselýär, ganyň lagtalanma hadysasy bozulýar. Gemofiliýa «A» keseliň agyr görnüşidir we ol örän ýygy duş gelýär, gemofiliýa «B» we «C» ýeňil görnüşleri bolup, seýrek duş gelýärler. Gemofiliýa «A» – ganyň lagtalanmagynyň VIII şertiniň, gemofiliýa «B» – IX şertiniň, gemofiliýa «C» – XI şertiniň ýetmezçiliginde döreýär.

Gemofiliýa «A», adatça, 2–3 ýaşdaky oglanjyklarda ýüze çykarylýar, agyr ýagdaýda bolsa çaga doglanda bilinýär (göbekden gan akmagy, deriasty gan öýmeleriň bolmagy ýüze çykarylýar). Bu kesel üçin köpsanly gematomalar (gan öýmeler) mahsusdyr. Elleriň, aýaklaryň iri bogunlaryna (dyz, tirsek, injik-daban bogunlaryna) gan inmeler, deriasty muskullaryň içine, aralaryna gan inmeler, şikeslerde, hirurgiki galtaşmalarda gan akmalar duş gelýär. Peşewde ganyň bolmagy mümkin. Bogunlaryň boşlugyna gan inmegi olaryň hereketleriniň durnukly kynlaşmalaryna getirýär.

**Gemoglobinopatiýalar.** Gemoglobinopatiýalar – gemoglobiniň molekulasynyň gurluşynyň bozulmagy bilen bagly kesellerdir. Adamyň kadaly gemoglobini (HbA) 4 zynjyrdan ybarat: 2 $\alpha$ , 2 $\beta$ . Gemoglobiniň gurluşynyň üýtgemegi aminokislotalaryň çalyşmalary bilen baglydyr.

Orak şekilli öýjükli gan azlykda – gemoglobiniň  $\beta$ -zynjyrynyň 6-njy ýagdaýynda glýutamin aminokislotasy walin bilen çalyşýar. Näsaglarda uzaga çekýän gipoksiýanyň (dokumalarda kislorod ýetmezçiliginiň) we gan azlygyň mahsus alamlary ýüze çykýar. Bu



bolsa, köplenç, olaryň ölümine getirýär. S-gemoglobiniň (HbS) kislorody baglanyşdyrmak we gatnatmak ukybynyň pes bolmagy zerarly eritrositleriň wagtyndan öň dargamagy gan azlygyň sebäbi bolýar.

HbS tropiki gyzyrmanyň, malýariýanyň giň ýaýran ýurtlarynyň ilatynda ýygy duş gelýär, sebäbi HbS boýunça geterozigotlar malýariýa bilen kesellemeýärler ýa-da kesel ýeňil geçýär.

**Talassemiýa.** Genetiki näsazlyk zerarly globiniň sinteziniň bozulmagy ýa-da nädogry sintezlenmegi we onuň gurluşynyň bozulmagydyr. Şol sebäpli näsaglarda, esasan, gan azlygyň alamatlary bolýar.

**Maşgala giperholesterinemiýasy.** Ol ýagdaý genetiki geterogen, autosom – dominant kesel bolup, ýokary giperholesterinemiýa bilen häsiýetlendirilýär. Kesel pes dykzylykly lipoproteidleriň reseptorlaryny kodirleýän mutant geniň nesil yzarlamagy bilen baglydyr. Häzirki wagtda pes dykzylykly lipoproteidleriň mutasiýasynyň 4 görnüşi bellidir.

Bu mutasiýanyň netijesinde indiki bozulmalar: öýjüklerde pes dykzylykly lipoproteidleriň 1) emele gelşiniň, 2) daşalyşynyň, 3) baglanyşmagynyň we 4) klasterizasiýasynyň bozulmagy ýüze çykýar. Mutasiýanyň 1-nji görnüşi alleli «hakyky däl» hasap edýär, ol ýagdaý reseptorlaryň bolmazlygy bilen ýüze çykýar. Mutasiýanyň 2-nji görnüşinde pes dykzylykly lipoproteidleriň daşalyşy bozulýar. Mutasiýanyň 3-nji görnüşinde pes dykzylykly lipoproteidleri baglanyşdyrmaga ukyply bolmadyk reseptorlar emele gelýärler. Mutasiýanyň 4-nji görnüşinde hemme taraplaýyn kadaly reseptorlar emele gelýärler. Ýöne olar belli bir ýere toplanyp bilmeýärler, bu bolsa olaryň öýjüğe girmegine päsgelçilik döredýär. Mutasiýanyň her bir görnüşinde: 1-njide – 13, 2-njide – 3, 3-njide – 2 we 4-njide – 5 patologiki täsirli birnäçe mutant alleli tapylypdyr.

Maşgala giperholesterinemiýanyň gomozigot görnüşiniň alamatlary ýokary giperholesterinemiýa bilen häsiýetlendirilýär. Jynsy taýdan kämillik döwründe aortanyň ateromatoz zeperlenmesi hem-de koronar arteriýasynyň daralmagy ýüze çykýar. Ýüregiň koronar keseliniň alamatlary ýüze çykýar. Näsaglar häzirki zaman bejergisini ulanmazdan öň, ýiti koronar ýetmezçiliginden 30 ýaş çenli ýo-



galýarlar. Geçirilen patanatomiki barlagda aortal gabsanyň ýáýran ateromatozy ýüze çykarylýpdyr. Keseliň agyrylyk derejesi pes dykzlykly lipoproteidleriň reseptorlarynyň ýagdaýy bilen kesgitlenýär. Şu biohimiki alamat boýunça hemme näsaglary iki – reseptornegativ we reseptordefisit topara bölmek bolýar. Ýüregiň koronar keseliniň has irki görnüşi reseptornegativ gomozigot ýagdaýda ýüze çykýar. Bu kesel 10 ýaş çenli çagalaryň 65%-de ýüregiň koronar keseli döreýär, olaryň 20%-i 25 ýaş çenli ýogalýarlar. Reseptordefisit gomozigot görnüşde ýüregiň koronar keseli 10 ýaşdan soň döreýär, olaryň 4%-i 25 ýaşda ölýär. Dürli jynsly adamlaryň gomozigot maşgala giperholesterinemiýasynda ateroskleroz we ýüregiň koronar keseli bilen kesellemegiň ýygylgy birmeňzeşdir.

Maşgala giperholesterinemiýasynyň geterozigot görnüşi köp wagtlap ýürek-damar ýetmezçiligi döreýänçä ýüze çykarylmaýar. Şeýle näsaglarda giperholesterinemiýa, göz perdesinde ýaý halkanyň emele gelmegi, ksantelazm (deride holesteriniň toplanmagy), siňirleriň ksantomasy ýüze çykýar. Geterozigot giperholesterinemiýaly erkek adamlaryň 50%-de 50 ýaş çenli ýüregiň koronar keseli döreýär. Aýallarda bolsa ýüregiň koronar keseliniň ilkinji alamatlary erkekler seredeninde 9-10 ýyl ir ýüze çykýar. Gomozigot maşgala giperholesterinemiýaly näsaglary bejermek örän kyn bolýar. Berhiz tutmak we derman serişdelerini ulanmaklyk az netije berýär. Netijeli bejerginiň biri plazmafarez we bagryň transplantasiýasydyr. Maşgala giperholesterinemiýasynyň geterozigot görnüşinde ulanylýan bejergi holesteriniň derejesini peseltmeklige gönükdirilendir.

*Adamyň patologiyasynda genokopiýalar we fenokopiýalar.* Dürli allel däl genlerden birnäçe meňzeş fenotipiki, şol sanda patologiki alamatlar ýüze çykýar. Şeýle hadysa *genokopiýa* diýilýär. Genokopiýa birnäçe keselleriň genetiki köpdürlüligini görkezýär.

Hakykatda, kesel genetiki gelip çykyşy boýunça dürli görnüşli allel däl genleriň mutasiýalary bilen baglanyşyklydyr. Gemofiliýa A ganyň lagtalanýş ulgamynyň VIII (antigemofil globulin) faktorynyň sinteziniň bozulmasy, gemofiliýa B-de IX faktoryň ýetmezçiligi sebäpli ýüze çykýar. Talassemiýanyň (grek. *talassa* – deňiz) dürli gör-



nüşleri genokopiýanyň mysaly bolup biler. Ol eritrositleriň çökmesi, sarylama, dalagyň ulalmasy bilen utgaşýar. Keseliň dürli polipeptid zynjyrlarynyň sinteziniň tizligi bökdelyän iki sany  $\alpha$  we  $\beta$  görnüşi mälimdir. Ol ilkinji gezek Ortaýer deňziniň ýaşajýlarynda tapylan. Keseli aňladýan genler edil orak şekilli öýjükli anemiýanyňky ýaly subletallara degişlidir.

Adamyň patologiýasynda genetiki meýilleýin üýtgemelere meňzeş fenokopiýalar uly orun tutýar. Meselem, ejesi göwrelilik döwründe gyzamykly gyzylja bilen kesellän bolsa, onda çagada, köplenç, doga şikes – dodagyň we äniň diligi ýüze çykyp bilýär. Almatyň anomaliýany aňladýan mutant gen ýok bolsa-da ýüze çykýandygy sebäpli ol fenokopiýanyň mysalydyr we onuň nesilden-nesle geçmejeği düşnüklidir.

Aýalyň organizmi ösýän düwünçeginiň gurşawdyr. Elbetde, islendik fiziki, himiki, biologiki şertleriň ýaramaz täsiri kadaly genotipde-de genetiki informasiýanyň özleşdirilýän döwri bozulmalaryň ýüze çykmagyna getirip biler. Fenokopiýanyň – ösüşiň dogabitdi kemçilikleriniň (şikesleriniň) sebäbi beýleki keseller (toksoplazmoz, merezýel) hem bolup biler. Fenokopiýa ýaşajýşyň dürli döwürlerinde her hili zeperlendiriji şertleriň täsiri bilen hem ýüze çykyp bilýär. Meselem, käwagt adamda tutgaý tutup, nesilleýin meýilleli epilepsiýany ýada salyp biler, ýöne onuň sebäbi beýnide çişme hadysasy ýa-da täze döremeler bolmagy mümkin. Daşky gurşawda ýod ýetmezçiligi bolanda, nesle geçiji keseli ýada salýan kretinizmiň alamatlary ýüze çykýar. Bagryň käbir zeperlenmeleri nesle geçiji – Konowalow-Wilson keseline meňzeş bolýar, D witamin ýetmezçiliginde ýüze çykýan adaty iglilik nesle geçiji witamine durnukly igliliği ýada salýar.

Täze bolan bäbeklerde ilkinji günler sarylama alamaty bolýar. Ol artykmaç eritrositleriň çökmesi bilen baglanyşykly kadaly fiziologiki hadysadyr we kislorod bilen üpjünçiligiň pesligi sebäpli düwünçekde köp mukdarda bolýar. Ýagdaý belli bir derejede ene bilen çaganyň ganynda rezus-şert boýunça nesilleýin meýillikli patologiki hadysany ýatlatmagy mümkin.



Geno- we fenokopıyanyň bardygy keseliň kesgitlenişini çylşyrymlaşdyrýar. Lukman käbir meňzeş keselleriň sebäbiniň nesle geçiji (endogen), şonuň ýaly-da nesle geçiji däl (ekzogen) tebigatly bolup biljekdigini göz önünde tutmalydyr. Barlag etmek we keseliň tebigatyny anyklamak geljekde sagdyn çaganyň dogulmak mümkinçiligi babatda wajyp mesele bolup durýar.

**Nesle geçiji rezus-faktor.** 1940-njy ýylda makaka-rezus maýmynlarynyň eritrositlerinden rezus-şert (Rh-faktor) diýip atlandyrylýan antigen tapyldy. Soňra ol adamlarda-da tapyldy. Dünýä ilatynyň 85%-de rezus-položitel  $Rh^+$  antigen bar, 15%-de bolsa ýokdur (rezus-otrisatel  $rh^-$ ).

Kadada gany rezus-otrisatellilerde rezus-faktora antitelalar emele gelmeýär, ýöne rezus-otrisatel gan goýberilende, del antigene garşy gorag reaksiýasy hökmünde emele gelmäge başlamagy mümkin.

Rezus faktoryň nesil yzarlaýjylygy biri-birine jebis birleşen genleriň üç jübüti – C, D, K bilen şertlenendir. Şol sebäpli onuň nesle geçijiligi, köplenç, monogenliligi imitirleýär.

Rezus-položitel şert dominant genler bilen şertlendirilendir. Rezus-otrisatel gan topary bolan aýal rezus-položitel gomozigot adam bilen nikalaşanda, ähli çagalar rezus-položitel bolar, eger kakalary geterozigot bolsa, onda alamatyň 1:1 bölünmesine garaşybermeli.

Haçan-da rezus-otrisatel ganly aýalyň çagasy rezus-položitel faktory nesle geçirýän bolsa, birinji göwreliligiň sag-aman tamamlanmagy mümkin. Eger-de düwünçegiň gany enesiniň ganyna düşse (çaganyň ýoldaşynyň kiçiräk ýarygyndan), onda aýalyň ganyna  $Rh^+$  faktora garşy antitelalar emele gelip başlaýar. Ikilenji göwrelilikde antitelalar düwünçegiň ganyna geçýär we  $Rh^+$  antigen bolan eritrositleri weýran edip başlaýar. Antigen boýunça sygyşmaýan her täze göwrelilikde enäniň göwresinde  $Rh^+$  faktora antitelalaryň sany artýar. Käwagt ýetik däl düwünçek heläk bolýar we çaganyň öli dogulmagyna hem gabat gelinýär. Antitelalaryň gana düşmegi netijesinde çagada eritrositleriň weýran bolmagyna getirýän gemolitiki kesel ýüze çykýar. Bäbegi diňe ganyny doly çalyşmak maksady bilen gan guýmak halas edip biler.



Aýdylanlardan guýuljak gany  $\text{rh}^-$  faktoryň barlagyndan geçirmegiň zerurlygy düşnükli. Sygşmaýan rezus-faktory bolan gany goýbermek düýbünden gadagandyr, sebäbi döreýän agyr ýagdaýdan alyp çykylaýanda-da, gyzjagazlaryň we aýallaryň önelgesiz bolmagy mümkin.

**Nesil yzarlaýjy keselleriň fetallygynyň (şumlugynyň) kritiki kasy (ýazgarylması).** Ýakyn wagtlara çenli nesil yzarlaýjy ähli keseller şum we bejerip bolunmaýan hasaplanýardy. Ýöne lukmançylyk genetikasynyň ösüşi garaýyşlaryň üýtgemegine getirdi. Häzirki wagtda genotipdäki kemçiligi düzetmegiň mümkinligi barada gürrüň edilenok. Ýöne adam üçin esasy zat mutant geniň barlygy däl-de, eýsem onuň fenotipiki ýüze çykasydyr. Aglaba nesilleýin anomaliýalar babatda ilkinji biohimiki ýetmezçilik – gen mutasiýalarynyň ýüze çykması mälimdir (gemoglobinopatiýalar, gemofiliýa, fenilketanuriýa we başg.). N.P. Boçkow (1978 ý.) «Haçan-da bolsa, bir wagt näsagyň nesle geçiji anomaliýalary belli bir geniň üýtgän şertli bellikler ulgamyny aňladýan takyk kesgitleme görnüşinde ýazylar diýip hakykatda göz önüne getirseň bolar» diýýär. Ýöne ilkinji kemçilik näbelli bolanda-da, keseliň alamatlaryny ýok edýän ýa-da ýeňilleşdirýän (alamatlaýyn bejergi) bejergi ulanylyp bilner.

Nesil yzarlaýjy anomaliýalaryň ýüze çykması bilen göreş, ýagny patologiki fenotipi düzetmek mümkinçiliginiň bardygy hakykat bolup barýar. Nesle geçiji kemçilik ir bilinse, dogry anyklanylsa we bejergi geçirilse, köplenç ýagdaýlarda ösüşiň kadalaşmagyny gazanyp bolýar. Munuň üçin, adamlaryň uly toparlaryny barlamaga mümkinçilik berýän ekspres-anyklaýyş usullaryny ulanýarlar. Fenilketanuriýanyň irki anyklaýyş usuly giňden ulanylýar. Peşew salnan çüýşe turba ýa-da näsagyň öl arlygyna  $\text{FeCl}_2$  reaktiwini goşsaň, ýaşyl reňk peýda bolýar. Beýleki birnäçe madda çalşygynyň bozulmasy bolanda ýüze çykýan keseller (galaktozemiýa, gistidinemiýa) üçin hem peşew testleri oýlap tapyldy. Seçip alyjy maksatnamalar üçin mikrobiologiki testler ulanylýar. Şunuň ýaly maksatnamalar has giňden ýaýran keselleri ýüze çykarmak üçin maksadalaýyk bolýar.





Ukrainada 2-3 aýlykdan başlap çagalaryň arasynda fenilketanuriýany ýüze çykarmak üçin barlag maksatnamasy göz önünde tutulan. Kesel ýüze çykarylsa, fenilalanini az derejede saklaýan berhiz bellenilýär. Eger-de kesel çaganyň ömrüniň ilkinji hepdelesinde ýa-da aýlarynda anyklanan bolsa, onda berhiz fiziki we psihiki ösüşiniň agyr gaýrüzülmeleriniň önüni alýar. 3-5 ýaşdan soň adaty ýmite geçirilýär. Şol wagta çenli bedeniň esasy funksiýalarynyň kadalaşmasy bolup geçýär, alyş-çalyş-kompensator reaksiýalaryň goşmaça ýollary emele gelýär hem-de beýniniň toksiki zeperlenmesiniň howpy azalar. Fruktozuriýany hem şuna meňzeş ýymitden fruktoza gandyny aýryp bejerýärler.

Nesil yzarlaýjy galaktozemiýany (süýt gandyny siňdirip bilmezlik) üstünlikli bejerip bolýandygynyň mysalyny görkezip bolar. Eger-de çaga doglan badyna kesel anyklanylýp, ýymitden süýt aýrylsa, onda agyr kliniki alamatlaryň doly öňi alynýar. Bu ýagdaýlaryň ählisinde umumylyk – berhiziň bozulan ferment sebäpli siňdirilip bilinmeýän maddanyň bedene az mukdarda ýa-da düýbünden düşmezligini üpjün edýänligindedir. Reaksiýanyň substratynyň doly aýrylmany biohimiki reaksiýanyň gidişindäki belogyň önüni alýar. Şonuň üçin, madda we emele gelen ortalyk önümler bedende toplanok, fiziki, psihiki bozulmalar ýüze çykanok.

Toplanma keseliniň mysaly gepatoserebral degenerasiýadyr (Wilson-Konowalowyň keseli). Mis mikroelementiniň bedene düşmesini azaldyp bolanok. Şol sebäpli hem bedenden artykmaç misiň çykarylyşyny güýçlendirýän ýörite serişdeler ulanylýar we näsagyň ýagdaýy ep-esli gowulanýar. Igliligiň nesle geçiji görnüşinde fosfatlaryň we kalsiniň duzlaryny berýärler.

Birnäçe keseller diňe kämillik ýa-da garrylyk döwründe ýüze çykyp biler, ýöne nesil yzarlaýjylygy agyrlaşdyrýan ýagdaýlar bolanda daşky gyjyndyryjylara bolan reaksiýalary eýýäm irki çagalyk döwründe gyşaryp başlaýar. Meselem, gipertoniýa keseline meýillilerde gan damarlarynyň daralmagyna getirýän temperatura we emosional gyjyndyryjylara ýokary duýujylyk bolýar. Glýukoza ýokary duýgurlyk diabete meýilliligi görkezýär, peşewde peşew turşusynyň





köp toplanmagy – soňra podagra we ş.m. bilen kesellemek ähtimallygyny aňladýar.

Öňüni alyş çäreleri geçirilse, keseliň ýüze çykmasyny togtadyp bolýar. Käbir nesle geçiji anomaliýalary hirurgiki usullar bilen düzedip bolýar. Hirurglar polidaktiliýada artykmaç barmaklary aýyrýarlar, dodagyň we äňň dogabitdi diligini tikýärler. Buduň dogabitdi çykygyny ortopediki usullar bilen kadalaşdyrýarlar, käbir ýürek şikesleriniň hem hirurgiki bejergisini geçirip bolýar. Geljekde gen inženeriýasy käbir nesil yzarlaýjy keselleriň bejergisini öýjüge geni goýberip, kemçiligi molekulýar derejede aýyrmak mümkinçiligini hakykata öwrüp biler.

**Ýewgenika.** Ýewgenika adalgasyny (gr.*eugenus* – gowy görnüş) ilkinji bolup Galton 1869-njy ýylda «Talantyň nesle geçijiligi» diýen kitabynda tekliپ etdi. Soňra ol Ýewgenika temasyndan makalalardyr, dokladlar bilen çykyş edip, ony adam görnüşini öwrenmekde aýratyn ylym hökmünde öňe çykardy. Galton diňe bir patologiki genleri ýok etmek däl, eýsem, esasan, «talantlylygyň genleri», «genial genler» diýlip atlandyrylýan «gowy» genleriň sanyny köpeltmegi zerur hasaplapdyr. Şeýle maksat bilen ol aýratyn zehinli şahslary köpeltmek üçin şert döretmeli we nikalar ulgamyndaky çäklendiriji kanunlary girizmeli diýip hasap edipdir. Galtynyň özi işlerinde adam tebigatyny gowulandyrmagyň ynsanperwer däl ýoly barada aýtmadyr, ýöne onuň ýalňyşlyklaryndan gelip çykýan ýagdaýlar soňra peýdalanylypdyr.

XX asyryň birinji onýyllygynda haçan-da genetikanyň düýbünüň tutulmasy, genetiki barlaglaryň, şol sanda adam genetikasynyň hem giňden öwrenilmegi ýola goýulýan wagty, Galtynyň ýewgeniki ideýasy alymlary gyzyklandyryp başlady. 20-nji ýyllarda alymlar (N.K. Kolsowa, Ý.A. Filipçenko, S.N. Dawidenkowa we başg.) ýewgeniki ugurda barlag geçirip başladylar. Olar adamyň tebigatyny zor bilen gowulandyrmak usullaryny we jemgyýeti gowulandyryjy serişde hökmünde adamlary biologiki manipulýasiýa etmekligi goldamandyrlar. N.K. Kolsow we Ý.A. Filipçenko aýratyn zehinlileriň genetiki taraplaryny barlamak işlerini geçiripdirler, belli şahsyýetler



bolan A.S.Puşkiniň, L.N.Tolstoýyň, A.M.Gorkiniň şejeresini öwrenipdirler. Kâbir ýalňyşlyklara we gapma-garşylyklara garamazdan, olar öz işlerinde aýratynlyklary özbaşdak ornaşdyrmakda syýasy gurşawyň ornuny dogry goýup bilipdirler.

Ýöne, turuwbaşdan ýewgeniki çäreleri döwlet kanunçylygyna girizilip başlan birnäçe ýurtlarda ýewgenikanyň manysy ýoýuldy we abraýdan düşürildi. Meselem, ABŞ-nyň birnäçe ştatlarynda islenilmeyän nikalary çäklendirmek we jenaýatçylary tohumсыzlandyрма (sterilizasiýalaşdyрма) barada kanunlary kabul etdiler. Kanunlar tas ýerine ýetirilip başlanydy. Şoňa meňzeş synanyşyklar Angliýada-da geçirildi. Şeýle ynsanperwerlige garşy çäreleriň özlerini demokratiýanyň nusgasy hasaplap ýören ýurtlarda geçirilmegi göreni geň galdyryr. Ýöne jemgyýetiň köpçülikleýin garşylyk görkezmesi birnäçe ýyllardan soň bu çemeleşmelerden ýüz öwürmäge mejbur etdi.

Beýan edilen çäreleriň diňe bir ynsanperwerlige garşy gelýändigini däl-de, eýsem ylmy manysynyň hem ýokdugyny bellemek gerek. Soňra populýasion genetikanyň maglumatlary näsaglary sterilizasiýa etmek bilen nesle geçiji keselleri azaltmak isleýän ýewgeniki çemeleşmeleriň düýbünden ýerliksizdigini ynandyryjy görkez-diler. Eger-de her bir adamyň 4-den 6-a çenli gomozigot ýagdaýda agyr kesellere eltip bilýän geni göteriji bolup bilýändigini göz önüne tutsaň, onda akymyň dürli tarapdarlary haýsy niýete bil baglasalar hem taslamalarynyň esassyzdygy düşnükli bolýar.

Germaniýada ýewgeniki hereket «jyns gigiýenasy» – reaksiон ugry bolup ýüze çykdy. 1933-nji ýyldan başlap, ol genosidiň adamy ýigrenmekligiň nazary «esaslandyrmasy» hökmünde milletparazlaryň ýaragyna öwrüldi. Öňdebaryjy genetikler hemişe ýewgenikany syýasy maksat bilen ulanmaklygyň garşysyna çykyş etdiler. Meselem, 1939-njy ýylda Edinburgda geçen Halkara genetiki kongresiň çykaran kararynda ähli adamlara millete we jynsyna garamazdan, ösmek üçin deň we doly mümkinçilikleriň berilmegi barada talapnama ýazyldy. Reaksionerler we milletparazlar aýry-aýry jynslaryň hamana kemçiliklidigi barada ýalan garaýyşlaryny subut etmek üçin ýewgenikany, köplenç ýagdaýda peýdalanjak boldular.



Şol bir wagtda adam genetikasynda ýewgeniki ugur öz-özünden munuň ýaly ýalan ylmy garaýyşlar üçin obýektiw faktorlary berenok. Kābir alymlar «ýewgenika» düşünjesiniň özi ylmy dünýägaraýyş bilen bir ýere sygyşanok diýýärler. Adamda emeli seçgi geçirmäge ymtylan reaksiýa ugur hem ýewgenika bilen ylalaşmaýar. Mümkin, häzirki döwürde adalgalar barada dawalaşmagyň manysy hem ýokdur. Geljekki nesellerde nesil yzarlaýjy keselleri azaltmak meseleleri, adamlaryň nesilleýin häsiýetlerini gowulandyrmak we olary ýerine ýetirmek üçin iň oňat serişdeler eýýäm lukmançylyk genetikasynda girizilýär. Häzirki wagtda nesle geçiji anomaliýalaryň önüni almaga örän uly üns berilýär.

Häzirki zaman lukmançylygynyň üstünlikleri adamlara nesil yzarlaýan dertleri bejermek mümkinçiligini berýär. Ýöne olaryň genotipinde kemçilikli genler saklanyp galýar we onuň nesillerde toplanmagy mümkin. Genetiki agramy ulaldýan ikinji şert täze mutasiýalaryň ýüze çykmasydyr we daşky gurşawyň mutagenler bilen hapalanmagy zerarly olaryň sany köpelip biler. Şol sebäpli hem häzir aglaba ýurtlar daşky gurşawy goramak barada çäreleriň maksatnamalaryny işläp düzýärler.

Genotip bedeniň diňe kadaly, patologiki alamatlarynyň we gurluşlarynyň däl, eýsem her hili işjeňlige ukyplarynyň emele gelmegine-de biologiki esas döredýär. Adamlarda tehniki döredijilige, matematiki abstrakt pikirlenmäge, saza, şekillendiriş sungatyna we ş.m. meýillilik alamatlar boýunça uly polimorfizm bar. Adam jemgyýetinde agzalan häsiýetleriň bary gerekdir. Häsiýetleriň ýüze çykmagynda biologiki täsirden tapawutlylykda, syýasy gurşaw (terbiýe, bilim, köpçüligiň täsiri) ägirt uly orun tutýar. Ýaramaz şertlerde şahsyň aýratynlyklarynyň üsti açylman, döredijilik mümkinçiligi iş ýüzüne geçmän galýar, ol, umuman, jemgyýet üçin uly ýitgidir.

Biziň Garaşsyz, Bitarap Türkmenistan döwletimizde Berkarar döwletiň bagtyýarlyk döwründe adamyň döredijilik mümkinçiliklerini, ukybyny ýüze çykarmaga we ony peýdalanmaga ähli şertler döredilendir.

**Daşky gurşawyň faktorlaryna aýratyn duýujylygyna genetiki meýillilik.**



Gen mutasiýalarynyň netijesi diňe bir nesle geçiji keselleriň ýüze çykması däl-de, eýsem adam populýasiýalarynda fermentleriň köpdürlüligi hem bolup biler.

Himiki maddalara birmeňzeş däl duýgurlygyň mysaly fenil-karbomide bolan reaksiýadyr (FTK). FTK-nyň tagamyny aňlamak ukyby monogen alamat hökmünde nesle geçýär (autosom dominant gen). Resessiw gomozigotlar FTK-ny tagamsyz ýaly kabul edýärler. Populýasion barlaglar ýewropalylaryň 75%-niň FTK-nyň tagamyny duýýandyklaryny görkezdi.

Lukmançylyk amalyýetinde adamlaryň belli bir derman serişdelerine duýgurlygynyň (şol bir serişdä: peýdanyň ýoklugyndan aşa duýgurlygyň ýüze çykmasyna çenli dürli reaksiýalaryň) birmeňzeş bolmaýandygy bellidir. Uzak wagtyň dowamynda bu hakykatyň düşündirişini tapyp bilmediler. Soňky ýyllarda farmakologiýanyň, biokimiýanyň we genetikanyň sepleşmesi bilen farmakogenetika adyny alan täze bir ugur döredi. Farmakogenetika derman serişdelerine aýratyn duýgurlykda genetiki şertleriň ähmiýetini öwrenýär.

Käbir derman serişdesiniň standart möçberi aýry-áýry adamlara goýberilende, gan plazmalarynda onuň konsentrasiýasynyň (örän pesden, has ýokary bolmaga çenli) birmeňzeş bolmaýandygy barlanylyp görüldi. Ýagdaýyň sebäbi goýberilen maddalaryň metabolizmi onuň sorulyşyndan başlap, bedenden çykarylyşyna çenli, düzgün boýunça serişdäniň himiki öwrülişiginiň dürli döwürlerini amala aşyran birnäçe fermentleriň gatnaşmagynda bolup geçýändigini bilen düşündirilýär. Dargadýan fermentleriň işjeňliginiň peselmegi serişdäniň ýa-da onuň öwrülişiginiň önümleriniň bedende toplanmagyna getirmegi mümkin. Munuň netijesiniň bolsa, güýçli reaksiýa, hat-da toksiki netije bermeginiň hem mümkindigi düşnüklidir.

Dargadýan fermentleri aşa işjeň adamlara şol bir dozaly serişde goýberilende, ters hadysa bolup geçýär: serişdäniň konsentrasiýasynyň çalt peselmegi we onuň peýdasynyň uly bolmazlygy, ýagny bedeniň dermana duýgurlygy pes bolýar.

Şeýlelik bilen, dermanyň bedendäki ykbaly ferment ulgamlarynyň işjeňligine baglydyr we fermentleriň emele gelmesi, olaryň köpdürlüli-



gi genetiki faktorlar bilen kesgitlenýär. Şonuň bilen birlikde, aýrybaşga tapawutlar reseptorlaryň duýgurlygyna-da, bedeniň genetiki gözegçilik astynda duran dokumalarynyň reaktiwligine-de bagly bolup biler.

Farmakogenetiki reaksiýalaryň birnäçe mysalyny getireliň. Inçe-kesele garşy ygtybarly serişde izoniazid standart dozada goýberilende, bedenden haýal çykarylýandygy üçin käbir adamlaryň ganynda onuň möçberi örän ýokary bolýar. Şonda toksiki täsir we periferiki nerw ulgamynyň zeperlenmesine gözegçilik edilýär. Ekizler barlananda gözegçilik edilýän reaksiýalarda genetiki komponentiň paýyna 97% düşýär.

Anesteziologiýada, köplenç, nerw impulslarynyň myşsa berilmegini bökdeýän ditilin serişdesini ulanýarlar. Ol goýberilenden soň, birnäçe minutyň dowamynda dem alyş myşsalarynyň gowşamagy we dem alşyň togtamagy bolup geçýär. Adatça serişde derrew inaktiwirlenýär we dem alyş dikeldilýär. Ýöne käbirlerinde atipiki ferment holiesterazanyň barlygy üçin ditiliniň dargamasy ýeterlik derejede bolup geçenok. Resessiw gomozigotlarda, dem alyş myşsalarynyň uzak wagtlaýyn ysmazy bolup geçýär we onuň ölüme getirmegi mümkin. Kanadada geçirilen köpçülikleýin barlaglar geterozigot göterijiligiň 3-4%-digini görkezdi, kliniki netijeli gomozigotlaryň bolsa 2–2,5-a 1-i düşýär. Atipiki holiesterazany barlaghana şertlerinde anyklaýarlar.

Glýukoza-6-fosfatdehidrogenazanyň (G6 FD) ýetmezçiligi hem gabat gelýär. Ferment eritrositlerde saklanýar we glýukozanyň dargamagynyň ilkinji döwürlerine gatnaşýar. Fermentiň emele gelmesine jogap berýän gen X-hromosomda ýerleşen, ýagny ol jyns bilen tirkeşen nesle geçijilikdir. Mutant resessiw allel G6FD-nyň emele gelmesiniň kemelmesini kesgitleýär. Adaty şertlerde fermentiň ýetmezçiligi ýüze çykmaýar. Ýöne gyzyrma garşy serişdeleri (hinidin, primahin) we askorbin turşusyny kabul edenlerinde, olarda eritrositleriň gemoliziniň netijesinde membranalarda alyş-çalyş hadysalarynyň bozulmalaryndan we has köp zeperlenmelerinden agyr ýagdaýlar ýüze çykýar.

Meñzeş, ýöne biraz gowşagrak ýagdaýlar sulfanilamid serişdelerini, şeýle-de käbir önümleri: gyzyň garagat, käbir kösükliler iýlende ýüze çykyp biler. BSGG-niň maglumatlaryna görä, G6FD-niň mutant genini göterijiler, takmynan, 300 *mln* adam, olaryň aglabasy



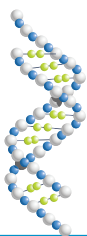
öň ýa-da häzirki wagtda gyzyrma boýunça endemiki etraplarda ýaşayanlardyr. Podagra we diabete meýilliler salisil turşusynyň önümlerini kabul edenlerinde keselleriniň ýitileşmegi we öň kliniki sagdyn adamlarda keseliň ilkinji alamatlarynyň ýüze çykmagy bolup biler.

Adamlaryň aglabasy sinil turşusynyň ajymtyk badama meňzeş ysyny duýýarlar, ýöne ony duýmaýanlar hem bolýar. Alamata X-hromosomda ýerleşen, resesiw gen jogap berýär. Degişli edaralara işe kabul edilende, alamat göz önüne tutulmalydyr. Şeýle aýratynlygyň, köplenç, erkek adamlarda gabat gelýändigini düşnükli.

Genetiki meýillilikden başga-da biri-biri bilen täsir edişýän şertler bardyr. Fermentleriň işjeňligine bedeniň fiziologiki ýagdaýy: witaminleriň artykmaçlyk we kemterlik etmegi, ýymit, ýaş aýratynlyklary täsir edýär. Meselem, alakalarda tejribe geçirilende uky dermany (barbituratlaryň hataryndan) berlende, garry alakalara pes konsentrasialarda täsir bildirip, uky çuň we has uzak dowam edýär. Garry towşanlarda nikotine betur duýgurlyk ýüze çykaryldy; onuň goýberilmegi gan aýlanyşygynyň we ýüregiň işiniň birden bozulmagyna getirdi. Nikotiniň konsentrasiasynyň  $1 \times 10^{-3}$  ýokarlandyrylanda haýwanlaryň 35%-niň heläk bolýandygyna gözegçilik edildi. Edil şol şertlerde uly haýwanlarda uýgunlaşma-öwrenişme reaksiýalary ýüze çykyp, bozulmalar bolmandyr.

Adrenaliniň täsiri öwrenilende gyzykly maglumatlar alnypdyr. Garry itleriň bir bölegine (ýaşlary 15-den ýokary bolan) 0,1 *mg* adrenalini goýberilende paradoks reaksiýa ýüze çykan: koronar damarlaryň giňelmeginiň tersine, olaryň daralmasy bolup geçen. W.W. Frolkisiň barlaglary garrylykda wazopressiniň azajyk dozasyynyň hem ýürek damar gysylmasyny we ýürek ýetmezçiligini ýüze çykaryp bilýändigini görkezdi.

Adamlaryň dürli himiki maddalara aýratyn duýgurlygyny öwrenmek, ýaşyny göz önünde tutmak, lukmançylykda gadymdan bäri aýdylyp gelinýän: «keseli däl, näsagy bejermeli» diýen ýörelgäni onuň genetiki konstitusiasy we ýaşayyş şertleri bilen baglanyşykly bedeniň özbaşdak takyk aýratynlyklaryny göz önünde tutup, ýerine ýetirmäge ýardam eder.



**V BAP**

## **LUKMANÇYLYK GENETIKASYNYŇ HÄZIRKI ZAMAN USULLARY**

---

### **5.1. ADAMYŇ NESLE GEÇIJILIGINI ÖWRENMEKDE LUKMANÇYLYK GENETIKASYNYŇ USULLARY**

Genetiki barlag geçirilýän bedenleriň toparynyň giňelmegi, wiruslaryň, bakteriýalaryň we kömelejikleriň genetikasynyň döremegi, diňe neslegeçijilik we üýtgeýjilik hadysalaryny düşündirýän birnäçe umumy biologiki düzgünleriň kesgitlenmegine getirmän, eýsem, antibiotikleriň täze görnüşlerini, sintetiki maddalary we beýlekileri almak üçin uly amaly mümkinçilikleri döretdi.

Genetika häzirki zaman tebigat ylymlarynyň esasy we çylşyrymly pudaklarynyň biri bolmak bilen diňe bir nesil alamatlarynyň geçişiniň umumy kanunalaýyklyklaryny derňemän, eýsem nesliň bütin ömrüniň dowamynda ýüze çykýan alamatlaryň ähli amala aşyrylyş hadysalaryny öwrenýär. Genetika janly bedenlerde döreýän alamatlaryň meňzeşligini we tapawutlaryny düşündirýän umumy kanunalaýyklyklary, şeýle hem bu alamatlary nesilden-nesle geçirmek ukyplaryny öwrenýär.

Nesilegeçijilik hadysalaryny ilki bitewi janly beden, soňra öýjük we molekula derejelerinde barlag etmek, janly bedenleriň görnüş we aýratyn beden derejelerindäki mahsus häsiýetlerini şertlendirýän ol ýa-da beýleki alamatlaryň emele gelmeginiň, ewolýusiýa dowamynda nesle geçijiligiň we daşky gurşawyň täsirleriniň diňe berk özara täsiri şertlerinde mümkindigini görkezdi. Janly bedenleriň soňky nesillere özleriniň ähli alamatlaryny we ösüş aýratynlyklaryny geçirmek häsiýetlerini dolandyryýan kanun-



lara akyl ýetirmek, umumy genetikanyň ylmy hökmünde esasyňy düzýär.

Genetikanyň aýratyn möhüm ähmiýeti nesle geçijiligiň tebigatyna akyl ýetirmegiň nesle geçijiligi dolandyrmaga hakyky mümkinçilik döredýänliginden ybaratdyr. Bu ýerden diňe bir nesle geçýän keselleri bejermek we olaryň önüni almak işinde däl-de, eýsem umuman ewolýusiýa hadysalaryny adama boýun egdirmekde hem ägirt uly amaly mümkinçilikleri döreýär.

Lukmançylyk genetikasynyň ilki bilen nesle geçýän keselleri, ýagny nesle geçýän keseliň ata-eneden çagalara geçişiniň kanunalaýyklyklaryny hemmetaraplaýyn öwrenýär.

Neslegeçijilik we üýtgeýjilik hadysalaryny öwrenmegiň esasy usullarynyň biri bolup tejribe hyzmat edýär. Ol alyma synaglaryň ol ýa-da beýleki mukdaryny toplamaga we olaryň esasynda degişli netijeleri çykarmaga ýardam edýär. Tejribe geçirilende genetikada esasy usul – iki janly bedeni çaknyşdyrmak we olaryň nesillerinde ýüze çykýan alamatlary soň gowy öwrenmekdir.

Munuň bilen bir hatarda, janly bedenleriň nesle geçijiliginiň düzülişini kesgitlemäge mümkinçilik berýän derňeýji çaknyşdyrma hem ulanylýar.

Genetikada arassa tohumlary almak usuly örän möhümdir. Onuň kömegi bilen ýakyn garyndaş çaknyşdyrmalardan 20-ä çenli we ondan hem köp nesilleriň dowamynda alnan haýwanlar saýlanyp alynýar. Haýwanlaryň bu toparyna inbrid haýwanlar (iňlisçe unbridging – ýakyn garyndaş) diýilýär we ol köp möhüm genetiki kanunalaýyklyklary kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

### **Lukmançylyk genetikasynyň meseleleri:**

1. Nesil yzarlaýan keselleri, olaryň nesle geçişiniň kanunalaýyklyklaryny, patogeneziň, bejergisiniň we önüni almagyň aýratynlyklaryny öwrenmek;
2. Nesil yzarlaýan kesellere nesilleýin ýykgyňlylygy we durnuklylygy öwrenmek;
3. Patologiki nesle geçijiligi öwrenmek;





4. Kadaly genleri näsagyň öýjüklerine geçirmek arkaly nesil yzarlaýan keselleriň bejergisiniň düýpgöter täze usullaryny işläp düzýän gen inženerçiliginiň meselelerini öwrenmek degişlidir.

Adamyň genetikasyny öwrenmekde birnäçe aýratynlyklar we kynçylyklar bar.

1. Kariotipiň çylşyrymlylygy – hromosomlarynyň we genleriň goşluşan toparlarynyň sany köp;

2. Jyns taýdan ýetişmekligi dowamly bolýar;

3. Nesliň az sanlylygy;

4. Adamda tejribe geçirmek mümkin däl. Maşgala jübütleriniň döremekligine lukmanyň goşulmaga hukugy ýok;

5. Ýaşaýşyň birmeňzeş şertlerini döretmek mümkin däl.

Genetikanyň möhüm meselesi – mutant geni, geterozigot göterijileri ýüze çykarmagyň ýönekeý we aňsat usullaryny tapmak. Bu mümkin, sebäbi köp ýagdaýlarda adamda kadaly geniň doly däl dominirleme hadysasy bolýar.

Genetikanyň täze usullaryny gözlemekde, geterozigot göterijilerde hem näsagdaky ýaly funksiýalaryň we madda çalşygynyň üýtgeşmeleriniň, ýöne has pes derejede bolmagynyň mümkindiginden ugur alynýar. Geterozigotlarda mutant geniň bardygyny, meselem, organizmde çalşygy bozulan madda bilen prowosirleýji agram bermek arkaly ýüze çykarmak mümkin. Meselem, fenilalanin köp mukdarda goýberilende dominant gomozigotlarda ganda bu aminokislotanyň derejesi işjeň täsir edýän ferment fenilalaningidroksilazanyň täsiri astynda has çalt peselýär. Kliniki sagat resessiw geni göterijilerde başgaça bolýar. Bu ýagdaýda, fermentiň adaty şertlerde ýüze çykmaýan kemçiligi sebäpli fenilalaniniň gandaky mukdary kadaly derejä çenli has haýal peselýär.

Geterozigotlarda orak şekilli öýjükli anemiýa boýunça kislordyň parsial basyşynyň pes şertlerinde anomal geniň bardygy ýüze çykýar. Garaguşly näsaglarda titredýän tutgaýlara ýykgyňlylyk bolýar. Olaryň käbir kliniki sagdyn garyndaşlarynda bolsa elektroensefalogrammada aýratyn titredýän ritm ýüze çykýar.



Lukmançylyk-genetiki maslahat üçin dürli usullar: sitogenetiki, biohimiki, elektrofiziologiki we beýleki usullar ulanylýar. Barlaghana kesel anyklaýyş usullarynyň giňden ulanylýandygyna seretmezden, geneologiki usulyň hem möhüm ähmiýeti saklanýar. Şol bir wagtda nesil şejeresi düzülende lukman uly kynçylyklary başdan geçirýär. Ilaty has durnukly uzakda ýerleşýän obalarda nesil şejeresi dört, baş we ondan hem köp nesillere çenli toplanyp bilner. Ýöne dürli ýerlerden gelip, iri şäherlerde ýaşaýan adamlarda öz maşgalasynyň, köplenç, iki-üç nesli barada maglumat bolýar. Şejere derňew edilende, nesil yzarlamanyň dominant görnüşinde haýsydyr bir nesilde geniň gowşak ekspressiwligi sebäpli, keseliň çala ýüze çykmagynyň ýa-da bolup biläýjek epistazyň netijesinde bar bolan dominant geniň fenotipde bütinleý ýüze çykmazlygynyň mümkinçiligini hasaba almak zerur bolýar. Lukman genetikleriň gözlegleri entek dogulmadyk çagadaky keselleri ýüze çykarmaga gönükdirilen. Döwünçeğiň golaýyndaky suwuklykda ösýän döwünçeğiň bölüp çykarýan maddalarynyň saklanýandygy belli. Bu suwuklygyň düzümini barlag edip, madda çalşygynyň käbir bozulmalaryny kesgitlemek mümkin. Döwünçeğiň golaýyndaky suwuklykda döwünçek öýjükleriniň biraz mukdary mydama bolýar.

Aýal lukmanlary (ginekologlar) göwreliligiň irki döwründe amniotiki suwuklygy almagyň zyýansyz usulyny işläp düzdüler (amniosintez). Çaganyň enäniň göwresindekä kesel anyklamak döwünçeğiň kultiwirlenýän somatiki öýjüklerinde hromosom anomalýalar babatda we gen tebigatly keselleriň birnäçesi babatda geçirilip bilner. Häzirki zaman usullar 60-dan gowrak nesil yzarlaýan keselleri anyklamaga ýardam edýär. Çaganyň enäniň göwresindekä keselini anyklamak näsag çaganyň dogulmak howpy ýokary ýagdaýlarda zerur bolup biler.

Lukman-genetik ýuridiki tarap däl, ol maslahat berilýänlere çaga edinmegi gadagan edip ýa-da rugsat berip bilmeýär. Onuň maksady – maşgala hakyky howpuň derejesini kesgitlemäge kömek etmek. Lukmançylyk-genetiki maslahatyň ahyrky netijede maksady maşgala agzalarynyň ýagdaýa dogry baha bermegi we maşgalanyň



gelejegini meýilleşdirmek babatda olaryň dogry çözgüt çykarmagydyr. Bu çözgüt ene-ata tarapyndan özbaşdak kabul edilýär.

Lukmançylyk-genetiki maslahatyň ähmiýeti we onuň jemgyýetçilik saglygy goraýşa goşandy artar. Gelejekde adamlarda nesil yzarlaýan keselleriň diňe köpelmeginiň önüniň alynmagyna däl-de, eýsem olaryň ýygylgynyň peselmegine hem garaşmak mümkin. Netijeli lukmançylyk-genetiki maslahaty üpjün etmek üçin genetiki bilimleri wagyz etmek, ilata nesil yzarlaýan keselleriň meselelerini düşündirmek zerurdyr.

**Adamyň genetikasyny öwrenmek usullary.** Adamyň saglygynyň meselesi genetika bilen berk baglanyşkly. Lukmanlar köp ýagdaýlarda näme üçin käbir adamlar şol bir şertlerde keselleýärler, beýleki adamlar bolsa şonuň ýaly, hatda ondan erbet şertlerde hem kesellemeýär diýen soragy özlere berýärler. Bu soragyň jogabyny adam doglandan tä öljänçä onuň saglygyna täsir edýän genlerden gözlemeli. Soňky ýyllarda ýüregiň we beýniniň işemiýa keseli, arterial gipertenziýa, ateroskleroz, jahyllyk diabeti, ýaýran skleroz ýaly kesellere we howply çiş keseliniň käbir görnüşlerine ýygynlyk döredýän genler ýüze çykarylady. Alsgeýmeriň keseli, şizofreniýa, maniakal depressiýa bilen baglanyşkly genler tapyldy. Soňky wagtda inlis alymlary adamyň immunodefisit sindromy bilen kesellemekligi kesgitleýän, öýjükdäki nesil yzarlaýan proteinleriň ulgamyny ýüze çykardylar.

Has köp maglumat berýän genetiki synaglar işläp düzülende adamyň hromosomalarynyň 23 jübütiniň doly kartalaryny döretmek göz önünde tutulýar. Özüniň genetiki kemislikleri barada doly habarly adam keseliň önüni almak üçin ýaşaýşyň has dogry ýörelgesini alyp baryp ýa-da bu keseliň has irki döwründe bejergini başlap ýa-da kesel ýüze çykmanka önüni alyş çärelerini geçirip bilýär. XXI asyrdan gen inženerliginiň usullary arkaly kemis genleri çalyşmak hem mümkin bolar. Munuň üçin eýýäm ylmy esaslar bar. Ýakyn wagtlarda adamlaryň köpüsi özläriniň doly genetiki maglumatlaryny alyp bilerler diýlip çak edilýär. Şeýle çaklamanyň amala aşyryljakdygyny soňky baş-on ýylda ýürek keselleriniň we aterosklerozyň ýüze çyk-



magy bilen baglanyşykly genetiki kemislikleriň tutuş birnäçesiniň tapylmagy boýunça aýtmak mümkin. Meselem, Tafta uniwersitetinde (Boston) 40 ýaşdan soň ýürek keseliniň döremegi bilen baglanyşykly kemis gen tapyldy. Bu gen bedeniň ýokary dykzlykly lipoproteidleri öndürmek ukybyny bozýar. Şeýle kemislik sagdyn adamlaryň 25-den birinde we ýürek kesellerinden ejir çekýän adamlaryň üçden bir böleginde bar.

Adamda hem, beýleki jynsy ýol bilen köpelyän janly bedenlerdäki ýaly agalyk ediji we resessiw alamatlar duş gelýär. Adamyň her bir fenotipik alamatynyň we häsiýetiniň emele gelmegine-de nesil we daşky gurşawyň şertleri gatnaşýar.

Ýöne, adamda nesle geçijiligiň we üýtgeýjiligiň kanunalaýyklyklaryny öwrenmek üçin adamyň özüniň mahsus aýratynlyklarynyň bardygyny bellemek gerek. Sebäbi adamyň birnäçe häsiýetleri onuň genetikasyny öwrenmäge diňe bir ýardam etmän, tersine kynlaşdyrýar ýa-da päsgel berýär. Meselem:

1. Ösümliklerde we haýwanlarda ulanylýan gibridologik usulyňy adam üçin düýbünden ulanyp bolmaýar. Adamda tejribe geçirmek maksady bilen alymyň erkine görä çaknyşdyrma geçirmek, ýörite tejribeleri geçirmek mümkin däl. Adamyň nikalary başga durmuşy (sosial) kanunlar boýunça amala aşyrylýar we alymlar diňe tötänleýin alnan maglumatlara gözegçilik edip bilýärler.

Gibridologik usulyňyň adama ulanyp bolmaýandygy barada öz wagtynda rus alymy, genetik N.K. Kolsow has kesgitli aýdypdyr.

2. Jynsy kämillik haýwanlar bilen deňeşdirilende giç gelýär.

3. Adamyň az köpelyänligi – her maşgalada nesilleriň sanynyň az bolmagy hem giňişleýin barlaglary geçirmäge mümkinçilik bermeyär.

4. Nesiller üçin durmuş şertlerini deňleşdirip bolmaýar.

5. Hromosomlaryň mukdarynyň köplügi hem käbir kynçylyklary döredýär.

6. Maşgalalarda neslegeçijilik häsiýetleriniň ýüze çykyşynyň anyk ýazgysy bolmaýar.



7. Barlag edýän we ony öwrenýän adamlaryň ýaşayşynyň dowamlylygy hem deňeşdirilende birmeňzeş bolýar. Alymyň göz önünden adamlaryň 3-4 nesli geçýänçä iň gowy ýagdaýda ilkinji nesiller has garry, soňraky nesiller bolsa – ýaş çagalar bolýar.

Ýokarda görkezilen kynçylyklara seretmezden, genetika ylmy tarapyndan birnäçe usullar işlenilip düzüldi, olar arkaly adamyň alamatlarynyň nesle geçijiliginiň we üýtgeýjiliginiň kanunalaýyklyklary ädimme-ädim öwrenilýär.

Hromosom keselleri, köplenç, aýratyn genleriň mutasion üýtgeýjiligi ýa-da genleriň mutasiýasy bilen bagly. Soňky wagtlarda hromosom toplumynyň üýtgeýjiligi we aýratyn hromosomlaryň gurluşynyň bozulmagy bilen bagly nesle geçýän keselleriň ýa-da kemislikleriň birnäçesi ýüze çykarylady. Şeýle keseller nesle geçýän patologiýalary öwrenmekde täze sitologik usullaryň işlenilip düzülmegi netijesinde ýazylyp beýan edildi. Bu usullar hromosomlaryň sanyny hasaplamak üçin ösdürilip ýetişdirilen öýjüklerdäki (hususan-da süňk ýiliginin öýjüklerindäki) mitozlary ulanmaga esaslanandyr. Bu sitologik barlaglaryň netijelerini giňden ulanmaga mümkinçilik berdi. Meselem, bu usul arkaly nesle geçýän keselleri we kemislikleri bar bolan käbir adamlarda onuň hromosomlarynyň sanynyň we gurluşynyň aýratynlyklary ýüze çykarylady.

Häzirki wagtda adamyň genetiki kanunalaýyklyklaryny öwrenmek bilen meşgullanýan ylma **antropogenetika** (grekçe *antropos* – adam) diýlip atlandyrylyp, onuň adamyň nesle geçýän kesellerini, şeýle hem ganyň kadaly we patologik häsiýetlerini öwrenmek bilen meşgullanýan bölegi patogen mikroblaryň hem-de antibiotikleri öndürijileriň genetikasy bilen birlikde lukmançylyk genetikasynyň düzümine girýär.

Häzirki zaman antropogenetikasynda adamyň alamatlarynyň nesle geçişiniň kanunalaýyklyklaryny yzarlamaga mümkinçilik berýän birnäçe usullar bar. Bu usullar keselleri anyklamaga ýardam edýär, olar bilen göreşmäge gerek adamlara genetiki maslahatlary bermäge mümkinçilik döredýär.



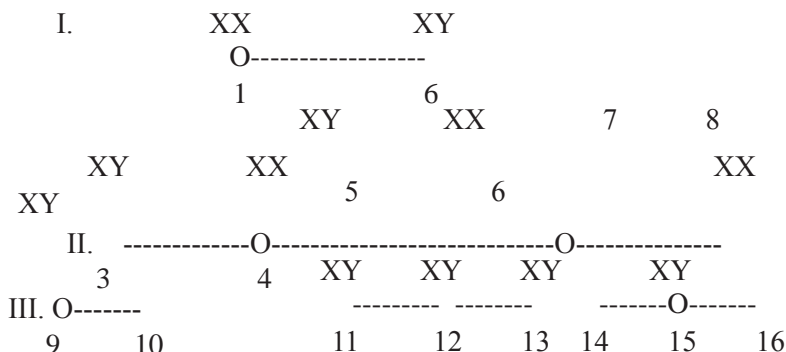
**1. Genealogik usul ýa-da maşgala-genetiki usuly** (grekçe «*genos*» – gelip çykyşy, asly) iňlis naturalisti Fensis Galton tarapyndan teklipl edilýär. Bu usul adamyň alamatlarynyň şejere boýunça nesle geçişini öwrenýär. Ilki öwrenilýän alamatyň aýratyn maşgalalarda birnäçe nesilleriň dowamynda barlygy hakynda maglumatlar toplanýlar. Alnan maglumatlar meňzeş şejereleriň toplumyny hasaplamak usuly boýunça işlenilýär. Soňra alnan maglumatlar boýunça şejere düzülýär.

Şejere düzmek haýsy adamdan başlanan bolsa, oňa *proband* diýilýär, onuň erkek we aýal doganlaryna *sibsler* diýilýär. Eger probandyň ene-atasynyň biriniň başga nikadan doglan çagalary bar bolsa, olara *ýarym sibsler* diýilýär.

Adamyň nesle geçijiligi öwrenmegiň bu usulyny, eger ata we ene ugrundan birnäçe nesillerde nesle geçýän alamata eýe göni garyndaşlary (probandlar) belli bolanda we her nesilde nebereleriniň sany ýeterlik bolanda ulanmak mümkin. Adamyň şejeresini belgilemegiň düzgünleri şeýle: nikada erkek adamlary dörtburç görnüşli – □ bilen belgileýäler we çepde goýýarlar, aýallary bolsa tegelejik – O bilen belgiläp, sagda goýýarlar.

Rim san belgileri bilen I, II, III, IV we ş.m. ýokardan aşak nesilleri, arap san belgileri bilen çepden saga doglan çagalaryň yzygiderligini belgileýärler. Öwrenilýän alamat bolan adamlary gara, eger ol bolmasa: onda ak belgi bilen alamatlandyrýarlar. Meselem ●■ – näsaglar, ○ □ näsag däller, ◇ – jynsy anyklanmadyk, ▼ – ir ölen, ® – resessiw geni geterozigot görteriji. □□, ○○ – meňzeş jynsly we □○ dürli jynsly ekizler. Tegelejigi dört burç görnüşli belgi bilen birleşdirýän çyzyk –○–□ nika baglanyşygyny aňladýar. Dört burç görnüşli belginiň iki tegelejik bilen birleşmesi ○□○ erkegiň iki aýal bilen nika baglanyşygyny aňladýar. Erkek-aýal jübüti bilen egin arkaly baglanyşan aşaky hatar, bu ene-atanyň nesillerini (ogullaryny we gyzlaryny) şekillendirýär.

Meselem, geni erkek adamyň X hromosomynda ýerleşen resessiw alamatynyň nesle geçişini yzarlalyň (daltonizm keseli).



**Geneologik usul şu alamatlary kesgitlemäge mümkinçilik berýär.**

1. Alamatyň häsiýetini – nesle geçýändigini ýa-da nesle geçmeýändigini.

2. Nesle geçijiligiň görnüşini-dominant ýa-da resessiw, autosom ýa-da jyns bilen tirkeşikli.

3. Probandyň zigotlygyny – berlen alamat boýunça gomo ýa-da geterozigotlyk.

4. Öwrenilýän geniň penetrantlyk we ekspressiwlik derejesi (penetrantlyk diýlip geniň fenotipiniň ýüze çykyşynyň mukdar görkezişine aýdylýar, ekspressiwlik – bu daşky gurşawyň dürli şertlerinde genotip amala aşyrylanda alamatyň ýüze çykyş derejesi). Meselem, bu usulyň kömegi bilen daltonizme we gemofiliýa erkekleriň X-hromosomynda ýerleşen resessiw genler tarapyndan gözegçilik edilýändigi kesgittenildi.

Bu usul bilen adamyň keselleriniň we ösüşiniň ýetmezçilikleriniň nesil sebäpleri hem anyklanyldy. Autosom-dominant görnüş boýunça şowakörlük, çaýşyk dabanlylyk, polidaktiliýa (köp barmaklylyk), autosom-resessiw görnüş boýunça garaguş, süýjüli diabet keseli we beýlekiler nesle geçýär. Geneologik usul bilen, eýýäm aýdylýşy ýaly, öwrenilýän geniň penetrantlyk we ekspressiwlik derejesini kesgitlemek mümkin.

Meselem, şol bir mutant alamat şol bir geni bolan garyndaş topanyň birinde ýüze çykyp, beýlekilerinde ýüze çykman biler. Ol populýasiýada mutant fenotipi bolanlaryň göterim hasaby boýunça



ölçenilýär. Eger mutant gen ähli janly bedenlerde ýüze çyksa, onda penetrantlyk 100% bolýar. Eger geniň fenotipiki netijesi hemme janly bedenlerde ýüze çykmasa, onda penetrantlyk doly däl bolýar we geniň ýüze çykan bedenleriniň sany görkezilýär.

**2. Ekizlik usuly.** Bu adamyň genetikasyny öwrenmegiň has iräk ýüze çykan görnüşidir, ýöne ol häzirki döwürde-de öz manysyny ýitirenok. Adamyň genetikasyny öwrenmegiň ekizlik usuly F. Galton tarapyndan 1876-njy ýylda lukmançylyk ylmyna girizildi. Adatça adamyň bir çagasy dogulýar, ýöne 84 bäbekden biri ekiz bolýar. Olaryň üçden birine golaýy-monozigot ekizlerdir. Olar tohumlanan bir ýumurtganyň biri-birinden aýrylan blastomerlerinden emele gelýär, şonuň üçinem birmeňzeş genotipi bolýar. Monozigot ekizler embrional ösüşi kadaly bolanda, hemişe birmeňzeş jynslydyr. Bir ýumurtgadan bolan ýa-da meňzeş ekizler bir atalyk jyns öýjügi bilen tohumlanan bir ýumurtgadan ösüp ýetişýärler. Bu ýerde tohumlanan ýumurtga öýjüginde bir düwünçeňiň deregine iki ýa-da köp düwünçe döreýär. Şunuň ýaly ýagdaýda tohumlanan ýumurtga öýjügi mitotik bölünmesi iki deň nesilli blastomeri berýär. Şonuň üçin olar nesil taýdan meňzeş we bir jynsly bolmalydyr. Meselem, hemmä meşhur kompozitor Bahyň kakasynyň ekiz dogany bolupdyr. Olar bir ýumurtgadan bolan ekizler bolup, biri-birine şeýle meňzeş bolupdyrlar welin, hatda olaryň ýakynlary hem olary çalşyrypdyrlar. Olaryň ikisi hem saza zehinli bolupdyrlar, meňzeş saz çalypdyrlar we saz düzüp, saz sungatyny ösdüripdirler, gepleýişleri hem meňzeş bolupdyr.

Dürli ýumurtgalardan bolan ekizler, dürli atalyk jyns öýjükleri bilen birwagtlaýyn tohumlanan dürli ýumurtga öýjüklerinden ösüp ýetişýärler. Netijede, dürli ýumurtgadan bolan ekizler nesil taýdan şol bir är-aýalyň dürli wagtlarda bolan çagalary ýaly dürli bolup biler. Olar birmeňzeş jynsly ýa-da dürli jynsly bolup bilerler. Ekizleri genetiki barlaglarda ulanmak üçin bir ýumurtgadandygyny ýa-da dürli ýumurtgadandygyny anyk kesgitlemek örän möhüm.

Dizigot ekizler köp dogulýarlar (ähli ekizleriň 2/3 bölegi), olar bir wagtda ýetişen we tohumlanan iki sany ýumurtgadan ösüp ýetişýärler. Bu ekizleriň jynsy birmeňzeşem, genetiki nukdaýnazar-





dan olar adaty bir doganlar ýaly dürli hem bolup bilerler. Ýöne olaryň enesiniň göwresinde ösüş mahaly (perinatal) we belli bir derejede doglandan soňky (postnatal) döwürde gurşap alýan şertlerinde köp umumylyk bolýar.

Bu usul ilki ulanylyp başlananda ekizleriň daşky sypatlaryny: saçynyň, gözüniň reňki, derisiniň menekleri, burnunyň, gözüniň, dodagynyň, gulak çukurjygynyň şekili, barmagynyň çyzyklary we ş.m. deňeşdirýärdiler. Şeýle alamatlaryň, belli bolşy ýaly, nesilleýin meýilliligi bolýar. Eger yzarlanýan alamat ekiz taýlaryň ikisinde-de ýüze çyksa, olara **konkordant** diýýärler ( lat. *concordare* – ylalaşmak, meňzeş bolmak). Konkordantlyk yzarlanýan alamatyň ekizleriň ikisinde-de gabat geliş derejesini görkezýär. Ekizleriň birinde alamatyň bolmazlygyna **diskonkordantlyk** diýilýär. Häzirki zamanda zigotlylygy has takyk anyklamak üçin morfologiki alamatlardan başga-da gan toparlarynyň (AB0, Kh, MN) we plazmanyň belogynyň barlagyny hem geçirýärler.

Barlaglar aýratynlykda ýeterlik bolmasa-da, umumylykda ekizleriň zigotlylygyny anyklamaga mümkinçilik berýär. Monozigot ekizleriň arasynda tñansplantasiýa mümkindir, sebäbi geçirip oturdylan dokuma gopup aýrylanok.

Ekizlik usuly adamyň genetikasynda kadaly ýa-da patologiki alamatyň ýüze çykmagynda nesle geçijiligiň we gurşawyň täsirini öwrenmek üçin ulanylýar. Sebäbi monozigot ekizleriň genotipleri birmeňzeşdir. Gabat gelyän gýşarmalar ene göwresinde ýa-da doglandan soňky ösüşde daşky gurşawyň şertleriniň täsirinden ýüze çykýar. Taýlar bir sebäbe görä aýry şertlerde ösüp terbiýe alanda, köp meseleleriň çözgüdi uly gyzyklanma döredýär. Fiziologiki alamatlaryň hataryndan konkordantlyk saklanyp galsa, ol genotipiň täsiri bilen düşündirilýär. Başga bir tarapdan, aýry ýumurtga öýjüklerinden bolan ekizler başga bir ýagdaýy seljermäge kömek edýär: gurşaw şertleri (bile ýaşanlarynda) birmeňzeş, genotipleri bolsa dürli bolýar.

Bir ýumurtgadan bolan ekizleriň hem, dürli ýumurtgadan bolan ekizleriň hem gyzamyk keseli boýunça meňzeşligi örän köp, sebäbi



ekizleriň biri keseli döredijini beýlekisine aňsatlyk bilen geçirýär. Inçekesel, rahat, reumatizm, basyk, gipertoniýa we beýleki keseller hem monozigot ekizleriň (bir ýumurtgadan) dizigot (dürli ýumurtgadan bolan) ekizler bilen deňeşdirilende has ýokary meňzeşligini tassyklaýar. Bir ýumurtgadan bolan ekizler ganyň, sülekeyiň we dokumalaryň toparlara degişliligi boýunça – 100%, saçlarynyň görnüşi boýunça – 99,5%, daktiloskopiki nagys boýunça – 81% ýagdaýlarda meňzeş. Şeýle hem keselerde bir ýumurtgadan bolan ekizleriň meňzeşligi bar. Süýjüli diabet keselinde meňzeşlilik 42% ýagdaýda ýüze çykarylady. Dürli ýumurtgalardan bolan ekizlerde bolsa bu görkeziji bary-ýogy 12% bolar. Işemiýa boýunça meňzeşlik degişlilikde 44% we 14% bolar.

Şonuň üçin, bir ýumurtgadan bolan ekizlerde, şeýle hem dürli ýumurtgalardan bolan ekizlerde deň derejede kesgitlenýän tapawutlar daşky şertlere bagly diýip hasaplamaly. Şol bir maşgala agzalarynyň ýaşlykdan dürli şertlere düşýän ýagdaýlary hem bolýar. Eger şeýle ýagdaý bir ýumurtgadan bolan ekizlerde bolsa, onda bu ýagdaý genetika üçin fenotipiki tapawutlaryň ýüze çykyşyna daşky gurşawyň täsir ediş derejesini kesgitlemäge doly mümkinçilik bolýar (ekizleriň biri gowy şertlere, beýlekisi ýaramaz şertlere düşende). Eger daşky gurşawyň meňzeş şertlerinde bir ýumurtgadan bolan ekizleriň alamatlary meňzeş, dürli ýumurtgadan bolan ekizleriň alamatlary dürli bolsa, onda bu alamatlar nesle geçýän alamatlar bolýar. Adamyň nesle geçijiligin öwrenmegiň ekizler usuly gan toparynyň tutuşlygyna genotip tarapyndan kesgitlenýändigini görkezdi.

Şizofreniýada, garaguş keselinde, süýjüli diabetde, gipertoniýa keselinde neslegeçijilik möhüm rol oýnaýar, ýöne onuň bilen birlikde daşky gurşawyň keseli güýçlendiriji şertleriň hem uly ähmiýeti bar.

10-njy tablisada berlen maglumatlar deňeşdirilende gan topary, saçynyň we gözüniň reňki ýaly alamatlaryň doly genotipe baglydygy görünýär. Beýleki birnäçe alamatlar babatda netijeler beýle bir takyk däl. Ýöne hat-da käbir ýokanç keseller hem (poliomiýelit, inçekesel) wirus ýa-da bakteriýal tebigatly şertler sebäpli ýüze çyksa-da, belli bir derejede nesilleýin meýillige baglydyr. Nesil yzarlamagyň



ol ýa-da beýleki alamatyň ýüze çykmasyndaky ornuna baha bermek üçin, aşakdaky formula boýunça hasap geçirýärler

$$H = \frac{BE \text{ meňzeşliginiň \%} - IE \text{ meňzeşliginiň \%}}{100\% - IB \text{ meňzeşligi}}$$

H – nesle geçijiligiň koeffisiýenti (iňl. *heredity* – nesilegeçijilik);

BE – bir ýumurtga öýjüginde bolan ekizler;

IE – iki ýumurtga öýjüginde bolan ekizler;

H – birlige deň bolanda, alamat doly nesle geçijiligiň komponenti bilen kesgitlenýär; H – nola deň bolanda, alamatyň emele gelmeginde esasy orunda daşky gurşawyň täsirleri durýar. Koeffisiýentiň 0,5-e deň bolmagy, nesle geçijiligiň we daşky gurşawyň täsiriniň, takmynan, deňeçerräkdigine güwä geçýär.

Takyk mysal getirip görelň. Bir ýumurtgadan bolan ekizleriň konkordantlygy şizofreniýa bilen kesellemek boýunça 70%, iki ýumurtga öýjüginde bolanlaryňky 13%-e deň. Onda:

$$H = \frac{70-13}{100-13} = \frac{57}{87} = 0,65 \text{ ýa-da } 65\%.$$

Daşky gurşawyň täsiri C – 100% – H. Onda C – 100% – 65% = 35%. Diýmek, getirilen mysalda agramly orny neslegeçijilik tutýar, ýöne daşky gurşawyň hem belli bir täsiri bar.

Başga bir mysal: Monozigot ekizleriň gan topary 100%, dizigotlary bolsa 45% ýagdaýda gabat gelýär, ýagny alamat dolulygyna genotip bilen kesgitlenýär. 10-njy tablisadan görnüşi ýaly, aglaba keseller üçin neslegeçijilik komponenti bilen bir hatarda genotipiň fenotipe öwrülmeğini üpjün edýän daşky gurşawyň täsirleri hem agramly orny tutýar.

**3. Populýasion-statistik usul.** Bu usul adamlaryň populýasiýasynda aýry-aýry genleriň ýaýraňlygyny öwrenmäge mümkinçilik berýär. Adatça, populýasiýanyň belli bir bölegini saýlap alyp, hassahana arhiwini, çaga dogrulýan öýleri barlaýarlar, şeýle-de ýörite düzülen soragnama laýyklykda ilat arasynda sorag-jogap geçirýärler. Nähili usuly saýlap almalydygy barlagyň maksadyna bagly bolýar. Iň soňky tapgyr statistiki seljermeden ybaratdyr.



**Adamyň käbir alamatlarynyň bir ýumurtgaly (BE) we  
iki ýumurtgaly (IE) ekizlerinde konkordantlygy**

Alamatlar	Konkordantlyk	
	BE	IE
<b>Kadaly ýagdaýlar:</b>		
Gan topary (AB0)	100	46
Gözüniň reňki	99,5	28
Saçynyň reňki	97	23
Papilýar keşdeler	92	40
<b>Patologiki ýagdaýlar:</b>		
Patologiki çäşyk aýaklylyk	32	3
«Towşan dodak»	33	5
But süňküniň dogabitdi çykygy	41	3
Ysmazly poliomiýelit	36	6
Bronhial demgysma	19	4.8
Gyzamyk	98	94
Epidemiki hapgyrtma	82	74
Inçekesel	37	15
Difterit	50	38
Epilepsiýa (garaguş keseli)	67	3
Şizofreniýa	70	13
Gipertoniýa	26.2	10
Rewmatizm (gury agyry)	20.3	6.1

Iň bir ýönekeý we köp ulanylýan matematiki usul G. Hardi we B. Waýnbergiň hödürlänleri hasaplanýar. Ondan başga-da, birnäçe ýörite matematiki usullar bar. Netijede, ilatyň dürli toparlarynda genleriň gabat gelşini hem-de nesle geçiji anomaliýalaryň we keselleriň geterozigot görüjiligiňiň ýygylgyny anyklamak mümkin bolýar.

Barlanylýan populýasiýalar biologiki sypatlary, geografiki ýaşaýyş şertleri, maddy ýagdaýlary boýunça dürli-dürli bolup biler. Belli bir ýerde genleriň ýaýraňlygyny öwrenmek üçin olary iki topara bölýärlər:



**1. Hemme ýerde ýaýran genler** – olara aglaba belli genler degişli, meselem, fenolketanuriýanyň resessiw geni we Ýewropanyň 1% ilatynda geterozigot ýagdaýda duş gelýän kemakyllylygyň käbir beýleki görnüşleri; 7% erkeklerde we 0,5% aýallarda duşýan daltonizmiň geni, ýöne geterozigot ýagdaýda ol aýallaryň 13%-inde gabat gelýär;

**2. Belli bir ýerde – esasan, berk kesgitli obalarda, etraplarda duş gelýän genler.** Bu genlere, meselem, orak şekilli öýjükli gany azlygyň (anemiýa) geni boýunça gomozigotalar Belorussiyada duş gelýärler, Demirgazyk Afrika ýurtlarynda bolsa, onuň ýygylgy 25%-den (Kamerunda) 40%-e çenli (Tanzaniýada) aralykda bolýar we Ortaýer deňziniň sebitlerinde köp duşýar. Türkmenistanda-da ýaýran but süňküniň doga çykygynda gabat gelýän gen degişlidir. Dürli geografiki zolaklarda ilat arasynda genleriň ýaýramaklygyny öwrenip (genogeografiýa), aýry adamlarda nesil keselleriniň ýüze çykmagynyň howpunyň derejesini kesgitläp bolýar.

Populýasion-statistiki usul populýasiýanyň genetiki gurluşyny (gomozigotlar bilen geterozigotlaryň arasyndaky gatnaşygy) anyklamaga mümkinçilik berýär. Genetiki barlaglary geçirmek üçin kompýuter, internet ulgamy ägirt uly täze mümkinçilikleri döredýär. Populýasiýadaky ilatyň genetiki düzümine belet bolmak, syýasy gi-giýena we öňüni alyş lukmançylygynda uly orun tutýar.

Bu usul matematiki usullara esaslanan. Populýasiýanyň genetiki gurluşyny barlag etmek üçin ähli esasy toplumu, ýagny bütün populýasiýany tutuşlygyna görkezýän barlagy geçirmek zerur. Genetiki barlaglar garyndaş nikalaryň gerek dældigini görkezdi, sebäbi bu ýagdaýda nesle geçýän keselleriň ýüze çykmagynyň ähtimallygy has ýokarlanýar.

Statistiki maglumatlar şeýle nikalardan bolan 100 çaganyň ortaça 11-sinde ol ýa-da beýleki nesle geçýän keselleriň duş gelýändigini görkezýär. Bu keseller görterijileri umumy ata-babalary bolan zyýanly resessiw genler boýunça gomozigot bedenleriň döremegi netijesinde ýüze çykýar.



**4. Sitogenetiki usul.** Bu usul bilen kadaly we patologiki ýagdaýlarda adamyň kariotipi barlag edilýär. Köpsanly keselleriň we ösüşiň ýetmezçilikleriniň sebäpleri hromosomlaryň sanynyň we gurluşynyň bozulmalary bilen baglydygy kesgitlenildi. Şunuň ýaly kesellere hromosom keselleri diýilýär.

Sitologenetiki usul dokumalaryň (adatça leýkositleriň) wagtlaýyn ösdürilip ýetişdirilmegi we gysga hromosomlary bolan metafazaly ýadrolaryň alynmagy bilen bagly. Bu usul bilen dürli görnüşli geteroploýidiýany we adamyň jynsy, şeýle hem somatiki dokumalarynda kadadan dürli fenotipiki gyşarmalary döredýän hromosomlaryň gaýtadan gurluşlaryny barlag edýärler.

Sitogenetiki barlaglaryň esaslary birnäçe ýylyň dowamynda genetikanyň nusgawy obýekti-drozofil siňejiklerinde we käbir ösümliklerde kemala geldi. Adamyň kadaly kariotipi 46 hromosomlary öz içine alýar, olardan 22 jübüti autosomalardyr we 1 jübüti jyns hromosomlarydyr. 1906-njy ýyla çenli adamyň hromosomlaryny takyk hasaplap bilmändirler, diňe şwed alymlary D. Tiýo we A. Lewana munuň hötdesinden gelmek başardypdyr. Şol döwürlerde barlaghana şertlerinde adamyň öýjüklerini ösdürip ýetşdirmegi üstünlikli amala aşyryýardylar (süňk ýiliginin öýjüklerini, fitogemagglýutinin bilen bölünmäge stimullirlenen fibroblastlaryň ýa-da periferiki ganyň leýkositleriniň ösdürilip alnany). Kolhisiniň goşulmagy mitoz hadysasyny metafaza döwründe togtadýar, sebäbi igiň sapaklary inaktiwirlenýärler; soňra öýjükler gipotoniki ergin bilen arassalanýarlar. Öýjük perdeleleriniň çişmesi we ýarylmasy netijesinde hromosomlar ýatan we bir-birinden käbir aralykda ýerleşen görnüşde bolýarlar (metafaza plastinkalary). Bu ýagdaý olary sanamaga we barlamaga mümkinçilik berýär. Iň esasy mesele metafaza plastinkasynda aýrybaşga hromosomlary tapawutlandyryp bilmekdedir. Gönüden-göni mikroskopyň astynda seredip bilmek mümkin däl, şonuň üçin, adatça, mikroşekili surata alýarlar, soňra hromosomlary aýry-aýry kesip, olary kemelýän tertipde ýerleşdirýärler, ýagny kariogrammany düzmäge girişýärler.

Hromosomlary identifisirlemek üçin morfologiki san barlagyny peýdalanýarlar, ýagny hromosomlaryň uzynlygyny mikrometrlerde



ölçemegi amala aşyrýarlar. Şonuň ýaly-da, kelte egniniň ölçeginiň hromosomyň tutuş uzynlygyna bolan gatnaşygyny ölçeýärler (sentromer indeksi).

1960-njy ýylda ilkinji gezek adamyň hromosomlarynyň Hal-kara klassifikasiýasy işlenip düzüldi (Deniwerskaýa). Onuň esasynda hromosomlaryň ölçeginiň aýratynlyklary we ilkinji germeleriň (çek-me) ýerleşen ýeri goýuldy. Adamyň metafazadaky hromosomlaryň shematiki şekili berlen. Formasy we umumy ölçegleri boýunça adamyň ähli hromosomlary latyn harplary A, B, C, D, E, G belgilenen 7 topara bölünýär. Hemme hromosomlaryň tertip belgileri bolýar. Gologiki hromosomlaryň has iri jübüti №1, yzy №2 we ş.m. (*11-nji tablisa*). Adamyň hromosomlarynyň iň kiçileri №21 we №22 jübütleridir. Jyns hromosomlaryň biri iri X we maýda Y aýratyn görkezilýär. Soňky wagtlarda hromosomlary ölçemek we barlamak üçin awtomatiki hem-de ýarym awtomatiki ulgamlary oýlap tapmaklyk ýola goýulýar.

Diňe görkezilen sypatlary boýunça hromosomlary anyklamakda uly kynçylyklar gabat gelýär. Umuman, hromosomyň haýsy topara degişlidigini takyklamak başardýar, toparyň çäginde bolsa, onuň ýerini we belgisini anyklamak, köplenç, mümkin bolmaýar.

### Adamyň hromosomlarynyň klassifikasiýasy

Toparlar	Tertibi	Ölçeği (mkm)	Häsiýetnamasy
A	1,2,3	11-8,3	1 we 3- metasentrikiler
B	4,5	7,7	2- submetasentrikiler
C	6-12	7,2-5,7	Iri submetasentrikiler
D	13-15	4,2	Orta metasentrikiler
E	16-18	3,6-3,2	Orta akrosentrikiler
F	19-20	2,3-2,8	Maýda submetasentrikiler
G	21-22	2,3	(№18 – akrosentriki) Iň maýda metasentrikiler Iň maýda akrosentrikiler



Denwer klassifikasiýasy soňy bilen dowam etdirildi, täze kriteriýalar bilen baýlaşdyryldy we soňraky halkara konferensiýalarda doly anyklaşdyryldy. Olardan iň soňkusy adamyň hromosomlaryny standartizasiýalaşdyrmak boýunça geçirilen IV Pariž konferensiýasydyr. Onda täze usullar boýunça çemeleşmeleriň ýörelgeleri peýdalanyldy. 1968–1970-nji ýyllarda hromosomlary öwrenmek üçin flýuorissent reňkleýjiler, aýratynlykda aýdylanda, akrihin-iprit we onuň önümlerini ulanan şwed genetigi Kaspersonyň ylmy işleri çap edildi. Soňraky lüminesent mikroskopdaky geçirilen barlaglar hromosomlaryň birsydyrgyn uzynlygyna ýagtylanma bermeýändigini görkezdi.

Adaty ýadro reňkleýjiler bilen ýüze çykarylan hromosomlaryň birmeňzeşligi ýasama bolup, onda gurluş geterohromatiniň ýerleşşi bilen gabat gelýän birnäçe ýagtylanýan zolak görünýär. Güýçli flýuresirlenýän iri böleklerinden başga-da, her bir hromosomda gezekleşýän diskler bar. Ýagtylanmanyň suraty her bir hromosom üçin berk mahsuslyga eýedir. Eger hromosomdan DNK aýrylsa, ol flýurissensiýa ukybyny doly diýen ýaly ýitirýärler. Süýdemdirijileriň beýleki birnäçe görnüşleri öwrenilende akrihin flýuoresensiýasyna adamyň, gorillanyň we şimpanzenin hromosomlarynyň ukyplydygy ýüze çykarylady. Interfazdaky ýadrolarda şeýle usul bilen Y-hromosom ýüze çykarylýar, ol örän açyk ýagtylanýan ýaşylymytyl bedenjik görnüşinde bolýar.

Häzirki wagtda adamyň hromosomlarynyň uzynlygynyň gurluşy boýunça birmeňzeş dældigini ýüze çykarmak üçin birnäçe usullar oýlanylyp tapyldy. Usullaryň esasyny preparatlarda alnan denaturasiýa we renaturasiýa hadysalary tutýar. Eger-de, gyzdymaklyk we beýleki şertler arkaly DNK-nyň denaturasiýasyndan soň onuň renaturasiýasyny – öňki iki sapakly strukturany dikeldip, soňra Gimzanyň reňkleýjileri bilen reňklesen, onda olarda goýy reňklenen we açyk zolak-diskler differensirlenýär. Ol diskleriň ýerleşiş yzygiderliliginde, şekillerinde her bir hromosom üçin berk mahsuslyk bar. Usulyň dürli görnüşleriniň kömegi bilen sentromerli we oňa ýakyn geterohromatini (C-diskler) hromosomyň uzynlygyna ýerleşen diskleri (Gimza-diskleriň özi, G-diskler) ýüze çykarmak mümkin bolýar.





Hromosomlary öwrenmek üçin sitogenetikler A.A.Prokofýewa-Belgowskaýa, A.F. Zaharow ägirt uly işleri ýerine ýetirdiler. Russiýanyň LYA-nyň lukmançylyk genetikasy institutynda A.H. Zaharow hromosomlary öwrenmegiň geljegi uly bolan usulyny oýlap tapdy. Onuň esasynda hromosomlaryň dürli wagtda bolup geçýän replikasiýasy durýar. Bir bölegi ir replisirlenýär, beýlekilerde hadysa saklanýar we replikasiýa has giç bolup geçýär. Mitoza başlaýan hromosomlaryň spirallaşma hadysasy hem bir wagtda bolup geçmeýär. Ýöne şol wagta çenli hromosomlaryň metafaza başlaýan wagty aratapawutlaryň deňleşme hadysasy tamamlanyp ýetişýär we metafazadaky hromosomlaryň kondensasiýa derejesi deňleşýär. Hadysany DNK-ny esaslandyryjy – timidiniň nusgasy bolan 5-brom dezoksiridini goýbermek bilen saklap bolýandygy subut edildi. Madda bar bolan bölekler gowşak reňklenen bolup galýar, sebäbi spirallaşmak togtadylýar. Hromosomyň ir reduplisirlenip, spirallaşmaga ýetişen bölekleri intensiw reňklenýärler (P-diskler). Usulda açyk we goýy diskler G-reňklenmedäkä garşylyklaýyn ýerleşýär.

Dürli reňkleme usullary deňeşdirilip göründe şol bir disk açyk, goýy reňkli ýa-da reňksiz bolup bilýär, ýöne diskleriň ýerleşiş tertibi ähli usullarda birmeňzeşdir (Q,C,G we P-diskler). Şonuň üçin, olaryň ýerleşiş we zygiderliligi her bir hromosom mahsus bolan kanunalaýyk häsiýetlidigi şübhe döredenok. Hromosomlaryň disklerdäki mahsus differensiasiýasynyň tebigaty edil hromosomlaryň bölekleriniň akrihin flýuoressensiýasynyň sebäpleri ýaly doly öwrenilmedik. Ony DNK-nyň molekulasyndaky zygider gaýtalanýan nukleotidlerde beloklaryň bardygyna ýa-da hromosomyň düzümine girýän beloklar bilen baglanyşygynyň aýratynlyklaryna bagly diýip güman edilýär. Hromosomlaryň içki gurluş dürlüliginiň takyklanmagy adamyň sitogenetikasynyň ösmeginde wajyp orun tutdy we halkara nomenklaturasynyň esasyňa girizildi.

Jyns hromosomlarynda bozulmalar bolsa, anyklaýyş ýeňilleşýär. Onda doly däl kariotipirleme geçirilip, somatiki öýjüklerdäki jyns hromotinini barlaýarlar.



Adamda hem haýwanlardaky ýaly, meýozda autosomlaryň we jynsy hromosomlaryň aýrylyşmazlygy netijesinde, hromosomlaryň dürli jübütleri boýunça trisomikler we monosomikler ýüze çykyp bilýärler.

Adamda jynsy hromosomlar boýunça ýüze çykýan trisomiýa we monosomiýa somatiki öýjüklerde jynsy hromatini barlag etmek usulyny ulanmak arkaly çykarylýar.

1. Öýjügiň metafaza bölünmesinde mitozy saklamak üçin kolhisin goşulýar – bu hadysa bölünme ýumagynyň sapaklaryny eredýär.

2. Bölünýän öýjüklere gipotoniki ergin goşulanda, hromosomlar «pytraýarlar» we sitoplazmada erkin ýerleşýärler. Şol wagt hromosomlary reňkleýärler. Mikroskopyň aşagynda hromosomlary öwrenip, olary surata düşürýärler. Her bir hromosom kesip alnyp, ýörite idiogramma düzülýär.

Hromosom ýüze çykyşynyň ýygylgynyň dürli görnüşli mutagenleriň bedene edýän täsirine baglydygy sebäpli, sitologik usul adama daşky gurşawyň şertleriniň mutagenligini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

**5. Dermatoglifika usul.** Dermatoglifika (gr. *deri*, *gliphe* – surat çekmek) barmaklaryň, aýalaryň we dabanlaryň aşagyndaky deriniň relýefini öwrenýän ylymdyr. Deriniň beýleki bölümlerinden tapawutlylykda olarda çylşyrymly nagyşlary emele getirýän epidermal çykyntgylar – örküçler bolýar.

Gadymy Hytaýda we Hindistanda eliň barmaklarynyň, aýalarynyň derisiniň nagyşlarynyň her bir adamda aýratynlygynyň bardygyna üns beripdirler. Gol çekmegiň deregine barmaklaryny basypdyrlar. Ýer ýüzünde (monozigot ekizlerden başga) barmaklarynyň çyzyklary birmeňzeş iki sany adam ýokdur. F. Galton (1862 ý.) kriminalistikada adamy identifikirlemekde ulanmaga mümkinçilik beren nagyşlaryň klassifikasiýasyny tekliptdi.

Şeýlelikde, dermatoglifikada täze bölümüniň biri – **daktiloskopiýa** (barmaklaryň ujynyň nagyşlaryny öwrenmek) ýüze çykdy. Dermatoglifikanyň beýleki bölümleri – **palmoskopiýa** (aýalaryň na-



gyşlary) we **plantoskopiýa** (dabanyň aşagyndaky derisiniň dermatoglifikasy) hem bar.

**Daktiloskopiýa.** Barmaklaryň derisindäki örküçler derma gatlagynyň (deriniň ýokarky gatlagy) galyp duran hamynyň ýüzündäki bölegine – emzijeklerine gabat gelýär (*papilla* – lat. emzijek), şonuň üçin olara papillýar çyzyklar hem diýilýär. Çykyntgylaryň relýefi epidermisiň gatlagyny gaýtalaýar. Emzijekleriň arasyndaky çöketlikler *keşjagazlary* emele getirýär. Örküçleriň ýokarsyna der mázleriniň çykaryş akarlary açylýar, birleşdiriji dokumadan durýan emzijekiniň arasynda duýgur nerw nokatlary ýerleşýär. Örküçleriň derisi bilen örtülen ýerler ýokary taktil duýgurlyk bilen tapawutlanýarlar. Nagyşlaryň emele gelmesi ene göwresindäki ösüşiň 10-njy 19-njy hepdeleriniň arasynda bolup geçýär; 20 hepdelik düwünçeklerde nagyşlaryň şekili eýýäm aýdyň görünýär. Papillýar relýefiň emele gelmegi nerw sapajyklarynyň şahalanmasyna bagly bolýar. Taktil nagyşlaryň doly emele gelmesi 6 aýa çenli tamamlanýar, şondan soň ol ömrüniň ahyryna çenli üýtgemän galýar. Deri zeperlenende (ýanyk, sowuk urma, şikesler) bozulan nagyşlar birnäçe wagtdan öňküsi ýaly bolup emele gelýär, özem diňe bir nagyşlaryň şekili däl-de, eýse onuň iň inçe zatlary hem gaýtadan dikelýär. Elbetde, deriniň gatlaklarynyň zeperlenmesi çuň bolmadyk we küti syr dokumasy bilen tyg emele gelmedik ýagdaýynda gaýtadan dikelme mümkindir.

Dermatoglifiki barlaglar ekizleriň zigotlylygy seljerilende, käbir nesil yzarlaýan keseller kesgitlenende, kazyýet lukmançylygynda, kriminalistikada şahsyýeti aýdyňlaşdyrmakda wajyp orun tutýar. Barmaklaryň ujundaky papillýar çyzyklar dürli ugurly akarlary emele getirýär. Nagyşlary adaty barmaklaryň derisine tipografiýa reňkini çalyň, kagyzyň ýüzüne basyp alnan şekilinde lupanyň kömegi bilen jikme-jik öwrenýärler. Dürli akarly papillýar çyzyklar hiç haçan kesişmeýärler, ýöne belli bir ýerlerde üç radiusy ýa-da delta-lary (grek harpy  $\Delta$  şekiline meňzeş) emele getirip, belli bir ýerlerde ýakynlaşyp bilerler. Barmaklaryň ujunda merkezi çyzyklar we onuň daşyny gurşap alýan çarçuwa çyzyklary bolýar. Nagyşlaryň başga bir adamda gaýtalanmaýandygyna garamazdan, olary üç görnüşe bölýär-



ler: A – ýaý (iňl. *arch* – ýaý); L- halka görnüşli (iňlis. *locp* – halka) we W – towly nagyşlar. Ýaý görnüşlileri beýlekilere görä seýrek duşýar (6%), onda papillýar çyzyklaryň diňe bir akymy bolýar. Çyzyklar nagşyň bir gyrasyndan başlap, beýleki garşylykly gyrasy-na ýaý ýaly hüjre pisint nagyşlary emele getirip barýarlar. Olaryň egrelýän ýeri käte kert, käte bolsa ýapgyt bolýar. Halkaly nagyşlar has köp ýaýran hasaplanýar (60%). Ol bir tarapy ýapyk nagyşlardyr: olaryňam örküçleri nagşyň gyrasyndan başlanýar, ýöne garşylykly tarapa ýetmän, halka görnüşinde egrelýärler we öňki başlan gyralaryna gaýdyp gelýärler. Halkalaryň bir deltalary bolýar. Eger-de halkalar gary süňküne tarap açylsa radial, tirsek süňküne tarap açylsa bolsa **ulnar** (Lr; Lu) diýilýär.

#### Barmaklaryň nagyşlarynyň ýazgysy

	I	II	III	IV	V
Sag el	W	A	Lr	W	Lu
Çep el	W	Lu	Lu	W	Lu

Towly nagyşlar ýaýraňlygy boýunça ortaça orny eýeleýärler (34%). Olar umumy merkezli tegelekler, süýrüntik şekilli ýa-da spiral görnüşinde bolýarlar, merkezi bölegi aşakdan ýokarlygyna çyzyklaryň goşa akymy bilen jäheklenen. Aýaklaryň barmaklarynda-da nagyşlaryň üç görnüşi bar, ýöne görnüşleriniň göterimi boýunça tapawutlanýar (ýaý şekilli nagyşlar köp duşýar). Taktil nagyşlar maýmynlaryňka garanda adamda redusirlenendir we az meýdany tutýar. Dermatoglififikasiýanyň san häsiýetini örküç sany bilen ölçeyärler (delta bilen nagşyň merkeziniň arasyndaky papillýar çyzyklaryň sany). Ortaça her barmakda 15-20 örküç bolýar, erkekleriň ähli on barmagynda san  $144,98 \pm 51,08$ -e, aýallarda –  $127,23 \pm 52,51$ -e deň.

**Palmoskopiýa.** Aýa gurluşy örän çylşyrymly, onda birnäçe meýdanlar, ýassyjaklar we aýa çyzyklary bolýar. Merkezi aýa çukuryňy alty sany belentlik – ýassyjaklar gurşap alýar. Başam barmagyň esasynda – tenar, onuň gabat garşysynda – gipotenar, barmaklaryň herisinde dört sany ýassyjaklar bar. II, III, IV we V esaslarynda barmak üç radiuslary – üç sany dürli ugra gönderilen papillýar çyzyklaryň



birleşýän nokady ýerleşýär. Olary  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  latyn harplary bilen bel-  
leýärler. Penjäni bilekden aýrylaýan bilezik epininiň ýanynda, IV  
penje süňkünden gaýdýan, esasy (özen) I ýerleşýär. Eger-de  $a$  we  $d$  üç  
radiuslaryndan  $t$  üç radiusa tarap çyzyklary geçirseň, aýada  $adt$  burçy  
emele gelýär, ol kadada  $57^\circ$ -dan uly bolanok.

Käwagt goşmaça üç radiuslar, şeýle-de olaryň reduksiýasy kiçe-  
len görnüşi gabat gelýär.  $t$ -üç radius näçe proksimal ýerleşse, şonça-da  
 $adt$  burç ýitidir, tersine, onuň distal ýerleşmegi burçuň ulalmagyna  
getirýär. Dürli populýasiýalarda nagyşlaryň gabat geliş ýygylgy üýt-  
gäp durýar. Üç radiuslaryň sanawy nagyşlaryň intensiwligi barada  
maglumat berýär, ol ýaýlar näçe az, halkalar köp boldugyça ýokary  
bolýar.

Saglakaýyň has çylşyrymly nagyşlar sag elinde, çepbekeýiň  
bolsa çep elinde köp bolýar. Aýallarda erkekleriňkä garanda towly  
nagyşlarynyň we örküçleriň sany azdyr, ýaý we halka görnüşlileri  
bolsa köpdür. Wariantlaryň hemmesiniň kadaly üýtgeýjiliginiň bol-  
ýandygy düşnüklidir. Deri nagyşlarynyň her adamdaky aýratynlyk-  
lary nesilleýin meýillilige baglydyr. Ol köpsanly genetiki barlaglar  
netijesinde monozigot ekizlerde aýratynlykda subut edilendir. Olaryň  
konkordantlyk koeffisiýenti 0,8-0,9 bolýar. Ol bolsa on barmagyň  
8–9-ysynda nagyşlaryň we örküçleriň sanlarynyň birmeňzeşdigini  
aňladýar. Dizigot ekizleriň konkordantlygy 0,3-0,5-den ýokary bol-  
maýar.

Aýaklaryň dabanyňyň aşagynda-da deri nagyşlary bolýar. Plan-  
toskupiýa ylmy ony öwrenmek bilen meşgullanýar.

Dermatoglifikanyň aýratynlyklaryny öwrenmeklikde T.D.Glad-  
kowa tarapyndan giňişleýin ylmy-barlag işler alnyp barlypdyr  
(1966 ý.), deri nagyşlarynyň nesilleýin meýillilige baglylygy bolsa,  
I.S.Gusewa tarapyndan öwrenilipdir (1970, 1980 ý.). Geçirilen işleriň  
örküçli deriniň relýefiniň san görkezijileri additiw hereket edýän az  
sanly genleri öz içine alýan poligen ulgam bilen programmirlenýär.  
Örküçli deriniň genleri özleriniň morfogenetiki netijesini nerw  
sapajygynyň şahalanyş derejesine täsir edip ýüze çykarýar we fenoti-  
piki örküjiň kütüligini takyklaýarlar.



Dermatoglifiki nagyşlaryň emele gelmegine embrional ösüşiň dürli döwürlerinde käbir zeperlendiriji şertleriň täsir etmegi mümkin. Meselem, enäniň göwresindekä gyzylyja gyzamygynyň wirusy täsir etse, çaganyň deri nagşynda Dauna kesellileriniňkä meňzeş käbir üýtgemeler peýda bolýarlar. Dermatoglifikanyň nesilleýin meýillilige baglylygynyň we embrional ösüşiň dowamynda gurluşlaryň emele gelmeginde daşky gurşawyň şertleriniň täsiri barada soraglaryň köpüsi çözgütsiz galýar. Soňky ýyllarda dermatoglifika usulyny kliniki genetikada peýdalanyp başladylar. Usul kariotipinde üýtgemeler bolan adamlaryň hromosom sindromlarynda keseli anyklamak üçin goşmaça maglumat hökmünde ulanylýar. Genlerden gelip çykýan keseller öwrenilende dermatoglifiki barlaglar az maglumat berýär.

**6. Biohimiki usullar.** Biohimiki usullary madda alyş-çalşygynyň bozulmalarynyň haýsy hem bolsa bir fermentiniň işjeňliginiň üýtgemegi bilen bagly keselleri anyklamak üçin peýdalanýarlar. Biohimiki usullaryň kömegi bilen 500-den gowrak mutant genler sebäpli döreýän molekulýar keseller açyldy. Keselleriň dürli görnüşinde anomal belok-fermenti ýa-da alyş-çalşyň ortalyk önümini anyklamak başardýar. Biohimiki usullaryň köp zähmeti, ýöriteleşdirilen enjamy talap edýändigi sebäpli köpçülikleýin populýasion barlaglarda alyş-çalşyň nesil yzarlaýan keselini irki döwürlerde ýüze çykarmak üçin giňişleýin ulanyp bolmaýar.

Soňky iki onýyllykda dürli ýurtlarda köpçülikleýin barlaglar üçin ýörite maksatnamalar işlenip düzülýär we ulanylýar. Şeýle maksatnamalaryň birinji tapgyry barlagdan geçirilýän köpsanly adamlaryň arasyndan haýsydyr bir nesle geçiji kadadan gyşarmalary bar diýip güman edilenleri ýüze çykarmaklykdan ybaratdyr. Ol seçip alyjy ýa-da skringing-maksatnama diýlip atlandyrylýar (iňlis. «*skringing*» – saýlap-seçme). Ol döwürde adaty köp bolmadyk ýönekeý, elýeterli usullar (ekspres usullar) ulanylýar. Ekspres usullar gowy hilli ýönekeý reaksiýalaryň kömegi bilen madda çalşygynyň önümlerini ganda we peşewde ýüze çykarmaga gönükdirilendir. Ikinji döwürde doly anyklaýyş amala aşyrylýar (kesel kesgidi goýulýar ýa-da birinji döwürde ýalan položitel reaksiýa bolan bolsa, ol ret edil-



ýär). Onuň üçin hromotografiýa usullaryny peýdalanylýp fermentleri, aminoturşulary we başgalary takyk anyklaýarlar.

Şonuň ýaly-da, bakteriýalaryň käbir şammlarynyň diňe belli bir aminoturşulary, uglewodlary saklaýan gurşawda ösüp bilýändigine esaslanyp, *mikrobiologiki* testleri ulanylýarlar. Madda çalşygynda bozulmalary bolan näsaglarda substratlar ýa-da ortalık önümlü maddalar boýunça şammlary ýüze çykarmak başartdy. Eger-de ganda ýa-da peşewde ösüş üçin zerur bolan madda bar bolsa, şol suwuklyklaryň belli biri bilen öllenen süzgüç kagyzyňyň töwereginde mikrobaryň işjeň köpelmegi bolup geçýär. Sagdyn adam barlananda beýle ýagdaý ýüze çykmaýar. Mikrobiologiki usullaryň dürli görnüşleri işläp düzülýär.

### **7. Matematiki nusgalary döretmek we öwrenmek usullary.**

Daşky gurşawyň dürli täsirleri netijesinde populýasiýalarda (populýasiýa – görnüşüň belli bir ýerdäki toplумы) genleriň ýygylgyny hasaplamak üçin ulanylýar. Haçanda tejribe usullary ulanylýp bolmaýan halatlarynda, matematiki usullar (meselem, adamda goşulýşan genleriň köp toparlarynyň sanyny öwrenmek) giňden peýdalanylýar.

**8. Gyssagly we gysga wagtda geçirilýän (ekspres) usullar.** Bu usullar adamyň genetikasyny öwrenmegiň çalt usullarydyr. Bu usullar, esasan, köpsanly alamatlary barlamak üçin we nesil kesellerini ýüze çykarmak maksady bilen ulanylýar. Şeýle hem bu işiň ahyrynda seçip almak meýilnamasy düzülýär. Meselem, bu usul täze doglan çagalarda geçirilýär: fenilketonuriýada gipotireozda ulanylýar. Bu usulyň şerti:

1. Usulyň keseli anyklaýyş ähmiýetli bolmaly, ýagny barlagyň netijeleri keseliň barlygyny ýa-da ýoklugyny anyklamaga mümkinçilik bermeli.

2. Şol bir usul bilen bir-birine bagly bolmazdan, iki gezek barlananda netije bir bolmaly.

3. Barlagda aňsatlyk bilen alynýan material ulanylmaly (gan, peşew) we ol az mukdarda bolmaly (süzgüç kagyzynda guradylan kappillýar ganyň tegmili).



4. Geçiriljek usul barlanýan adamlar üçin we barlagy ýerine ýetirýänler, lukmanlar üçin amatly bolmaly.

5. Usul maddy taýdan arzan bolmaly.

**9. Rekombinant DNK-ny derňemek usullary.** Şu usullar DNK-nyň böleklerini derňemeklik aýry-aýry genleri we olaryň kiçi böleklerini (segmentlerini) tapmaklyga we bölüp aýyrmaga (izolirlemäge), şeýle hem olaryň nukleotidleriniň yzygiderligini anyklamaga mümkinçilik berýär.

**10. Lukmançylyk-genetiki maslahatlar.** Häzirki wagtda dünýäde nesle geçýän keselleri bejermek we önüni almak boýunça ägirt uly işler geçirilýär. Bu meseläni çözmekde bar bolan mediko-genetiki maslahatlar aýratyn orun tutýar. Olar kynçylykly nesle geçijiligi bolan adamlara nesle geçýän keseliň ösüşiniň önüni almak boýunça maslahatlary berýär. Bu ýagdaýlarda, eger maşgalada eýýäm nesle geçýän şikesli çaga bar bolsa, lukman ene-atalara indiki çagada şeýle patologiýanyň ýüze çykmagy mümkinmi diýen soraga jogap bermeli. Eger nika baglaşmak isleýänleriň nesle geçijiligi kynçylykly bolsa, onda mediko-genetiki maslahat olara nikanyň nesiller üçin howply dældigini düşündürmeli ýa-da nika baglaşmazlygy maslahat bermeli.

Mediko-genetiki maslahat otaglarynyň meseleleriniň biri – nesle geçýän keselleriň döremek howpy ýokary bolan maşgalalary hasaba almakdyr we degişli kömegi bermekdir. Bu olaryň soňky nesillerde ýüze çykmak mümkinçiligini önünden bilmäge ýardam edýär.

**11. Somatiki öýjükleri gibridleşdirmе usuly.** Somatiki öýjükler genetiki maglumaty dolulygyna özünde saklaýar. Ol genetikanyň bütin bedende gözegçilik edip bolmaýan soraglarynyň birnäçesini öwrenmäge mümkinçilik berýär. Somatiki öýjükleriň genetikasynyň usullary mynasybetli adamyň özi eksperimental obýektiň birine öwürüldi. Adamyň somatiki öýjüklerini dürli agzalardan (deri, süňk ýiliği, gan öýjükleri, embrion dokumalary) alýarlar. Köplenç, birleşdiriji dokumanyň öýjüklerini (fibroblastlar) we ganyň limfositlerini ulanýarlar. Öýjükleri bedenden daşarda kultiwirlemek – ösdürip ýetişdirmek barlag geçirmek üçin ýeterlik serişde almaga mümkinçilik berýär, ýöne ony hemişe adamyň saglygyna zeper ýetirmän alyp bolanok.





Bedenden daşary ösdürilip ýetişdirilýän haýsy hem bolsa bir dokumanyň öýjüklerini sitologiki, biohimiki, immunologiki usullar bilen barlamak mümkindir. Şeýle barlag käte tutuş organizm derejesinde geçirilýäne garanda, has takyk bolmagy mümkin. Sebäbi metaboliki hadysalara bedende bolup geçýän biri-biri bilen baglanyşykly çylşyrymly zynjyrdan aýrybaşga seredip bolýar.

1960-njy ýylda fransuz biology J. Barskiý, syçanlaryň iki liniýasynyň öýjüklerini bedenden daşarda ösdürip ýetişdirip, käbir öýjükleriň özüniň gurluşy we biohimiki häsiýetleri boýunça ene-atasynyňky bilen aralyk ýagdaýda bolýandygyny ýüze çykardy. Olar gibrid öýjükler bolup çykdylar. Dokumalaryň kulturasynda öýjükleriň birinden şeýle birleşmesi örän seýrek bolýar. Soňra ösdürilip ýetişdirilýän öýjükleriň üstüne RNK-saklaýan *Sendaýyň paragripp* wiruslaryny goýberseň, somatiki öýjükleriň gibridleşmesiniň ýygylaşýandygy belli boldy. Sebäbi olar ähli wiruslar ýaly öýjük perdesini üýtgedip, öýjükleri birleşdirmek häsiýetine eýedir. Sendaý wirus ilki ultramelewşe şöhlelenmä sezewar edildi. Şeýdip inaktiwirlenen wirus özüniň wirulentligini ýitirdi, ýöne öýjükleri birleşdirmek häsiýetini saklap galdy. Şeýle wirusyň täsiri bilen iki görnüş garyşan kulturalaryň umumy sitoplazmalarynda iki ene-atanyň öýjükleriniň hem ýadrosyny saklaýan – *geterokarionlar* emele geldi. Köp ýadroly geterokarionlaryň aglabasy ölýärler, ýöne diňe iki ýadrosy bolanlar, köplenç, bölünmek bilen köpelip, ösüşini dowam etdirýärler. Mitozdan soňra we yzyndan iki ýadroly geterokarionda sitoplazmanyň bölünmesinden iki sany bir ýadroly, iki ene-atanyňam hromosomlaryny saklaýan sinkarion – hakyky gibrid öýjükler emele gelýär.

Somatiki öýjükleriň gibridleşdirilmesi giň möçberde diňe bir dürli görnüşleriň däl, eýsem uruglaryň arasynda-da geçirilýär: adam X syçan, adam X çybyn, syçan X towuk we ş. m. Göz önüne tutulýan maksada laýyklykda barlag geterokarionlarda ýa-da sinkarionlarda geçirilýär. Sinkarionlary, adaty, synpyň derejesinde gibridleşdirmek bilen alyp bolýar. Iki genomlaryň goşulyşmasy bolup geçýändigini üçin olar hakyky gibrid öýjüklerdir. Meselem, adamyň we syçanyň gibrid öýjükleri 43 jübüt hromosom saklaýar: 23-si adamyňky we



20-si syçanyňky. Soň öýjükler köpelende, öňki genomlaryň ykbaly dürli bolýar. Öýjükleri has haýal depginde köpelyän bedeniň hromosomlarynyň kem-kemden eliminasiýasy bolup geçýär. Usulyň kömegi bilen adamda hromosomlary kartirleme geçirilýär. Genetikanyň somatiki öýjükler usulyny ulanmak genleriň ilkinji we özara täsirini öwrenmäge mümkinçilik berýär. Ösdürilip ýetişdirilýän somatiki öýjükler daşky gurşawyň şertleriniň mutagen täsirini öwrenmek üçin peýdalanylýar. Uly adamlarda we çaga düwünçeginiň (prenatal anyklaýyş) nesil yzarlaýjy keselleriniň biohimiki derejede takyk anyklanylyşynyň mümkinçilikleri giňeýär. Usullary kämilleşdirmek üçin gen we hromosom mutasiýalary bolan öýjükleriň toplumyny ýygnamak zerurdyr. GDA ýurtlarynda we ABŞ-da eýýäm öýjük toparlarynyň «banklary» döredilendir.

**12. Modellirleme usullary.** Genetikada biologiki modellirlemäniň nazaryýet esaslaryny N.N. Wawilow tarapyndan açylan nesle geçiji üýtgeýjiligiň gomologiki hatarlarynyň kanuny düşündirýär. Oňa laýyklykda genetiki ýakyn görnüşler we urugar nesle geçiji üýtgeýjiligiň meňzeş hatarlary bilen häsiýetlendirilýär. Kanuna görä, süýdemdirijiler synpynyň çäginde (hat-da ondan daşarda-da) edil adamdaky ýaly fenotipiki üýtgemeleriň mutasiýalarynyň aglabasyny görüp bolýar. Adamyň nesle geçiji belli bir anomaliýasyny modellirleme üçin haýwanlaryň şoňa meňzeş bozulmalaryny saýlap alyp öwrenýärler.

Häzirki wagtda syçanlaryň üç ýüze golaý, towşanlaryň, alakalaryň we itleriň onlarça mutant liniýasy bellidir. Öňki SSSR-iň LYA-nyň Eksperimental biologiýa institutynda B.W. Konýuhow we onuň işgärleri giň möçberde barlag geçiripdirler (1969 ý.). Adamyň nesle geçiji mutasiýalary bilen meňzeşligi bolan haýwanlaryň birnäçe gen mutasiýalary öwrenildi we ýazylyp beýan edildi. Adamdaky ýaly X-hromosomda ýerleşen resessiw gen bilen şertlendirilen gemofiliýa A we B itlerde hem gabat gelýär. Homýaklarda we alakalarda gemofiliýany, süýjüli diabeti, ahondroplaziýany, myssa distrofiýasyny we başga-da birnäçe keselleri ýada salýan patologiki mutasiýalar tapyldy. Syçanlardaky dodagyň we äňiň dogadiligi adamyň anomaliýasy



bilen meñzeşdir. Epileptiki tutgaýlar käbir towşanlarda, alakalarda güýçli ses bilen gyjyndyrylanda ýüze çykýar. L.W.Kruwşinskiniň barlaghanasynda epilepsiýa pisint reaksiýaly alakalaryň topary ýüze çykaryldy. Nesil yzarlaýjylygyň görnüşi takyk anyklanylmasa-da, autogen epileptiki reaksiýalarda nesilleýin meýilliligiň bardygy bellendi. Deňiz doňuzjyklarynda hem nesle geçiji kerligiň bardygy takyklandy.

Haýwanlaryň aglaba mutant liniýalaryny gaýtadan çaknyşdyrma netijesinde genetiki ýakynlaryna geçirip bolýandygy öwrenildi, şonuň netijesinde diňe bir lokusyň allelleri bilen tapawutlanýan liniýalar alyndy. Ol bolsa anomaliýanyň ösüş mehanizmini takykklamaga mümkinçilik berýär. Gürrüňsiz, adamda diňe özüne mahsus keseller we genleriň özara täsiri netijesinde fenotipiki netije (effekt) has üýtgeşik bolup biler. Haýwanlaryň mutant liniýasy adamyň nesil yzarlaýjy keselleriniň takyk görkezmesi däl. Ýöne bölejik modellirleme-de, ýagny keseli doly görnüşinde dikeltmän, patologiki hadysany ýa-da onuň bir görnüşini görkezseň hem, käte ilkinji kadadan gyşarmalary tapmaga kömek edýär. Biologiki modellirleme bilen bir hatarda matematiki modellirleme usullary hem ulanylýar. Ol populýasion genetikada peýdalanylýar (populýasiýanyň modeli). Matematiki usullar bilen sypatyň ýüze çykmagynda nesil yzarlaýjy şertleriň we daşky gurşawyň özara täsirini, üç ýa-da ondan hem köp genleriň birleşmesini derňemek ýaly hadysalary hem öwrenip bolýar. Eksperimental usullary ulanyp bolmaýan wagty matematiki usullaryň kömegi bilen käbir meseleleri çözmek mümkindir.

Birnäçe ýagdaýlarda adamyň genetikasyny öwrenmek üçin goşmaça immunologiki, fiziologiki usullar peýdalanylýar. Ondan başga-da, elektroensefalogramalaryň aýratynlyklary, şertli pitiwalaryň emele geliş tizligi, özüni alyp baryş reaksiýalary, psihologiki testler ulanylýar.

**JYNS HROMOTINI** – uly bolmadyk disk görnüşli bedenjik bolup, gemotoksilin we beýleki esas reňkleýjiler bilen intensiw reňklenýär. Ol adamyň we süýdemdirijileriň interfazadaky öýjük ýadrosynda edil ýadro perdesiniň aşagynda ýerleşýär. Jyns hromotini



ilkinji bolup 1949-njy ýylda M.Barr we Ç.Bertram pişikleriň neýronlarynda tapdylar. Alymlar onuň ene pişikleriň öýjükleriniň ýadrosynda bardygyna, erkekleriniňkide bolsa ýokdugyna üns berdiler.

Soňky geçirilen barlaglarda aýallaryň aglabasynyň (60-70%) öýjükleriniň ýadrosynda jyns hromatininiň bardygy, erkekleriňkide adaty bolmaýandygy ýa-da örän seýrek duşýanlygy (3-5%) takyklandy. Erkek adamlaryň öýjüklerinde kähalatda jyns hromatininiň uly bolmadyk ýalan bedenjiklerini – autosomlaryň kondensirlenen bölekleri we spirallaşan Y-hromosomlary görmek bolýar. Olar X-hromatinden has kiçi bolup, görnüşi, ýerleşşi we sany boýunça tapawutlanýarlar. Jyns hromatini spirallaşan X-hromosom bolup, ol aýallarda eýýäm irki embriogeneze jyns mázleri entek ösüp ýetişmänkä inaktiwirlenýär. X-hromosomyň inaktiwirlenmegi erkek we aýal jynsynyň bedeniniň öýjüklerindäki jyns hromosomlarynyň genleriniň balansyny sazlaýar.

Jyns hromatini islendik dokumada-da anyklanyp bilner. Köplenç ýagdaýda dulugyň iç ýüzündäki nemli bardasynyň epitelial öýjükleri (bukkal gyryndysy) barlanylýar. Ol aýratynam köpçülikleýin barlaglarda oňaýly. Beýleki dokumalaryň öýjükleri hem ulanylýp bilner.

Aýal jynsynyň kadaly ýagdaýda kariotipi iki sany X-hromosomdan ybarat. Olaryň biri jyns hromotinininiň bedenjigini emele getirýär. Adamyň we beýleki süýdemdirijileriň jyns hromotinininiň bedenjiginiň sany X-hromosomlaryndan bir san azdyr. Kariotipinde XO bolan aýalyň (monosomiýa – X, Şerşewskiý-Terneriniň sindromy) öýjükleriniň ýadrosy jyns hromotininini saklamaýar. Trisomiýa-X sindromynda aýalda iki sany çykyntgy emele gelýär, kariotipi 47 bolan erkekde (XXY) bir çykyntgy bolýar (kadaly ýagdaýda aýallaryňky ýaly).

Jyns hromotininini gan çyrşyntgysynda barlap bolýar, leýkositleriň böleklenen çylşyrymly ýadrolaryndan gaýdýan neýtrofilositleriň ýadrosyndaky bedenjikler deprek taýajyklaryna meňzeş bolýarlar. Kadada aýallarda olar 3-7% neýtrofilositlerdir, erkeklerde asyl olar bolmaýar. Käbirleri beýle usuly bukkal çyrşyntga garanda has takyk diýip hasap edýärler. Ýöne zähmeti köp talap edýändigine üçin köpçü-



likleýin däl-de, aýratynlykda geçirilýän ýörite barlaglarda ulanylýar. Jyns hromotiniňi anyklamaklyk kazyýet lukmançylygynda jesediň tapylan beden böleginiň aýala ýa-da erkege degişlidigini gan tegmili boýunça takykklamak üçin ulanylýar, hat-da ölüminden soň juda uzak wagt geçenem bolsa usulyň kömegi bilen anyklap bolýar.

Dokumalar transplantasiýa edilende jyns hromosomyň beden-jigi (eger-de donor bilen resipiýent dürli jynsly bolsalar) özboluşly bellik bolup hyzmat edip biler. Barlag transplantantyň dokumalaryň birleşmesine ýa-da gopup aýrylmasyna gözegçilik etmäge mümkinçilik berýär.

Y-hromatini ýüze çykarmak usuly lukmançylyk-genetiki maslahat beriş amalyýetine ornaşdyrylýar.

Sanalyp geçilen usullar doly kariotipirleme geçirilmese-de (ol örän köp zähmeti we uzak wagt talap edýär) jyns hromosomlarynyň toplumynyň ekspres – tizleşdirilen anyklanylyşyny geçirmäge mümkinçilik berýär. Genetikada kabul edilen we endige öwrülen «jyns hromatini» düşüňjesi onuň X ýa-da Y hromosomdygyny seljermegi talap edýär.

## **5.2. MUTASIÝALAR WE OLARYŇ ADAMDA FENOTIPIKI ÝÜZE ÇYKMALARY. NESIL YZARLAÝJY KESELLER BARADA DÜŞÜNJE**

Adamda edil beýleki janly organizmleriňki ýaly beýan edilen mutasiýalaryň ähli görnüşleriniň gabat gelmegi mümkin. Täze bedene başlangyç berýän jyns öýjükleriniň genetiki guralynyň üýtgemesiniň, hromosomlaryň sanyna täsir etmegi ahmal (umumy genetikada kabul edilen terminologiýa-genom mutasiýalary), olaryň gurluşynda (hromosom mutasiýalary), hat-da molekulalaryň derejesinde-de bolup bilýär (DNK-nyň gurluşynyň üýtgemegi) – gen mutasiýalary. Lukmançylyk genetikasynda ilkinji iki topary birleşdirip hromosom kesellerine molekulýar derejede mutasiýa ýüze çykan kesellere gen keselleri diýilýär.



Nesil yzarlaýjy keseller islendik kärdäki lukmanlaryň (terapewt, hirurg, newrapatolog, akuşer-ginekolog, pediatri, endokrinolog, stomatolog we ş.m.) işinde gabat gelýär. Gen mutasiýalary bolan keselleri genealogiki usula görä dikligine ýa-da keseligine ugur boýunça yzarlamak mümkin, sebäbi mutant genler nesilden-nesle geçirilýär. Hromosom anomaliýalarynyň aglabasy, aýratynam, aneukloidiýalar ösüşiň köpçülikleýin ýetmezçiligi, ýaşayşa ukyplylygyň pesligi, psihiki taýdan yza galaklyk, önelgesizlik, käbir ýagdaýlarda bolsa ýaşayş bilen sygyşmaýan ýagdaýlar bilen häsiýetlendirilýär. Şeýlelikde, hromosom mutasiýalarynyň köpüsi nesle geçmeýär, ýöne her bir nesilde birnäçe sanysy ýüze çykýar (0.5-0.7%), esasan, -feno we genotipiki kadaly adamlaryň jyns öýjüklerinde täze ýüze çykan mutasiýalar görnüşinde bolýar.

Nesilleýin keseller düşünjesiniň manysyna göz aýlasaň, onda esasy ýagdaý keseliň nesil yzarlaýjylygy däl-de (olaryň köpüsünde belli orun tutýan hem bolsa), ene-atalaryň biriniň ýa-da ikisiniň hem jyns öýjükleriniň nesil (genetiki) guralynda bozulmalaryň bolmagydyr.

Genetiki we kliniki edebiýatlarda nesle geçiji, dogabitdi, maşgala keselleri düşünjesi köp ulanylýar. Adalgalary dogry açyp görkezmek we ýerinde ulanmak zerurdyr. Ýokarky sanalyp geçilen düşüňjeler käwagt bileleşip gelýärler: meselem, nesil yzarlaýjy keseller dogabitdi bolup biler, ýöne, köplenç ýagdaýlarda, beýle bolanok. Netijede, dogabitdi kesel adalgasy köp manyly häsiýete eýedir. Sebäbi ol keseliň nesilleýin tebigatlydygyny ýa-da dældigini, onuň bolup biläýjek sebäbini görkezenok, ol diňe keseliň ýüze çykan wagtyny görkezýär.

Käbir ýagdaýda şol bir kesel maşgalanyň birnäçe agzalarynda gabat gelýär, ýagny maşgalalaýyn häsiýete eýedir we keseliň nesle geçijiligi barada pikir döremegine sebäp bolýar. Ýöne käbir maşgala keselleri ekzogen şertler sebäpli ýüze çykýar we nesilleýin häsiýeti bolmaýar. Ol keseller birmeňzeş şertleriň täsirinden: zyýanly endikler, iýmit düzgüni we onuň aýratynlygy, birmeňzeş iş edenlerinde hünär keselleriniň zyýanlary we ş.m. ýüze çykyp bilýär.



### **5.3. NESLE GEÇİJİ KESELLERİN ÖNÜNİ ALMAK WE LUKMANÇYLYK-GENETIKI MASLAHAT BERMEK**

Nesle geçiji anomaliýalaryň önüni alyş genotipiki we fenotipiki derejelerde geçirilip bilner. Birinjä mutagen şertleriň täsirini gowşatmaklyk: tebigy we emeli çeşmelerden şöhlelenme dozasyňy azaltmak; daşky gurşawdaky himiki mutagenleriň saklanylyşyny kemeltmek (önümçilik zyňyndylary, ulanylýan himiki maddalar, zäherli himikatlar) degişlidir. Mümkün boldugyça biologiki mutagenleriň, wirus we ýokanç keselleriň, immun syworotkalaryň zyýanly täsiriniň önüni almaly.

Mutagenlere garşy ulanyp bolýan goraýjy şertleri gözläp tapmak geljegi bar bolan ugurdyr. Antimutagenler (protektorlar) – DNK-nyň molekulasy bilen reaksiýa geçmänkä mutageniň özüni bitaraplaşdyrýan ýa-da DNK molekulasyndan mutagenler tarapyndan zeperlenenmäni aýyrýan birleşmedir. Şeýle maksat bilen sisteini ulanýarlar. Şol goýberilenden soň, syçanyň bedeni radiasiýanyň ölümlük dozasyňy hem duýmady. Mundan başga protektorlar hem ulanylýar (olaryň 30-dan gowragy bellidir). Olar radiasiýanyň täsirini azaldýan maddalar hökmünde öwrenildi, ýöne himiki mutagenlerden goranmak üçin hem ulanylyp bilner. Köplenç, gistamin, glutation, serotonin, rezerpin we başga-da käbir maddalar ulanylýar.

Käbir witaminlerde-de antimutagen häsiýetler bar. Käbir antimutagenleri iýmit goşundylary we antimutagen şertler hökmünde ulanyp bolar diýip çaklaýarlar.

Nesle geçiji keselleriň önüni almak maksatlaryny lukmançylyk-genetiki maslahat beriş amala aşyrýar, onuň birnäçe funksiýalaryny häzirki döwürde-de durmuşa geçirmek mümkin. Çäreleriň hataryna:

a) garyndaşara nikanyň önüni almak (inbriding). Sebäbi ene-ata daşgyn garyndaş bolsa-da, anomal resessiw gen boýunça gomozigot, diýmek näsag çagalaryň dogulmak ähtimallygy ýokarlanýar;



b) mutant geni geterozigot görterijileri ýüze çykarmak (barlaglar köp zähmeti talap edýändigine üçin köpçülikleýin däl-de, diňe zerur bolanda geçirilýär);

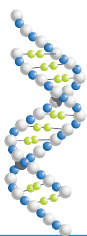
ç) gen tebigaty bolan keselleri we hromosom anomaliýalaryny ýüze çykarýan çaga dogulmazyndan öňki anyklaýyş deňişlidir.

Köpçülikleýin genetiki-lukmançylyk maslahat beriş barlaglarynyň esasy maksady nesle geçijiligiň patologiýasynyň agramyny peseltmekdir. Barlaglary aýry-áýrylykda geçirmekligiň maksady maşgalalara kesel ýüze çykmasynyň howp derejesini düşündirmekten we dogry çözügüt kabul etmek üçin kömek bermekden ybaratdyr.

Lukmançylyk-genetiki maslahat bermäni ilkinji bolup Russiýada XX asyryň 30-njy ýyllarynda S.D.Dawidenkow (1932, 1934 ý.) amala aşyrdy. Genetiki-lukmançylyk maslahat berişini nazary we amaly esasy soraglaryny, şeýle-de edaralaryň düzümini işläp düzmäge N.P.Boçkow ägirt uly goşant goşdy (1974, 1975 ý.).

Genetik lukmanyň işiniň aýratynlygy onuň barlagyna bir adam (näsag) däl-de, eýsem tutuş maşgala gatnaşýanlygyndadyr. Şonuň üçin hem islendik barlag garyndaşlary baradaky maglumatlary, käte bolsa olaryň doly barlagyny talap edýär. Genetik lukmanyň işi köp kynçylyklary we psihologiki häsiýetleri ýeňip geçmek bilen baglanyşyklydyr. Sebäbi garyndaşlaryň şejeresi ýazyp beýan edilen-de durmuşlarynyň käbir taraplary we olaryň saglyk ýagdaýlary barada maglumat almak kyn düşýär. Lukmançylyk genetikasynyň wajyp meseleleriniň biri – mutant geniň geterozigot görterijilerini ýönekeý we elýeterlikli usullaryň üsti bilen tapmakdyr. Ol adamda köplenç ýagdaýlarda kadaly geniň doly däl dominirlenmesi bolýandygy üçin mümkindir.





## VI BAP

# MOLEKULÝAR GENETIKANYŇ ESASLARY

---

### **6.1. MOLEKULÝAR GENETIKA BARADA ESASY DÜŞÜNJELER. GENIŇ HIMIKI HÄSIÝETLERI**

Nesil yzarlaýyş taglymaty genleriň hromosomlarda ýerleşýändigini we nesil yzarlaýjylygynyň in sada birlikleriniň ornuny tutýandygyny görkezýär. Ýöne geniň himiki häsiýetleri uzak wagtlap belli bolmandy. Häzirki döwürde bolsa DNK-nyň nesil yzarlaýjylygyna degişli maglumatlary doly aýan edýän himiki birleşmedigi hemmä mälim.

Wiruslar öwrenilen mahalynda nesle degişli maglumatyň (alamatyň) indiki nesle geçmeginiň hut DNK bilen bagly bolup durýandygyny aýdyň görkezýän subutnamalar toplanyldy. Olar öýjüge aralaşmak bilen oňa diňe örän az möçberde belok garylan nuklein kislotasyny girizýärler, tutuş belogyň daşky perdesi bolsa del zat goşulan öýjügiň daşynda galýar. Diýmek, öýjüge girizilen DNK şol bir görnüşdäki wirusyň täze nesliniň döremegi üçin zerur bolup durýan genetiki maglumaty geçirýär.

Soňra temmäkiniň mozaika keseliniň wirusynyň arassa nuklein kislotasynyň ösümlüklere ýokuşyp, kesele mahsus ýagdaýy döredip bilýändigini ýüze çykaryldy. Galyberse-de, wiruslardan emeli usulda wegetatiw «gibridleri» döretmek başartdy. Olarda belogyň daşy bir görnüşe, nuklein kislotasy bolsa başga bir görnüşe degişli bolup çykdy. Şunuň ýaly ýagdaýlarda «gibridleriň» genetiki maglumaty elmydama nuklein kislotasy «gibridiň» düzümine goşulan wirusa laýyk gelýärdi.

Wiruslar arkaly bakterial öýjüklere täsir etmek boýunça birnäçe synaglaryň başynda-da DNK-nyň genetiki ornuny görkezýän subutnamalar toplanyldy. Bakteriýalara täsir edýän wiruslar *bakterio-*



*faglar* ýa-da *faglar* diýlip atlandyrylýar. Olar belogyň dürs geometriki görnüşdäki kapsulasyndan hem-de nuklein kislotasynyň spiral görnüşdäki düýrlenen molekulasyndan ybaratdyr. Içege basillasy bakteriýasynyň içinde köpelyän T2 belgili fagyň (wirusly DNK-nyň) ýaşayyş döwri oňat öwrenildi. Fag şahasy bilen öýjügiň bardasyna berkidilýär. Ol fermentleriň kömegi arkaly öýjügiň membranasynyň belli bir bölegini weýran edýär we emele gelen yşyň üsti bilen öz DNK-syny öýjüge girizýär. Wirusyň nuklein kislotasy öýjügiň içine aralaşandan soň, öýjügiň kadaly işleýşini bozýar, bakterial beloklarynyň sintezi bes edilýär we öýjügiň biohimiki hadysalaryna dolulygyna gözegçilik etmek wezipesi virusyň DNK-syna geçýär.

Öýjükde bar bolan aminokislotalardan we nukleotidlerden belogyň kapsulalary sintezirlenýär. DNK-nyň reproduksiýasy dowam edýär, başgaça aýdanyňda, fagyň täze, ýetişen bölejikleri döreýär, olaryň sany çalt köpeliýär. Fagyň bölejikleri daşky gurşawa çykyp, öýjük dagandan soňra, fagyň ýaşayyş döwri tamamlanýar. Şonuň ýaly *faglar* *wirulent faglar* diýlip atlandyrylýar.

Haçanda fagyň belogy radioaktiw kükürt ( $^{35}\text{S}$ ), DNK bolsa radioaktiw fosfor ( $^{32}\text{P}$ ) bilen belgilenende, täze dörän faglarda DNK belgi hökmünde goýlan radioaktiw fosforyň bardygy ýüze çykaryldy, fagyň bölejikleriniň hiç birinde  $^{35}\text{S}$  bölejikleri tapylmady. Şu synaglar öýjüge aralaşan fagdan onuň nesillerine genetiki maglumatyň kapsulada saklanýan virusyň belogyndan däl-de, öýjüge aralaşýan nuklein kislotasynyň üsti bilen geýändigini görkezdi.

Transformasiýa we transduksiýa bilen bagly ýagdaýlarda mikroorganizmler arkaly DNK-nyň maglumaty nesilden-nesle geçirmekde möhüm ähmiýete eýe bolup durýandygyny görkezýän wajyp subutnamalar toplandy.

*Transformasiýa* – bakterial öýjüge özge DNK-nyň goşulmagyny aňladýar. Munuň özi nesle degişli maglumatyň prokariotlaryň bir öýjüginde başga bir öýjüge donor hasaplanýan bakteriýadan ýa-da donor öýjükdäki DNK-nyň üsti bilen geçmegidir. Transformasiýa ýagdaýy pnevmokokkyň (pnevmoniýany, ýagny öýken çişme keselini döredýän bakteriýanyň) iki sany ştammy (mikroorganizmle-



ri) bilen iş geçiren iňlis mikrobiology Griffiths (1928 ý.) tarapyndan synaglar geçirilende ýüze çykaryldy. Bu şammlar daşky görnüşi we kesel dörediji häsiýetleri boýunça tapawutlanýar. S belgili ştammyň kapsula görnüşindäki gabygy bar we ýokary wirulentligi (ýokanç keselleriň ýüze çykmagyna sebäp bolýan mikrobaryň kesel dörediji häsiýetleriniň birikmesi) bilen tapawutlanýar. Şol bakterial tejribede ulanylýan syçanlara sanjym edilende, olar ýokanç pnewmoniýa bilen keselläp, ýok bolupdyrlar. R belgili ştammyň öýjükleri kapsula görnüşindäki perdeleriň ýoklugy bilen tapawutlanýar. Bular jandarlara sanjylan mahalynda, ölüm-ýitim ýüze çykmadyr.

Haçanda wirulentli ştammyň öýjüklerine ýokary temperatura arkaly täsir edilende, olar zyýansyz bolup, asla kesel döretmändir. Ýöne Griffiths wirulentsiz hem-de gyrgyzlyk sebäpli ýok bolan wirulentli şammlaryň garyndysyny syçana sanjym eden mahalynda, garaşylmadyk netijäni alypdyr. Tejribede ulanylýan jandarlar pnewmoniýa bilen keselläpdir hem-de S belgili janly bakteriýalardan ybarat syworotkalary sanjym edilen syçanlar ýaly ýok bolupdyr. Öňki we beýleki syçanlaryň ganyndan janly S-pnewmokokklar bölünip aýrylypdyr.

Şeýlelikde, görnüp oturylsa, ýok edilen bakteriýalaryň häsiýetleri, ýagny kapsulanyň bolmagy we ýiti keseli döretmäge ukyplylygy (wirulentligi) ýok edilen bakteriýalardan janly bakteriýalara geçipdir. Başgaça aýdanynda, R belgili ştammyň S belgili ştamma transformasiýasy bolup geçipdir.

S öýjükleriň gyzdirmek arkaly ýok edilendigi üçin transformasiýany döredýän şert beloga dahylsyz häsiýetdäki madda bolup durýar. Bakteriýalaryň transformasiýasy *in vitro*, organizmiň daşyndaky şertlerde ýüze çykarylypdyr. Ýöne şol döwürde transformasiýany döredýän faktoryň nähili görnüşdedigi anyklanman galypdyr. Diňe 1944-nji ýylda O.Eweri tarapyndan ýolbaşçylyk edilýän amerikalý genetikerler biohimiki seljeriş arkaly şol faktoryň DNK bolup durýandygyny görkezdiler. Eger donor hasaplanýan bakteriýalaryň DNK-sy dezoksiribonukleazanyň fermenti bilen weýran edilende, transformasiýa döremändir. Şol synaglar bakteriýalardaky nesil



yzarlaýan alamatlar bilen baglylykda tassyk edildi. Hususan-da, hut şu hadysa arkaly pnemokokklaryň streptomisine garşy durnuksyz öýjükleriniň streptomisine garşy durnukly görnüşe öwrülip bilýändigini görkezilýär. Transformasiýanyň mehanizmi iki sany ştammyň öýjükleriniň DNK-synyň molekulalarynyň arasyndaky rekombinasiýadan ybaratdyr.

Bakterial transformasiýa we transformasiýany döredýän şertleriň häsiýetiniň şifrini anyklamak boýunça geçirilen tejribeleriň molekulýar genetikany ösdürmekde uly ähmiýete eýe bolupdyr. Çünki nesilden-nesle geçmek bilen bagly ýagdaýlarda DNK esasy orun degişli diýen netije çykarylady. Bakterial transformasiýa hadysasynyň şifrini açmagyň medisina mikrobiologiýasy üçin hem möhüm ähmiýeti bardyr.

*Transdukasiýa* (lat. *transductio* – başga ýere geçmek) – wiruslaryň bakterial öýjüklerde parazitirläp, çykyp gidenlerinde bolsa, bakteriýalaryň DNK-synyň bir bölegini ýanyna almak bilen, täze öýjüklere geçen mahalynda, öz täze eýelerine ozalky eýelerine mahsus bolan häsiýetleri geçirmegini aňladýar. Bu ýagdaý ilkinji gezek bakteriýalara wiruslary ýokuşdyrmak boýunça geçirilen tejribelerde äşgär edildi.

Uzak wagtyň dowamynda wirus bilen bakterial öýjükleriň özara gatnaşyklary diňe bakteriýalaryň ýok bolmagyna alyp barýar diýlip hasaplanypdyr. Ýöne wagtyň geçmegi bilen bakteriýa zyýan ýetirende, faglaryň arasynda bakteriýanyň çalt weýran bolmagyna asla dahylsyzlaryň hem bardygy ýüze çykarylady. Olar *aramlyk faglar* diýlip atlandyrylýar. Bu faglar öýjükde özüni wirulent häsiýetde alyp baryp biler, ýöne olar öz DNK-syny resipiýent öýjükleriň hromosomynyň içinde gurup, bakterial genom bilen birleşip hem biler. Şunuň ýaly fag köpelmeyär, ol profaga öwrülýär hem-de bakteriýanyň hromosomy bilen birlikde replisirlenýär, ýagny gaýtadan döreýär. Bakteriýa şek ýetirilmeyär we lizirlenmeyär. Bakteriýalaryň şunuň ýaly şammlary *lizogen* (gr. *lisis* – eremek) şammlar diýlip atlandyrylýar. Çünki bular bakterial öýjükleriň bütewüligine howp salýan we olaryň weýran bolmagyna, eremegine sebäp bolýan ýagdaýy (faktory) özünde saklaýar.



Öýjükleriň köpsanly nesilleri ýaşamagyny dowam eden mahalynda daşarky hemişelik şertler ýerine ýetirilen ýagdaýynda, profag täzeden döräp biler. Ýöne haýsydyr bir pursatda profag bakteriýanyň hromosomyndan boşaýar we faglaryň täze bölejikleri bilen özbaşdak halda gaýtadan emele gelip ugraýar. Başgaça aýdanynda, profag wirulentlik ýagdaýyna geçýär, şonda faglaryň bölejikleri resipiýent öýjükleriň DNK-sy bilen aragatnaşygyny kesip, bakterial hromosomlaryň golaýda ýerleşýän kiçeňräk böleklerinde we ol ýerde ýerleşýän genlere tötänlik bilen eýelik edip biler. Wiruslar bolsa, bakteriýalaryň düýpgöter başga ştammanyň öýjüklerine aralaşýarlar hem-de täze öýjüklere, ýagny agdyklyk edýänlere ozal özleriniň parazitirlän öýjüklerine mahsus bolan häsiýetleri geçirýärler.

Profag krossingower arkaly faga degişli we bakterial hromosomlaryň arasynda guralýar. Şeýlelikde, resipiýent öýjükleriň genotipi üýtgäp biler, olar birinji ştammyň öýjüklerine mahsus bolan käbir häsiýetlere eýe bolar.

Transduksiýa bilen bagly ýagdaý dürli ştammlara degişli bakteriýalary ulanmak arkaly tejribeler geçirilende ýüze çykarylypdyr. Aşaky bölekdeki V şekilli turbajyk bakterial süzgüç bilen bölünipdir. Onuň bir böleginde içegäniň laktozany bölýän we profagdan ybarat bolan fermentli basillalary (gen lac+), beýleki böleginde şonuň ýaly fermenti bolmadyk şamm (gen lac-) ýerleşipdir. Bakterial öýjükler germewden geçip bilmändir. Birnäçe wagtdan soňra ikinji ştammyň öýjükleri seljerilip görülen mahalynda, olaryň arasynda Lac+ görnüşdakileriň peýda bolandygy ýüze çykaryldy. Gen diňe lizogen şammda ýerleşen we köpelip ugran wirusyň kömegi bilen geçen bolmaly. Bu wirus bakterial süzgüjiň üsti bilen aralaşyp, lac+ geni bakterial öýjüğe ornaşdyrypdyr, başgaça aýdanynda, şonda transduksiýa bolup geçipdir.

Transduksiýa hadysasy DNK-nyň genetiki taýdan möhüm ähmiýete eýedigini tassyklamak bilen çäklenmeýär. Ol hromosomlaryň gurluşyny, geniň inçelik bilen düzülişini öwrenmek üçin ulanylýar hem-de gen inženerliginde ulanylýan wajyp usullaryň biri bolup durýar (bu barada aşakda gürrüň berler). Şeýlelikde, DNK-nyň himi-



ki gurluşynyň we onuň genetiki funksiýalarynyň öwrenilmegi genlere indi nuklein kislotasynyň bölünen ýerleri (uçastoklary) hökmünde garamaga mümkinçilik berýär, bular bolsa nukleotidleriň belli bir derejede özboluşly yzygiderliligi boýunça häsiýetlendirilýär. Geniň maddy özeniniň şifriniň anyklanmagy häzirki zaman biologiýa ylmynda gazanylan möhüm ähmiýetli netijeleriň biri bolup durýar.

**Geniň gurluşy.** Gen maglumat saklaýan gurluş bolup, DNK-dan, az mukdardaky derejede RNK-dan ybaratdyr hem-de RNK-nyň haýsy-da bolsa bir görnüşine: iRNK ýa-da rRNK degişli molekulalaryň sintezini kesgitleýär. Şolar arkaly ahyrky netijede haýsy-da bolsa bir alamatyň ösüşine alyp barýan metabolizm amala aşyrylýar. Ölçeği boýunça in pes (minimal) derejedäki genler onlarça nukleotidlerden ybaratdyr. Uly makromolekulalaryň sinteziniň genleri birnäçe ýüz we hat-da münlerçe nukleotidleri özünde jemleýär. Olar ölçegleriniň uludygyna garamazdan, elementar bölekler ýaly, göze görünmeýän ýagdaýda bolmagynda galýar. Genleriň barlygy-ýoklugy organizmleriň haýsydyr bir alamatynyň bolmagy hem-de şol alamatlaryň ýüze çykmagy boýunça kesgitlenilýär. Fransiýaly genetikler F.Žakob we Ž. Mono (1961ý.) prokariotlaryň genetiki aparatynyň gurluşynyň umumy çyzgysyny teklipl etdiler.

Mikrobiologiýa uzak wagtlap şeýle ýagdaýyň sebäbini asla düşündirip bilmändir: bakteriýalar belli bir fermenti daş-töwerekde şu ferment arkaly bölünýän madda bolanda sintezläp ugrapdyr (*reaksiýanyň substraty*). Meselem, daş-töwerekde şol bir wagtyň özünde glýukoza we laktoza bolan ýagdaýynda bakteriýalar dessine köpelip ugraýar. Çünki glýukozany bölmek üçin fermentler hemişe bardyr. Glýukozanyň köp ýerine aralaşyp, birneme güýji gowşandan soňra, köpeliş hadysasy belli bir wagtlap togtaýar, soňra laktozany dargatmak üçin zerur bolan fermentleriň sintezi başlanýar we öýjükleriň sany ýene-de köpelip ugraýar. Ýeri gelende aýtsak, öýjük haýsy-da bolsa bir fermenti diňe zerurlyk ýüze çykan ýagdaýynda produsirläp başlaýar.

Belogyň sintezine genetiki gözegçiligiň çyzgysy *operon gipotezasy* diýlip atlandyrylýar. Genler funksional taýdan birmeňzeş däl-



dir: olaryň käbiri gurluş genler belok fermentiň molekulasyndaky aminokislotalaryň ýerleşşi baradaky maglumatdan ybarat bolsa, beýlekiler gurluşdaky genleriň işjeňligine öz täsirini ýetirip, kadalaşdyryjy funksiýalary ýerine ýetirýär (sazlaýjy genler). Gurluş genler, adatça, ýanaşyk ýerleşip, bir ulgamy – *operony* emele getirýärler. Olar bir metabolik döwürde yzygiderli dowam edýän fermentatiw reaksiýalara gatnaşýan fermentleriň sintezini programmirlýär. Galyberse-de, operona transkripsiýa girmek hadysasyna degişli bölümleri: *promotor* – RNK polimeraza fermentiniň ilki başda berkidilen we transkripsiýa hadysasynyň başlanýan ýeri we sazlaýjy bölümi – gen operator goşulýar. Operonyň ýagdaýyna baglylykda, gurluşdaky genler transkripsiýa hadysasyna işjeň gatnaşyp biler ýa-da şol hadysadan aýrylyp biler. Bir operona degişli genleriň ähli toparlary şol bir wagtda hereket edýär. Şoňa görä-de, reaksiýanyň bir zynjyrynyň fermentleriniň ählisi sintezlenýär ýa-da olaryň hiç biri-de sintezlenmeýär.

Gurluş genleri DNK-nyň molekulasynyň operonyň başynda ýerleşen aýratyn bölegi hasaplanýan gen operator tarapyndan goşulýar we aradan aýrylýar. Ol funksional gendir. Öz gezeginde, operatora operonyň golaýynda ýerleşýän kadalaşdyryjy gen tarapyndan gözegçilik edilýär. Kadalaşdyryjy gen özboluşly belok-repressoryň sintezini kodlaşdyrýar. Repressor iki görnüşde: işjeň we işjeň däl görnüşde bolup biler. Ol işjeň görnüşde bolanda, operatora birigýär, transkripsiýa päsgel berýär, genetiki maglumaty hasaplamak bes edilýär we tutuş operon öz işini togtadýar. Repressor gen – operator bilen baglanyşyky bolan mahalynda, operon ýatyrylan ýagdaýda bolýar. Belok-repressor işjeňligi peselen ýagdaýa geçen mahalynda, gen-operator boşayar, operony ýatyrmak hadysasy bolup geçýär we degişli RNK-nyň fermentleriň sinteziniň soňky hadysasy bilen sintezi başlanýar.

Belok repressoryň özi operonyň hereket etmegi üçin zerur bolmasa-da, onuň hereketiniň togtadylmagyny kadalaşdyrmak üçin gerek. Kadalaşdyryjy gen bilen baglylykda mutasiýaly *E.coli* ştammlar alyndy. Şonuň netijesini göz önünde tutanynda, olarda be-



lok-repressoryň sintezi bolup geçmeýär. Şu bakteriýalardaky laktozany bölýän ferment daş-töwerekde laktozanyň bardygyna garamazdan, üznüksiz ýagdaýda produsirlenýär, başgaça aýdanynda, şonda kadalaşdyryjy mehanizm aradan aýrylan ýagdaýda bolýar. Şeýlelikde, kadalaşdyryjy geniň kömegi arkaly gurluş genleriň hereket edişiniň dolandyrylmagyndadyr. Bu çyzgy prokariotlarda beloklaryň sinteziniň kadalaşdyrylyşynyň mehanizmlerini düşündirmäge mümkinçilik berýär. Käbir fermentleriň sintezi öýjükleriň ýerleşýän ýerindäki ýagdaýa bagly bolýar. Şonuň ýaly fermentlere *indusibel* fermentler diýlip atlandyrylýar. Görlüp oturylsa, daş-töwerekden öýjüge aralaşýan maddanyň özi induktor hökmünde hyzmat edýär (ýokardaky mysalda – laktoza). Ol laktozanyň operonynyň belok-repressory bilen birigýär, ony işjeň däl ýagdaýa geçirýär we gen-operatorordan bölüp aýyrýar. Şeýlelikde, operon hereket edip ugraýar, gurluşdaky genleriň ählisinde transkripsiyä başlanýar we şu ýagdaýda laktozany bölýän fermentler sintezlenýär.

Kadalaşdyryjy gen belok-repressoryň täze molekulalarynyň sintezini dowam etdirse-de, olar laktoza bilen birleşýär, gen-operator erkin ýagdaýda galýar we operon hereket edip ugraýar. Daş-töwerekde entäk laktoza bar bolsa, ony bölýän ferment hem döreýär. Eger daş-töwerekdäki laktoza sarp edilse, repressor boşaýar, işjeň görnüşe geçýär, operatora päsgel berýär we gurluş genler öz işini bes edýär.

Fermentleriň sintezi ulanylyşa ýaramly ýagdaýda indusirlenmek bilen çäklenmän, basylan, repressirlenýän ýagdaýlarda-da bolup biler. Meselem, reaksiýalaryň haýsydyr bir pursadynda täsiriň ýetmegi netijesinde öýjükde D belgili ahyrky önüm ol öýjüge zerur möçberden köp mukdarda emele gelýär, ýagny ol toplanyp başlaýar. Munuň özi öýjükde çalyşmagyň reaksiýasynyň kadaly geçmegine päsgel berip biler. Şoňa görä-de, bu hadysany duruzmak zerur bolup durýar. D belgili madda belok-repressor bilen reaksiýa girişýär, ony işjeň ýagdaýa ýetirýär, şonda repressor gen-operatora birigýär we tutuş ulgamyň işi togtap, fermentleriň sintezi bes edilýär. Şeýlelikde, ilkişadaky madda (öýjüge aralaşan, ýagny reaksiýanyň substraty) operonyň ugramagyna badalga berýän induktor bolup durýar; reaksiýanyň netijesinde emele





gelýän ahyrky önüm sintezi togtadýar. Yzlygyna arabaglanyşygyň kadaly hut şonuň ýaly mehanizminiň kömegi arkaly hereket edýär, ol edil şol pursatda talap edilýän fermentleri sintezlemek üçin hasapda durýar.

Bar bolan genetiki maksatnama laýyklykda, içege basillasy dürli maddalary böleklere bölýän fermentleriň onlarçasyny sintezläp biler. Bakteriýanyň daşyndaky gurşawyň düzümi häli-şindi üýtgäp durýar. Şunuň ýaly şertlerde fermentleriň ähli toplumynyň önümi öýjük üçin amatsyz bolýar. Sebäbi şol bir wagtyň özünde 60-80 sany fermentleriň ähli toplumynyň önmeği maksada laýyk gelmeýär, çünki daş-töwerekde hut şeýle şertler bolanda, fermentleriň 6-8 sanysy zerur bolup biler. Tebigy seçgi tygşytlylygyň düzgüniniň döremegine we kämilleşmegine getirdi, çünki has tygşytly hereket edýän öýjükler seçgi babatda artykmaçlyklara eýe bolýar we çalt köpeliýär.

Jakob we Mono tarapyndan geçirilen synaglaryň netijeleri köp tejribehanalarda tassyklanyldy we olaryň üsti ýetirildi hem-de belogyň sintezini genetiki taýdan kadalaşdyrmagyň taglymaty işlenip düzüldi. Her niçik bolsa-da, megerem, operona esaslanýan kada belogyň sintezini kadalaşdyryjy mehanizmleriň biri bolsa gerek. Ol öz-özünden kadalaşýan ulgam bolup, yzlygyna aragatnaşyk etmegiň ýörelgesine esaslanýar. Ýokary derejeli organizmleriň wiruslaryňky we bakteriýalaryňky ýaly derejede kadalaşdyryjy genetiki ulgamlary bar diýlip çak edilýär. Ýöne şeýle ýagdaýda kadalaşdyryjy mehanizmler has çylşyrymly häsiýete eýe bolýar. G.P. Georgiýewiň (1972 ý.) çyzgysy boýunça her bir operon yzygiderli ýerleşýän genleriň birnäçe hataryny (operatorlary we promotorlary) özünde jemleýän proksimal akseptorly zolakdan we distal (kadalaşdyryjy) zolakdan ybarat bolup durýar. Akseptorly zolak beloklar repressorlar arkaly, gurluşdaky genleriň hereketini dolandyrýar. Gurluşdaky bir gen köp gezek gaýtalanylýp, birmeňzeş yzygiderliligiň tutuş toplumyny emele getirýär. Haýwanlarda we adamda her bir operon birnäçe ýa-da köpsanly kadalaşdyryjy genlerden ybarat bolup durýar diýlip çak edilýär. Biohimiki reaksiýalaryň bir hatarynyň dürli düzümlerine jogap berýän we gurluşa degişli diňe bir operonda jemlenmän, genom boýunça ýaýrap biler.



Eukariotda gen işjeňligini kadalaşdyrmagyň tutuş hromasomda ýa-da onuň uly meýdançasynda genleriň işjeňligini şol bir wagtyň özünde köpçülikleýin basyp ýatyrmak ýaly ýoly bar, bu ýol has ýönekeý görnüşdäkilerde ýokdur. Munuň özi hromosomlaryň düzümine girýän beloklar – gistonlar arkaly amala aşyrylýar. Umuman alanyňda, ýokary derejeli organizmlerde gen işjeňligi dolulygyna öwrenilmedik. Kadalaşdyryjy we gurluş genleriň özara gatnaşyklary birnäçe ýagdaýa görä: sitoplazmadan aýrylan ýadronyň bolmagyna, hromosomyň gurluşynyň çylşyrymly bolmagyna, öýjükleriň differensirlenmegine, organizmiň kadalaşdyrýan umumy ulgamlarynyň, hususan-da, gen işjeňliginiň ýüze çykmagyna güýçli transformiýeýji täsirini ýetirýän gormonlaryň täsirliçligi ýaly sebäplere görä, çylşyrymlaşýar.

Eukariotyň genetiki enjamynyň umumy görnüşini şeýle suratlandyrmak bolar: *aksentor zolak – ekzon – intron – ekzon*.

Şunuň ýaly gurluşlaýyn – funksional gurluş translýasiýanyň aýratynlyklaryny şertlendirýär. Gurluşdaky genlerde öňde bolan RNK-nyň (pro-mPNK-nyň) molekulalary sintezlenilýär, şol molekulalar genleriň ekzon we intron bölejiklerini komplementar ýagdaýda transkribirleýär. Soňra ferment-restriktazalaryň kömegi bilen intron bölejikler kesilip aýrylýar, galan ekzon bölejikler bolsa ferment-ligazalaryň kömegi arkaly çatylyar. Ahyrky netijede emele gelen iRNK-nyň ýa-da tRNK-nyň jemleýji molekulalary öz gurluşyna degişli genleriň möçberlerinden kiçi bolup çykýar. Eukariotlaryň genlerinde intronlaryň bolmagy uniwersal ýagdaý bolup durýar. Uly genlerde intronlar köp bolýar. Genlerdäki intronlaryň sany 1-den 50-ä çenlidir. Intronlaryň üýtgeşikligini şertlendirilýän maglumatyň ätiýaçlyk topary hasaplamak bolar.

Eukariotlaryň käbir genleri ençeme gezek gaýtalanýan ýagdaýdadyr. DNK-nyň belli bir bölekleri bolsa, genetiki taýdan satellitiň DNK-synyň derejesindäki ähmiýete eýe bolup durmaýar. Galyberse-de, eukariotlaryň genomlarynyň düzüminde onlarça, ýüzlerçe we hat-da millionlarça gezek gaýtalanýan zygiderlikler bar. Olar seýrek duşýan DNK-nyň arasynda ýaýran görnüşdedir. Üýtgäp durýan lokallaşmanyň elementleri her bir gaýtalanýan zygiderlilige



değişlidir. Olar *transpozonlar* *ya-da mobil elementler (genler)* diýlip atlandyrylýar. Gaýtadan duşýan genler biologik taýdan dürli wezipeleri: DNK-nyň täzeden döremegini kadalaşdyrmak, krossingowere gatnaşmak, ekzonlaryň we intronlaryň arasynda çäkleri bellemek ýaly işleri berjaý edýärler.

Seýrek duşýan DNK gurluş genleriň aglabasynyň düzümine girýär, galyberse-de, olaryň ýarysyndan gowragy işjeň däl. Organizmleriň ýaşawyş bilen bagly işjeňligi seýrek duşýan genleriň funksional taýdan işjeňligi arkaly şertlendirilendir. Olaryň nerw ulgamly organizmlerde ýüze çykmagy şol ulgama we içki sekresiýa mázleriniň işleýşine öz täsirini ýetirýär. Ýöne nerw we endokrin ulgamlarynyň funksiýalaryny kesgitleýän genler öz gezeginde organizmiň içki we daş-töweregindäki ýagdaýlaryna baglydyr.

Kollinearlyk – nuklein kislotalarynyň kodonlarynyň we polipeptid hatarlaryň aminokislotalarynyň yzygiderliliginiň arasyndaky laýyklygy şertlendirýän häsiýetdir. Başgaça aýdanynda, munuň özi belokdaky aminokislotalaryň deňişli kodonlaryň gende ýerleşýän tertipdäki yzygiderliliginiň saklanmagyny üpjün edýän häsiýet bolup durýar. Bu bolsa, her bir aminokislotanyň polipeptid hatardaky ýagdaýynyň geniň özboluşly bölegine bagly bolup durýandygyny aňladýar. Eger nuklein kislotalarynyň kodonlary we belokda olara laýyk gelýän aminokislotalar birmeňzeş çyzyk görnüşindäki tertipde ýerleşen ýagdaýynda genetiki kod *kollinear* görnüşde diýlip hasaplanylýar.

Kollinearlyk ýagdaýy synaglary geçirmek arkaly subut edildi. Şonda gemoglobiniň molekulasyynyň gurluşynyň bozulmagyna sebäp bolan orak görnüşli anemiýanyň nukleotidleriniň gemoglobiniň sintezine jogap berýän gende ýerleşişiniň üýtgemegi bilen şertlendirilendir. Tryptofansintetazanyň fermentiniň aminokislotalarynyň deňişli gendäki kodonlaryň ýerleşişiniň tertibine laýyk gelýän ýagdaýy ýüze çykýar. Geniň içindäki käbir mutasiýalaryň arasyndaky uzynlygyň şol mutasiýalara bagly bolup durýan aminokislotalaryň arasyndaky uzynlyga laýyk gelýändigini hem-de mutasiýalaryň triptofansintetazanyň genine deňişli genetiki kartada ýerleşişiniň şol fermentdäki aminokislotalaryň ýerleşişini bilen gabat gelýändigini anyk-



lanyldy. Şeýlelikde, aminokislotalar düýpli tripletleriň nukleotidli düzüminiň üýtgeýşine laýyklykda çalşypdyr. Gendäki nukleotidleriň zygiderliliginiň belokdaky aminokislotalaryň zygiderliligini kesgitleýändigini baradaky gipoteza G.A. Gamow (1954 ý.) tarapyndan öňe sürülüpdir. Genleriň we polipeptidleriň kollinearlygy baradaky maglumatlar şol gipotezany tassyklaýar. Kollinearlygyň konsepsiýasy nukleotidleriň geniň içindäki hem-de eger polipeptidleriň düzümi belli bolsa, maglumat berýän RNK-daky mysaly tertibini kesgitlemäge mümkinçilik döredýär. Galyberse-de, DNK-daky nukleotidleriň düzümini kesgitlemek arkaly, belogyň aminokislotaly düzüminiň nämenden ybaratdygyny aýdyp bolýar. Şeýle hem bu konsepsiýa geniň içindäki nukleotidleriň tertibiniň üýtgemeginiň netijesinde beloklaryň aminokislotalarynyň düzüminiň üýtgeýändigini görkezýär.

**Reparasiýa.** Dürli fiziki we himiki şertleriň täsir etmegi arkaly, şeýle hem DNK-nyň kadaly biosintezi mahalynda, öýjükde kemçilikleriň döremegi mümkin. Ýöne öýjükler DNK-nyň sapaklaryndaky kemçilikleri düzetmegiň mehanizmlerine eýe bolup durýar. Öýjükleriň DNK-nyň molekulalaryndaky kemçilikleri düzetmek ukyby reparasiýa (lat. *reparatio* – täzeden dikeltme) diýlip atlandyryldy.

Ilkibaşda reparasiýa geçirmek ukyby ultramelewşe şöhleler arkaly täsir edilen bakteriýalarda ýüze çykaryldy. Şöhlenenmäniň netijesinde DNK-nyň molekulalarynyň бүтewüligi bozulýar, çünki onda dimerler, ýagny biri-birine birigen we ýanaşyk ýerleşýän pirimidinli esaslara döreýär. Dimerler iki sany timiniň, timiniň we sitoziniň iki sany sitoziniň, timiniň we urasiliň, sitoziniň we urasiliň, iki sany urasiliň arasynda döreýär. Ýöne şöhle tutulan öýjükler garaňkyda däl-de, ýagtylykda has oňat derejede sag galýarlar. Şonuň sebäpleri jikme-jik seljerilip görlerden soň, şöhle tutulan öýjüklerde ýagtylykda reparasiýanyň (ýagtylyk reparasiýasy hadysasynyň) bolup geçýändigini anyklanyldy. Ol adaty ýagtylygyň kwantlary bilen işjeňleşýän ýörite ferment arkaly amala aşyrylýar. Ferment zeper ýeten DNK bilen birleşýär, dimerlerde döreýän arabaglanyşyklary bozýar we DNK-nyň sapagynyň бүтewüligini täzeden dikeldýär.



Fotoreaktiwirleýji ferment aýratyn görnüşli däldir, koferment hökmünde onda adaty ýagtylygyň kwantlaryny gurşap alýan fermentiň molekulasyňa energiýany geçiriji sianokobalamin (wit. B<sub>12</sub>) bar. Fotoreaktiwasiýanyň fermenti durnukly ýagdaýdaky toplumy döretmek bilen, ultramelewşe şöhleler tarapyndan zeper ýetirilen DNK bilen birigýär. Janly organizmleriň irki tapgyrlarynda heniz organizmlere zyýan ýetirýän ultramelewşe şöhleleriň akymynyň agramly böleginiň önüne böwet goýýan ozonly ekran bolmadyk mahalynda, fotoreaktiwasiýa aýratyn möhüm ähmiýete eýe bolupdyr.

Wagtyň geçmegi bilen *garaňkylygyň reparasiýasy*, ýagny öýjükleriň adaty ýagtylyk gatnaşmasa-da, DNK-daky kemçilikleri aradan aýyrmaga ukyplylygy hem ýüze çykaryldy.

Ýagtylygyň reparasiýasy mahalynda diňe ultramelewşe şöhleleriň täsir etmegi bilen dörän kemçilikler düzedilýär, garaňkylygyň reparasiýasynda bolsa, soňlaýjy radiasiýanyň himiki maddalaryň we beýleki şertleriň täsiri bilen ýüze çykan kemçilikleri aradan aýrylýar. Garaňkylygyň reparasiýasy prokariotlarda, şeýle hem eukariotlaryň (jandarlaryň we adamyň) öýjüklerinde ýüze çykaryldy. Bu öýjüklerde garaňkylygyň reparasiýasy dokumalar bilen baglylykda öwrenilýär.

DNK-nyň garaňkylykdaky reparasiýasynyň mehanizmi diňe bir dimerler (ýagtylygyň reparasiýasyndaky ýaly) kesilip aýrylman, DNK-nyň molekulasynyň uly bölekleriniň (ýüzlerçe nukleotidleriň) hem aradan aýrylýandygy bilen tapawutlanýar. Şondan soňra DNK-nyň polimerazasynyň fermentiniň kömegi bilen galypda komplementar sintez bolup geçýär.

Teklip edilen modelleriň biriniň esasynda garaňkylykdaky reparasiýanyň yzygiderli tapgyrlarynyň başisi ýüze çykaryldy: 1) endonukleaza arkaly DNK-nyň kemçiligini bilmek; 2) endonukleazanyň zeperlenen ýeriniň golaýynda DNK-nyň molekulasynyň bir hataryny kesmek boýunça edýän hereketi; 3) endonukleaza arkaly, zeper ýeten ýeri «kesip aýyrmak» we ýşy giňeltmek; 4) täze hataryň galypdaky sintezi (reparatiw replikasiýa); 5) polinukleotidligazanyň fermentiniň täsiri bilen täzeden dörän bölegi DNK-nyň böleginiň sapagy bilen birleşdirmek.



Reparasiýanyň ýüze çykarylmagy molekulýar derejede mutasiýanyň önüsrasyndaky döwrüň dowam edýändigini görkezdi. Şol döwürde DNK-nyň molekulasyňyň ilkibaşdaky kadaly gurluşynyň täzeden dikeldilmegi DNK-nyň molekulasyňyň «öz-özünden bejermegi» mümkin. Eger ewolýusiýanyň dowamynda bu hadysa döremedik bolsa, mutasiýalaryň sany artyp, munuň özi janly organizmlerde gomeostazyň we nesil yzarlaýjlygyň saklanmagyna päsgel bererdi. DNK-daky kemçilikleriň ählisi reparirlenmeýär, olaryň belli bir bölegi mutasiýa görnüşinde ýüze çykýar. Şu ýerde kemçilikleriň käbiri reparirlenýär, käbiri bolsa düzelmeýär diýen meseläniň entek çözülmändigini görkezýär. Eger reparasiýa döremese, mutasiýa ýüze çykýar, munuň özi öýjügiň ýok bolmagyna getirip biler.

Reparasiýa hadysasynyň bozulmalary hem ýüze çykaryldy. Häzirki wagta çenli birnäçe mutasiýalaryň bardygy anyklanyldy. Bular reparasiýanyň bozulmagy netijesinde dogabitdi agyr keseller hökmünde ýüze çykýar. Pigmentli kseroderma, ýagny seýrek duşýan resessiw autosomly mutasiýa muňa mysal bolup biler. Şu mutasiýa boýunça gomozigotly çagalar eneden doglanda, sagdyn bolup görünýär. Ýöne eýýäm irki döwürde olarda Gün şöhleleriniň täsiri bilen, derä zeper ýetendigini görkezýän alamatlar: düwürtikler, kapillýarlaryň giňelmegi, gatama ýüze çykýar, hat-da gözlere zeper ýetýän halatlary hem bolýar.

**Pigmentli kseroderma** bilen kesellänleriň derisinden alnan fibroblastlarda reparasiýa hadysasy ultramelewşe täsirden soňra 30 sagada çenli (sagdyn adamlaryň öýjüklerinde – 6 sagat) dowam edýär we kadaly reparativ sinteziň derejesine ýetip bilmeýär.

Öýjükleriň genetiki materialyň reparasiýasyny netijeli amala aşyrmaga ukyplylygy garramagyň öýjükli mehanizmlerine öz täsirini ýetirip biler. Barlaglar syçanlaryň uzak ýaşayan tohumlarynyň has durnukly hromasomlara eýe bolup durýandygyny görkezýär. Uzak wagtlap ýaşamaýan syçanlar bolsa zeper ýetýänligi bilen tapawutlanýar, şonda gurluşda abberasiýalar döreýär. Munuň özi reparasiýa hadysalaryň bozulmagynyň netijesi bolup durýar.



Barlaglar wagtyň geçmegi bilen reparasiýa hadysalarynyň peselýändigini görkezýär. Ýöne şol özgerişlikleriň organizmiň garramagy sebäpli döreýändigini ýa-da hut şonuň netijesinde dörändigini aýtmak kyn düşýär.

## **6.2. GEN TAGLYMATY BARADA HÄZIRKI ZAMAN DÜŞÜNJELER**

Nesil yzarlaýjylygyň iň sada birlikleriniň öwrenilmegi netijesinde, umuman, geniň nazaryýeti diýlip atlandyrylýan düşüňjeler toplanýdy. Şol nazaryýetiň esaslary şulardan ybarat:

1. Gen hromosomda belli bir bölegi (lokusy) eýeleýär.
2. Gen (sistron) – DNK-nyň molekulasyň kesgitli bir bölegi bolup, ondaky nukleotidleriň belli bir derejedäki yzygiderliligine eýedir hem-de nesil bilen bagly maglumatyň funksional birligi hasaplanýar. Dürli genleriň düzümine girýän nuklotidleriň sany birmeňzeş dälidir.
3. Geniň içinde rekombinasiýalar (muňa sistronyň bölejikleri – *rekonlar* ukyplydyr) we mutasiýa bilen bagly ýagdaýlar (muňa sistronyň bölejikleri – *mutonlar* ukyplydyr) bolup biler.
4. Gurluş we funksional genler bardyr.
5. Gurluş genler beloklaryň sintezini kodlaşdyrýar, ýöne geniň hut özi belogyň sintezine gatnaşmaýar, DNK we RNK-nyň molekulary üçin galyp bolup durýar.
6. Funksional genler gurluş genleriň işine gözegçilik edýär we olaryň işini ugrukdyrýar.
7. Gurluş genlerde nukleotidlerden ybarat bolan tripletler şol gen arkaly kodlaşdyrylýan polipeptid hatardaky aminokislotalara kollinear görnüşde ýerleşýär.
8. DNK-nyň geniň düzümine girýän molekulalary reparasiýa ukyplydyrlar, şonuň üçin gene ýetirilýän şikesleriň ählisi mutasiýalaryň döremegine sebäp bolup bilmez.
9. Genotip, diskretli (aýratyn genlerden ybarat) bolup durýandygy üçin bütewüligine funksionirleýär. Genleriň funksiýasyna içki we daşky gurşawdaky ýagdaýlar öz täsirini ýetirýär.



**Sitoplazmatik nesil yzarlaýjylyk.** Nesil yzarlaýan alamatlary nesilden-nesle geçirmekte ýadronyň örän möhüm ähmiýete eýe bolmagy ýadrodan daşary nesil yzarlaýjylygyň bardygyny aradan aýyrmaýar. Ol öz-özünden reproduksiýa ukyply öýjükleriň organoidleri bilen baglanyşyklydyr. Nesil yzarlaýjylygyň hromosomlardan daşarky öýjükde ýerleşýän şertleri (faktorlary) *plazmidler* diýlip atlandyrylýar. Hromosomlarda ýerleşýän genleriňki ýaly plazmidleriň hem funksiýasy DNK bilen baglydyr.

Plastidleriň (plastidi DNK), şeýle hem mitohondriýanyň (mitohondrial DNK) sentriolyň (sentrionýar DNK) we beýleki organoidleriň özbaşdak DNK-synyň bardygy anyklandy. Olar *autoreproduksiýa* ukyply sitoplazmatik gurluşlardyr. Sitoplazmatik ýagdaýda nesil yzarlaýjylygyň sonuň ýaly görnüşde ýüze çykmagyna ýadronyň DNK-sy tarapyndan gözegçilik edilýär.

Plastidli nesil yzarlaýjylyk bezeg üçin ulanylýan güllerde, açyk penjä meňzeş uly gülli ösümlikde, gijegözel ýaly gülde we beýlekilerde ýüze çykaryldy. Şu ösümlikleriň ýaşyl we dürli görnüşdäki ýapraklary bolýar. Dürli görnüşdäki ýapraklara meňzeş alamat diňe ene tarapyndan nesilden-nesle geçýär.

Dürli görnüşdäki ýaprakly ösümliklerde plastidleriň bir bölegi hlorofili döretmäge ukyply däl. Plastidleriň öýjükleri enelik organizmde degişli öýjükleriň arasynda deň derejede bölünmeýär. Ösümliğin ýapragyny emele getirýän öýjükleriň köp gezek bölünmegi netijesinde, olaryň bir bölegi diňe anomal plastidli bolup galýar. Şonuň ýaly öýjükler reňkli bolmaýar, olaryň bir ýere jemlenmegi ak tegmilleri emele getirýär. Ýapragyň adaty ýaşyl we ak böleklerinden ala-mula bir zat döreýär. Plastidler öz-özünden köpeliýän organoidler bolup, tohumlanma mahalynda ýumurtga öýjükleriniň protoplazmasynyň üsti bilen, nesilden-nesle geçýär. Şoňa görä-de, plastidleriň aýratynlyklary diňe ene organizme degişli ösümlikler arkaly nesil yzarlaýar. Eger ýumurtga öýjügiňe anomal plastidler aralaşsa, ondan ösen ösümliğin ýapragy dürli görnüşde bolýar.

Maýa öýjükleriniň mitohondriýalarynda dem alşa degişli fermentleriň genleri we dürli antibiotiklere çydamly genleriň birnäçesi





ýüze çykaryldy. Şol genleriň mitohondriýalardaky DNK-nyň halka görnüşindäki molekulasynda ýerleşýändigini bellidir.

Bakteriýalaryň sitoplazmasynda aýratyn ýerleşýän plazmidler ýüze çykaryldy. Olar iki sapa DNK-nyň halka görnüşindäki molekulalaryndan ybaratdyr. Plazmidleriň üç görnüşi: jyns faktoryny özünde jemleýän *F faktor*, *R şert we kolisinogen plazmidler* bar.

$F^+$  jyns faktorly bakteriýalar erkek jynsyna degişlidir, bular  $F^-$  belgili enelik jynsyna degişli bakteriýalary konýuktirlemäge ukyplydyr. Erkek jynsyna degişliler konýugasiýa mahalynda protoplazmatik köprüjigi – turbajygy emele getirýär,  $F^+$  faktor şol turbajyk arkaly enelik jynsa aralaşýar, ol erkek jynsla öwrülýär.

*R şert* bakteriýalaryň birnäçe patogen görnüşdäki bakteriýalarynda duş gelýär. Antibiotiklere we beýleki derman serişdelerine (streptomisine, pensilline, sulfanilamide we beýlekilere) garşy durnuklylyk ukyby hut şonuň bilen baglanyşyklydyr. Şol plazmidlerde konýugasion köprüjigi emele getirýän gen bar. Şol gen arkaly plazmida *R şert* bilen birlikde bir bakteriýadan başga bakteriýa geçip bilýär. Munuň özi bakteriýalaryň nesil yzarlaýjy alamatlarynyň üýtgemegine täsirini ýetirip biler. Kesel dörediji bakteriýalaryň (meselem, garyn garahassalygyny döredijileriň) we hemişe içegelerde ýerleşýän içege basillasyň arasynda konýugasiýa bolup biler we eger *R şert* içege basillasyndan patogen bakteriýalara geçen ýagdaýynda, onda olar adaty, şol basillalary ýok edýän dermanlaryň täsirini asla duýmaýan halda bolýar.

Kolisinogen plazmidlerde beloklary kodlaşdyrýan genler – polisinler bolýar. Olar şonuň ýaly plazmidleri bolmadyk, ýöne şol bir görnüşdäki bakteriýalary ýok edýär. Käbir plazmidler bakteriýalaryň patogen häsiýetli bolmagyna ýardam berip biler. Meselem, daş-töwerekde ýa-da organizmde ýaşap, keselleri döretmeýän bakteriýalar hem bolýar. Plazmidler olara howply häsiýetleri hem geçirip biler (meselem, Ent belgili plazmida enterotoksiniň sintezini, *n*-belgili plazmida gemoliziniň sintezini, ýagny organizmiň käbir funksiýalaryna päsgel berýän zäherlerini programmirleýär). Plazmidler tebigatda uly ähmiýete eýe bolup, hatda daşdaky filogenetik toparlara degişli

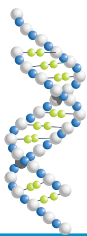


mikroorganizmleriň arasynda genetiki materialyň geçirilmegine degerli ýardam berýär.

Bakterial wiruslaryň – faglaryň plazmidler bilen meňzeş ýerleri bar. Ozal ýokarda bellenilişi ýaly, fagyň bakterial hromosom aralaşmagy netijesinde lizogen bakteriýalar emele gelýär. Ýeri gelende aýtsak, lizogen bakteriýalardaky faglar hromosomlardaky genlerden nesle degişli maglumatyň geçirilmegine öz täsirini ýetirip biler. Meselem, difteriýanyň taýajyklary diňe fagyň gatnaşmagynda toksini işläp çykarýar.

Sitoplazmatik nesil yzarlaýjylygy simulirläp bilýän beýleki simbiotik we mugthor organizmleriň hem jyns öýjükleri arkaly geçmegi psewdositoplazmatik nesil yzarlaýjylygyň toparyna degişlidir. Meselem, drozofilanyň birnäçe görnüşi kömürturşy gazy aşa ýiti duýýar. Bu aýratynlyk ýumurtganyň sitoplazmasynyň üsti bilen öz-boluşly wiruslaryň geçmeginiň netijesidir, kähalatda şol bir wiruslar drozofilanyň spermatozoonlary arkaly geçýär.

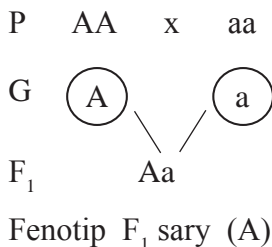
Syçanlaryň dürli organlarynda, aýratyn-da, süýt mázlerinde kanseriň ötüşmegini önünden boýun almak meýlini nesilden-nesle geçirýän tohumlary bar. Ýöne görnüp oturylsa, şol meýil jyns öýjükleriniň üsti bilen däl-de, düzüminde wirus ýa-da haýsydyr bir blastomogen madda bolan süýt arkaly geçýän eken. Eger «kanserli» tohuma degişli ekleýji sagdyn nesilden dogan syçanjyklary iýmitlendiren ýagdaýynda, şol syçanjyklarda-da kanseri önünden boýun almak meýli ösýär. Munuň tersine, «kanserli» tohuma degişli ene syçanlardan doglan syçanjyklar sagdyn iýmit bilen iýmitlendirilen ýagdaýynda, bu syçanjyklar sagdyn bolup ýetişýär. Bu ýagdaý, elbetde, plazmatik nesil yzarlaýjylyk bilen diňe meňzeşdir.



## VII BAP

### GENETIKI MESELELERİN ÇÖZÜLİŞ USULLARY

Genetiki meseleler çözümlende anyk genetiki belgiler ulanylýan çyzgylar düzülýär. Ata-ene P harpy bilen belgilenip, olaryň gapdalyn-da ata-enäniň genotipi ýazylýar we olaryň arasynda çaknyşdyrmany aňladýan köpeltme (x) belgisi goýulýar. Ata-eneden aşakdaky setirde olardan öňýän gametalaryň ähli görnüşi ýazylýar. Olaryň çagalary  $F_1$  belgi (birinji nesil), agtyklary  $F_2$  belgi (ikinci nesil) bilen belgilenýär. Bu belgileriň goýlan setirinde deňişlilikde çagalaryň we agtyklaryň genotipleri ýazylýar. Mysal hökmünde gomozigot sary nohudy ýaşyl nohut bilen monogibrid çaknyşdyrmanyň suratyna seredeliň. Bu suratda ata-enäniň sary nohut (AA) we ýaşyl nohutdygy (aa) görkezilýär. Enelik ösümlikler hökmünde alnan bu ösümlikleriň birinjisi A genli gametalaryň (ýumurtga öýjükleriniň) bir görnüşi emele getirýär. Tozgasy alnan ikinji ata-ene a genli gametalaryň başga bir görnüşi emele getirýär. Olaryň birinji nesliniň ( $F_1$ ) ählisi şol bir genotipe (Aa) eýe bolýar. Fenotipi boýunça olar sary ösümliklerdir. Olaryň fenotipini A harpy bilen belgilemek bolar. Şunlukda, berlen ýagdaýda A harpy bilen geniň däl-de, fenotipiň belgilenendigini ýatlamalydyr (sary tohumlar).

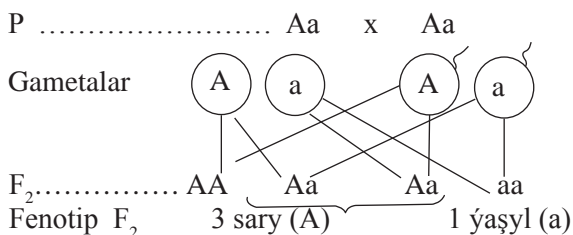


Mendeliň birinji kanuny ýa-da birinji monogibrid nesliň birmeňzeşlik düzgünini şekillendirýär. Ol şuny görkezýär: allel genleriň



bir (ýa-da birnäçe) jübüti bilen biri-birinden tapawutlanýan gomozigot janly bedenler çaknyşdyrylanda gibridleriniň birinji nesliniň ählisi fenotipi boýunça birmeňzeş we adaty, dominirleýji alamata eýe bolýar.

Gibridleriniň birinji neslini öz aralarynda çaknyşdyrmagyň netijesi aşakda görkezilýär. Bu suratda gibridleriniň birinji nesli ( $F_1$ ) öz aralarynda çaknyşdyrylanda gibridleriniň ikinji neslinde ( $F_2$ ) hem sary, hem ýaşyl ösümlikleriň peýda bolýandygy görkezilýär. Bu ýagdaýda fenotip boýunça dargama 3 sary we 1 ýaşyl (ýagny 75% sary we 25% ýaşyl) ösümliklerden durýar we genotipi boýunça  $1AA : 2Aa : 1aa$  (ýagny 25% AA; 50% Aa, 25% aa) gatnaşyga eýe bolýar.



Bu çyzgyda Mendeliň ikinji kanuny ýa-da dargama düzgüni şekillendirilýär. Ol geterozigot janly bedenleri çaknyşdyrmadan alynýan neslin genotipi boýunça-da, fenotipi boýunça-da birmeňzeş bolmaýandygyny görkezýär. Genotip boýunça dargama 1 gomozigot dominant (AA) 2 geterozigot (Aa) we 1 resessiw (aa) gatnaşykda aňladylýar:

$$AA : Aa : aa = 1 : 2 : 1.$$

Fenotip boýunça dargama A-nyň a-ny doly dominirlemeginde 3 dominant, 1 resessiw, ýagny  $A : a = 3 : 1$  gatnaşykda aňladylýar.

### Monogibrid çaknyşdyrmada gametalaryň emele gelşi

Gametalaryň emele gelşi baradaky meseleleri çözmek bu bölümiň ähli beýleki meselelerini aýdyňlaşdyrmak üçin zerurdyr. Bu meseleler ýönekeýdir, ýöne ýalňyşlyklaryň bolmazlygy üçin olary aýyl-saýyl etmek zerur. Gametalaryň (jyns öýjükleriniň) ýetişmeginde, mälüm bolşy ýaly, öýjükleriň bölünmeginiň aýratyn



görnüşü meýoz bolup geçýär. Ýetişmedik jyns öýjükleri (spermatogoniýalar we owogoniýalar) hromosomlaryň we genleriň diploid (jübüt) toplumyny özünde saklaýar. Meýoz mahalynda jübüt (gomologik) hromosomlar we olarda ýerleşýän genler dürli öýjüklere bölünýärler. Şeýlelikde, ýetişen spermatozoidde we ýumurtga öýjüginde hromosomlaryň we genleriň gaploid (täk) toplumy bolýar. Monogibrid çaknyşdyrma degişli meseleleri çözenimizde bir geniň bir jübütiniň, meselem, Aa jübütiň ykbalyny yzarlaýarys. Aa genotipde bedeniň her bir öýjüginde iki gen hem bolýar. Ýöne gametalar ýetişende, olar iki sany öýjüge bölünýärler we ýetişen gametalarda olaryň diňe biri-ýa A, ýa-da a gen bolýar.

Meselelerde anyk genotipli janly bedenleriň gametalaryň näçe görnüşini emele getirýändigini barada sorag goýulýar. Meselem, Aa genotipli erkek bedeniň gametalaryň iki görnüşini-A genli spermatozoidleri we a genli spermatozoidleri emele getirýändiklerini görmek kyn däl.

AA bedeniň gametalaryň näçe görnüşini emele getirýändigini baradaky soraga jogap berýäris. Genetikany öwrenip başlan talyplar käwagt şeýle beden meýozda A genli iki sany gametany berýär diýýärler. Bu nädogry jogapdyr. Her bir beden iki däl-de, köp gametalary berýär, ýöne AA bedeniň gametalarynyň ählisi birmeňzeş bolýar. Olaryň hemmesi A genli bolýar.

### **Doly dominirlemede ata-enäniň genotipi boýunça çagalaryň genotipiniň we fenotipiniň anyklanylyşy**

Mendel tarapyndan takykklan kanunalaýyklyklar, eger-de ata-enäniň genotipi belli bolsa, olaryň nesliniň genotipini we fenotipini önünden anyklamaga mümkinçilik berýär. Meselem, aşakdaky meselelere seredip geçeliň we olaryň çözüliş usullaryny takyklalyň.

Birinji meseläniň şerti şeýle: nohudyň sary reňkli tohumy ýaşyl reňki dominirleýär. Gomozigot sary nohudyň gülleri ýaşyl reňkli nohudyň tozgalary bilen tozanlandyrylypdyr. Bu çaknyşdyrmada emele gelýän nesliniň genotipini we fenotipini anyklamaly. Meseläni çözmäge girişilende, ilkinji nobatda, onuň şertlerini gysgaça ýazmagy öwrenmeli.



Olar: a) alamatlar we olary kesgitleýän allel genler baradaky maglumaty we b) ata-enäniň genotipi baradaky maglumaty öz içine alýar. Alamatlar we genler baradaky maglumatlary iki setirde we iki sütünden durýan tablisa görnüşinde ýazmak amatly. Birinji sütünde alamatlary (nohutlaryň sary we ýaşyl reňki) ýazýarys. Meseläniň şertlerinde bu alamatlary kesgitleýän genleriň nähili harplar bilen belgilenendigi aýdylmandyr, ýöne şol bir alamatyň (nohudyň reňkini) dürli-dürlüliginiň şol bir harp (baş we setir) bilen belgilenýän allel genleriň jübüti bilen kesgitlenýändigini biz bilýäris. Harpy erkin saýlap almak mümkin, meselem, dominirleýji geni baş A harpy, resessiw geni bolsa setir a harpy bilen belgileýäris.

Alamat	gen
Sary reňk	A
Ýaşyl reňk	a

P.....AA x aa

### Meseläniň şertleriniň doly ýazgysy.

Şundan soň şertleriň ikinji toparynyň ýazgysyna girişmek mümkin. Meselede «Gomozigot sary nohut ýaşyl nohut bilen çaknyşdyrylýar» diýilýär. Bu şerti geniň kabul edilen belgilenilişine görä, biz şeýle görnüşde ýazmaly.

P ..... Aa x aa

Bu ýerde P – ata-ene, AA – gomozigot sary nohudyň, aa bolsa ýaşyl nohudyň genotipi (resessiw beden elmydama gomozigot bolýar, şol sebäpli bu meseläniň şertinde agzalyp geçilmeýär). Umuman, meseläniň şertini aşakdaky çyzgyda görkezilişi ýaly ýazýarys.

Şerti ýazyp bolanymyzdan soň, meseläni çözmäge – nesilleriň genotipini we fenotipini anyklamaga girişýäris. Munuň üçin, ilkinji nobatda, her bir ata-enäniň gametalaryň näçe we haýsy görnüşlerini emele getirip bilýändigini kesgitlemek zerur. Gülleri tozanlandyrylýan gomozigot sary nohudyň ýumurtga öýjükleriniň A genli bir görnüşini, tozgasy alynýan ikinji ýaşyl nohudyň bolsa gametalaryň a genli bir görnüşini öndürýändigini görmek kyn



däl. Gametalaryň görnüşlerini aýratyn setirde P (ata-ene) setiriň aşagynda ýazmaly.

Aşakda, üçünji setirde ata-enäniň gametalarynyň goşulmagy netijesinde emele gelyän çagalaryň ( $F_1$ ) genotipini ýazýarys. Şeýlelikde, bir meseläniň nesliň genotipi baradaky soragyna jogap berýäris. Nesliň fenotipini genotipiň aşagynda belleýäris. Şeýlelikde, meseläniň şertleriniň we çözügüniň doly ýazgysy aşakdaky görnüşde bolmalydyr:

Alamat	gen
Sary	A
Ýaşyl	a

P ..... AA      x      aa

Gametalar      

$F_1$  ..... Aa

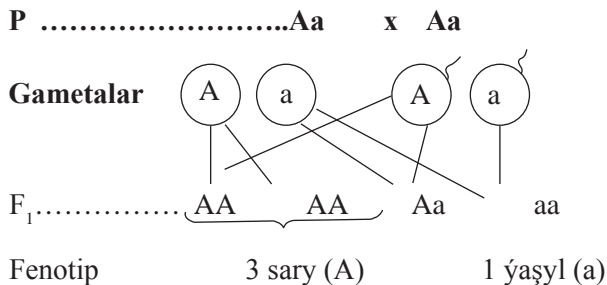
Fenotip  $F_1$  sary (A) – 100%

### Meseläniň çözülişi

Suratda görkezilişi ýaly gomozigot sary nohudy ýaşyl nohut bilen çaknyşdyrmakdan alnan nesil genotip taýdan birmenşeş (genotip Aa) we sary reňkli bolýar. Eger-de monogibrid çaknyşdyrmada ata-ene geterozigot bolsa, meseleler biraz çylşyrymlaşýar. Muňa aşakdaky meseläniň mysalynda seredip geçeliň. Şerte laýyklykda geterozigot sary nohut özi ýaly ösümlük bilen çaknyşdyrylýar. Nesliň genotipini we fenotipini anyklamak talap edilýär.

Meseläniň şertine laýyklykda ata-enäniň genotipini ýazyp, olaryň gametalaryň näçe we haýsy görnüşlerini emele getirýändigini anyklaýarys. Her ata-enäniň jyns öýjükleriniň iki görnüşini berýändigini üçin tohumlandyrmada gametalaryň dürli utgaşmalary mümkin. Olary üç usul bilen anyklap bolýar.

Birinji usul aşakdaky çyzgyda görkezilen. Birinji usuly şeýle düşündirmek mümkin. Birinji görnüşli (A) ýumurtga öýjügi birinji görnüşli (A) spermatozoid bilen tohumlandyrylyp bilner. Şeýle ýagdaýda nesliň genotipi AA bolar. Birinji görnüşli ýumurtga öýjüklere köplügi üçin olar ikinji görnüşli (a) spermatozoidler bilen hem tohumlandyrylyp bilner. Şeýle ýagdaýda nesliň genotipi Aa bolar.



### Meseläniň birinji usul bilen çözülişi

Birinji görnüşli ýumurtga öýjükleri tohumlandyrylanda, başga hili utgaşmalaryň bolmagy mümkin däl. Ikinji görnüşli (a) ýumurtga öýjükleri boýunça hasaplamalara girişýäris. Olar birinji görnüşli (A) spermatozoid bilen tohumlandyrylyp bilner. Bu ýagdaýda nesliň genotipi Aa bolar. Ýöne ikinji görnüşli ýumurtga öýjügi ikinji görnüşli (a) spermatozoidler bilen hem tohumlandyrylyp bilner. Şeýle ýagdaýda nesliň genotipi aa bolar. Gametalaryň başga hili utgaşmalary bolmaýar. Çagalaryň ýazylan dört genotipi hem deň mukdarda emele gelýärler. Sary reňkiň geniniň (A) ýaşyl reňkiň genini (a) dominirleýändigini sebäpli birinji üç utgaşma tohumlaryň sary reňkini, dördünjisi (aa) bolsa ýaşyl reňki berýär. (Fenotip boýunça dargama – 3 sary, 1 ýaşyl).

Ikinji usul genetik Pennet tarapyndan teklipe edildi we Pennetiň gözenekleri adyny aldy. Bu usul ulanylanda ýumurtga öýjükleriniň iki görnüşli spermatozoidleriň iki görnüşli bilen tohumlandyrylanda mümkin bolan ähli utgaşmalary anyklamak üçin ýönekeý grafiki usul ulanylýar. 4 öýjükdäki gözenek gurnalýar. Gözenegiň sütünleriniň ýokarsynda spermatozoidleriň görnüşleri ýazylyň, gözenegiň her setiriniň çepinde ýumurtga öýjükleriniň görnüşleri ýazylyň.

Mundan soňra, gözenegiň degişli setirleriniň we sütünleriniň kesişýän ýerinde ýerleşýän öýjüklere spermatozoidleriň we ýumurtga öýjükleriniň genleri ýazylyň. Çylşyrymly ýagdaýlarda Pennetiň gözenekleriniň ulanylmagy ýalňyşlyklaryň döremek mümkinçiligini azaldýar.





P .....		Aa		x	Aa	
Gametalar		(A)	(a)		(A)	(a)
G		(A)	(a)			
(A)		AA sary	Aa sary			
(a)		Aa sary	Aa ýaşyl			

Meseläniň ikinji usul bilen çözülişi

Üçünji usul – hasaplama usulydyr. Spermatozoidleriň görnüşlerini ( $A + a$ ) we ýumurtga öýjükleriniň görnüşlerini ( $A + a$ ) iki agza görnüşinde belleýäris we olary biri-birine köpeldýäris. Hasaplama usuly bilen ýaýlary açyp,  $F_1$ -iň genotipini alýarys.

$$(A + a)(A + a) = AA + 2Aa + aa.$$

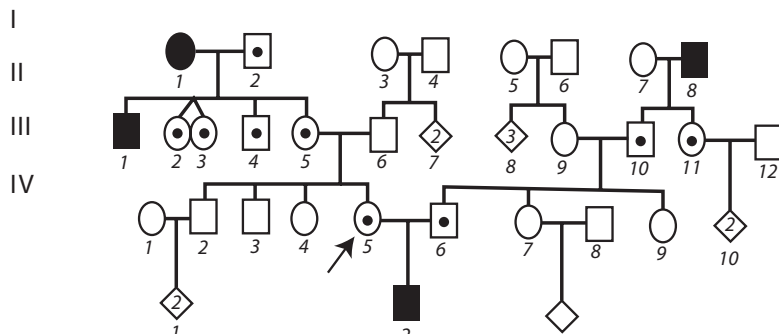
Usullaryň üçüsi hem şol bir netijäni berýär.

### Şejere usuly

Genetikanyň möhüm usullarynyň biri nesle geçýän keselli maşgalalar üçin nesil daragtyny (şejeresini) düzmekdir. Adamlaryň köpüsi öz garyndaşlaryny we mundan başga-da ýokary galýan çyzyk boýunça ata-eneleriniň (nesilleriniň garyndaşlaryny) we aşak düşýän çyzyk boýunça çagalarynyň nesillerini (çagalaryny, ýegenlerini) bilýärler (73-nji surat).

Türkmençilikde bolsa öz ýedi arkasyny bilmeklik öňden gelýän döp hasaplanylýar. Eger-de maşgalada nesle geçýän kesel bar bolsa, adatça, garyndaşlaryň haýsysynyň keselländigini bilýärler. Bu bolsa maşgalanyň üç-dört arkany öz içine alýan nesil daragtyny (şejeresini) düzmäge mümkinçilik berýär.

Hassahana ýüz tutan we nesil daragtyny düzmek üçin başlangyç nokat bolup durýan adama **proband** diýilýär. Ýalňyşlyklaryň bolmazlygy üçin diňe bir probanddan däl-de, eýsem onuň birnäçe dogan-garyndaşlaryndan alnan maglumatlary hem peýdalanmak oňaýly



73-nji surat. Şejere düzülende ulanylýan belgiler

bolýar. Ýokary galýan we aşak düşýän çyzyklar boýunça, esasan hem patologiki gen gelip çykýan ýokary galýan çyzyk arkaly garyndaşlar barada maglumatlary has doly almak zerurdyr.

Şejere tablisa görnüşinde düzülende, şertli belgilerden peýdalanylýar. Aýallar tegelekler, erkekler inedördüллер bilen belgilenilýär. Eger-de garyndaşyň jynsy barada anyk maglumat ýok bolsa, romb goýulýar. Çagalaryň düşmegi ýa-da öli doglan çagalar kiçi ölçegdäki tegelejikler, inedördüллер we romblar bilen belgilenilýär. Maşgalanyň keselli agzalary (bu ýerde gürrüň öwrenilýän nesle geçýän kesel barada barýar) reňklenen (gara), sagdynlar bolsa reňklenmedik ak tegelejikler we inedördüллер bilen belgilenilýär. Eger-de maşgalanyň sagdyn agzasynyň heterozigot kesel görterijidigini anyklamaga mümkinçilik bolsa, onda degişlilikde belginiň ortasynda nokat goýulýar. Proband peýkam bilen tapawutlandyrylýar.

Nesil daragtyndaky nesilleriň hersi aýratyn setirde ýerleşdirilýär we setiriň çep tarapynda rim sanlary bilen belgilenilýär. Nesil daragtyndaky agzalaryň öz aralaryndaky garyndaşlyk gatnaşyklaryny aňlatmak üçin aşakdaky belgiler ulanylýar. Tegelegi inedördül bilen birleşdirýän kese çyzyk – nika çyzygydyr. Olara «egin agajyndan» asylan ýaly edilip, aşakdan şol nikadan önen çagalar birikdirilýär. Ekizler «egin agajynyň» bir nokadyndan asylan, biri-birine ýanaşyk duran tegelekler ýa-da inedördüллер görnüşinde belgilenilýärler. Öýlenen çagalar öz ýanyoldaşlary bilen nika çyzygynyň üsti arkaly birleşdirilýär. Är-aýal jübütinden birnäçe çaganyň bolandygyny aňlatmak üçin, rombuň içinde olaryň sa-



nyny belleýärler. 75-nji suratda probandyň neslini (III), ýokary galýan iki nesli (II we I) hem-de aşak düşýän bir nesli öz içine alýan şejere şekillendirilen. 75-nji suratda proband (III,5) ilkinji çagasy näsagydygy sebäpli, nesliniň saglyk ýagdaýynyň nähili boljakdygy baradaky sorag bilen hassahana ýüz tutan sagdyn aýal.

Şejeräni probanddan başlap okamaly. Çyzgyda şekillendirilen şejeräni şeýle okamaly. Probandyň ejesi we kakasy (II – 5 we 6) hem-de onuň sibsleri (III – 2,3,4) sagdyn. (Sibs sözi erkek doganlar we aýal doganlar diýilýän uzyn aňlatmanyň ýerine ulanylýar. Doganoglan sibsler degişlilikde erkek doganoglan we aýal doganoglan). Probandyň kakasynyň neslinde (1-3 we II-7) kesel ýüze çykmadyr. Probandyň enesiniň neslinde onuň mamalary (I-I) we daýysy (II-I) keselläpdir. Iki ekiz daýzasy (II-2 we 3) we ikinji daýysy (II-4) sagdyn. Probandyň sagdyn erkek doganynyň (III-2) iki sany sagdyn çagasy (VI-1) bar. Probandyň adamsynyň ene-atalary (II-9 we 10) sagdyn. Adamsynyň ejesiniň neslinde (1-5 we 6; II-80) keselli ýok. Adamsynyň kakasynyň atasy (I-8) näsag bolupdyr. Adamsynyň aýal doganynyň (III-7) çagasy (IV-3) öli bolupdyr. Şejere keseliň resessiw nesil yzarlaýandygyny, probandyň we onuň adamsynyň geterozigotlygyny görkezýär.

Resessiw kesellerde (näsag – n, sagdyn – N) sagdyn garyndaşlaryň geterozigotlygyny birnäçe ýagdaýlarda doly we anyk kesgitlemek mümkindigini ýatlalyň. Ony şu aşakdakylar boýunça kesgitlemek mümkin: a) çagalaryň fenotipi boýunça. Eger çagalaryň iň bolmanda biriniň nesil yzarlaýan keseli bar bolsa (genotip-nn), onda onuň ene-atasynyň ikisinde-de n-gen bar. Biziň şejerämizde bu ýol bilen probandyň we onuň adamsynyň (III-5,6) geterozigotlygy kesgitlendi.

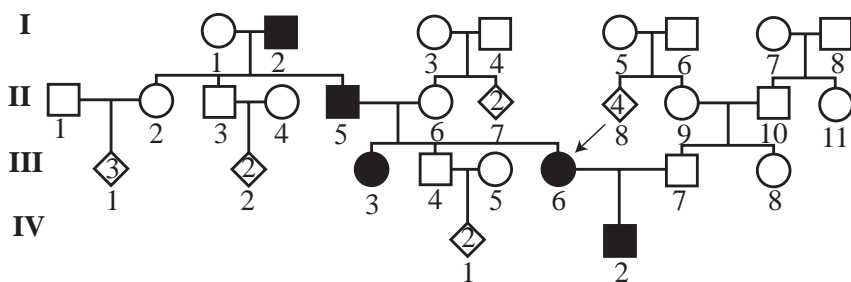
b) ene-atalaryň fenotipi boýunça. Eger ene-atalaryň biri näsag (nn) bolsa, onda onuň ähli sagdyn çagalary geterozigot (Nn). Biziň şejerämizde bu ýol bilen ikinji nesliň alty adamynyň (II-2,3,4,5 we II-10,11) geterozigotlygy kesgitlendi.

Maşgalanyň beýleki sagdyn agzalaryna degişlilikde, eger olaryň ýokary galýan çyzyk boýunça näsag ata-babasy (meselem, atasy) bar bolan bolsa, onda olaryň geterozigotlygynyň ähtimallygyny hasaplap çykarmak mümkin.



## 7.1. MESELELER

1. Probandan (III-6, peýkam bilen bellenen) alnan maglumatlar boýunça nesil yzarlaýan keselli maşgala üçin aşakda görkezilen şjere düzülen (74-nji surat).

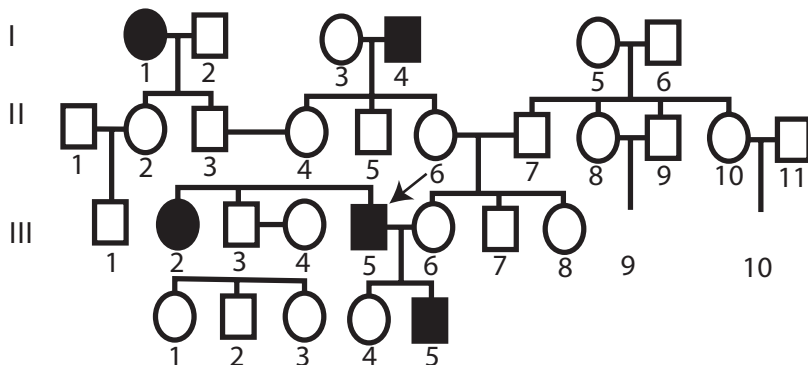


74-nji surat. 1-nji meselä degişli şjere

a) Başlangyç nokat hökmünde probandy alyp, şjeräni okaň. Probandyň I-2, II-5, III-3, IV-2 näsag garyndaşlary onuň bilen nähili garyndaşlyk gatnaşygynda bolýarlar?

b) Kesel nähili nesil yzarlaýar: dominantmy ýa-da resessiw, jyns bilen baglanyşyklmy ýa-da autosom?

2. Nesle geçýän keselli maşgala üçin şjere düzülen (75-nji surat).



75-nji surat. 2-nji meselä degişli şjere

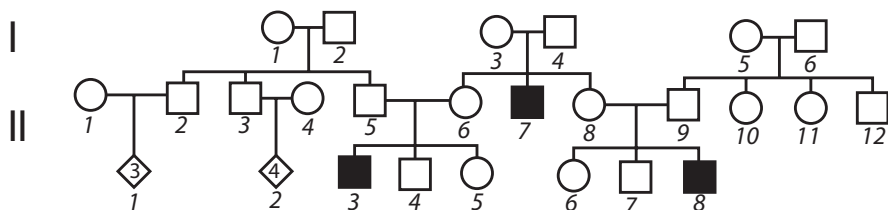
a) II-2 bilen II-4 arasynda III-1 bilen III-5 arasynda, proband bilen onuň aýalynyň arasynda garyndaşlyk barmy?



b) Kesel dominant ýa-da resessiw, jyns bilen baglanyşykly ýa-da autosom alamat hökmünde nesle geçýärmí?

ç) Şejeräniň haýsy agzalary şübhesiz geterozigot?

3. Nesle geçýän keselli maşgala üçin şeжере düzülen (76-njy surat).



76-njy surat. 3-nji meselä degişli şeжере.

a) III-3 näsag II-7 we III-8 näsaglar bilen nähili garyndaşlyk gatnaşygynda bolýar?

b) Kesel nähili nesil yzarlaýar?

ç) Şejeräniň haýsy agzalary geterozigot?

## 7.2. MONOGIBRID ÇAKNYŞDYRMA

### 1-nji mesele.

Tomat miweleri – togalak we armyt görnüşli bolýar. Togalak görnüşli miweleriň geni, armyt görnüşli miweleriň genini dominirleýär.

Eger-de tohumynda togalak we armyt görnüşli miweler deň bolsa, onda ösümlükleriň ene-atalyk genotipi nähili ýagdaýda bolar?

### 2-nji mesele.

Tomat ösümlüklerde gyzyň reňkli miweler sary reňkli miweleriň genlerini dominirleýär.

Eger-de geterozigot gyzyň reňkli miweli ösümlük bilen sary reňkli miweli ösümlük çaknyşdyrylsa, onda alnan ösümlügiň miwesi nähili reňkde bolar?

**3-nji mesele.**

Bugdaýda pes boýly gen kadaly boýly geni dominirleýär.

Eger-de ösümligiň tohumynyň  $\frac{3}{4}$  bölegi pes boýly bolsa, onda başlangyç görnüşiniň genotipi nähili ýagdaýda bolar?

**4-nji mesele.**

Süle ösümligiň uzyn boýy – resessiw, kadaly boýy – dominant.

Deň boýly nesil almak üçin haýsy ösümlikleri çaknyşdyrmak gerek?

**5-nji mesele.**

Tomat ösümliklerde kadaly boýly gen pes boýly geni dominirleýär.

Eger-de gibridleriniň ilkinji nesli özara çaknyşdyrylsa, onda haýsy tohumy almak bolar?

**6-njy mesele.**

Sary nohudyň tohumy ýaşyl nohudy dominirleýär.

a) Gomozigot sary nohut ýaşyl nohut bilen çaknyşdyrylýar. Bu çaknyşdyrmanyň netijesinde emele gelen nesilde nähili fenotip we genotip ýüze çykýar?

b) Iki sany geterozigot sary nohut çaknyşdyrylýar. Bu çaknyşdyrmanyň netijesinde emele gelen nesilde nähili genotip we fenotip ýüze çykýar?

ç) Geterozigot sary nohut ýaşyl nohut bilen çaknyşdyrylýar. Birinji nesilde nohutlaryň reňki boýunça nähili dargama garaşylýar?

**7-nji mesele.**

Kädiň miweleriniň ak öwüşgini sarysyndan agdyklyk edýär. Ak öwüşgini boýunça gomozigot kädi sary kädi bilen çaknyşdyrylanda birinji we ikinji nesliň daş keşbi nähili bolar?

**8-nji mesele.**

Gök gözli erkek (ene-atasyna bagly bolmazdan) hökmany gomozigot, sebäbi gök resessiw alamat we eger-de genotipde goýun gözli dominant gen bolsa, ol ýüze çykardy. Goýun (goňur) gözli aýal gomo



we geterozigot bolup biler, emma goýun gözli alamat dominant bolup durýar. Ýöne adatça, ol öz gök gözli kakasyndan (we şunlukda gomozigot) diňe «gök» geni kabul edip bilerdi. Şeýlelikde, agzalan aýalyň geterozigotdygyny anyklaýarys. Onuň goýun gözli çagasy hem gomozigot bolup bilmeýär, sebäbi onuň kakasy diňe gök gözli genleri özünde saklaýar. Şeýlelikde, erkekde aa, onuň ene-atasynda Aa, aýalda Aa, onuň kakasynda aa, onuň ejesinde bolsa AA ýa-da Aa, onuň çagasynyň genotipi Aa, bu ýerde A – dominant gen goýun gözli, a-resessiw gen gök göz.

Ene-atasy goýun gözli bolan, mawy gözli oğlan, kakasy mawy gözli, ejesi goýun gözli bolan, goýun gözli gyza öýlenýär.

Eger-de, belli bolşy ýaly, goýun gözlüligiň geni mawy gözlüligiň genini dominirlese, onda olaryň maşgalasynda gözi nähili reňkli nesle garaşmak bolar?

### 9-njy mesele.

Goýun gözli adam mawy gözlüni dominirleýär:

a) gomozigot goýun gözli erkek adam mawy gözli aýala öýlenýär. Olaryň çagalarynyň gözleri nähili reňkde bolar?

b) geterozigot goýun gözli erkek adam geterozigot goýun gözli aýala öýlenýär. Şeýle maşgaladan mawy gözli çaga doglup bilermi?

### 10-njy mesele.

Dominant gen adamda mawy göz agynyň döremegini şertlendirýär. Mawy göz agy zyýansyz alamat, ýöne onuň bilen birlikde kerlik we süňkleriň gowşaklygy ösýär. Göz agy mawy bolan erkek, göz agy adaty aýala öýlenýär. Olaryň çagalarynyň adaty ýa-da görkezilen kemçilikli dogulmagynyň ähtimallygy nähili?

### 11-nji mesele.

Adamda gözüň goýun göz reňki, gögünden agdyklyk edýär.

a) Goýun gözli gomozigot oğlan goýun gözli geterozigot gyza öýlendi. Olaryň gök gözli çagalary bolup bilermi?

b) Goýun gözli gomozigot oğlan, gök gözli gyza öýlendi. Olaryň çagalary gözüň haýsy reňkini miras alarlar? Eger ejeleri goýun göz



(gomozigot), kakalary gök gözli bolsa, çagalaryň gözleri nähili reňkde bolar?

ç) Goýun göz geterozigot oğlan, goýun göz geterozigot gyza öýlendi. Gök gözli çagalaryň dogulmagynyň ähtimallygyny kesgitlemeli.

### 12-nji mesele.

Tüýi gara reňkli towşan, albinizimli towşany (tüýi tegmilsiz, reňksiz tüýli, gözleri gyzyly) dominirleýär.

a) Gomozigot gara towşany albinizimli towşan bilen çaknyşdyrylanda  $F_1$ -de we  $F_2$ -de towşanlaryň tüýüniň reňki nähili bolar?

b) Geterozigot gara towşan ak towşan bilen çaknyşdyrylanda  $F_1$ -de towşanyň tüýüniň reňki nähili bolup biler?

### 13-nji mesele.

Iki sany geterozigot beden çaknyşdyrylýar.  $F_1$ -iň fenotipini we genotipini kesgitläň.

## **7.3. MONOGIBRID ÇAKNYŞDYRMA BILEN BAGLANYŞKLY NESIL YZARLAÝAN KESELLER**

### 14-nji mesele.

Adamda alty barmaklyk (polidaktiliýa) geni kadaly ýagdaýdaky barmaklary dominirleýär:

1. Eger-de ene-atasynyň ikisi hem geterozigot bolsa, onda bu maşgalada alty barmakly çaga doglup bilermi?

2. Ene-atasynyň biriniň barmaklary kadaly, beýlekisi bolsa alty barmakly bolan maşgalada kadaly barmakly çaga dogulýar.

Bu maşgalada indiki alty barmakly çagalar hem doglup bilermi?

### 15-nji mesele.

Adamda alty barmaklyk (polidaktiliýa) dominant P gen bilen belgilenilýär.





a) Geterozigot alty barmakly erkek adam elleriniň gurluşy kadaly aýala öýlenýär, olardan iki sany çaga dogulýar: baş barmakly we alty barmakly. Bu çagalaryň genotipini kesgitläň.

b) Gomozigot alty barmakly erkek adam baş barmakly aýala öýlenýär.

Bu maşgalada bir çaga dogulýar. Onuň fenotipini we genotipini kesgitläň.

### 16-njy mesele.

Erkek adamyň A-dominant geni ahondroplaziýa (el-aýaklaryň skeletiniň aşa gysgalmasy) keselini şertlendirýär.

a) Kadaly skelet gurluşly aýal geterozigot ahondroplaziýaly erkek adama durmuşa çykýar. Şu maşgaladan ahondroplaziýaly çaganyň dogulmaklyk ähtimallygyny kesgitläň.

b) Kadaly skelet gurluşly aýal geterozigot ahondroplaziýaly erkek adama durmuşa çykýar. Olaryň çagalarynyň ahondroplaziýaly bolmak ähtimallygyny kesgitläň.

### 17-nji mesele.

Amawrotiki kemakyllygyň çagalarda duş gelýän görnüşi – autosom, resessiw alamat bolup, nesilden-nesle geçýär. Köplenç, bu keseliň soňy 4-5 ýaşda ölüm bilen gutarýar.

Bir maşgalada bu kesel bilen doglan ilkinji çaga, ikinji çaga dogulmaly wagty ölýär.

Bu maşgalada doglan ikinji çaga hem şeýle keselden ejir çekip bilermi?

### 18-nji mesele.

Maşgalalaýyn mioplegiýa (el-aýaklaryň döwürleýin gaýtalanýan ysmazy) M-dominant gen bilen şertlenen.

a) Maşgalalaýyn mioplegiýa geni boýunça geterozigot näsag erkek adam sagdyn aýala öýlenýär.

b) Är-aýal bir-biri bilen garyndaş. Olaryň ikisem maşgalalaýyn mioplegiýa geni boýunça geterozigot. Olardan näsag çaganyň dogulmaklyk ähtimallygyny kesgitläň.



### 19-njy mesele

Fenilketonuriýa (aminoturşularyň çalşygynyň bozulmagy) resessiw alamat (P) hökmünde nesle geçýär.

a) Ene-atasy fenilketonuriýa geni boýunça geterozigot bolan näsag çaganyň dogulmaklyk ähtimallygyny kesgitleň.

b) Fenilketonuriýa geni boýunça geterozigot aýal, onuň ýanýoldaşy bolsa, şol geniň kadaly alleli boýunça gomozigot. Näsag çaganyň dogulmak ähtimallygyny kesgitleň.

### 20-nji mesele.

Adamyň sag eliniň işeňňirligi, çep eliniň işeňňirligini dominirleýär.

Ejesi çepbekeý bolan saglakaý oglanyň, 3 sany erkek we aýal dogany bolan. Olaryň hem 2-si çepbekeý bolan, saglakaý gyza öýlenýär. Şeýlelikde, şol aýalda ýüze çykyp biläýjek genotipi anyklaň. Şol maşgalada çepbekeý çagalar doglup bilermi?

### 21-nji mesele.

Mioplegiýa (el-aýaklaryň döwürleýin gaýtalanýan ysmazy) nesilden-nesle dominant alamat görnüşinde geçýär.

Şeýlelikde, kakasy geterozigot, ejesi bolsa mioplegiýadan ejir çekýän maşgalada kemislikli çagalar doglup bilermi?

### 22-nji mesele.

Fenilketonuriýa (aminoturşularyň çalşygynyň bozulmagy) nesilden-nesle resessiw alamat görnüşinde geçýär.

Eger-de ene-atasy bu alamat boýunça geterozigot bolsa, onda bu maşgalada nähili çagalar doglup biler?

### 23-nji mesele.

Paganininiň daşky keşbine seredilende onuň barmaklarynyň uzyndygy äşgär boldy, görşüniň pesdigi we ýürek şikesiniň bardygy anyklanyldy.

5-10 ýyldan oňa haýsy keseliň kesgidini goýdular?

**24-nji mesele.**

Adamda albinizm resessiw gen bilen kesgitlenýär. Üç çagaly, ata-eneleri albinizm boýunça geterozigot bolan maşgalada çagalary albinizmli bolmazlygynyň, hemme çagalary albinizmli bolmagynyň, hiç bolmanda bir çaga albinizmli bolar mümkinçiligi nähili?

**25-nji mesele.**

Adamyň sag eli bilen işlemek ukyby, çepbekeýliginden agdyklyk edýär. Çepbekeý däl aýal (kakasy çepbekeý bolan) çepbekeý däl erkege durmuşa çykýar. Olaryň çagalary çepbekeý bolarmy? Bu alamat boýunça erkegiň şejeresi belli däl.

**26-njy mesele.**

Gysga barmakly çagaly aýal atalygyny boýun almaýan erkege talap arzasyny berdi. Kazyýet oňa ellerini görkezmegi haýyş etdi we brahidaktiliýasynyň bardygy mälim boldy. Kazyýet ony çaganyň atasy diýip ygılan etdi. Nämäniň esasynda kazyýet şunuň ýaly karar çykaryp bildi? Brahidaktiliýa dominantmy ýa-da resessiw?

**27-nji mesele.**

Adamda nesle geçýän lal-günlügi kesgitleýän gen kadaly eşidişiň genine görä resessiw bolup durýar.

a) Lal-günlügi nesil yzarlaýan erkek adam, kadaly eşidişi bolan aýala öylendi. Çaganyň kadaly eşidişi bar. Enäniň genotipini anyklamak mümkinmi?

b) Lal-günlügi nesil yzarlaýan aýal, kadaly eşidişi bolan oglana durmuşa çykdy. Çaga lal-gün doguldy. Bu ýagdaýda ata-enäniň genotipini anyklap bolarmy?

ç) Eger ene-atasy geterozigot bolsa, onda bu maşgalada nähili çaga doglup biler?

**28-nji mesele**

Ker-lal erkek adam we aýal genetiki maslahata gelipdirler. Olar çaga isleýärler, ýöne nesle geçýän keselleriniň bardygy sebäpli



gorkýarlar. Ker-lallyk ikisinde hem genetiki esaslanan, ýöne olara jogap berýän gen, dürli jübüt hromosomlarda ýerleşen we resessiw.

Siz bu maşgala çaga dogurmaklygy maslahat berip bilersiňizmi?

## 7.4. DIGIBRID WE POLIGIBRID ÇAKNYŞDYRMA

### 29-njy mesele.

Sary reňkli nohudyň tohumy ýaşyl reňklini, ýylmanak üstli, бүдүр-сүдүр üstlini dominirleýär.

a) Gomozigot sary ýylmanak nohutda gametalaryň näçe we nähili görnüşleri emele geler?

b) Geterozigot sary ýylmanak nohutda gametalaryň näçe we nähili görnüşleri emele geler?

ç) Geterozigot sary бүдүр-сүдүр nohutda gametalaryň näçe we nähili görnüşleri emele geler?

### 30-njy mesele.

Sary nohudyň tohumy (a) ýaşyl nohudyň tohumyny (a), ýylmanak nohudyň tohumy (b) бүдүр-сүдүр nohudyň tohumyny (b) dominirleýär.

a) Geterozigot sary ýylmanak nohut, ýaşyl бүдүр-сүдүр nohut bilen çaknyşdyrylýar.  $F_1$ -iň,  $F_2$ -iň genotipini kesgitleliň.

### 31-nji mesele.

Geterozigot sary бүдүр-сүдүр nohut, heterozigot ýaşyl ýylmanak nohut bilen çaknyşdyrylýar.  $F_1$ -de nähili genotype we fenotipe garaşylýar.

### 32-nji mesele.

Digeterozigot sary ýylmanak nohut, ýaşyl бүдүр-сүдүр nohut bilen çaknyşdyrylýar.  $F_1$ -iň genotipini we fenotipini kesgitleliň.

### 33-nji mesele.

Sary бүдүр-сүдүр nohut, ýaşyl ýylmanak nohudyň tozany bilen tozanlandyrylanda nesliň ýarysy sary ýylmanak, ýarysy bolsa – ýaşyl ýylmanak boldy. Ene-ata ösümlikleriň genotipini kesgitleliň.

**34-nji mesele.**

Adamyň gözünüň reňkiniň goýun gözlüligi mawylykdan, çepbekeýligi sag eli bilen işlemek ukybyny dominirleýär. Üstesine-de iki alamatyň genleri aýry hromosomlaryň jübütinde ýerleşýärler.

Goýun göz çepbekeý däl erkek özi ýaly çepbekeý däl gök gözli aýala öýlenýär. Erkek iki alamat boýunça hem gomozigot bolanda ýa-da geterozigot bolanda nähili çaga dünýä iner?

**35-nji mesele.**

Gök gözli çepbekeý däl erkek, maşgalasynda (kakasy çepbekeý bolupdyr) birnäçe nesliniň goýun göz neberesi bolan, goýun gözli çepbekeý aýala öýlenýär. Bu iki alamata garanda bu nikadan nähili nesle garaşsa bolar?

**36-njy mesele.**

Goýun göz çepbekeý däl erkek, gök göz çepbekeý däl aýala öýlenýär. Olaryň birinji çagasynyň gözi mawy. Olaryň soňky nesliniň nähili alamatlary bolar?

**37-nji mesele.**

Adamda goýun gözli gen, mawy gözli geni dominirleýär.

Şeýlelikde, sag elin işeňnirligi, çep elin işeňnirligini dominirleýär. Bu genleriň ikisi hem aýry hromosomlarda ýerleşýär.

1. Eger-de ene-atasy geterozigot bolsa, onda bu maşgalada nähili çagalar doglup biler?

2. Eger-de kakasy çepbekeý, ýöne gözünüň reňkine görä geterozigot bolsa, ejesi mawy gözli, ýöne elleriniň işeňnirligi boýunça geterozigot bolsa, onda bu maşgalada nähili çagalar doglup biler?

**38-nji mesele.**

Mawy gözli saglakaý oğlan, goýun gözli saglakaý gyza öýlenýär.

Bularyň maşgalasynda 2 sany çaga dogulýar:

Goýun gözli çepbekeý we mawy gözli saglakaý.

Şeýlelikde, bu maşgalada indiki doguljak çaga çepbekeý, ýöne mawy gözli bolup bilermi?

**39-njy mesele.**

Şu aşakdaky janly bedenlerden gametalaryň näçe görnüşini emele geler?

- a) AA genotipli janly beden.
- b) AA BB genotipli janly beden.
- ç) aa we BB genotipli janly beden.
- d) resessiw a we b genli beden.

**40-njy mesele.**

Şu aşakdaky bedenlerden gametalaryň näçe görnüşini emele geler?

- a) Aa monogibrid.
- b) Aa Bb digibrid.
- ç) Aa Bb Cc trigibrid.

**41-nji mesele.**

Aşakdaky bedenlerden gametalaryň näçe görnüşini emele geler?

- a) Bir jübüt gen boýunça geterozigot.
- b) Iki jübüt gen boýunça geterozigot.
- ç) Dört jübüt gen boýunça geterozigot.
- d) n jübüt gen boýunça geterozigot.

## **7.5. DIGIBRID ÇAKNYŞDYRMA BILEN BAGLANÝYKLY NESIL YZARLAÝAN KESELLER**

**42-nji mesele.**

Adamda şowakörlük adaty görşi, goýun gözlülük bolsa gök gözlüligi dominirleýär.

Goýun göz, şowakör ata-enäniň ýeke-täk çagasynyň gözi gök we adaty görşi bar. Bu maşgalanyň üç agzasynyň hem genotipini kesgitlemeli.

**43-nji mesele.**

Gök göz şowakör aýalyň adaty görşi bolan, goýun göz erkek bilen guran nikasyndan, goýun göz şowakör çaga dünýä indi. Ata-enäniň genotipini kesgitläp bolarmy?

**44-nji mesele.**

Ejesiniň adaty görşi bolan gökli göz şowakör erkek, goýun gözli adaty görşi bolan aýala öýlendi. Birinji çaga goýun göz we şowakör, ikinjisi gök göz we şowakör. Çagalaryň we ata-enäniň genotipini kesgitlemeli.

**45-nji mesele.**

Adaty görşi bolan goýun göz erkek, gök göz şowakör aýala öýlenýär. Olaryň üç ogly boldy: goýun göz adaty görüşli, goýun göz şowakör we gökli göz adaty görüşli. Çagalaryň we ata-enäniň genotipini kesgitlemeli.

**46-njy mesele.**

Adamda şowakörlüligiň käbir görnüşleri, kadaly görşi dominirleýär we reňki boýunça goýun göz mawy gözi dominirleýär. Bularyň ikisiniň hem genleri goşulmadyk.

1. Ene-atasy bu iki alamat boýunça hem geterozigot bolsa, şeýle maşgalada nähili nesle garaşmak bolar?

2. Ene-atasy mawy gözli, kadaly görüşli geterozigot maşgaladan nähili nesle garaşmak bolar?

**47-nji mesele.**

Dominant alamat boýunça şowakör, resessiw alamat boýunça çepbekey oglan, iki alamat boýunça hem kadaly bolan gyza öýlenýär. Belli bolşy ýaly, olaryň ikisiniň hem fenilketonuriýadan ejir çeken aýal dogany we erkek dogany bolupdyr. Olaryň maşgalasynda birinji çaga 3 alamat boýunça hem kadaly bolupdyr, ikinji çaga – şowakör, ýöne çepbekey bolupdyr, üçünji çaga bolsa – fenilketonuriýaly eken.

1. Ene-atasynyň biriniň we 3 çaganyň genotipini anyklaň.

2. Bu maşgalada dördünji çaga ähli 3 alamat boýunça hem kadaly doglup bilermi?

**48-nji mesele.**

Albinizm – resessiw alamat. Talassemiýa – bir geniň täsirinde döreyän, nesil yzarlaýan gan keseli. Gomozigot ýagdaýda keseliň



agyr görnüşli – uly talasemiýa döreýär. Geterozigot ýagdaýda – biraz ýeňil görnüşli – kiçi talasemiýa döreýär. Çaga – albinos kiçi talasemiýadan ejir çekýär.

Şu maşgalada sag çaganyň dogulmak ähtimallygy nähili?

#### 49-njy mesele.

Maşgalada kakasy lal-ker (resessiw alamat) we maňlaýy ak tegmilli (dominant autosom alamat), ejesi – sag, ogly ker-lal we maňlaýy ak tegmilli dogulýar.

Oglana kakasynyň alamatlary geçipdir diýip aýdyp bolarmy?

#### 50-nji mesele.

Katarakta, ker-lallyk we ýokarky äňňi dişleriniň bolmazlygy resessiw autosom alamatdyr.

Maşgalada ene-atanyň biriniň katarakta, ker-lallyk we 3-nji alamat boýunça heterozigot, ikinjisiniň katarakta we ker-lallyk boýunça heterozigot, ýöne ýokarky äňňi dişleriniň ýoklugyndan ejir çekýändigi belli bolsa, şeýle maşgalada çagalary hemme 3 alamatly dogulmagy mümkinmi?

#### 51-nji mesele.

Polidaktiliýa (alty barmaklyk), şowakörlük we kiçi kök dişleriň bolmazlygy dominant autosom alamat boýunça geçip biler.

Eger-de ene-atasy bu üç ýetmezçilikden ejir çekýän bolsa, onda olaryň maşgalasynda kemis däl çaga doglup bilermi?

#### 52-nji mesele.

Biri göni saçly, beýlekisi bolsa buýra saçly, ýöne ikisiniň hem gulaklary gowy eşidýän är-aýalyň maşgalasynda göni saçly, ýöne gulagy ker çaga dogulýar. Olaryň ikinji çagasy bolsa tersine, gulagy gowy eşidýär, ýöne buýra saçly.

Belli bolşy ýaly, buýra saçlylygyň geni, göni saçlygyň genini dominirleýär, ýöne kerlik resessiw alamat bolup durýar we ol genleriň iki jübüti hem aýry hromosomlarda ýerleşýär.

Şeýlelikde, bu maşgalada geljekde buýra saçly, ker çaga doglup bilermi?





## 7.6. GAN TOPARLARYNYŇ WE REZUS-FAKTORYŇ NESLE GEÇIJILIGI

### 53-nji mesele.

Adamda ganyň I(0) topary  $I^O$  gen bilen, II (A) –  $I^A$  gen bilen, III (B) –  $I^B$  gen bilen kesgitlenýär.  $I^A$  we  $I^B$  alleller kodominant we olaryň birikmesi ganyň IV (AB) toparyny kesgitleýär.  $I^O$  gatnaşykda olar dominantdyrlar. Dürli toparly ganly adamlaryň aşakdaky genotipleri bolup biler:

<i>Ganyň topary</i>	<i>Mümkin bolan genotipler</i>
I (O)	$I^O I^O$
II (A)	$I^A I^A$ , $I^A I^O$
III (B)	$I^B I^B$ , $I^B I^O$
IV (AB)	$I^A I^B$

Eger ene-ata birinji we ikinji gan topara eýe bolsalar, onda olaryň birinde  $I^O I^O$  genotip, beýlekisinde bolsa  $I^A I^A$  ýa-da  $I^A I^O$  genotip bolýar. Olaryň çagasynyň  $I^O I^O$  ýa-da  $I^A I^O$  genotipli bolmagy mümkin, ýagny onuň birinji ýa-da ikinji gan toparly bolmagy mümkin.

Eger-de ene-ata ikinji ýa-da dördünji gan toparlaryna eýe bolsalar, onda olaryň biri  $I^A I^A$  ýa-da  $I^A I^O$  genotipli, beýlekisi  $I^A I^B$  genotipli bolar. Olaryň çagalarynyň  $I^A I^A$ ,  $I^A I^B$ ,  $I^A I^O$  ýa-da  $I^B I^O$  genotipli bolmaklary mümkin; bu genleriň hiç birisi hem birinji gan toparyna laýyk gelenok. Şunlukda, birinji gan toparly oglanjyk, birinji maşgalanyň ogly bolup biler (olar birinji we ikinji gan toparly).

Netijede, şeýle pikir etmek bolýar: birinji gan toparyna eýe bolmak üçin her ene-atadan  $I^O$  gany almaly. Emma dördünji topar ganly ene-atada olar ýaly gan ýok. Şunlukda, birinji topar ganly oglanjyk şol maşgalanyň ogly bolup bilmez, sebäbi maşgala agzalarynyň biri özünde dördünji topar gany saklaýar. (Indi aňsat barlap bolýar, ol oglanjyk başga maşgalanyň ogly). Mümkin bolan mysallaryň biri, haçanda haýsy çaganyň haýsy maşgalanyň perzendidigini anyklap bolmadyk ýagdaýynda: bir maşgala özünde ikinji we üçünji gan toparlary saklaýar, beýlekisi birinji we dördünji gan toparlaryna, çagalary bolsa ikinji we üçünji gan toparlaryna eýe. Çagalaryň haýsy enä



degişlidigini atasynyň ganyny barlamazdan bilip bolýar, meselem, bir ene birinji gan topara, beýlekisi dördünji gan topara eýe, çagalary bolsa edil eneleriniňki ýaly gan toparlara eýe.

Oglanjygyň genotipi  $I^O I^O$ , şunlukda, ol kakasyndan hem, ejesinden  $I^O$  geni alypdyr. Gyzjagazyň genotipi  $I^A I^B$ , diýmek, ol ene-atasynyň birinden  $I^A$  geni, beýlekisinden  $I^B$  geni alypdyr. Mundan şeýle netije çykarýars, ýagny ene-atasynyň biri  $I^A I^O$  genotipe, beýlekisi  $I^B I^O$  genotipe eýe. Şeýlelikde, olar ikinji we üçünji gan toparlaryny saklaýarlar. Gan toparynyň genotipi: I –  $I^O I^O$ , II –  $I^A I^A$ ,  $I^A I^O$ ; III –  $I^B I^B$ ,  $I^B I^O$ ; IV –  $I^A I^B$ . Çaga dogulýan öýde şol bir gijäniň özünde i-II-III-IV topar ganly 4 çaga dogulýar.

4 jübüt ene-atanyň gan toparlary: 1) I we II; 2) IV we I; 3) II we III; 4) III-III. Çagalary ene-atalaryna paýlaň.

#### 54-nji mesele.

Çaganyň AB toparly gany bar. Oňa iki jübüt ata-ene talapkärlik edýär. Olaryň birinde atanyň ganynyň topary – A, enäniňki – B; beýlekisinde enäniňki – AB, kakasynyňky – O. Ata-enäniň haýsy jübütiniň talaby kanagatlandyrylmaz?

#### 55-nji mesele.

Kakasynyň genotipi  $I^O I^O$ , ejesiniň genotipi  $I^A I^A$  ýa-da  $I^A I^O$ . Şunlukda, çaga kakasyndan diňe  $I^O$  geni, ejesinden bolsa  $I^A$  geni ýa-da  $I^O$  geni alyp bilýär. Birinji ýagdaýda çaganyň genotipinde  $I^A I^O$  gen emele geler we ol ikinji topar ganly bolar, ikinji ýagdaýda  $I^O I^O$  gen emele geler, ol bolsa birinji topar gana deň gelýär.

#### 56-njy mesele.

Ejesiniň genotipi  $I^O I^O$ , kakasynyň genotipi  $I^A I^O$ . Çaga hökmany ýagdaýda ejesinden  $I^O$  geni, kakasyndan bolsa – bir (we diňe bir)  $I^A$  ýa-da  $I^B$  geni alyp biler. Şonuň üçin çaga  $I^A I^O$  ýa-da  $I^B I^O$  genotipi özünde saklar. Ýöne  $I^O I^O$  ýa-da  $I^A I^B$  geni özünde saklamaz, başgaça aýdanymyzda, ol özünde ikinji we üçünji gan toparlaryny saklap, birinji we dördünji gan toparlaryny saklamaz. Görşümüz ýaly, bu ýagdaýda çaga kakasynyň hem, ejesiniň gan toparlaryny almaz.

**57-nji mesele.**

Ejesiniň genotipi  $I^O I^O$  kakasynyň genotipi  $I^B I^B$  ýa-da  $I^B I^O$ . Çaga özünde  $I^O I^O$  genotipi saklap biler, ol ejesiniň genotipine laýyk gelýär (eger-de çaga enesindenem, atasyndanam  $I^O$  geni alsa). Ejesinden ol gen hökman geçýär, kakasyndan bolsa diňe onuň genotipine  $I^B I^O$  bolan ýagdaýynda, diňe 50% ähtimallyk bilen geçýär. Şonda-da biz şol ýagdaýyň bolmagynyň mümkindigini aýtmaly.

**58-nji mesele.**

Ene-atanyň biri özüniň genotipinde  $I^A I^A$  ýa-da  $I^A I^O$  saklap, beýlekisi  $I^B I^B$  ýa-da  $I^B I^O$  genotipi saklaýar. Hemme mümkin bolan kombinasiýalara seredip geçeliň.  $I^A I^B \times I^B I^B$  nikadan diňe genotipi  $I^A I^B$  çagalar dogulýar, ol bolsa dördünji gan toparyna laýyk gelýär.  $I^A I^A$  we  $I^B I^O$  nikadan,  $I^A I^B$  we  $I^A O$  genotipli çagalar dogulýar (dördünji we üçünji gan toparlary).  $I^A I^O \times I^B I^B$  nikadan  $I^A I^B$  we  $I^B I^O$  genotipli çagalar dogulýarlar (dördünji we üçünji gan toparlary). Ahyrynda hem  $I^A I^O$  we  $I^B I^O$  nikadan,  $I^A I^B$ ,  $I^A I^O$ ,  $I^B I^O$  we  $I^O I^O$  genotipli çagalar dogulýar, ýagny ganyň dört toparynyň hemmesi hem bar. Şeýlelikde, bu ýagdaýda çagalaryň gan topary dürli bolup bilýär.

**59-njy mesele.**

Ganyň topary I bolan aýal ganynyň II topary boýunça gomozigot erkege durmuşa çykdy. Olaryň çagasy boldy. Çaganyň ganynyň topary haýsy we nähili genotipi bar?

**60-njy mesele.**

Gany I toparly aýal ganynyň III topary boýunça geterozigot erkege durmuşa çykdy. Olaryň çagalarynyň gany haýsy topar bolup biler?

**61-nji mesele.**

Ene  $I^A$  gen boýunça gomozigot, ata –  $I^B$  boýunça gomozigot. Olaryň çagalary ganyň haýsy toparyny miras alarlar?

**62-nji mesele.**

Ata-eneleri ganyň II we III topary boýunça geterozigot bolanda, çagalarynda ganyň haýsy topary bolar?

**63-nji mesele.**

Gany I toparly aýal gany IV toparly erkege durmuşa çykýar. Olaryň çagalary ata-enesinden ganyň haýsy toparyny miras alarlar?

**64-nji mesele.**

Gany II topar bolan geterozigot aýal gany I topar bolan erkege durmuşa çykdy. Olaryň çagalarynyň ganyň haýsy toparlary bolup biler we haýsylary bolup bilmez?

**65-nji mesele.**

Adamsy we aýaly ganlarynyň III topary boýunça geterozigot. Şol toparly gan bilen çaganyň dogulmagynyň ähtimallygyny kesgitlemeli.

**66-njy mesele.**

Adamsy we aýaly geterozigot we II toparly ganlary bar. Gany I, II, III we IV toparly çaganyň dogulmagynyň ähtimallygyny kesgitlemeli.

**67-nji mesele.**

Çaganyň ganyň topary kesgitlenende, çaganyň ganyň I topar dygy, ejesiniň ganyň II topar dygy, kakasynyňky bolsa I topar dygy anyklandy. Çaganyň ejesiniň genotipini kesgitlemeli.

**68-nji mesele.**

Çaganyň ganyň topary – I, ejesiniňki II, kakasynyňky – III. Ata-enäniň genotipini kesgitlemeli.

**69-njy mesele.**

Ejesiniň ganyň topary II, kakasynyňky – III, çagalarynyňky IV bolan ýagdaýynda olaryň genotipini anyklap bolarmy?

**70-nji mesele.**

Ata-enäniň biriniň gany II topara, beýlekisiniňki III topara degişli. Bu ata-enäniň çagalarynyň ganyň toparlary: a) hemmesiniňki IV



topar; b) çagalaryň ýarysy IV, galany III topar; ç) çagalaryň ýarysy IV, galany II bolanda olaryň genotipi nähili bolar?

### 71-nji mesele.

Ata-enäniň çagalarynyň ganynyň toparlary  $1/4I^A I^B$ ,  $1/4I^A$ ,  $1/4I^B$ ,  $1/I^O$  bolanda nähili genotipler mümkin?

### 72-nji mesele.

Çaganyň gany AB topara degişli. Ata-enäniň genotipleri we ganynyň toparlary barada näme aýdyp bolar?

### 73-nji mesele.

Oglanjygyň ganynyň topary I, uýasynyňky – IV. Olaryň enesiniň ganynyň topary barada näme aýdyp bolar?

### 74-nji mesele.

Çaga dogrulýan öýde iki sany oglanjygy çalyşdylar. Olaryň biriniň ata-enesiniň I we II toparly ganlary bar, beýlekisiniňki – II we IV. Çagalaryň I we II toparly ganlarynyň bardygy anyklanyldy. Çagalaryň ata-enesini kesgitlemeli.

### 75-nji mesele.

Çaganyň we enäniň ganynyň topary II, kakasynyňky I, kakasydyr öýdülýäniňki – IV topar. Olaryň haýsynyň çaganyň kakasydygyny anyklap bolarmy? Bu ýerde ejesiniň ganynyň I topara degişlidigi kömek edermi we nähili?

### 76-njy mesele.

Enäniň gany – I topar, çaganyňky – III topar. Atasynyň ganynyň topary belli däl. Kimiň ganyny (ejesiniň ýa-da atasynyň) çaga goýberip bolar? Toparyny kesgitlemezden atasynyň ganyny goýberip bolarmy?

### 77-nji mesele.

Adamda ABO ganyň toparlary köpçülikleýin allellere degişli.  $I^O$  gen ganyň toparyny şertlendirýär.  $I^A$  (III topar) allelleri  $I^O$ -ny domi-



nirleýärler we  $I^A I^B$  biri-birine görä kodominantlardyr.  $I^A - I^B$  ganyň III toparyny emele getirýärler.

Aýalyň we onuň ýanyoldaşynyň ganlary I topar. Olaryň çagasy-nyň I, II, III we IV gan toparly dogulmak mümkinçiligini kesgitleň.

### 78-nji mesele.

Är-aýal II gan toparly, geterozigot. Çaganyň I, II, III we IV gan toparly dogulmak mümkinçiligini kesgitleň.

### 79-njy mesele.

Erkek adam I gan toparly, aýaly IV gan toparly. Olaryň çagasy-nyň I, II, III we IV gan toparly dogulmak mümkinçiligini kesgitleň.

### 80-nji mesele.

Ene-ata III gan toparly boýunça geterozigot. Olaryň çagasy-nyň III gan toparly dogulmak mümkinçiligini kesgitleň.

### 81-nji mesele.

Adamyň ABO gan toparly:  $I^O I^O$ ; II –  $I^A I^A$ ,  $I^A I^O$ ; III –  $I^B I^B$ ,  $I^B I^O$ ; IV –  $I^A I^B$  alleller bilen kesgitleň. Rezus (+) gan rezus- seredeniňde dominant.

Rezus (+) II topar ganly erkek adam (onuň ene-atasy rezus (+) I-II topar ganly) rezus (+) III topar ganly aýala (onuň ejesi rezus- I topar ganly) öýlenýär.

Şu maşgalada rezus (+) IV topar ganly çaganyň bolmagy mümkinmi?

### 82-nji mesele.

Rezus (+) gan rezus (-) seredeniňde dominant. Gan ABO toparlary: I –  $I^O I^O$ ; II –  $I^A I^A$ ,  $I^A I^O$ ; III –  $I^B I^B$ ,  $I^B I^O$ ; IV –  $I^A I^B$  alleller bilen kesgitleň. Rezus (+) III topar ganly adam (ejesi rezus – I topar) rezus (-) IV topar ganly aýala öýlenipdir. Maşgalada 2 çaga bar: biri rezus (-) II topar, ikinjisi rezus (+) I topar ganly. Bir çaga ogullyk alnan. Haýsydygyny kesgitleň.

### 83-nji mesele.

Gan toparynyň genotipi:  $I^O I^O$ ; II –  $I^A I^A$ ,  $I^A I^O$ ; III –  $I^B I^B$ ,  $I^B I^O$ ; IV –  $I^A I^B$ .



Aýaly I topar ganly, ýoldaşy IV, çagasy daltonik III topar ganly. Ene-atasynyň ikisi hem reňkleri gowy saýgarýarlar.

Şeýle maşgalada sag çaganyň dogulmagy mümkinmi we ol nähili topar ganly bolup biler?

#### 84-nji mesele.

Gan toparynyň genotipi:  $I^O I^O$ ; II –  $I^A I^A$ ,  $I^A I^O$ ; III –  $I^B I^B$ ,  $I^B I^O$ ; IV –  $I^A I^B$ . Çaga dogrulyan öýde iki oglany çalşypdyrlar. Olaryň biriniň ene-atasy I-II topar ganly, ikisi hem rezus-položitel, beýlekisiniň ene-atasy II topar ganly rezus položitel we IV topar ganly rezus otrisatel. Barlaglar çagalaryň birinde I topar gan rezus otrisatel we beýlekisiniň II topar gan rezus položitel bolandygyny görkezdi.

Çagalaryň haýsy kimiň ogludygyny kesgitleň.

#### 85-nji mesele.

Adamda rezus (+) gan rezus (-)-y dominirleýär. Gan toparynyň genotipi:  $I^O I^O$ ; II –  $I^A I^A$ ,  $I^A I^O$ ; III –  $I^B I^B$ ,  $I^B I^O$ ; IV –  $I^A I^B$ .

Rezus (+) IV topar ganly aýal (kakasy  $Rh^-$  ganly)  $Rh^-$  I topar ganly adama durmuşa çykýar.

Çaganyň iki alamaty hem kakasyndan almagy mümkinmi?

#### 86-nji mesele.

Adamda gan topary ABO –  $I^O I^O$ ; II –  $I^A I^A$ ,  $I^A I^O$ ; III –  $I^B I^B$ ,  $I^B I^O$ ; IV –  $I^A I^B$ , IV – AB alleller boýunça kesgitleňýär. Rezus-položitel gan rezus-otrisatele seredeniňde dominant. Rezus – otrisatel II-III topar ganly ene-atadan rezus – otrisatel I topar ganly oğlan doguldy.

Onuň ene-atasynyň genotipi nähili?

Şu maşgalada rezus-otrisatel IV topar ganly çaga dogulmagy mümkinmi?

#### 87-nji mesele.

Adamyň eritrositinde (fenotip  $Rh^+$ ) rezus (-) şert antigeniň barlygy dominant D geni bilen kesgitleňýär. Onuň d allel bu antigeniň (fenotip  $Rh^-$ ) bolmazlygyny şertlendirýär.



Adamsynyň genotipi  $Dd I^A I^O$ , aýalynyňky –  $Dd I^B I^B$ .  $Rh^+$  ganyynyň topary IV bolan çaganyň dogmagynyň mümkinçiligi nähili?

### 88-nji mesele.

Ganyynyň topary IV rezus-otrisatel bolan oglan ganyynyň topary III rezus-položitel bolan aýala öýlendi. Aýalynyň kakasynyň gany I topar rezus-otrisatel bolupdyr. Maşgalada iki çaga bar: birinji – gany III topar rezus-otrisatel, ikinjisi – gany I topar, rezus-položitel. Kazyýet-lukmançylyk seljermesi çagalaryň biriniň nikasyz doglandygyny kesgitledi. Iki jübüt alleliň haýsysy boýunça atalyk kesgitlenýär?

### 89-njy mesele.

Kakalarynyň gany II topar rezus-položitel, ejeleriniňki IV topar rezus-otrisatel bolan çagalar haýsy gany miras alarlar? (Kakalarynyň ata-enesiniň biriniň gany I topar rezus-otrisatel bolupdyr).

### 90-njy mesele.

Kakasynyň gany III topar rezus-položiteldigi, ejesiniňki – I topar rezus-otrisateldigi belli bolanda, çaga haýsy gany miras alar? Kakasy iki alamat boýunça gomozigot.

## 7.7. JYNS BILEN BAGLANYŞYKLY NESLEGEÇIJILIK

### 91-nji mesele.

Oglana atasyndan daltonizm geçip bilmeýär, sebäbi daltonizmi kesgitleýän ýeke-täk gen onuň X hromosomynda ýerleşýär, ol bolsa ogullaryna geçmeýär (diňe gyzlaryna geçip bilýär). Oglan daltonizmiň genini diňe öz ejesinden X hromosom bilen alyp biler.

Daltonik ata öz gyzyna daltonizmiň genini saklaýan hromosomy berýär. Şunlukda, gyz geterozigot, sebäbi ol daltonizm genini saklasa-da, meseläniň şertine baglylykda reňki kadaly saýgarýar. Oňa öýlenjek ýigit daltonigiň ogly, öz atasyndan daltonizm geninden azat Y – hromosomy aldy. Öýlenjek ýigitde reňk saýgarmazlygyň ýoklugy onuň ejesinden geçen ýeke-täk X-hromosomyň şol gen bilen ze-





perlenmegine şaýatlyk edýär. Öýlenjek ýigit şol «sag» X-hromosomy özüniň ähli gyz nesillerine geçirer. Olar şoňa laýyklykda enesinden haýsy X-hromosomy alyandygyna seretmezden, reňki kadaly saýgalarlar. Doguljak ogullara degişlilikde bolsa, olaryň reňk saýgaryjylyk ukyby geterozigot eneden geçýän X-hromosom bilen kesgitlener. Ýagny ogullaryň 50%-i daltonik bolarlar.

### 92-nji mesele.

Enäniň iki X-hromosomy hem daltonizm genini saklaýar; atasynyň ýeke-täk X-hromosomy hem gemofiliýa genini saklaýar. Hemme ogullar eneden daltonizm genli X-hromosomy, atasyndan bolsa Y-hromosomy alýarlar. Şunlukda, olar daltonik bolýarlar, olarda gemofiliýa bolmaz. Hemme gyzlar enesinden daltonizm genli X-hromosomy (gemofiliýa gensiz), atasyndan bolsa gemofiliýa genli hromosomy (daltonizm gensiz) alarlar. Diýmek, olar şu genleriň hersi boýunça geterozigot, ýagny daş keşbi boýunça sag, ýöne iki keseli hem görerijiler bolar. Indi olaryň sag erkek adam bilen nikasyndan boljak ogullaryň we gyzlaryň nähili boljakdygy barada pikir etmek gyzykly.

### 93-nji mesele.

Adamda daltonizmiň (reňki saýgarmazlygyň) bir görnüşi X-hromosoma bagly bolýar. Keseliň ýagdaýy – resessiw gen, saglygyň ýagdaýy – dominant gen.

Kakasy daltonik bolan – sagdyn gyz, kakasy daltonik bolan – sagdyn oglana durmuşa çykýar. Olaryň maşgalasynda görşi nähili bolan çagalar doglup biler?

### 94-nji mesele.

Ikisiniň hem görşi kadaly bolan är-aýalyň maşgalasynda şeýle çagalar bar:

- a) ogly daltonik, ýöne gyzy sagdyn.
- b) gyzy sagdyn, ýöne onuň ogly bolup, olaryň biri sagdyn, beýlekisi daltonik.
- ç) gyzy sagdyn we onuň baş sany sagdyn ogly bar.



Olaryň ene-atasynyň, çagalarynyň we agtyklarynyň genotiplerini kesgitläň.

### 95-nji mesele.

Mawy gözli we daltonik kakasy bolan, kadaly görüşli, goýun gözli gyz kadaly görüşli, mawy gözli oglana durmuşa çykýar. Belli bolşy ýaly, goýun gözlülük geni autosom dominant alamat we daltonizmiň geni X-hromosom bilen baglanyşykly.

Olaryň maşgalasynda nähili nesle garaşyp bolar?

### 96-njy mesele.

Daltonizmden (reňki saýgarmazlyk) we kerlikden ejir çekýän oglan sagdyn gyza öýlenýär. Olaryň maşgalasynda gulagy ker, daltonik oglan, ýöne gulagy gowy eşidýän gyzjagaz dogulýar. Belli bolşy ýaly, daltonizm we kerlik – resessiw alamat boýunça geçýär. Daltonizm X-hromosom bilen baglanyşykly, kerlik bolsa – autosom alamat.

Şeýlelikde, olaryň maşgalasynda bu iki kemislik bar bolan gyzjagaz doglup bilermi?

### 97-nji mesele.

Kadaly görüşli goýun gözli, saglakaý gyz daltonik (reňki saýgarmaýan), mawy gözli, saglakaý oglana durmuşa çykýar. Olardan çepbekeý, daltonik, mawy gözli gyzjagaz dogulýar.

Belli bolşy ýaly, goýun gözlülük we sag elniň işeňňirligi özara baglanyşykly dominant autosom alamat, daltonizm bolsa X-hromosom bilen baglanyşykly resessiw alamat. Şeýlelikde, olaryň maşgalasynda indiki çaga daltonik çepbekeý bolup bilermi we onuň gözünüň reňki nähili bolar?

### 98-nji mesele.

Ejesi şowakörlükden kakasy gemofiliýadan ejir çekýän aýal, şu iki keselden ejir çekýän erkek bilen nikalaşýar. Şu maşgalada bir wagtda iki anomaliýadan ejir çekjek çagalaryň dogulmagynyň ähtimallygyny kesgitläň.

**99-njy mesele.**

Kakasy gök göz we reňk saýgarmazlykdan ejir çekýän mele gözli, görşi kadaly aýal kadaly görüşli gök göz adama durmuşa çykýar.

Mele göz alamatynyň geni nesilden-nesle autosom – dominant, reňk saýgarmazlyk bolsa resessiw we jynsy X-hromosom arkaly geçýändigini belli bolsa, şeýle maşgaladan nähili nesle garaşyp bolar?

**100-nji mesele.**

Daltonizm keseli resessiw gen X-jyns hromosomy bilen bagly. Anemiýanyň görnüşi talassemiya – autosom-dominant alamat görnüşinde nesil yzarlaýar we 2 görnüşde – gomozigot – agyr, geterozigot ýeňilräk bolýar. Kadaly görüşli, talassemiýanyň ýeňil görnüşi bolan aýal daltonik däl, ýöne daltonik we talassemiýanyň ýeňil görnüşi bolan ogully adama durmuşa çykýar.

Indiki boljak oglanyň sagdyn dogulmak mümkinçiligi nähili?

**101-nji mesele.**

Mele gözli, görüşi kadaly aýal gök göz, saglakaý we daltonik adama durmuşa çykýar. Olaryň gök göz, çepbekeý we daltonik gyzlary bolýar.

Eger-de mele göz, sag elin işjeňligi – autosom-dominant, daltonizm-resessiw we jynsy X-hromosom bilen bagly alamatdygy belli bolsa, şu maşgalada boljak çagalaryň çepbekeý ýa-da daltonik bolmak mümkinçilikleri nähili? Näsag çagalaryň gözleriniň mümkin boljak reňkleri nähili?

**102-nji mesele.**

Kakasy bir wagtda gemofiliýa we daltonizm kesellerinden ejir çekýär, ejesi bolsa sagdyn, özem şu kesel boýunça sag maşgaladan, gyz sagdyn oglana durmuşa çykýar. Şu nikadan boljak çagalaryň fenotiplerini kesgitläň.

**103-nji mesele.**

Adatça gemofiliýa keseli (ganyň lagtalanmazlygy) resessiw we X-hromosom bilen baglanyşykly alamat görnüşinde nesilden-nesle geçýär.



Gemofiliýa keselli oğlan sagdyn gyza öýlenýär. Olaryň maşgalasynda sagdyn ogullar we gyzlar doglupdyr. Olar hem gemofiliýa bilen kesellemedik adamlar bilen durmuş gurupdyrlar.

Olaryň agtyklarynda gemofiliýa keseli ýüze çykyş bilermi?

#### 104-nji mesele.

Gemofiliýa keselli oğlan kakasy gemofiliýa keselinden ejir çeken, sagdyn gyza öýlenýär.

Olaryň maşgalasynda sagdyn çaga doglup bilermi?

#### 105-nji mesele.

Gemofiliýaly erkek adam kakasy gemofiliýaly sagdyn aýala öýlenýär. Sagdyn çaganyň dogulmak mümkinçiligini kesgitläň.

#### 106-njy mesele.

Kakasy we ogly gemofiliýaly, mele gözli, ejesi gök göz we gan lagtalanýşy kadaly. Gemofiliýa geni X-hromosomda, gözüň reňki – autosom alamat. Oğlan hemme alamatlary kakasyndan alypdyr diýip aýdyp bolarmy?

#### 107-nji mesele.

Adamda gemorragik diatez – resessiw a gen bilen dörän allergiki nesle geçýän kesel bar. Bu genleriň allelleri X we Y-hromosomda ýerleşýär. Eger maşgalada:

a) aýaly sagdyn, äri syrkaw (ikisi hem gomozigot);

b) äri sagdyn, aýaly syrkaw (ikisi hem gomozigot) bolsa nähili çagalaryň boljakdygyny kesgitläň.

#### 108-nji mesele.

Gipertrioz (artykmaç sülekey) keseli – Y-hromosom boýunça geçýär, polidaktiliýa (altybarmaklyk) bolsa autosom dominant.

Kakasy gipertriozly, ejesi bolsa polidaktiliýaly maşgalada bu iki alamat boýunça hem sagdyn gyzjagaz dogulýar.

Olaryň maşgalasynda indiki çaga hiç hili kemissiz doglup bilermi?

**109-njy mesele.**

Eger meýoz döwründe erkeginde we urkaçysynda jyns hromosomlaryň aýrylmazlygy bolup geçse, drozofiller ( $Xw+Y$ ) x ( $XwXw$ ) çaknyşdyrylanda zigotyň nähili genotipleri bolup biler? Her bir ýagdaýda nähili fenotipler bolup biler?

**110-njy mesele.**

Dişň garalmagy 2 dominant gen (biri autosomada, beýlekisi X hromosomda ýerleşen) arkaly geçýär. Garamtyl dişli ene-atadan kadaly dişli oğlan we garamtyl dişli gyz bolupdyr. Olaryň genotipini we fenotipini kesgitlemeli.

**111-nji mesele.**

Eger-de ejesi geterozigot autosom allelli jyns hromosomlary kadaly we kakasy autosom alleli boýunça kadaly, X jyns hromosomda dominant gen bolsa kadaly dişli gyzlaryň dogulmagy mümkinmi?

**112-nji mesele.**

Dişň garamtyl bolmagy iki dominant gen boýunça geçýär, olaryň biri autosomda, beýlekisi bolsa – X-hromosomda ýerleşýär.

Eger-de ene-atasy autosom boýunça geterozigot we jyns hromosomlarynda resesiw gen bolsa, doglan çagalaryň dişleri nahili bolar? Adamda bir resessiw gen reňk saýgarmazlygy, beýleki resessiw gen distrofiýany esaslandyrýar. Iki alamat hem jyns X-hromosomynda.

Sag aýal, kakasy myşsa distrofiýasy, ejesi – reňk saýgarmazlyk körlüğinden ejir çekýär. Bu aýal sag adama durmuşa çykýar. Olaryň 8 ogly we 3 gyz bolup, 3 gyz we 1 oğlan sag, 3 oğlan myşsa distrofiýaly, 3-si reňk saýgarmazlyk we 1-i iki patologiki alamatly bolupdyr.

Hemme maşgala agzalarynyň bolup biljek genotipini ýazyň.



## **7.8. HROMOSOMLARYŇ SANYNYŇ ÜÝTGEMEGI NETIJESINDE ÝÜZE ÇYKÝAN NESIL YZARLAÝAN KESELLER**

### **113-nji mesele.**

Ýaňy doglan çaga 5 günläp gözegçilikde bolupdyr. Sianozly, gowşak doglupdyr. Kelle çanagy nädogry ösen, ýeňsesi çykyp dur, boýny gysga, myşsa tonusy ýokarlanan we 14 günden ölýär. Çaganyň ýürek şikesinden ölendigi aýan bolýar. (47 XX,18). Sindromy kesgitläň. Ikinji çaganyň sag dogulmagy mümkinmi?

### **114-nji mesele.**

Kadaly 1-nji göwrelilikden oglan doglan. Ene-atasy 22 we 25 ýaşly, çaga wagtynda doglan, agramy 3050 g, boýy 50 sm. Çagada sianoz, demgysma, mikrosefaliýa, ýokarky dodagy ýaryk, boýny gysga, alty barmaklyk bolupdyr. Çaganyň kariotipi (47, XY, 13+); ene-atasynyň kariotipi kadaly.

Sindromy kesgitläň. Ikinji çaganyň sag dogulmagy mümkinmi?

### **115-nji mesele.**

Maşgalada bir oglan çaga akyl taýdan ösüşden galýar, gözi mongoloid tipli, kelle beýnisi kiçi. Onuň mümkin bolan kesel kesgidini goýmaly.

Muny subut etmek üçin nähili genetiki barlag geçirmeli?

### **116-njy mesele.**

Maşgalada agramy 2 kg 600 g, boýy 47 sm bolan gyz doguldy.

Ýürek şikesiniň bardygy ýüze çykaryldy. Gyzyň boýny gysga, gulaklary pes ýerleşen. Jynsy gatnaşyk döwründe infantilizm bellenilýär. Kariotipi (45 XO). Keseli anyklaň.

### **117-nji mesele.**

Iki ýaşly gyzjagaz, doglandan bäri akyl taýdan ösüşi yza galýar, gürläp we ýöräp bilenok. Mikrosefaliýa, gipertelorizm, gulaklary uly



we pes ýerleşen, gan basyşy pes, sesi gaty, pişik mawlaýşyny ýada salýar.

Sindromy kesgitläň. Kariotipiň üýtgeşmeleri.

### 118-nji mesele.

Aýalyň 16 hepdelik göwreli düwünçeginiň kariotipini kesgitläpdirler we hromosomlaryň soňky bölejiginiň ýoklugy ýüze çykarylypdyr.

Abberasiýanyň görnüşini kesgitläň.

### 119-njy mesele.

Näsagyň kariotipi barlananda hromosomlaryň belli bir bölejikleriniň beýleki hromosoma geçendigi anyklanyldy.

Abberasiýanyň görnüşini kesgitläň.

### 120-nji mesele.

Klaýnfelter sindromyndan ejir çekýän adamyň genotipinde jübüt däl-de, üçleýin jyns XXY hromosom bar. Şular ýaly kadaly däl hromosom toplumynyň emele gelmegi meýozyň nähili bozulmagy bilen baglanyşykly bolup biler? Ähli mümkin bolan ýagdaýlary barlap görüň, adam genotipinde jyns hromosomlar toplumynyň kadadan mümkin bolan gyşarmalaryny görkeziň.



## PEÝDALANYLAN EDEBIÝATLAR

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. I tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2009.
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. IV tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2011.
3. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. V tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2013.
4. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. VI tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.
5. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň dermanlyk ösümlikleri. VII tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy.
6. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanda Saglygy goraýşy ösdürmegiň ylmy esaslary. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.
7. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşin täze belentliklere tarap. Saýlanan eserler. VII tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.
8. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Bilim–bagtyýarlyk, ruhbelentlik, rowaçlyk. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.
9. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistan–abadançylygyň we rowaçlygyň ýurdy. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2015.
10. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. Ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin okuw gollanmasy. I tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.
11. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. Ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin okuw gollanmasy. II tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010.





12. *Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж.* и др. Молекулярная биология клетки, под ред. Г.П. Георгиева и Ю. С. Ченцова. Т. 1-3. – М.: Мир, 1994.
13. *Айала Ф., Кайгер Д.* Современная генетика. Пер. с англ. – М.: Мир, 1987.
14. *Билич Г.Л., Габрилович И.М.* Морфология и физиология микроорганизмов. –Грозный: Книга, 1991.
15. *Богоевленского Ю.К.* Руководство к лабораторным занятиям по биологии. – М., 1988.
16. *Бочков Н.П.* Профилактика наследственных болезней. – М.: ВОНЦ, 1987.
17. *Бочков Н.П.* Клиническая генетика. Учебная литература – М.: Медицина, 1997.
18. *Билич Г.Л., Г.С. Катинас, Л.В. Назарова.* Цитология. Учебник, издание второе, исправленное и дополненное. – Санкт-Петербург, 1999.
19. *Высоцкая Л.В., Глаголев С.М., Дымишиц Г.М.* и др. Общая биология: Учеб. для 10-11 кл. с углубл. изуч. биологии в shk. – М.: Просвещение, 1995.
20. *Слюсарев А.А.* Биология с общей генетикой (учебник) – М.1978 г.
21. *Слюсарев А.А., Жукова Г.В.* Биология, – Киев, 1987.
22. *Симпсон Д., Голбус М., Мартин Э., Сарто Г.* Генетика в акушерстве и гинекологии. Пер. с англ. – М.: Медицина, 1985.
23. *Ченцов Ю.С.* Общая цитология. –М.: Изд-во МГУ, 1984.
24. *Чебышев Н.В.* и др. Биология. –М.: ВУНМЦ, 2000.
25. *Гофман-Кадошников П.Б. Петров Д.Ф.* Биология с общей генетикой. –М., 1966.
26. *Дюв де, К.* Путешествие в мир живой клетки.-М.: Мир,1987.
27. *Козлова С.И., Демикова Н.С., Семанова Е., Блинникова О.Е.* Наследственные синдромы и медико-генетическое консультирование. Изд. 2-е. – М.: Практика, 1996.
28. *Ленинджер А.* Биохимия под ред. А.А. Баева и Я.М. Варшавского. –М.: Мир, 1967.
29. *Марничева Г.С., Гаврилов В.И.* Умственная отсталость при наследственных болезнях – М.: Медицина, 1988.



30. *Тейлор Д., Н. Грин, У. Стаут.* Биология, 3 тома. – М. Мир, 2004.
31. Тератология человека. Изд. 2-е под ред. Г.И. Лазюка. – М.: Медицина, 1991. Фогель Ф., Мотульски А. Генетика человека. Пер. с англ. – М.: Мир, 1989.
32. *Энгельгардта В.Н.* Основа общей биологии. Перевод с немецкого. – М.: Мир, 1982.
33. *Захаров А.Ф., Бенюш В.А., Кулешов Н.П., Барановская Л.И.* Атлас. – М.: Медицина, 1982.
34. *Ярыгин В.Н.* Биология. Учебник под редакцией . –М. 1985.
35. *Smith D.W.* Recognizable patterns of human malformation. Genetic, embryologic and clinical aspects. 4th/Ed. Philadelphia.:W.B. Saunders Company, 1988.
36. *Krstic R. V.* Ultrastruktur der Zelle. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York. 1976.
37. *Krstic R. V.* Die Gewebe des Menschen und der Seugetiere. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg, New York. 1984.
38. *McKusick V.A.* Mendelian Inheritance in Man. 11-th ed. Vol. 1,2. – Johns Hopkins Univ. Press, 1999.



## MAZMUNY

Sözbaşy .....	7
Giriş.....	8
<b>Lukmançylyk genetikasynyň gysgaça taryhy .....</b>	<b>10</b>
<b>I bap. Sitologiýanyň esaslary.....</b>	<b>16</b>
1.1. Janly tebigatyň gurnalyş derejeleri .....	16
1.2. Janly tebigatyň häsiýetnamasy.....	19
1.3. Biologiýa ylmynyň usullary.....	25
1.4. Öýjük – ýaşaýşyň hökmany gurluş birligidir.....	26
1.5. Prokariotik we eukariotik öýjükler .....	30
1.6. Öýjügiň gurluşy .....	31
1.7. Ýadronyň gurluşy.....	39
1.8. Hromosomlar barada umumy düşünje.....	43
1.9. Kariotip. Idiogramma. Hromosomlaryň kanunalaýyklyklary.....	51
1.10. Öýjügiň organoidleri .....	53
1.11. Nuklein kislotalarynyň nesle geçijilikdäki orny .....	75
1.12. DNK-nyň goşalanmagy .....	82
1.13. RNK-nyň görnüşleri.....	83
1.14. Beloklaryň gurluşy .....	85
1.15. Beloklaryň biosintezi .....	91
1.16. Beden öýjüklerinde nesil maglumatlarynyň üýtgemegi .....	97
1.17. Jyns öýjüklerinde nesil maglumatlarynyň üýtgemegi.....	112
1.18. Enelik jyns öýjükleriniň emele gelşi.....	120
1.19. Atalyk jyns öýjükleriniň emele gelşi.....	124
1.20. Bir öýjükli we köp öýjükli janly bedenleriň köpelişi.....	127
1.21. Klonirlemek .....	136



## **II bap. Ontogenez – janly organizmleriň indiwiidual ösüşi**

2.1. Embrional ösüşiň esasy kanunalaýyklyklary .....	140
2.2. Postembrional ösüşiň esasy kanunalaýyklyklary .....	169

## **III bap. Genetikanyň esaslary**

3.1. Genetika dersi, meseleleri, usullary. Genetika ylmyň esasy düşünjeleri .....	197
3.2. Nesle geçijiligiň kanunalaýyklyklary .....	199
3.3. Monogibrid çaknyşdyrma. G.Mendeliň birinji we ikinji kanunlary .....	202
3.4. Digibrid çaknyşdyrylma. G.Mendeliň üçünji kanuny .....	205
3.5. Gen – nesle geçijiligiň işjeň birligidir .....	207
3.6. Häzirki zaman hromosom taglymaty .....	211
3.7. Gen inženerligi .....	211
3.8. Nesle geçijiligiň hromosom taglymaty .....	216
3.9. Adamda gan toparlarynyň nesil yzarlamlary .....	224
3.10. Allel genleriň özara täsiri .....	229
3.11. Allel däl genleriň özara täsiri .....	231
3.12. Jyns hromatini .....	235
3.13. Adamda jyns bilen goşulyşan neslegeçijilik .....	239
3.14. Üýtgeýjilik we onuň görnüşleri .....	244

## **IV bap. Adamyň genetikasynyň esaslary**

4.1. Adamyň genetikasy barada umumy düşünje .....	257
4.2. Hromosom keselleriniň genetiki esaslary .....	260
4.3. Adamda autohromosomlaryň näsazlygy netijesinde ýüze çykýan keseller .....	262
4.4. Jyns hromosomlaryň näsazlygy netijesinde ýüze çykýan keseller .....	269
4.5. Genetiki mutasiýalaryň netijesinde ýüze çykýan nesilleýin keseller .....	279
4.6. Gen mutasiýalary – nesle geçiji keselleriň sebäpleri. Adamyň mutasiýasynyň gabat geliş ýygylgy we häsiýetnamasy .....	281
4.7. Gen mutasiýalary we madda çalşygynyň bozulmalary .....	283
4.8. Aminokislota çalşygynyň bozulmalary .....	285
4.9. Uglewod çalşygynyň bozulmalary .....	287



4.10. Lipid çalşygynyň bozulmasy .....	288
4.11. Birleşdiriji dokumanyň madda çalşygynyň bozulmalary.....	288

### **V bap. Lukmançylyk genetikasynyň häzirki zaman usullary**

5.1. Adamyň nesle geçijiligini öwrenmekde lukmançylyk genetikasynyň usullary.....	304
5.2. Mutasiýalar we olaryň adamda fenotipiki ýüze çykmalary. Nesil yzarlaýjy keseller barada düşünje.....	334
5.3. Nesle geçiji keselleriň önüni almak we lukmançylyk-genetiki maslahat bermek .....	336

### **VI bap. Molekulýar genetikanyň esaslary**

6.1. Molekulýar genetika barada esasy düşüňjeler. Geniň himiki häsiýetleri.....	338
6.2. Gen taglymaty barada häzirki zaman düşüňjeler .....	352

### **VII bap. Genetiki meseleleriň çözüliş usullary.....**

7.1. Meseleler.....	365
7.2. Monogibrid çaknyşdyrma .....	366
7.3. Monogibrid çaknyşdyrma bilen baglanyşykly nesil yzarlaýan keseller.....	369
7.4. Digibrid we poligibrid çaknyşdyrma .....	373
7.5. Digibrid çaknyşdyrma bilen baglanyşykly nesil yzarlaýan keseller.....	375
7.6. Gan toparlarynyň we rezus-faktoryň nesle geçijiligi .....	378
7.7. Jyns bilen baglanyşykly neslegeçijilik.....	385
7.8. Hromosomlaryň sanynyň üýtgemegi netijesinde ýüze çykýan nesil yzarlaýan keseller.....	391
Peýdalanylan edebiýatlar .....	393

Täzegül Kiçigulowa, Jahan Ballyýewa,  
Abat Hojageldiyewa, Güljermal Taganowa

## LUKMANÇYLYK GENETIKASYNYŇ ESASLARY

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Redaktorlar	<i>M. Berdiýewa, O. Bäşimowa,</i>
Surat redaktory	<i>G. Orazmyradow</i>
Teh. redaktor	<i>O. Nurýagdyýewa</i>
Neşir üçin jogapkär	<i>G. Bay'sähedowa</i>

Çap etmäge rugsat edildi 04.10.2016. Ölçeği 60x90  $\frac{1}{16}$ ,  
Şertli çap listi 25,0. Şertli-reňkli ottiski 100,25.  
Hasap-neşir listi 24,93. Çap listi 25,0.  
Sargyt № 3091. Sany 1100.

Türkmen döwlet neşirýat gullugy.  
744000. Aşgabat, Garaşsyzlyk şaýoly, 100.

Türkmen döwlet neşirýat gullugynyň Metbugat merkezi.  
744015. Aşgabat, 2127-nji (G. Gulyýew) köçe, 51/1.