

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA
MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI
O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA‘LIMI MARKAZI**

P.R. OLIMXO‘JAYEVA, D.R. INOG‘OMOVA

TIBBIYOT GENETIKASI

Tibbiyot kollejlari uchun darslik

Qayta ishlangan va to‘ldirilgan 3-nashri

52.5ya
O50

*Oliy va o'рта maxsus, kasb-hunar ta'limi ilmiy-metodik
birlashmalari faoliyatini muvofiqlashtiruvchi Kengash
tomonidan nashrga tavsiya etilgan.*

Ushbu darslik tibbiyot kollejlarning talabalari uchun tavsiya etilgan bo'lib, tibbiyot genetikasi dasturi asosida yozilgan. Kitobda turli irsiy kasalliklarning kelib chiqishi sabablari va davolash, qon-qarindosh nikohlarning oqibatlarini haqida ma'lumot berilgan.

Taqrizchilar: **M.A. ODILOV** — Toshkentdagi Y. Oxunboboyev nomli respublika tibbiyot kolleji direktori, tibbiyot fanlari nomzodi; **D.S. TO'XTASINOVA** — Sog'liqni saqlash vazirligi o'quv-uslubiy idorasi oliy toifali metodisti.

ISBN 978-9943-303-43-0

© Abu Ali ibn Sino nomidagi nashriyot,
2002-y.

© «ILM ZIYO» nashriyot uyi, 2007-y.

SO‘ZBOSHI

«*Tibbiyot genetikasi*» — antropogenetika (odam genetikasi) fanining bir tarmog‘i bo‘lib, irsiy kasalliklar to‘g‘risidagi muammolarni hal qilib beradi, ya‘ni ularning kelib chiqish mexanizmlari, klinik manzarasi, davolash tamoyillari, oldini olish choralari hamda kasalliklarni aniqlashda qo‘llaniladigan usullar o‘rganiladi. Hozirda genetikaning muhim yo‘nalishi bo‘lgan tibbiy genetika ancha rivojlanib bormoqda. Bu rivojlanish birinchi navbatda dunyo bo‘yicha pediatriya klinikasi bemorlari orasida irsiy kasalliklarning ortishi bilan bog‘liq. Ayni paytda mutatsiya natijasida yuzaga kelgan 4500 irsiy kasallik ma‘lum bo‘lib, ulardan 150 tagiga birlamchi biokimyoviy kamchilik sifatida amaliy tashxis qo‘yish mumkin. Qolaversa, tibbiy genetika maslahati, aholi orasida choratadbirlar olib borish — fanning oldiga qo‘yilgan vazifalardan biri.

O‘tgan yillar davomida tibbiyot genetikasi dasturiga juda katta o‘zgartirishlar kiritildi. Ushbu darslik qayta tuzilgan dastur asosida yozilgan bo‘lib, unda genetikaning rivojlanish tarixi haqida ma‘lumotlar kengaytirilib berilgan, irsiyatning moddiy asoslari, genetika asoslari, o‘zgaruvchanlik, tibbiyot genetikasini tekshirish usullari boblari yangi ma‘lumotlar bilan boyitildi. Shu bilan bir qatorda irsiy kasalliklar patologiyasi, profilaktikasi, davolash tamoyillarini o‘zida mujassamlashtirgan yangi boblar kiritildi.

Darslikda amaliy mashg‘ulotlar va ularni olib borish tartibiga ham o‘zgartirishlar kiritildi. Amaliy mashg‘ulotlarning soatlari ortganligi sababli, ularning soni ko‘paydi. Talabalar nazariy bilimlarni o‘zlashtirish bilan bir qatorda belgilarning nasllanish qonuniyatlarini masalalar orqali ifodalay olishlari, antropogenetika usullarini qo‘llashni o‘rganishlari va mustaqil holda yechiladigan vaziyatli masalalarni ishlay olishlari lozim. Shu sababli, darslikka vaziyatli masalalar kiritildi.

Darslikni qayta nashrga tayyorlashda turli yillarda chop etilgan ko‘plab adabiyotlar va boshqa ma‘lumotlardan foydalanilgan, buning uchun ana shu adabiyotlar mualliflariga hamda maslahat bergan hamkasblarga minnatdorchilik bildiramiz.

KIRISH

Genetika — biologiya fanining bir tarmogʻi boʻlib, barcha tirik organizmlarning irsiyat va oʻzgaruvchanlik qonuniyatlarini oʻrganadi. Irsiyat deganda, organizmlarning shunday xususiyati tushuniladiki, ular turga xos boʻlgan oʻz belgisi va xususiyatlarini bir qancha avlodlarda takrorlaydilar, yaʼni *irsiyat* — turga xos boʻlgan belgi va xususiyatlarning irsiy axborotini oʻzgarmagan holda keyingi avlodga oʻtkazishi tushuniladi. *Oʻzgaruvchanlik* — unga qarama-qarshi boʻlgan xususiyat. Oʻzgaruvchanlik asosida avlodlarda yangi belgilar hosil boʻladi. Irsiy axborot ham oʻzgaradi va keyingi avlodlarga oʻzgargan holda oʻtib boradi.

Irsiyat va oʻzgaruvchanlik juda qadimdan odamlarni qiziqtirib kelgan. Irsiyat toʻgʻrisida dastlabki tushunchalar antik davrdagi yunon faylasuflarining asarlarida uchraydi. Masalan, Gippokrat «Urugʻ va bolaning tabiati toʻgʻrisida» asarida shunday yozgan edi: «Urugʻ butun tanani hosil qiladi, sogʻlom urugʻdan tananing sogʻlom qismlari, kasal urugʻdan esa, kasal qismlari hosil boʻladi. Kaldan kal bola, koʻk koʻzlidan koʻk koʻzli bola dunyoga keladi». Anaksagor, Aristotelning irsiyat va jinsning shakllanishi toʻgʻrisidagi dunyoqarashlari ham diqqatga sazovordir. Platon oʻzining «Siyosat» asarida jismoniy va maʼnaviy sogʻlom bolalar tugʻilishi uchun er xotinlarni qanday tanlashi, bolalarni qanday tarbiyalashni tushuntiradi.

Xuddi shunday fikrlarni Markaziy Osiyo olimlarining asarlarida ham koʻrishimiz mumkin. Jumladan, Abu Ali ibn Sino oʻzining irsiyat sohasidagi ilmiy kuzatishlari asosida, agar odam baquvvat va sogʻlom boʻlsa, uning avlodi ham shunday baquvvat va sogʻlom boʻladi, deb xulosa chiqargan. Abu Ali ibn Sino odamning urugʻ suyuqligini tadqiq qilib, shu haqda bugungi fan uchun ham qimmatli boʻlgan maʼlumotlarni yozib qoldirgan. U birinchi boʻlib,

ayrim kasalliklar nasldan naslga suyak suradi, xastaliklarning namoyon bo'lishi mijozga bog'liq, fikrini bildirgan. Abu Ali ibn Sino asarlarida odam tabiatini shakllantiradigan belgilari (fenotipi) va irsiy omillari (genotipi)ning o'zaro munosabatlari to'g'risida qimmatli fikrlar mavjud.

Yuqorida ko'rib o'tilganlardan tashqari, irsiyat to'g'risida muhokama qilib yaratilgan anchagina boshqa «nazariyalar» ham oldinga surilgan edi. Biroq, irsiyat va o'zgaruvchanlik to'g'risidagi ta'limotning progressiv taraqqiyoti mana shu «nazariyalarga» bog'lanmasdan, balki irsiyat ustidagi tekshirishlarning, asosan, aniq tajriba va kuzatuvlarga suyangan yo'nalishiga bog'liq bo'lib qoldi. Bu yo'nalish eksperimental genetika, deb nom oldi va juda samarali bo'lib chiqdi.

Eksperimental genetika yo'nalishining asoschisi chex tadqiqotchisi Gregor Iogann Mendeldir, u 1865-yilda «O'simlik duragaylari ustidagi tajribalar» asarini e'lon qildi. Bu asarida u no'xat va ba'zi boshqa o'simliklarda ayrim belgilar bir-biridan mustaqil holda ota-onalardan nasllarga o'tishini ko'rsatib berdi. Ota-onalar irsiy belgilarni naslga o'tkazishda bir xil ahamiyatga ega ekanligi, belgilar shakllanishida tashqi muhit va irsiy omillar (keyinchalik bu tushuncha gen, deb nomlandi) ta'sir qilishini, ma'lum qonuniyatlar asosida bu belgilar ota-onalarning jinsiy hujayralari orqali bolalarga o'tishini ta'riflab berdi. Bu davrda, fanda hujayraning tuzilishi, ularning bo'linish mexanizmi, jinsiy ko'payishning mohiyati aniqlanmaganligi uchun G. Mendelning fikrlari to'g'ri baholanmadi. Faqat 35 yildan keyin (1900) bir vaqtda bir-biridan mustaqil ravishda gollandiyalik olim G. De Friz, nemis K. Korrens va chex E. Chermak irsiyat qonunlarini qayta ochishdi. Shu davrdan boshlab, irsiyat haqidagi fan mustaqil rivojlana boshladi va 1906-yilda ingliz biolog Betson tomonidan «genetika», deb nomlandi.

Genetika yunoncha «*genesis*» so'zidan olingan bo'lib, tug'ilish, kelib chiqish ma'nosini bildiradi. Genetikaning rivojlanish tarixini uch davrga bo'lish mumkin.

Klassik genetika davri (1900—1930) — belgilarni nasldan naslga o'tishiga taalluqli asosiy qonuniyatlarni kashf qilinish davri hisoblanadi. Bu davrda, G. Mendel qonunlari yozildi va ular qayta kashf qilindi. Betson G. Mendel qonunlari faqat o'simliklargagina xos bo'lmay mikroorganizmlarga, hayvonlarga va odamlarga ham

oid ekanligini ko'rsatdi. 1903-yilda B. Iogannsen irsiyati bir xil bo'lgan organizmlarda irsiy belgilarning nasldan naslga o'tish qonuniyatlarini aniqladi va 1909-yilda irsiy belgilarni *gen*, deb atadi. 1909—1911-yillarda amerikalik olim T. Morgan irsiyatning xromosoma nazariyasini yaratdi va irsiy belgilarni yuzaga chiqaruvchi genlar xromosomada joylashgan bo'lib, shu xromosomalar orqali nasldan naslga o'tishini aniqladi.

Neoklassitsizm davri (1930—1953) — irsiyatning sitologik asoslari va xromosomalar tuzilishiga oid qoidalarni kashf qilinish davri hisoblanadi. Bu davrda gen to'g'risidagi tushunchalar mustahkamlandi va gen ta'limoti yaratildi. Genetikaning neoklassitsizm davri irsiyatning hujayra darajasida o'rganish davriga to'g'ri keldi. Irsiy axborotni o'zida saqlovchi va uni yuzaga chiqaruvchi omil aniqlandi. Irsiyatni molekular asosini aniqlashda rus olimi N.K. Kolsovning hissasi katta. Uning fikricha, irsiy axborotni o'zida saqlovchi va uni yuzaga chiqaruvchi omil oqsildan iborat. Lekin hozirda bu oqsil emas, DNK ekanligi ma'lum bo'ldi. Shunga qaramasdan, N.K. Kolsovning fikri juda katta ahamiyatga ega, chunki irsiy modda materialistik nuqtayi nazardan ma'lum modda ekanligi asoslangan edi. Keyinchalik A.S. Serebrovskiy (1929) drozofila pashshasiga rentgen nurlarini ta'sir qilib, genning bo'lishi mumkinligini isbotladi. 1940-yillarga kelib, G. Bidl va Y. Tatum gen ishtirokida fermentning sintez qilishini, ferment orqali esa, belgining yuzaga chiqishini ko'rsatishdi. 1944-yilda amerikalik olim O. Everi irsiyatning moddiy asosi DNK molekulasi ekanligini isbotlab berdi. Rossiyada neyrogenetika fani rivojlana boshladi. S.N. Davidenko birinchi bo'lib, tibbiy genetik maslahatga katta e'tibor berdi. Genetikaning turli usullari yordamida irsiy kasalliklarni o'rgandi. Shunday qilib, genetikaning bu rivojlanish davrida genning bo'lishi mumkinligini, DNKning irsiyatdagi roli va shunga o'xshash muhim masalalar hal qilindi.

Sintetik genetika davri (1953-yildan hozirgacha) — irsiyatning molekular asoslari va ularning kimyoviy tarkibi, strukturasi o'rganilib, irsiy axborotni sun'iy yo'l bilan ma'lum maqsadga muvofiq o'zgartirilishini o'rganadi. Genetikaning sintetik davrida asosiy e'tibor DNKga qaratildi va uning kimyoviy tarkibi hamda strukturasi o'rganila boshlandi. Kolumbiya universitetining biokimyoyo olimi G. Chargaff DNK tarkibida azotli asoslardan adenin (A)

timin (*T*) miqdoriga to'g'ri kelishi, guanin (*G*) sitozin (*S*) miqdoriga to'g'ri kelishini aniqladi. 1953-yilda D.J. Uotson va F. Krik DNK molekularining strukturasi bir-biriga o'ralgan ikki parallel zanjirdan iborat ekanligini isbot qilishdi. 1955-yilda gen bir chiziq bo'ylab joylashgan nukleotidlardan tashkil topganligi aniqlandi. Bu kashfiyot mutatsiyalarni tushunishga katta yordam berdi. 1970-yilga kelib, bir qancha olimlarning kashfiyotlaridan so'ng genetik axborot faqat DNKdan RNKga emas, RNKdan DNKga o'tishi, mumkinligi isbotlandi. Odam genetikasiga bag'ishlangan bir qancha konferensiyalar o'tkazildi va nihoyat tibbiyot genetikasi paydo bo'ldi. Odamda xromosomalar soni va ularning morfologiyasi to'liq aniqlandi. 1968-yilga kelib, odam xromosomalaridagi ayrim genlarning joylashishi aniqlandi. Keyingi yillarda esa, xromosomalarni maxsus usullar yordamida bo'yash bilan ularning genetik xususiyatlari yana to'liq o'rganila boshlandi.

Sun'iy sharoitda rekombinat DNK olish va genlarni klonlash, gen injeneriyasi, hujayra injeneriyasi kabi yangi sohalar ochildi. 1975-yilda ingliz olimi Keler va Malshteyin sun'iy sharoitda antitelo sintezlovchi limfotsit hujayrasi bilan cheksiz bo'linuvchi rak hujayrasini bir-biriga qo'shish natijasida tabiatda uchramaydigan gibrid hujayra yaratishdi (uni gibridoma deb atashdi). 1977-yilda ingliz olimi J. Gerdon yuksak hayvonlar klonlarini yaratish biotexnologiyasini ishlab chiqdi. 1988-yilda olimlar odam genomini aniqlash ustida xalqaro dastur asosida ish boshlashdi. Bu dasturda 20 davlat olimlari ishtirok etmoqda. Bular qatorida O'zbekiston olimlari ham gen va hujayra injeneriyasiga asoslangan muammolarni o'rganishmoqda.

Hozirgi davrda 10000 dan ortiq turli kasalliklar ma'lum bo'lib, ularning 3000 dan ortig'i irsiyatga bog'liqdir. Masalan, gepertoniya, diabet, ayrim ko'r va soqov bo'lish holatlari, xafla o'smalar kabi kasalliklar gendagi mutatsiyalar natijasi ekanligi aniqlandi. Epilepsiya, gigantizm kasalligini keltirib chiqaruvchi gen o'rganildi. 1997-yilda gen strukturasi o'rganilishi turli gen kasalliklarining kelib chiqish sabablarini ochib berdi.

XX asrning har 10 yilligi ichida genetika sohasida bir qancha asosiy kashfiyotlar qilindi. Sekin-asta bu fan biologiyadan ajralib chiqib, o'zining tarmoqlariga ega bo'ldi: molekular genetika, biokimyoviy genetika, sitogenetika, radiatsion genetika, populyatsion genetika, odam genetikasi va tibbiyot genetikasi.

Genetika sohasida odam irsiyatini o‘rganish juda tez rivojlanib bormoqda. Odam genetikasi fani — uning morfologiyasi, fiziologiyasi, biokimyosi bilan bir qatorda zamonaviy tibbiyot fanining nazariy poydevorini tashkil qiladi. U odamlarda bo‘ladigan irsiy o‘zgarishlarni, hayotning molekular-genetik, hujayra, organizm, populatsiya darajasida tadqiq qiladi. Bu fan o‘z nazariyalarini evolutsion ta’limot, biogenetik qonun, ontogenez kabi biologik qonuniyatlar bilan bog‘lab tushuntiradi.

Tibbiyot genetikasi, odam genetikasi fanining bir bo‘limi bo‘lib, insonlarda yuzaga keladigan irsiy o‘zgarishlarni, nasldan naslga o‘tadigan irsiy kasalliklarning qonuniyatlarini patologiya nuqtayi nazaridan tadqiq etadi. Tibbiyot genetikasining asosiy qismini klinik genetika tashkil qiladi. U irsiy kasalliklarning etiologiyasini, patogenezini, klinikasini, diagnostikasini, oldini olish va davolash yo‘llarini o‘rganadi. Tibbiyot genetikasining vazifasi — irsiy kasalliklarga moyillik tug‘diradigan muhitini aniqlash, atrof-muhitni muhofaza qilish, ijtimoiy-gigiyena sharoitlarini yaxshilash, bunday kasalliklarning oldini olishga qaratilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqishdan iborat.

Hozirgi vaqtda tibbiyot genetikasi juda tez rivojlanib borayotgan fanlar qatoriga kirib, quyidagi yo‘nalishlarga ega: *immunogenetika* — immunitet reaksiyalarining amalga oshishida irsiyatning ahamiyatini o‘rganadi; *farmakologik genetika* — turli dorilarni odam organizmiga ko‘rsatadigan ta’sirini o‘rganadi; *demografik genetika* — odamlardagi ayrim belgi, xossalarning jahon aholisi orasida qanday tarqalishini aniqlash bilan shug‘ullanadi; *klinik genetika* — irsiy kasalliklarning etiologiyasi, patogenezi va klinikasini o‘rganadi; *ekogenetika* — tashqi muhit omillarini insonlarga ta’sirini o‘rganadi.

Yuz yillik rivojlanish tarixiga ega bo‘lgan odam genetikasi fanining asosiy qoidalarini har bir malakali tibbiyot xodimi bilishi lozim:

- irsiy kasalliklar, odamning umumiy irsiy o‘zgaruvchanligining bir qismi hisoblanadi. Normadagi irsiy belgilar va xususiyatlar bilan o‘zgarishga uchragan irsiy belgilar orasida aniq chegara yo‘q. Bitta genni o‘zida ham neytral, ham patologik mutatsiyaga uchragan qismi bo‘lishi mumkin;

- irsiy belgilar va kasalliklarni yuzaga chiqishida ikki omil ishtirok etadi: irsiyat (genotip) va muhit. Hamma hayotiy jarayonlarda irsiyat va muhit o‘rtasida o‘zaro bog‘liqlik bo‘ladi. Ba’zi bir

belgi yoki kasallikni yuzaga chiqishida irsiyat asosiy omil hisoblanasa, ba'zilarida muhit asosiy hisoblanadi. Lekin baribir ikkisi doimo birgalikda ta'sir ko'rsatadi;

- evolutsiya jarayonida insoniyatda juda ko'p mutatsiyalar sodir bo'lgan va ming yillar davomida odam genofondida yig'ilib borgan. Hozirda ham odamlarda doimiy ravishda mutatsiyalar sodir bo'lib turadi va odam genofondiga ta'sir qiladi. Tabiiy tanlash natijasida esa, bu mutatsiyalar saqlangan va ko'paygan yoki butunlay yo'q bo'lgan;

- hozirgi zamon odamlarining irsiyatida ikkita asosiy komponent bor. Birinchisi evolutsiya va insonning rivojlanish tarixi jarayonida yig'ilgan va nasldan naslga o'tib kelayotgan patologik mutatsiyalar, ikkinchisi yangi hosil bo'layotgan somatik va jinsiy hujayralardagi o'zgarishlardir. Hozirda hosil bo'layotgan yangi o'zgarishlar mutagen omillar ta'sirida (radiatsiya, kimyoviy vositalar va boshqa omillar) ortib bormoqda;

- insonning yashash tarzi, turmushi, oilani rejalashtirishi ham keskin o'zgarib bormoqda. Odam evolutsion jarayonida bo'lmagan yangi tashqi omillar bilan to'qnash kelayotir. Undan tashqari, ijtimoiy va ekologik tomondan ko'p qiyinchiliklarga uchrayapti. Bu esa, yangi patologiyalarni rivojlanishiga olib keladi. Aholi o'rtasida migratsiya jarayonining ko'payishi, har xil nikohlarni ortishi insonlarning genetik strukturasi ta'sir ko'rsatmoqda.

Tibbiyot sohasidagi yutuqlar irsiy kasallarning umrini uzaytishiga, ularning sog'lig'ini tiklanishi va sonining populatsiyada o'rtasiga olib kelmoqda. Irsiy kasal yoki irsiy kasallikni tashuvchi odam sog' odamlar bilan bir qatorda o'z huquqiga ega. Tibbiyotdagi har bir yangilik, yangi kashfiyot irsiy kasallikka ega bo'lgan bemorlarni davolash va kasalliklarning oldini olishda yangi imkoniyatlarni ochmoqda.

Genetikani tibbiyotdagi o'rni va ahamiyati juda kattadir. *Birin-chidan*, genetika tibbiyotning nazariy poydevori bo'lib, tibbiyot xodimlarining ongini biologik tomondan kengayishi va chuqurlashtirishiga olib keladi. Genetik qoidalar va qonunlarni puxta o'zlashtirib organizmni individual rivojlanishini va undagi kasalliklarning kelib chiqish sabablarini to'g'ri tushunadi va talqin qiladi. *Ikkin-chidan*, tibbiyot genetikasi hamma sog'liqni saqlash tarmoqlariga, klinik fanlarga chuqur kirib bormoqda. Uning yutuqlari bu fanlarni chuqur va har tomonlama puxta o'rganish hamda o'zlashtirishga olib keladi.

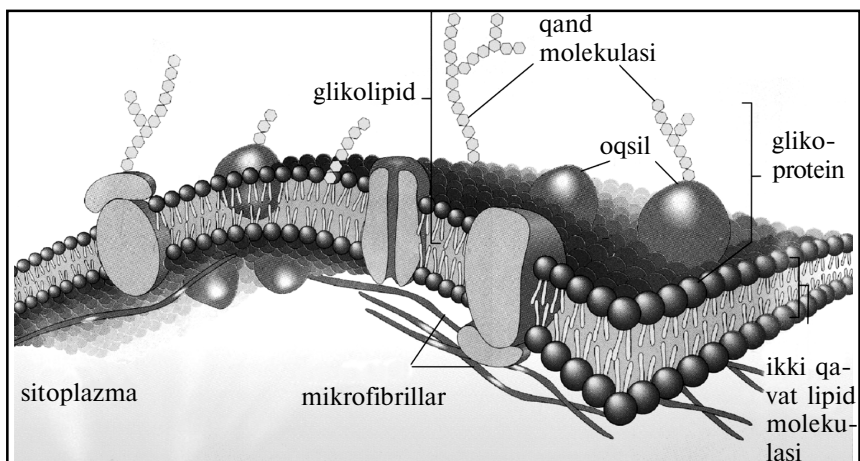
1-bob. IRSIYATNING SITOLOGIK ASOSLARI

1.1. Hujayraning tuzilishi va funksiyasi

Hujayra (lotin. *cellula*; yunon. *sytos*) — tirik materiyaning asosiy yashash shakli. Hujayra deb, yadro va sitoplazmaga differensiallashgan, energiyani yutish, sintez qilish, o‘z-o‘zidan ko‘payish hamda qisqarish va ta’sirlanish xususiyatlari bilan xarakterlangan tiriklikning eng kichik birligiga aytiladi.

Odam organizmi barcha tirik organizmlarga o‘xshab hujayralardan tashkil topgan bo‘lib, soni shunchalik ko‘pki, sanog‘ini taxminiy ko‘rsatish imkoniyati ham mavjud emas. Hujayralarning tashqi ko‘rinishi juda ham xilma-xildir. Ularning shakli sharsimon, ko‘p qirrali, yulduzchasimon, shoxlangan, o‘simtalari bor, duksimon silindrsimon bo‘lishi mumkin. Odatda, hujayraning shakli uning bajaradigan vazifasiga bog‘liq. Masalan, *qon hujayralari* — yumaloq, shaklini o‘zgartira oladigan; *mushak hujayralari* — uzunchoq, qisqarish va yozilish xossasiga ega; asab hujayralari — yulduzsimon bo‘lib, o‘simtalarga ega. Ular ta’sirotni qabul qilish va o‘tkazish vazifalarini bajaradi. Lekin ularning tashqi tuzilishi bir xil bo‘ladi. Tuzilishidagi bu o‘xshashliklar hamma eukariot organizmlarning kelib chiqishi bir ekanligini ko‘rsatuvchi dalil bo‘lib xizmat qiladi.

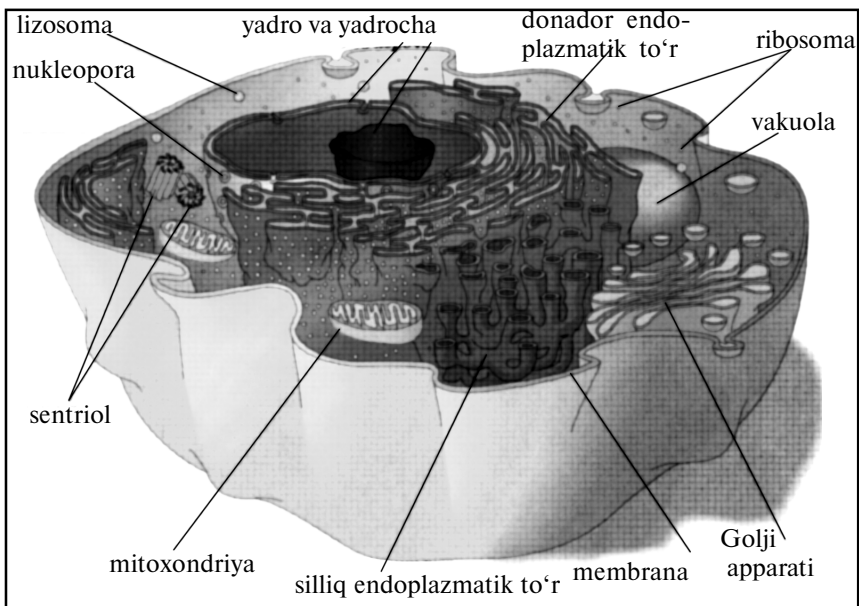
Hujayra tashqi tomondan qobiq (membrana) bilan o‘ralgan bo‘lib, odam va hayvon hujayrasida bu qobiq yupqa va elastikdir. Uning tuzilishini faqat elektron mikroskopda ko‘rish mumkin. Hujayralardan hosil bo‘lgan to‘qimalarning pishiqligi hujayralar ichida yoki hujayralararo moddasida ipsimon (fibrillar) strukturalarning borligi natijasidir. Hozirgi vaqtda ko‘pchilik olimlar tomonidan hujayra qobig‘ining suyuqlik — mozaika modeli qabul qilingan. Bu modelga ko‘ra, membrananing asosini ikki qator joylashgan lipid molekulari va unda suzib yuradigan ayrim joylarida esa, botib turadigan oqsil molekularidan iborat (1-rasm).



1-rasm. Hujayra membranasining tuzilishi.

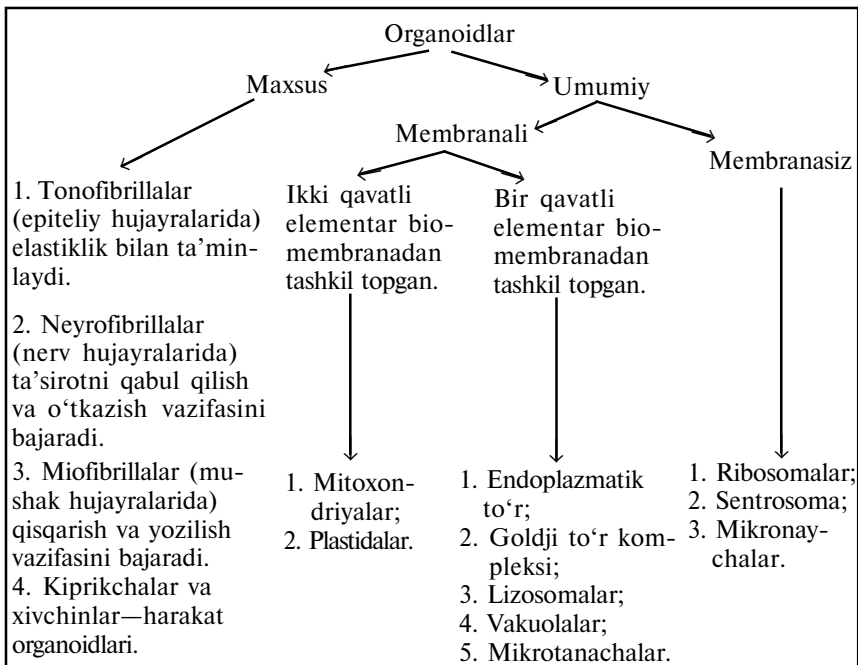
Uning qalinligi oʻrtacha 7–10 nm.dan iborat. Membrananing tashqi yuzasida glikoproteidlar glikolipidlardan tashkil topgan retseptorlarni koʻrish mumkin. Bu glikoproteidlar bir xil tipdagi hujayralarning bir-biriga yopishib toʻqimalar hosil qilishini taʼminlaydi. Membrana hujayrani tashqi muhitdan chegaralab turadi, uni himoya qiladi, har xil moddalarni tanlab oʻtkazishi tufayli hujayra ichki muhiti tarkibini idora qiladi. Hujayra ichini sitoplazma toʻldirib turadi (2-rasm).

Sitoplazma — hujayraning hamma tarkibiy qismlarini bir-biri bilan bogʻlab, ular orasidagi aloqalarni amalga oshirishda muhim rol oʻynaydi. Sitoplazmaning asosini — gialoplazma (tiniq oynasimon rangsiz suyuqlik) tashkil qiladi. U kolloid eritma boʻlib, tarkibida 85 % suv, 10 % oqsil, 5 % boshqa moddalardan tashkil topgan. Sitoplazmaning ichida organoidlar joylashadi. Organoidlar vazifasiga koʻra, umumiy va maxsus xillarga boʻlinadi. Vazifasi umumiy organoidlar har qanday hujayralarda mavjud boʻlib, ular hujayraning hayot faoliyati uchun zarur funksiyalarni bajaradi. Maxsus organoidlar ayrim hujayralarga xos boʻlib, xususiy funksiyalarni bajarishga moslashgan boʻladi. Masalan, nafas yoʻllaridagi kiprikchalar, spermatozoidning xivchini, nerv hujayralaridagi neyrofibrillar (1-jadval).



2-rasm. Hayvon hujayrasining tuzilishi.

1-jadval



Endoplazmatik to‘r — devori elementar lipoproteidli membranadan iborat, kanalchalar yoki sisternalar shoxlanib hujayraning hamma qismlarini bir-biri bilan plazmolemmani boshqa organoidlar va yadro qobig‘i bilan bog‘lab, umumiy to‘rni hosil qiladi. Endoplazmatik to‘r o‘z tuzilishiga ko‘ra, ikkiga: donador va silliq endoplazmatik to‘rga bo‘linadi. Donador endoplazmatik to‘r deb, membranasining tashqi qismida ribosomalar joylashganligi uchun shunday ataladi. Ribosomalar erkin holda ham joylashishi mumkin. Ularning kompleksi — poliribosomalar, deyiladi. Ayniqsa, embrion hujayralarida erkin ribosomalar ko‘p bo‘ladi. Donador endoplazmatik to‘rning asosiy funksiyasi uning membranasidagi ribosomalar ishtirokida oqsil sintezida qatnashishidir. Asosan hujayradan tashqariga chiqariladigan va Golji apparatiga yetkazib beriladigan oqsillar sintezlanadi. Sintezlangan oqsillar kanalchalar orqali harakatlanib, Golji apparatiga va boshqa organoidlarga yetkaziladi. Sintezlangan oqsillar uglevod birikmalari bilan qo‘shilib o‘zgaradi. Donador endoplazmatik to‘r oqsil ko‘p miqdorda sintezlanadigan hujayralarda yaxshi rivojlangan.

Silliq endoplazmatik to‘r membranalarida ribosomalar bo‘lmaganligi uchun ham shunday, deb ataladi. Silliq endoplazmatik to‘r membranalarida yog‘ va uglevod almashinishida ishtirok etuvchi fermentlar joylashadi. Shuning uchun ham uning asosiy funksiyasi uglevodlar, yog‘ va yog‘li gormonlar sintezida qatnashishidan iboratdir. Mushak hujayralarida silliq endoplazmatik to‘r mushak tolalarining qisqarishi jarayonida qatnashadi. Ter bezlarining hujayralarida, jigar hujayralarida endoplazmatik to‘r yaxshi rivojlangan.

Ribosomalar — diametri 20—30 nm bo‘lgan, membrana bilan o‘ralmagan donachalar bo‘lib, kichik va katta bo‘lakchalardan tuzilgan. Bo‘lakchalar oqsil va RNKdan tashkil topgan. Ribosomalar endoplazmatik to‘rda to‘planib polisomalarni hosil qiladi. Sitoplazmada esa, erkin joylashadi. Polisomalarda, asosan hujayradan tashqariga chiqariladigan, erkin ribosomalarda esa, hujayraning o‘z faoliyatida sarflanadigan oqsillar sintezlanadi.

Golji kompleksi — 1898-yilda italiyalik olim K. Golji tomonidan nerv hujayralarida kashf etilgan. Elektron mikroskopda tekshirilganda Golji apparati yassilangan bo‘shliqlar, yirik vakuolalar va mayda pufakchalardan tuzilganligini ko‘rish mumkin. Uning mem-

branalari silliq tuzilgan. Golji apparati bo'shliqlari endoplazmatik to'r kanalchalari bilan tutashib ketgan. Endoplazmatik to'rdagi sintezlangan moddalar Golji apparati bo'shlig'iga o'tadi. U joyda konsentratsiyalanib ma'lum shaklga kirib, tashqariga chiqarish uchun tayyorlanadi yoki hujayraning o'zida saqlanadi. Golji apparati, shuningdek, uglevodlar sintezida, lizosomalar va hujayra membranalarini hosil qilishda qatnashadi.

Lizosomalar — kattaligi 2 mkm.gacha yetadigan, yumaloq shakldagi, bitta membranali tanachadir. Uning tarkibida oqsillar, yog'lar, polisaxoridlarni parchalaydigan fermentlar bo'ladi. Lizosomalar hujayraning «hazm qilish sistemasini» hosil qiladi. Agar lizasomaning membranasi erib ketsa, u hujayra ichidagi organoidlarni ham eritib yuboradi, ya'ni *avtolizis* (o'zini hazm qilish) hodisasi ro'y beradi. Odam hujayralarida ayrim lizosoma fermentlarining yetishmasligi og'ir kasalliklarga sabab bo'ladi.

Mitoxondriyalar — hujayraning muhim organoidlaridan biri bo'lib, ular hujayrani energiya bilan ta'minlaydi. Uning shakli, o'lchami 2 mkm.dan 5 mkm.gacha bo'lishi mumkin. Bu esa, uning funksional holatiga bog'liq. Mitoxondriya ikki qavat membranali bo'lib, membranalari kimyoviy tarkibi va funksiyasi bilan farq qiladi. Tashqi membranasida teshikchalar (poralar) bo'lib silliq tuzilgan. Ichki membranasida o'siqchalar bo'lib, ular kistalar, deyiladi. Bu yerda juda ko'p fermentlar bo'lib ATF sintezlanadi. Mitoxondriyaning ichki bo'shlig'i — *matriks*, deyiladi. U yerda gistonli oqsillari bo'lmagan DNK va hujayra ribosomalaridan kichikroq ribosomalar joylashgan. U o'zi uchun kerakli oqsilni sintez qilish xususiyatiga ega.

Lekin mitoxondriyalar funksiyasi uchun zarur bo'lgan oqsilning hammasi ham uning o'zida sintezlanmaydi. Shuning uchun mitoxondriyalar yarim avtonom organoid hisoblanadi. Mitoxondriya genlari mutatsiyaga uchrasa, ba'zi irsiy kasalliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Bunday kasalliklar sitoplazmatik irsiyat qonunlariga bo'ysunadi va onadan bolaga o'tadi.

Peroksisomalar — oval ko'rinishdagi tanachalar bo'lib, 0,1—0,5 mkm kattalikdagi bir membranali organelladir. Ularning matriksi granularlangan bo'lib, markazida kristallga o'xshash strukturali fibrillar va naychalar bo'ladi. Uning tarkibida aminokislotalarni oksidlovchi katalaza fermentlari bor. Hujayra metabolismi jarayonida hosil bo'lgan aminokislotalardan gidroperoksid

H_2O_2 hosil bo‘ladi va katalaza fermenti bilan parchalanadi. H_2O_2 hujayra uchun zaharli toksin kabi ta’sir qiladi. Jigar va buyrakda siydik kislotasi almashinuvida ishtirok etadi. Peroxisomalar esa, himoya vazifasini o‘taydi.

Hujayra markazi — bu organella hamma hayvon hujayralarida va ba’zi o‘simlik hujayralarida aniqlangan. U bir-biriga perpendikular joylashgan sentriolalardan va ularni o‘rab turgan shaffof sitoplazma-sentrosferadan tashkil topgan. Sentriola naysimon bo‘lib, uning devorida 27 ta tripletlarga birikkan mikronaychalardan tashkil topgan. U hujayra bo‘linishida qatnashib, bo‘linish qutblarini hosil qiladi (bo‘linish duklari) va xromosomalarning qutblarga taqsimlanishini ta’minlaydi. Sentriolalar xivchinlar va kiprikchalarning bazal tanasini hosil qiladi.

Biz yuqorida ko‘rib chiqqan organoidlar deyarli hamma hujayralar uchun xos bo‘lganligi tufayli umumiy organoidlar, deyiladi. Maxsus (xususiy) organoidlar ma’lum bir vazifani bajaradigan hujayralardagina uchraydi. Chunonchi sodda hayvonlarning kiprikchalarini va xivchinlarini, ko‘p hujayralilar urug‘ hujayrasining (spermatozoid) xivchinini, ichak hujayralari mikrovorsinkalarini, traxeya va bronxlar kiprikchalarini, muskul hujayralarining miofibrillalarini va boshqalarni misol qilib keltirish mumkin.

Sitoplazma tarkibida doimiy bo‘lmagan kiritmalar mavjud bo‘ladi. Ularning paydo bo‘lishi yoki yo‘qolib ketishi hujayraning metabolitik faoliyatiga bog‘liq. Trofik kiritmalar — ozuqa moddalar (glikogenlar), sekretor kiritmalar bu biologik faol moddalardir (gormonlar), ekskretor kiritmalar bu hujayraning metabolizm mahsulotlaridan tashkil topgan moddalardir.

Hujayra yadrosi — sitoplazma bilan doimiy o‘zaro munosabatda bo‘lib, hujayrada kechadigan hayotiy jarayonlarda ishtirok etadi. Yadro vegetativ va generativ funksiyalarni bajaradi: *vegetativ* — hujayra faoliyatini boshqaradi, *generativ* — irsiy axborotni saqlaydi va nasldan naslga o‘tkazadi. Yadro hujayraning asosiy tarkibiy qismidir. Hujayra yadrosi, asosan, bitta bo‘ladi, ammo ikkita yoki bir nechta yadroli hujayralar ham mavjuddir (jigar, muskul). Yadro quyidagi qismlardan tashkil topgan: yadro qobig‘i, yadro shirasi, yadrocha, xromatin.

Yadro qobig‘i (kariolemma) — ikki elementar membranadan tashkil topgan bo‘lib, ularning orasida yadro atrofi bo‘shlig‘i

mavjud. Qobiqda ko'p sonli teshikchalar bo'lib, ular orqali har xil makromolekulalar tanlab o'tkaziladi. Yadro qobig'i yadro ichki muhitini sitoplazmadan ajratadi va sitoplazma bilan yadro orasidagi moddalar almashinuvini boshqarib turadi.

Yadro shirasi (karioplazma) — yadroning ichki muhiti bo'lib, unda xromatin, yadrochalar joylashgan. Yadro shirasining tarkibiga oqsillar ribonuklein kislota va nuklein kislotalarning sintezida ishtirok etadigan fermentlar, erkin nukleotidlar, aminokislotalar va boshqa moddalar kiradi.

Yadro matriksida 2—3 nm qalinlikdagi oqsil tolachalari bo'lib, ular yadro ichidagi strukturalarni birlashtirib turuvchi ichki skelet vazifasini o'taydi.

Yadrocha — dumaloq to'q bo'yaluvchi tanacha bo'lib, ularning soni hujayralarning funksional holatiga bog'liq bo'lib, bittadan o'ntagacha va undan ham ortiq bo'lishi mumkin. Yadrocha faqat interfaza holatidagi hujayralarda bo'ladi. Mitoz vaqtida ular yo'qolib ketadi va og'iriga borib qaytadan shakllanadi. Yadrocha ayrim r-RNK sintezlovchi xromosomalar tarkibida bo'ladi. Xromosomalarning bu qismi yadrocha hosil qiluvchi, deb ataladi. Xromosomalarning bu joyida r-RNK sintezi sodir bo'ladi va ribosomalar shakllanadi. Shakllangan ribosomalar yadro qobig'i orqali sitoplazmaga chiqariladi.

Xromatin — yadro shirasi ichida tarqalgan ingichka ipchalar ko'rinishida bo'ladi (yunon. *xromo* — bo'yoq, *soma* — tanacha so'zidan olingan). Ular ikki xil: spirallashgan va spirallari yoyilgan holatda bo'ladi. Spirallashgan holatda u *xromosoma*, spirallari yoyilgan holatda u *xromatin* deyiladi. Interfaza davrida xromosomalarning spirallari yoyilgan holatda bo'lganligi tufayli yaxshi ko'rinmaydi. Xromatin DNK va gistonli oqsillardan tashkil topgan bo'ladi.

1.2. Xromosomaning tuzilishi va funksiyalari.

Odam kariotipi

Xromosoma — yadroning asosiy tarkibiy qismi. Xromosoma haqidagi tasavvur birinchi marta 1848-yilda paydo bo'lgan. 1888-yilda V. Veldeyr yadrodagi tanachalarni xromosoma, deb atagan. Bu nom uning bo'yalish xususiyatiga ega bo'lganligi uchun berilgan. Xromosomaning bunday bo'yalishi uning tarkibidagi DNK va oqsiliga bog'liq (DNK taxminan 40 %, oqsillar 60 % ni

tashkil etadi). Xromosomalar tarkibida yana oz miqdorda RNK, yog'lar, uglevodlar, metall ionlari ham uchraydi.

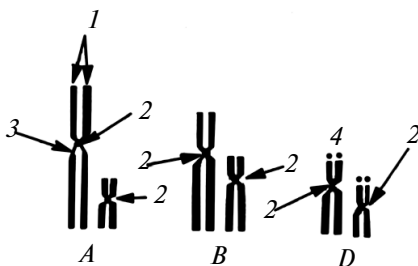
Xromosoma hujayraning bo'linish vaqtida yaxshi ko'rinadi. Ayniqsa metafaza davrida aniq bir shaklga ega bo'ladi. Bunday xromosomalar ikki hissa oshgan ikki xromatidli tanacha ko'rinishida bo'ladi. Anafazada esa, ular alohida xromosomalarni tashkil qilib bir xromatidli bo'lib qoladi. Telofazaga o'tgach, u yana ingichkalashib uzunlashadi. Bo'linayotgan hujayralarda xromosomalar to'g'ri yoki egilgan tayoqchalar shaklida bo'ladi. Xromosomalar sentromera (birlamchi belbog') bilan ikki yelkaga bo'linadi. Sentromeraning joylashishiga qarab uch turdagi xromosomalar farqlanadi:

1. Metasentrik (teng yelkali);
2. Submetasentrik (tengmas yelkali);
3. Akrosentrik (belbog'i bir uchiga yaqin).

Ba'zi xromosomalarning ikkilamchi (yadrocha hosil qiluvchi) belbog'i mavjud. Xromosomalarning bu qismi interfazada yadrocha hosil qilishda qatnashadi.

Ayrim akrosentrik xromosomalarda ikkilamchi belbog'li yo'ldoshi ham bo'ladi. Odam xromosomalarning beshtasida shunday yo'ldosh bor. Lekin ularning funksiyalari to'liq o'rganilmagan (13—15 va 21—22 juftlarida). Metafazadagi xromosomalar ikkita spiral holatda o'ralgan xromatidalaridan iborat bo'lib, ular sentromera orqali o'zaro birikadi. Bo'linish oxirida xromatidalar bir-biridan ajralib, mustaqil xromosomalarga aylanadi.

Bir xil genlar ketma-ketligiga ega bo'lgan xromosomalar — *gomologik xromosomalar*, deyiladi. Ularning tuzilishi (uzunligi, sentromeralarining joylanishi va hokazo) bir xildir. Tuzilishi va har xil genlar yig'indisidan iborat xromosomalar esa, *nomogologik xromosomalar*, deb ataladi.



3-rasm. Xromosoma tuzilishi va tiplari:

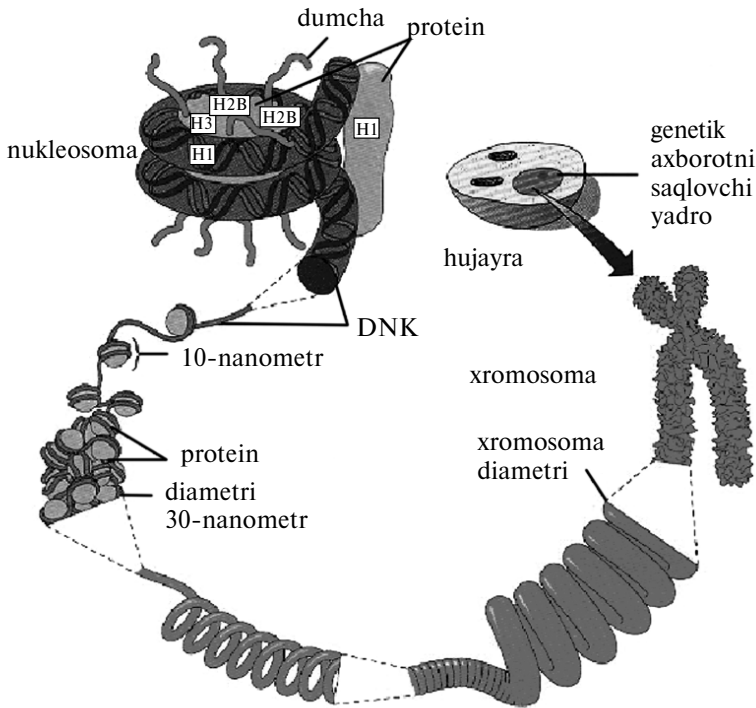
- A—metasentrik (1 va 16 xromosomalar);
B—submetasentrik (2 va 7 xromosomalar);
D—akrosentrik (13 va 21 xromosomalar);
1—xromatidalar; 2—sentromera;
3—ikkilamchi belbog'; 4—yo'ldosh.

Xromosoma elektron mikroskopda tekshirilganda uning juda ingichka iplardan tashkil topganligini ko‘ramiz, ularni nukleotid iplar yoki xromotin deyiladi. Xromotin, bu — xromosomalarni interfazadagi spirallari yoyilgan funksional faol holati. Elektron mikroskopda u ikkita bir xil bo‘lgan xromonemalardan yoki dezoksiribonukleoproteid (DNP) ipidan tashkil topganligini ko‘ramiz. Bu holatda xromatin tarkibidagi DNK sintezlanish va ikki hissa oshish xususiyatiga ega bo‘ladi. Shuning uchun funksional faol holat, deyiladi. Xromosoma esa, nukleotid iplarining maksimal spirallashgan holati bo‘lib, unda irsiy axborotning nusxa ko‘chirilishi kuzatilmaydi.

Xromosomadagi DNK molekulalari juda kattadir. Ularning kattaligi 100 mikrometrdan santimetrgacha bo‘lishi mumkin (masalan, hasharotlar bilan anfibiyalar xromosomalari yirik, zamburug‘ va suv o‘tlari xromosomalari esa, mayda bo‘ladi). Odam xromosomasining kattaligi 1—10 μ .ga teng. Odam xromosomalarining ichida eng kattasi birinchi xromosoma bo‘lib, DNK sining uzunligi 7 sm.gacha yetishi mumkin. Odamning bitta hujayrasidagi hamma xromosomalar uzunligining yig‘indisi 170 sm.ga teng keladi. Xromosomadagi DNKni uzun bo‘lishiga qaramay, bunday zich joylanishini oqsillardan tuzilgan gistonlar ta‘minlaydi. DNK molekulasi gistonlar atrofini o‘rab turadi va bloklar hosil qilib joylashadi. DNKning tarkibidagi bir blokka 8 ta giston molekulasi to‘g‘ri keladi. DNK bilan o‘ralgan gistonlarni — *nukleosoma*, deyiladi (nukleosoma bilan gistonlar birgalikda — nukleogistonlarni hosil qiladi). Nukleosomaning o‘lchami 10 nm. Ularning ko‘rinishi ipga terilgan munchoqqa o‘xshaydi. Har bir DNKning bitta spiral bo‘lib o‘ralishiga 6 ta nukleosoma to‘g‘ri keladi (4-rasm). Shu usulda xromosoma strukturasi tuziladi. Bunday tuzilish irsiy modda uzunligining ancha kamayishiga sabab bo‘ladi. Xromosoma ayrim qismlarining spiralga o‘ralish darajasi har xil bo‘ladi, shu sababli ularning bo‘yalishi ham har xildir. Xromosomalarning sust bo‘yaluvchi qismi—*euxromatin*, yaxshi bo‘yaluvchi, spiralga ko‘proq o‘ralgan qismi—*geteroxromatin*, deyiladi. Har bir xromosoma euxromatin va geteroxromatin qismlarining joylashish tartibi bilan boshqa xromosomalardan farq qiladi.

Euxromatinlar, asosan, transkripsiyalanuvchi genlardan tashkil topgan, geteroxromatinlar esa, struktura vazifasini bajaradi, deb

taxmin qilinadi. Xromosoma uchlarida geteroxromotinga boy boʻlgan telomerallari boʻladi. Ular xromosomalarning reduplikatsiyalanish jarayonida uchlari yopishib qolmasligiga va butunligi saqlanib qolishiga yordam beradi.



4-rasm. Xromosoma hujayrasining tuzilishi.

Har bir biologik turda oʻz xromosomalaringining muayyan miqdori boʻladi. Bu xususiyat *xromosomalarning sonining doimiy qoidasi*, deyiladi (masalan, ot askaridasida ikkita, drozofilada sakkizta, odamda 46 ta). Xromosomalarning har qaysisi oʻz juftiga ega boʻlgani tufayli xromosomalarning juftligi qoidasiga boʻysunadi. Har bir juftga kirgan xromosomalarning oʻz xususiyatlariga koʻra, boshqa juft xromosomalardan farq qilganligi tufayli xromosomalarning individualligi qonuniga boʻysunadi.

Hujayralar boʻlinishi davrida har bir xromosoma xuddi oʻziga oʻxshash xromosomani hosil qiladi, bu — *uzluksizlik* qonuni. Somatik hujayralarda xromosomalarning soni jinsiy hujayralardagiga

qaraganda ikki barobar ko'p, ya'ni somatik hujayralarda xromosomalar diploid ($2n$), jinsiy hujayralarda esa, gaploid (n) to'plamda bo'ladi.

Xromosomalarda joylashgan irsiy axborot ma'lum tartibda bo'ladi va har bir organizm o'zining xromosomalar yig'indisiga (soni, o'lchami, tuzilishiga) ega bo'ladi. Bunday xromosomalar to'plami — *kariotip* deyiladi. Odam kariotipida 24 xil xromosoma bor, ya'ni 22 ta jufti autosoma va *X*, *Y* jinsiy xromosomalar. Kariotip, bu — turning pasporti. Uzoq vaqt davomida odam kariotipi 48 ta xromosomadan iborat, deb hisoblanib kelingan edi. Lekin 1956-yilda odam kariotipi 46 ta xromosomadan iborat ekanligi olimlar tomonidan aniqlandi va isbot qilindi. Odam xromosomalarining uzunligi, katta kichikligi va sentromeralarining joylanishiga qarab 1960-yilda AQSHning Denver shahrida o'tkazilgan konferensiyada olimlar tomonidan tasniflangan. Bu tasnifga ko'ra, odam autosomalari yetti guruhga bo'linadi va lotin harflari (*A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*) bilan ifodalanadi. Hamma xromosomalar o'z tartib nomeriga ega:

- A* guruhiga 1,2,3 — juft (eng yirik xromosomalar);
- B* guruhiga 4,5 — juft (yirik submetosentrik xromosomalar);
- C* guruhiga 6,7,8,9,10,11,12 — juft va *X* jinsiy xromosoma (o'rtacha submetosentrik xromosomalar);
- D* guruhiga 13,14,15 — juft (yirik akrosentrik xromosomalar);
- E* guruhiga 16,17,18 — juft (mayda submetosentrik xromosomalar);
- F* guruhiga 19,20 — juft (mayda metosentrik xromosomalar)
- G* guruhiga 21,22 — juft (mayda akrosentrik xromosomalar) kiradi.

1971-yilda Parij shahrida o'tkazilgan anjumanda odam xromosomalarini o'rganish usullari solishtirilib, quyidagi xulosaga kelindi. Ya'ni, xromosomalarni o'rganish usullari, sgmentlarining bo'yalishi bir xil ekanligi yana bir marotaba tasdiqlandi va xromosomalarni bo'yalish usullariga qarab quyidagi guruhlariga ajratildi: *Q* sgmenti (*quinacrine* — akrixin); *G* sgmenti (*Giemza* — Gimza); *R* sgmenti (*reverse* — teskari); *C* sgmenti (*constitutive heterochromatin* — kondensatlangan geteroxromatin). Yuqorida berilgan usullardan sitogenetikada keng foydalaniladi.

1.3. Organizmlarning ko‘payishi

Barcha tirik mavjudotlar o‘ziga o‘xshash organizmni yaratish, zurriyot qoldirish xususiyatiga xosdir. Shu tufayligina mavjudotlar olami saqlanib qoladi. Organizmlarning ko‘payishi evolutsion tarzda takomillashib boruvchi jarayondir. Jonzotlar turli usulda ko‘payadi.

Hujayra nazariyasi asoslariga ko‘ra, hujayralar bo‘linish yo‘li bilan ko‘payadi. Odatda, hujayralarning bo‘linishi oldidan xromosoma apparati replikatsiyasi, DNK sintezi kuzatiladi.

A‘zolar va to‘qimalardagi hujayralar bo‘linish xususiyatiga qarab har xil bo‘ladi. Ayrim hujayralar ko‘payish xususiyatiga ega bo‘lmaydi. Chunki ular doimiy faol hamda funksional takomillashgan hujayralardir. Boshqa hujayralar esa, doimo o‘lgan, o‘z faolligini yo‘qotgan hujayralar o‘rnini to‘ldirib turadi. To‘qimada vaqtincha yoki butunlay bo‘linish xususiyatini yo‘qotgan hujayralar ham uchraydi. Bunday hujayralar ko‘pincha kombial yoki o‘zak hujayralar bo‘ladi. Ayrim hujayralar ma‘lum vaqt funksional faol bo‘lib, so‘ng degeneratsiyaga uchraydi (teridagi muguzlanuvchi epiteliy hujayralari).

Hujayralar bo‘linishi natijasida organizmlarning ko‘payishi, o‘sishi, rivojlanishi kuzatiladi. Hujayralarning ko‘payishi natijasida jinsiy hujayralar yetilib, organizmlar o‘zidan so‘ng nasl qoldirish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Hujayralardagi bu xususiyat jarohatlardagi to‘qimalarning qayta tiklanishida ham katta ahamiyatga ega bo‘ladi. Bundan tashqari, ayrim hujayralar to‘xtovsiz, patologik ko‘payish xususiyatiga ega bo‘lib, o‘smalarning kelib chiqishiga ham sabab bo‘ladi.

Odam va ko‘p hujayrali hayvonlar organizmida hujayralarning ko‘payishi, asosan, ikkiga bo‘linish yo‘li bilan o‘tadi. Bir hujayraning ichida yadro ko‘p marta bo‘linishi mumkin. Hujayralarning bilvosita (mitoz) va bevosita (amitoz) bo‘linishi tafovut etiladi.

Jinsiy hujayralarda esa, reduksion bo‘linish (meyoz) kuzatiladi.

1.3.1. AMITOZ VA MITOZ

Amitoz — oddiy bo‘linish usuli bo‘lib, hujayralar hujayra siklini o‘tmaydi (hujayralarning bir bo‘linishidan ikkinchi bo‘linishigacha yoki uning o‘limigacha bo‘lgan davr hujayra sikli, deyiladi).

Natijada, qiz hujayralarga irsiy axborot teng taqsimlanmaydi. Buning oqibatida irsiy jihatdan teng bo‘lmagan hujayralar hosil bo‘ladi. Bundan tashqari, nasldan naslga bitta hujayraning irsiy

belgilari beriladi. Chunki amitoz vaqtida irsiy axborot bilan almashinish sodda hayvonlarda kuzatilmaydi. Bu esa, irsiy gomogenlikni keltirib chiqaradi, evolutsiya uchun moddiy asos bo'la olmaydi. Shu sababli uning biologik, ahamiyati unchalik katta emas. Amitoz yo'li bilan ko'payish, asosan, irsiy axborot miqdori hujayra hayotida muhim ahamiyat kasb etmaganida kuzatiladi.

1. Eng sodda tuzilgan hujayralar: bakteriyalar, sodda hayvonlar.
2. Eng mukammal tuzilgan hujayralar: qon hujayralari, epiteliy hujayralari.

3. Patologik hujayralar: zararli o'sma hujayralarida kuzatiladi.

Mitoz — bo'linish jarayoni hayvon va o'simlik hujayralarida, asosan, o'xshash bo'lib, ona hujayraning tarkibiy qismlari qiz hujayralar o'rtasida baravar taqsimlanadi. Bu jarayonning eng muhim qismi — irsiy axborot yig'ilgan DNK molekulasining qayta hosil bo'lishi va baravar taqsimlanishidir, bu ona hujayrasining strukturasi va shunga muvofiq holda funksional xossalarning qiz hujayralariga o'tishini ta'minlash imkoniyatini beradi.

Odam tanasidagi somatik va yetilmagan jinsiy hujayralar mitoz usulda ko'payadi (yunon. *mitoz* — ip), (yunon. *kariokinez* — *kariyo*-yadro, *kinez* — harakat). Hujayralar bo'linishining bu turini nemis gistologi V. Flemming (1843—1905) kashf etgan. Nemis olimi A. Veysman (1834—1914) mitoz natijasida yadro moddasi aniq taqsimlanishini aytgan. Hujayraning bo'linishi bosqichma-bosqich sodir bo'ladi. Hujayra sikli ikki qismdan iborat: *interfaza va mitoz*.

Hujayraning bo'linishga tayyorlanishi. Hujayrani bir marta bo'linishi bilan ikkinchi marta bo'linishi orasida o'tadigan vaqt interfaza, deb ataladi (lotin. *inter* — orasi, o'rtasi). Interfaza uch davrga bo'linadi:

1. Prisintetik (G_1) — sintezdan oldingi bosqich, bu bosqichda hujayraga turli zarur moddalar — nukleotidlar, aminokislotalar, fermentlar yig'iladi.

2. Sintetik (G_2) — sintez bosqichi, bunda DNK sintezlanadi va hujayrada uning miqdori ikki hissa ko'payadi.

3. Postsintetik (G_3) — mitoz oldi bosqichi, bu jarayon qisqa kechadi va hujayra bo'linish davriga tayyorlanadi. Interfaza o'simlik va hayvon hujayralarida o'rtacha 10—20 soat davom etadi. So'ng mitoz davri boshlanadi.

Mitoz fazalari. Mitoz fazalari to'rt davrda o'tadi: *profaza, metafaza, anafaza va telofaza*.

Profaza davrida xromosomalarning ayrim iplari yaxshi koʻrinishi mumkin. Ikkita yarimtdan tashkil topgan xromatiddan iborat struktura koʻrinib turadi. Xromatid sentromera, deb ataladigan bitta umumiy uchastkada birlashadi. Har bir xromatidning DNK molekulasi avvalgi va yangi iplarga boʻlinadi, hujayra qobigʻi va yadrocha yoʻqoladi, karioplazma va sitoplazma aralashib ketadi. Sentirolalar juft-juft boʻlib, bir-biridan itarila boshlaydi va boʻlinish dukini hosil qiladi.

Metafazada — boʻlinish dukining shakllanishi tugallanadi. Xromosomalarning spirallanishi yana davom etadi. Xromosomalar hujayraning oʻrta tekisligiga, ekvatoriga bir qator boʻlib joylashadi. Har bir xromosomaning xromatidlari bir-biridan itarilib, ular faqat birlamchi bogʻ bilangina (sentromer) birikkan boʻladi.

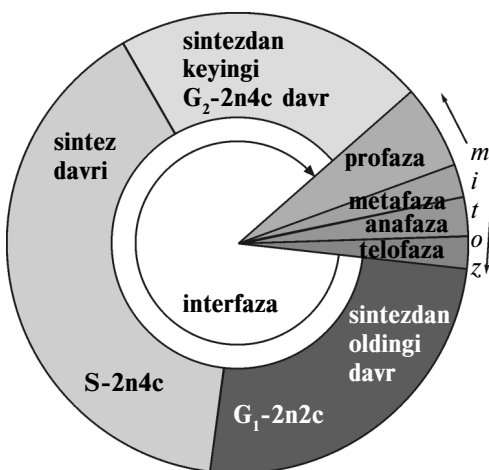
Anafazada — xromatidlarini birlashtirib turuvchi belbogʻ uzilib, xromatidlar bir-biridan tamomila ajraladi. Har biri alohida qiz xromosomalariga aylanadi. Boʻlinish duklarining qisqarishi hisobiga ular qutblarga tomon tarqala boshlaydi.

Telofazada — xromosomalar qutblarga toʻplanib, spirallari yoyila boshlaydi. Ingichkalashib xromatida iplariga aylanadi. Telo-faza oxirida (sitokinez) sitoplazmani ikkiga ajralishi sodir boʻladi.

Shunday qilib, mitoz natijasida bitta hujayradan ikkita hujayra hosil boʻladi. Umumiy mitoz uchun oʻrtacha 1—2 soat vaqt ketadi.

Masalan, ichak epiteliy hujayralari 20—22 soat yashashi mumkin, ularning mitoz uchun esa, faqat 1 soatga yaqin vaqt sarf boʻladi.

Mitozning biologik ahamiyati shundaki, hosil boʻlgan hujayralar xuddi ona hujayraniki-dek xromosomalar soniga ega boʻladi. Mitoz organizm hujayralarida xromosomalar sonining doimiylikini saqlaydi.



5-rasm. Sxematik koʻrinishda mitoz tasvirlangan.

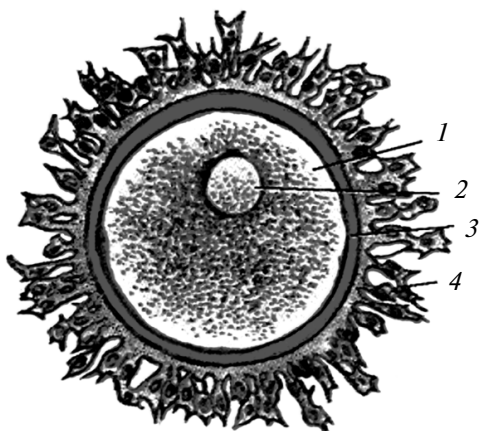
1.3.2. MEYOZ

Ko'p hujayrali hayvonlarning ko'pchilik xillarida gametalar maxsus bezlar — urug'donlar va tuxumdonlardan hosil bo'ladi. Ko'p hujayrali hayvonlarning juda ko'pchilik qismida urug'donlar erkak jinsi vakillarida bo'lsa, tuxumdonlar urg'ochi jins vakillarida bo'ladi. Biroq, bitta individning o'zida ham urug'donlar, ham tuxumdonlar bo'ladigan hodisalar ham ma'lum. Bu hodisa *germafroditizm*, deb ataladi. Ba'zi hayvonlarda germafroditizm odatdagi fiziologik holat tariqasida uchraydi. Masalan, gidralar, jigar qurti, planariya, miksinlar.

Boshqa organizmlarda (hatto, odamda) goho patologik germafroditizm kuzatiladi. Bunga sabab, endokrin bezlar funksiyasining buzilishi va genetik sabablardir.

Jinsiy ko'payishda, odatda, ota-ona organizmi qatnashadi. Ularning har qaysisida alohida jinsiy hujayra (gameta)lar hosil bo'ladi. Urg'ochi shaxs jinsiy bezlarida tuxum hujayra (ovotsit), erkak shaxsda esa, urug' hujayra yoki spermatozoid hosil bo'ladi.

Tuxum hujayra — o'z tuzilishi jihatidan boshqa hujayralar kabi qobiq, sitoplazma va yadrodan tashkil topgan. Lekin, uning o'lchami boshqa hujayralardan farq qilib, juda katta bo'lishidir. Masalan, 150 mkm.gacha (odam tuxum hujayrasi). Ularning



6-rasm. Sut emizuvchilarning tuxum hujayrasi:

1—sitoplazma; 2—yadro; 3—qobiq;
4—follikular hujayralar.

o'lchami, kattaligi sitoplazmadagi oqsilga boy sariqlikning mavjudligiga bog'liq (6-rasm).

Tuxum hujayra qalin qobiq bilan o'ralgan bo'lib, u himoya funksiyasini bajaradi. Tuxum hujayra harakatsiz bo'ladi. U organizmning rivojlanishi uchun zarur bo'lgan hamma irsiy axborotni o'zida saqlaydi.

Spermatozoidlar — mayda, harakatchan hujayralardir. Odam spermatozoidining o'lchami

50—70 mkm.dan oshmaydi. Spermatozoidning asosiy vazifasi o'z gaploid to'plamiga ega bo'lgan yadrosini tuxum hujayra sitoplazmasiga kiritishdan iborat. Uning tuzilishi ham o'sha vazifani bajarishga moslashgan bo'lib, boshcha, bo'yin va dum qismlaridan tarkib topgan (7-rasm). Bosh qismida yadro, bo'yin qismida sentriolalar va mitoxondriyalar joylashgan. Dum qismi xivchindan iboratdir.

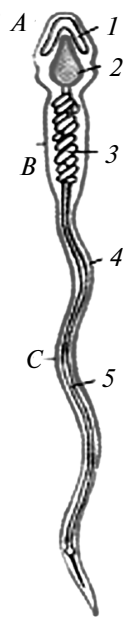
Jinsiy hujayralarning rivojlanishi (gametogenez). Spermatozoidlar urug'donda rivojlanadi, ularning rivojlanishi *spermatogenez*, tuxum hujayrasining rivojlanishi esa, *ovogenez*, deyiladi. Gametogenez shartli ravishda to'rt davrga bo'linadi: ko'payish, o'sish, yetilish va shakllanish.

Ko'payish davrida xromosomalarning diploid to'plamiga ega bo'lgan boshlang'ich hujayralar mitoz usulida bo'linib ko'payadi. Bu davr urug'donning ko'payish zonasida kechadi.

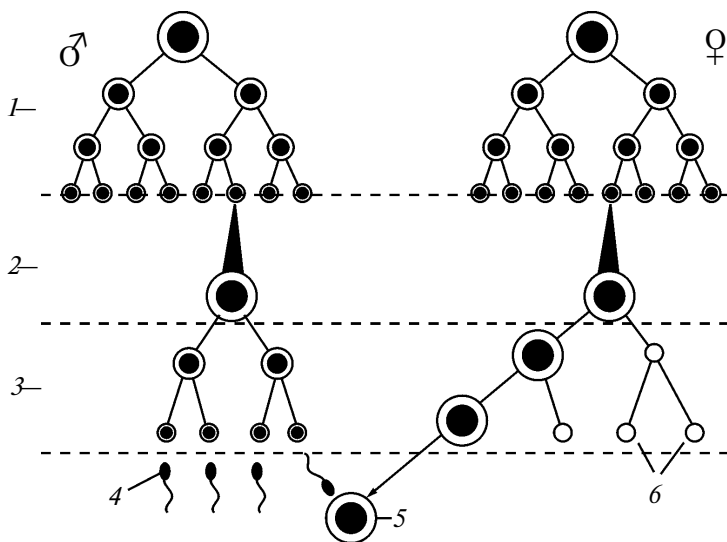
O'sish davrida diploid to'plam boshlang'ich hujayralarning ayrimlari o'sish zonasiga o'tib kattalashadi, oziq moddalar to'playdi, ularning DNK miqdori ikki hissa ortadi.

Yetilish zonasida mitoz usulida ko'payib, gaploid to'plamga ega bo'lgan hujayralarni hosil qiladi.

Shakllanish davrida yetuk spermatozoidlar hosil bo'ladi. Bu davr ovogenezda bo'lmaydi. Ovogenez va spermatogenez, asosan, bir-biriga o'xshashdir, lekin ularning o'rtasida quyidagi ayrim farqlar ham mavjud: 1. Ovogenez spermatogenezga nisbatan uzoq davom etadi, chunki tuxum hujayralarida homilaning rivojlanishi uchun zarur bo'lgan oziq moddalar hosil bo'ladi. 2. Spermatogenezning meyozi jarayonida sitoplazma hamma hujayralarga baravar miqdorda taqsimlanadi. Ovogenezda esa, faqat hujayralardan bittasiga sitoplazma taqsimlanib, boshqalarga deyarli o'tmaydi. Natijada, spermatogenez oxirida bitta dastlabki hujayralardan 4 ta, ovogenezda esa, faqat 1 ta yirik hujayra hosil bo'ladi. Uning uchta mayda hujayralari esa, nobud bo'ladi. 3. Ovogenezda shakllanish davri bo'lmaydi. Shunday qilib, gametogenez jara-



7-rasm. Odam spermatozoidi:
 A—bosh qismi;
 B—bo'yin qismi;
 C—dum qismi;
 1—akrosoma;
 2—yadro;
 3—mitoxondriya;
 4—plazmatik membrana;
 5—xivchin.



8-rasm. Spermatozoidlar bilan tuxum hujayraning rivojlanishi:

1—ko'payish zonasi; 2—o'sish zonasi; 3—yetilish zonasi; 4—spermatozoid;
5—tuxum hujayra; 6—yo'naltiruvchi tanachalar.

yonida jinsiy bezlarda diploid to'plamli ($2n$) boshlang'ich hujayralardan gaploid to'plamli (n) jinsiy hujayralar hosil bo'ladi. Gametogenez jarayonini xromosomalar nuqtayi nazaridan ko'rib chiqilsa, ovotsit va spermatotsit hujayralarida autosoma va jinsiy xromosomalar quyidagicha taqsimlanadi (9-rasm).

Boshlang'ich hujayralar diploid xromosomalar to'plamiga ega bo'lsa, yetilish davrida esa, gaploid to'plamga ega bo'lgan hujayralar hosil bo'ladi. Bu hujayralarda autosoma va jinsiy xromosomalar joylashadi.

Jinsiy hujayralar meyoz usulida bo'linadi. Meyoz bo'linish yadro bo'linishining murakkab jarayoni bo'lib, bunda xromosomalar diploid (juft) holatdan gaploid (toq) holatga o'tadi. Meyoz yunoncha «*meiosis*» so'zidan olingan bo'lib, kamayish ma'nosini anglatadi. Meyoz bo'linishda xromosomalar soni kamayishi tufayli uni ilgari reduksion bo'linish, deb atashgan. Meyoz jinsiy yo'l bilan ko'payuvchi organizmda kuzatiladi va u diploid yadroning gaploid holatga o'tishini ta'minlaydi. Meyoz jarayonida xromosomalardagi ajralish, bo'linish va ulardagi rekombinatsiya holatlari irsiyatning asosi hisoblanadi. Jinsiy hujayra, ya'ni

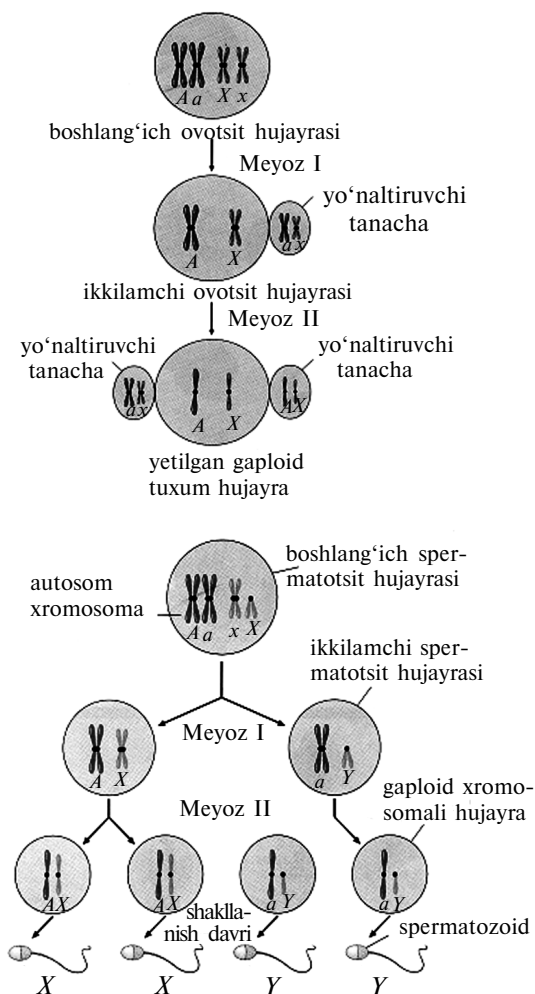
tuxum hujayra va spermatozoidning rivojlanishi ma'lum bosqichda birin-ketin kechadi. Ana shu usuldagi bo'linishni *meiotik usul*, deyiladi. Meyozda mitozdan farqli ravishda xromosoma yig'indisi yarim hissaga kamayadi. Ya'ni, gaploid to'plamli jinsiy hujayra — gameta hosil bo'ladi.

Meyoz ketma-ket keladigan ikki bo'linish: *reduksion* va *ekvatsion* (yoki tenglashtiruvchi) bo'linishlardan iborat. Bu ikki bo'linish orasida interfaza o'rniga interkinez sodir bo'ladi, chunki bunda DNK molekularining yana ikki hissa ortishiga ehtiyoj yo'q. Ikki bo'linishni farq qilish maqsadida birinchi bo'linish fazalari oldiga I, ikkinchi bo'linish fazalari oldida II raqami yoziladi.

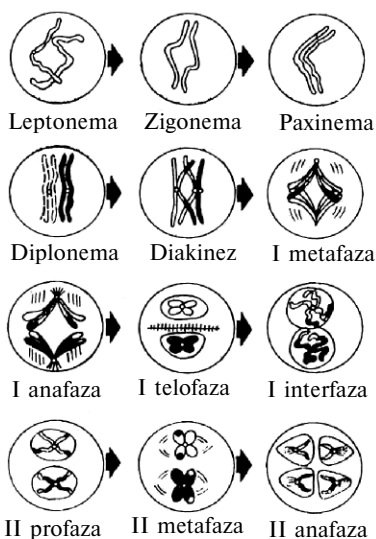
Birinchi meyoz bo'linish ikkinchisiga qaraganda, ancha murakkab va uzoq davom etadi (10-rasm).

Birinchi bo'linish: I profaza, I metafaza, I anafaza, I telofaza bosqichlaridan tashkil topgan. Birinchi bo'linish profazasi mitoz profazasidan farq qiladi. Bu profaza besh bosqichdan iborat bo'ladi:

1. *Leptonema* (lotincha ingichka ip demakdir) yadro uzun-uzun ingichka diploid bir-biriga o'ralgan xromosomalar to'plami ($2n$)



9-rasm. Jinsiy hujayralarning rivojlanishi.



10-rasm. Meyoz ikki juft xromosomaning ajralish chizmasi.

bo'lishi bilan ta'riflanadi, xromosoma iplarida ko'ndalang yo'llar sezilib turadi.

2. *Zigonema* (tutashgan iplar) vaqtida gomologik xromosomalar konyugatsiyalanadi (bir-biriga yopishib, yonmayon joylashishi), konyugatsiya sentromeradan boshlanadi.

3. *Paxinema* (yo'g'on iplar) vaqtida gomologik xromosomalar mahkam bog'langan qoladi va bivalent xromosomalar, deb ataladi. Mana shu bosqichda, konyugatsiyalanayotgan har bir xromosoma ikkita xromatididan, har bir bivalent esa, to'rtta xromatida (tetrad)dan iborat bo'lishi

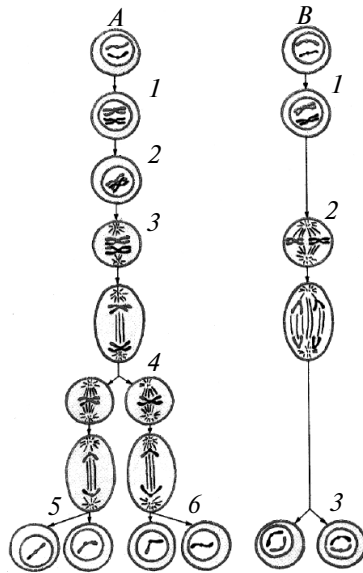
ko'rinib turadi. Paxinema bosqichida ma'lum xromosomalarning muayyan qismlariga (ikkinchi belbog' sohasiga) birikkan yadrochalar ko'zga yaxshi tashlanib turadi.

4. *Diplonema* (qo'sh qavat iplar) sentromeralardan boshlanib, konyugatsiyalarni itaruvchi kuchlar paydo bo'lishi bilan ta'riflanadi. Bu bosqichda xromosomalarning qismlari bir-biriga chirmashadi. Bu hodisa esa, *krossingover* yoki xromosomalar chalkashinuvi, deb ataladi. Irsiy o'zgaruvchanlik juda kuchayadi, chunki bunda genlari yangichasiga kombinatsiyalangan xromosomalar paydo bo'ladi.

5. *Diakinez* (olisga yurish) bilan profaza tugallanadi. Xromosomalar spirallanib, yadro pardasi parchalanadi va meyoznning ikkinchi fazasi birinchi bo'linish metafazasi boshlanadi. Mitoz bilan meyoz metafazalari sirtidan bir-biriga o'xshash. Lekin meyozda hujayra ekvatorida tetradalardan iborat bivalent xromosomalar hosil bo'ladi.

Birinchi bo'linish anafazasi ham mitoz anafazasiga o'xshaydi, lekin har bir qutbga bitta emas, balki ikkitadan xromatida o'tib boradi.

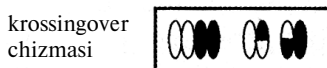
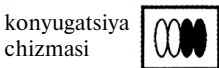
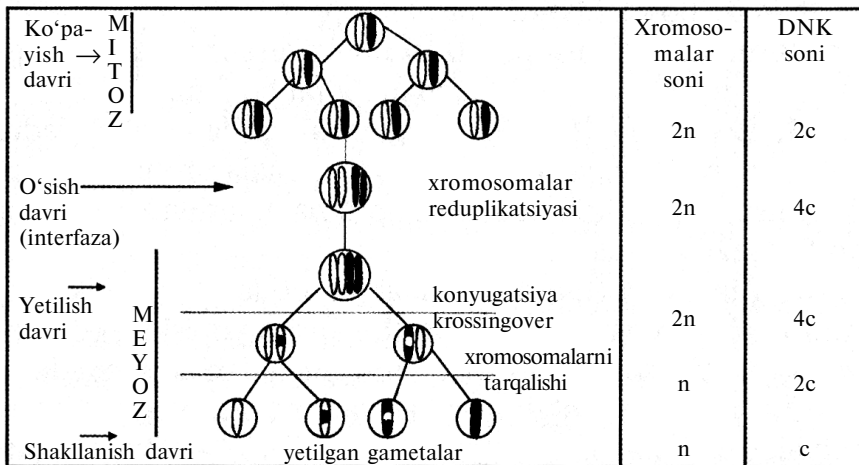
Birinchi bo‘linish telofazasi, odatda, ikkinchi, ekvatsion bo‘linish profazasiga aylanadi, so‘ngra II metafaza, II anafaza boshlanadi va reduksion bo‘linish yadrosida gaploid xromosomalar to‘plami bo‘ladigan II telofaza bilan tugallanadi. Shunday qilib, ikki meyotik bo‘linish natijasida, birinchidan, xromosomalar soni ikki hissa kamayadi, ikkinchidan, qiz to‘plamlarda xromosomalar har xil tarzda kombinatsiyalanganligidan irsiy o‘zgaruvchanlik ko‘payadi. Juft xromosomalarda ro‘y bera oladigan kombinatsiyalar soni n darajali 2 ga tengdir, bu yerda, n — gaploid to‘plamdagi xromosomalar soni (2-jadval).



11-rasm. Meyozni mitoz bilan solishtirish chizmasi.

2-jadval

Meyoz ikki juft xromosomasining ajralish sxemasi. Gametogenez



Masalan, drozofilada ro‘y bera oladigan kombinatsiyalar soni $2 = 16$ ga to‘g‘ri keladi. Meyoz natijasida odam xromosomalarida ro‘y beradigan kombinatsiyalarning potensial o‘zgaruvchanligi 2 bo‘lishi mumkin.

1.3.3. URUG‘LANISH

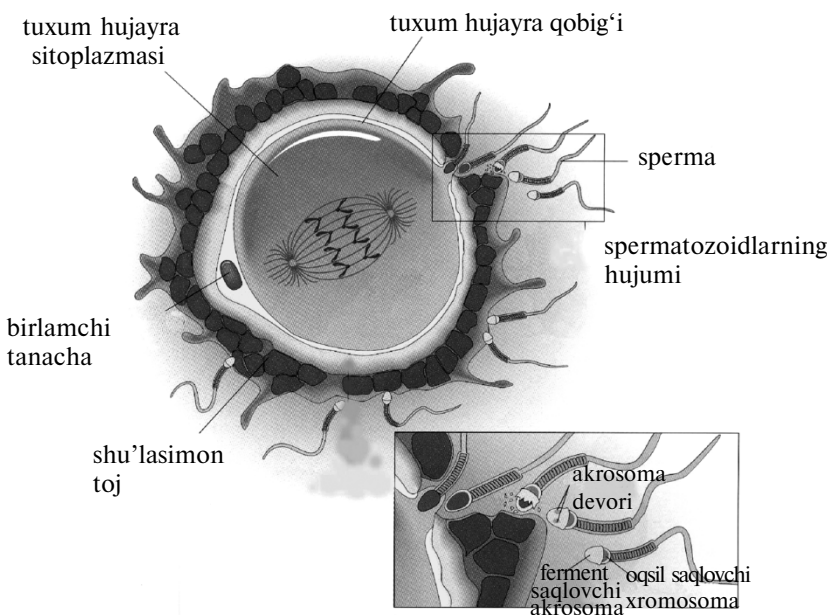
Urug‘lanish (otalanish) yashash muhitiga qarab, *tashqi* va *ichki* bo‘ladi. Suvda yashaydigan organizmlarda, odatda, tashqi urug‘lanish uchraydi: urg‘ochisi suvga uvildiriq (tuxum) qo‘yib ketadi, erkagi esa, uning ustiga tarkibida spermatozoidlar bo‘ladigan urug‘ suyuqligini to‘kadi.

Urug‘ suyuqligi suv bilan suyulishi (baliqlar, amfibiyalar) yoki maxsus bez (sut emizuvchi hayvonlar prostata bezi) sekretlari ta‘sir etishi natijasida spermiylar harakatchan bo‘lib qoladi. Masalan, odam spermatozoidlari ayol jinsiy yo‘llarida (boshchasi bilan oldinga qarab) 7,5 sm/soat tezlik bilan harakatlanadi.

Chuvalchanglar, hasharotlar, qushlar, sut emizuvchilarda ichki urug‘lanish bo‘ladi. Bunda erkak jinsiy hujayralari (spermatozoidlar) urg‘ochi organizmning jinsiy yo‘llariga tushiriladi.

Sut emizuvchilarda, jumladan, odamda ham, tuxum bachadon nayining yuqori uchdan bir qismida spermatozoid bilan to‘qnashadi. Tuxum *shu‘lasimon toj* hosil qiluvchi hujayralar qavati bilan o‘ralgan bo‘ladi (*8-rasmga qarang*). Bu toj hujayralari alohida shilimshiq modda yordamida bir-biriga birikkandir. Necha yuz minglab spermatozoidlarning «birgalashib» harakat qilishi, shuningdek, urug‘ suyuqligida bo‘ladigan ferment ta‘siri tufayli shu‘lasimon toj hujayralarini bir-biriga biriktirib turadigan modda parchalanib ketadi va shundan keyingina tuxum spermatozoid bilan uchrashadi (12-rasm).

Odatda (hayvonlar va o‘simliklarning ko‘pchiligida), tuxum hujayraga faqat bitta spermatozoid kiradi. Bu shu bilan ta‘minlanadiki, yetilgan tuxum hujayra pardasini spermatozoid teshganidan keyin shunga javoban bu parda darhol yangidan zich parda — boshqa spermiylarning o‘tishiga to‘sqinlik qiladigan urug‘lanish pardasi paydo bo‘ladi. Tuxum hujayraga yana 1, 2, 3 spermatozoid kiradigan bo‘lsa, u holda bularning hammasi *In* tadan xromosomalar bergan bo‘ladi, bu xromosomalar ham tuxum hujayra yadrosidagi xromosomalar bilan qo‘shilib, natijada mayib-majruh pushtlarga olib kelardi.



12-rasm. Urug'lanish jarayoni.

Spermatozoid boshchasi tuxum hujayraga kiradi va yirik yadroga aylanadi. Zigotaning dastlabki bo'linishlari vaqtidayoq $1n$ ta xromosomaga ega bo'lgan erkak yadrosi xuddi shu $1n$ xromosomaga ega bo'lgan urg'ochi (tuxum hujayra) yadrosi bilan qo'shiladi.

Shunday qilib, urug'lanishni $1n + 1n = 2n$ ifodasi bilan belgilanishi mumkin, bu o'rinda $2n$ mazkur turdagi o'simlik yoki hayvonlar uchun normal hisoblanadigan xromosomalar soni. Demak, yangi organizm o'z irsiy belgilarining yarmisini otasidan, yarmisini onasidan oladi.



NAZORAT SAVOLLARI

1. Hujayra membranasi tuzilishi va funksiyalari qanday?
2. Xususiy va umumiy organellalarning farqlari nimada?
3. Membranali va membranasi organellalarga nimalar kiradi?
4. Hujayra membranalari tarkibiga qanday kimyoviy moddalar kiradi?
6. Hujayra organellarini yozib chiqing.
7. Xromosomalar funksiyalari nimalardan iborat?
8. Gomologik va nogomologik xromosomalarning farqini tushuntiring.
9. Xromosomalarning tuzilishi va tiplarini tushuntiring.

10. Xromosoma, xromotin, geteroxromotin, euxromotin tushunchalarining mohiyatini bayon eting.
11. Jinsiy va jinsiz ko'payishning asosiy farqlari.
12. Hujayraning qanday bo'linish sikllari va bosqichlari mavjud?
13. Mitoz bo'linish qanday bosqichlardan iborat? Ularni tasvirlang.
14. Amitoz ko'payish deganda, nimani tushunasiz?
15. Meyoz haqida nima bilasiz?
16. Meyozning biologik ahamiyati nimada?
17. Mitoz va meyozni solishtirib ularning o'xshashlik va farqlarini izohlang.
18. Urug'lanish deganda, nimani tushunasiz? Uni qanday ifoda bilan qayd etish mumkin?

Masalalar

1. Drozofila pashshasining somatik hujayralarida 8 ta xromosoma bor. Uning bitta xromosomasining uzunligini 5 mkm (shartli ravishda tartib raqamini 1, deb olamiz), qalinligini 0,5 mkm va og'irligini $1 \cdot 10^{-9}$ mg, deb olamiz. Mitoz natijasida hosil bo'lgan birinchi va ikkinchi qiz hujayralarida xromosomalarning uzunligi, qalinligi va og'irligi qanday bo'ladi?

2. Odamning somatik hujayralarida xromosomalarning soni 46 ta bo'lib, ularning hamma DNK molekulalarining umumiy og'irligi taxminiy $6 \cdot 10^{-9}$ mg, deb berilgan. Mitoz natijasida hosil bo'lgan birinchi va ikkinchi qiz hujayralarida xromosomalarning og'irligi qanday bo'ladi?

3. Odamda qancha xromosoma va DNK bor? (Bitta xromosomaning ajralishidan keyin hosil bo'lgan xromatidallarni alohida xromosoma, deb hisoblang.)

T/r	Hujayra va uning bo'linish fazalari	Hamma DNK molekulalarining umumiy og'irligi	Xromosomalarning soni
1.	Bo'linmagan bitta somatik hujayrada	$6 \cdot 10^{-9}$ mg	46
2.	Interfazaning oxiri profazadan oldin (bitta somatik hujayrada)		
3.	Mitozning profaza va metafaza holatida bo'lgan ona somatik hujayrasida		
4.	Mitozning anafaza holatida bo'lgan hujayrasida		
5.	Mitozning telofaza holatida bo'lgan qiz somatik hujayrasida		
6.	Mitozning telofaza holatidagi somatik hujayralarining umumiy sonida		

4. Daftaringizga gametogenez jarayonini chizib chiqing. Xromosomalarning ajralishini chizmada belgilang. Xromosomalar soni va DNKlar sonini jadvalda ko'rsating.

1-AMALIY MASHG'ULOT

Mikroskop bilan ishlash. Tayyor mikropreparatlarda hujayra tuzilishi bilan tanishish

Mashg'ulotning maqsadi. Mikroskopning tuzilishi, ishlash qoidalari bilan tanishish. Vaqtincha preparatlar tayyorlashni o'rganish, o'simlik va hayvon hujayralarini mikroskop yordamida o'rganish. Interfaza va mitoz jarayonini kuzatish. Hujayra bo'linishining biologiya va tibbiyotdagi ahamiyatini aniqlash.

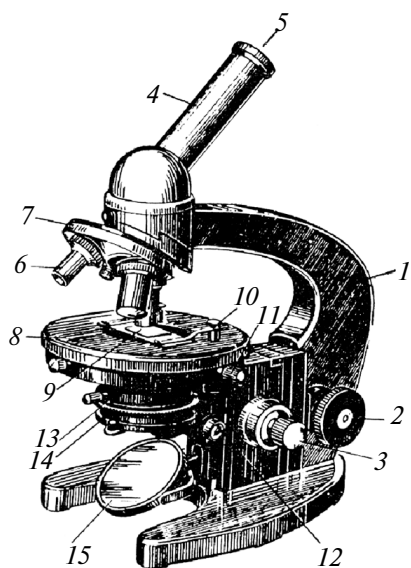
Kerakli jihozlar. Mikroskoplar, Petri kosachasi, buyum va qoplovchi oynalar, pipetkalar, suvli stakan, pinset, qaychi, piyoz, kartoshka, natriy xloridning 10 % li eritmasi, yod eritmasi, filtrlovchi qog'ozlar, doimiy preparatlar, mikroskop tuzilishi, hujayra tuzilishi, mitoz va meyoza tasvirlangan tablitsalar, jadvallar. Piyoz pardasi hujayralari, baqa, sut emizuvchilar qonining surtmasi (13-rasm).



13-rasm. Jihozlar.

Amaliy vazifa. Avval mikroskopning tuzilishi va u bilan ishlash qoidalarini puxta o'zlashtirib olish shart. Keyin vaqtinchalik preparat, ya'ni piyoz pardasi hujayrasi tayyorlanadi. So'ng og'iz epiteliyasi hujayralarining vaqtincha preparati tayyorlanadi. Tayyor mikropreparatlarda mitoz va meyoza jarayonlari o'rganiladi.

1-ish. Mikroskop tuzilishi bilan tanishish.



14-rasm. МБИ-1 mikroskopining tuzilishi:

- 1—shtativ; 2—makrometrik vint;
3—mikrometrik vint; 4—tubus;
5—okulyar; 6—obyektiv; 7—revolver;
8—oʻrtasida mikropreparat (9)
qoʻyiladigan teshigi bor buyum stolchasi;
10—mikropreparatni ushlab turadigan klemmalar; 11—buyum stolchasini suradigan vint; 12—kondensorni (13) koʻtaradigan va past tushiradigan vint; 14—diafragma; 15—koʻzgucha.

Mikroskopdan juda mayda obyektlarni koʻrishda foydalani-ladi. Fanning hozirgi taraqqiyot bosqichida mikroskoplar juda takomillashgan boʻlib: elektron mikroskoplar, maxsus boʻyoqlarsiz ishlaydigan fazo-kontrast mikroskoplar, nur yordamida ishlaydigan luminescent mikroskoplar, praton va neytron bilan ishlaydigan mikroskoplar bor. Tibbiyot genetikasi va biologiyada yorugʻlik mikroskopidan foydalaniladi (МБР-1, МБИ-1, МБС-1).

Yorugʻlik mikroskopi: a) me-xanik, b) optik va d) yoritqich qismlaridan iborat (14-rasm).

a). *Mexanik qismi* — shtativ, buyum stoli, tubus, makrometrik va mikrometrik vintlaridan tashkil topgan. Shtativ taqasimon asosdan, tubus tutqichdan

va tubusdan tashkil topgan. Mikroskopning asosiga mikrometrik me-xanizmni tutib turuvchi moslama oʻrnatilgan. Mazkur mezanizmning old tomoniga vint orqali idora qilinuvchi metall gardishli kondensorning kronshteyni oʻrnatilgan, orqa tomoniga esa, yarim oy shaklidagi tubus tutqichi joylashgan boʻlib, unda mikrometrik vint bor. Tubus tutqichining yuqori va old tomonida doira shaklidagi revolver sistemasi oʻrnatilgan. Moslamaning ustki qismida 45° li burchak hosil qiluvchi tubus tutqichi, uning yuqorisida esa, okulyar joylashgan. Tubusning pastki qismi revolver bilan tutashgan boʻlib, soat mili boʻylab aylantirish mumkin. Buyum stolining markazida teshik boʻlib, undan obyektga nur tushadi. Buyum stolining ustida preparatni tutib turuvchi ikkita qisqich (klemma) oʻrnatilgan. Buyum stolidagi vintlar stolni oldinga va orqaga surishga yordam beradi.

b). *Optik qismi* — okulyar va obyektivlardan iborat. Okulyar obyektini x7, x10, x15 marta katta qilib ko'rsatadi. Okulyar nay shaklida bo'lib, ikki tomonidan linzalar joylashgan. Har bir linza orasida metall to'siqcha bo'lib, yorug'likni yig'ib beradi.

Obyektivlar murakkab tuzilishga ega bo'lib, revolver sistema-sidagi maxsus o'rindiqlarga joylashgan. Ular buyumni x8, x40, x60, x90 marta kattalashtiradi. Mikroskopda ko'rilayotgan buyumni necha marta kattalashtirib ko'rsatilayotganini bilish uchun okulyar bilan obyektivning sonlarini ko'paytiramiz. Masalan, $x10 \cdot x40 = 400$ marta kattalashtirilgan.

d). *Yoritqich qismi* — kondensor, diafragma va nurni to'plovchi oynadan iborat. Kondensor oyna bilan buyum stoli orasida joylashgan. Kronshteynga joylashgan vint kondensor harakatini boshqaradi. Kondensor nur to'plab beruvchi ikki-uch linzadan iborat. Uning pastki qismiga po'lat plastinkalardan yasalgan irisdiafragma joylashgan. U maxsus dastakcha yordamida idora qilinadi va nurni har xil kattalikdagi teshik hosil qilib, o'tkazib beradi. Nur to'plovchi oyna yarim oy shaklidagi tutqich bilan shtativga birlashtirilgan. Oynani ikki: botiq va tekis yuzasi mavjud. Yorug'likning kuchiga qarab, botiq yoki tekis oynalardan foydalaniladi.

Mikroskop bilan ishlash tartibi:

1. Mikroskop stol qirrasidan 5 sm ichkariga qo'yiladi.
2. Okulyar va obyektiv, nur to'plovchi ko'zgu quruq toza latta bilan artiladi.
3. Revolver harakatlantirilib, kichik obyektiv o'rindiqqa joylashtiriladi. Bunda shiqillagan past tovush eshitaladi. Makrometrik vint yordamida obyektiv buyum stolidan taxminan 0,5 sm masofaga ko'tariladi. Diafragma ochiladi va kondensor biroz ko'tariladi.
4. Kuchli nurlar tushganda ko'zguning tekis yuzasidan, yorug'lik yetishmaganda botiq yuzasidan foydalaniladi.
5. Chap ko'z bilan okulyarga qaraladi va nur to'plovchi ko'zgu to'g'rilanadi. Okulyarda yorug' doira hosil bo'ladi.
6. Tekshirilayotgan obyekt buyum stolchasiga qo'yilib, qisqichlar bilan mahkamlaniladi. So'ngra ko'z bilan okulyarga qarab turib, makrometrik vint yordamida obyektiv buyum oynasidan yuqoriga ko'tariladi. Kichik obyektiv ishlatilganda fokus oralig'i 0,5 sm.ga teng bo'lishini unutmaslik lozim. Obyekt tasviri topilgandan so'ng boshqa obyektivlar bilan tekshiriladi.

7. Mikroskop bilan ishlab bo‘lgandan so‘ng, uni harakatsiz holatga o‘tkazish kerak. Buning uchun revolver sistemasini ishlatib obyektivlar neytral holatga keltiriladi va buyum stolidan 2 sm uzoqlashtirilib, obyektivlar artiladi. Mikroskop ustiga g‘ilof kiydiriladi.

2-ish. Vaqtinchalik preparat tayyorlash.

1. *Piyoz pardasi hujayralarini o‘rganish.* Piyoz po‘stining ichki tomonidan yupqa pardasi ajratib olinadi va uning kichik qismi buyum oynasiga, Lyugol eritmasi tomchisiga joylashtiriladi. Hujayralar mikroskopda avval kichik obyektiv, keyin katta obyektiv yordamida o‘rganiladi. Katta obyektivda sitoplazmaning donador tuzilishini, hujayraning o‘rtasida joylashgan yadroni, undagi yadrochalarni ko‘rish mumkin. Sitoplazmaning bo‘yalmagan bo‘shliqlari vakuolalar hisoblanadi. Albomga bir nechta hujayraning rasmi chiziladi, sitoplazma, yadro, vakuolalar, hujayra qobig‘i belgilab qo‘yiladi.

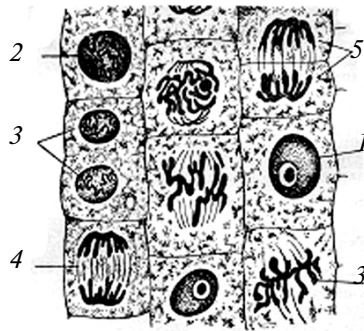
2. *Kartoshka hujayralarini o‘rganish.* Buning uchun kartoshkaning juda yupqa qilib tayyorlangan kesmalari buyum oynasi ustidagi suv tomchisiga joylashtiriladi va qoplovchi oyna bilan yopib, mikroskopga o‘rnatiladi, keyin yod tomchisi tomiziladi. Yod kraxmalni bo‘yaydi. Katta obyektivda kraxmal donachalari ko‘rinadi. Albomga bir nechta hujayraning rasmi chiziladi. Uning qobiqlari, sitoplazmasi, kraxmal donachalari ko‘rsatiladi.

3. *Baqa va odam qoni hujayralarini o‘rganish.* Buning uchun baqa va odam qoni surtmasining bo‘yalgan doimiy preparatlaridan foydalaniladi. Mikroskop ostida qizil qon tanachalari (eritrotsitlar) ko‘rinadi. Baqaning qizil qon hujayralari yadroli, odamniki esa, yadrosiz hujayralardir. Oq qon tanachalari yadrosi sigmentlarga bo‘lingan (neytrofillar) yoki bo‘linmagan (limfotsitlar) bo‘lishi mumkin. Albomga bir necha baqaning qon hujayralarining rasmi chiziladi. Har bir eritrotsitning yadrosi, sitoplazmasi va qobig‘i ko‘rsatiladi.

3-ish. Mitoz va meyozni kuzatish.

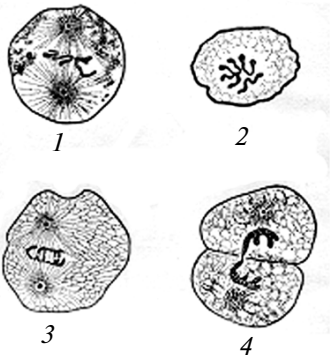
1. Mitoz jarayonini kuzatish uchun, yosh piyoz ildizchasining o‘sish zonasi ko‘rsatilgan tayyor preparat va hayvonlardan ot askaridasi bachadoni kesmasidagi tuxum hujayralarining bo‘linishi

ko'rsatilgan tayyor preparati olinadi. Bunda piyoz hujayralarining katak-katak bo'lib sitoplazmasi ko'zga ko'rinadi (15-rasm). Ilk profaza bosqichida yadrolarda faqat ingichka to'rsimon tuzilmalar ko'rinadi, keyingi bosqichlarda yadro yo'qolib, xromosomalar ko'rinadi. Metafazada xromosomalar 16 ta bo'lib, ekvatorga to'plangan holda ko'rinadi va keyingi bosqichlarda xromosomalarning tarqalishi kuzatiladi. Urug'langan askaridaning bo'linayotgan hujayralari preparatida xromosomalarning soni kam ($2n = 4$) bo'ladi (16-rasm). Piyoz hujayralaridan farq qilib uning hujayra markazi va uni o'rab turgan sentrosfera ko'rinadi. Albomga bo'linish bosqichlari chiziladi.



15-rasm. Piyoz ildizi uchining hujayralaridagi mitoz bosqichlari:

1—interfaza; 2—profaza;
3—metafaza; 4—anafaza; 5—telofaza.



16-rasm. Ot askaridasining bo'linayotgan hujayralarida mitoz bosqichlari:

1—metafaza (yonidan ko'rinishi);
2—metafaza plastinkasi (qutbidan ko'rinishi); 3—anafaza; 4—telofaza.

o'rganiladi. Albomga mitoz va meyoznining farqlari yozib chiqiladi. Mitoz va meyoz fazalari chiziladi.

2-bob. IRSIYATNING BOKIMYOVIY ASOSLARI

2.1. Genlarning tuzilishi, kimyoviy tarkibi va ularning strukturasi o'rganishdagi kashfiyotlar

Irsiyat qonunlari, haqidagi ma'lumotlar kashf qilingandan so'ng, genlar ma'lum bir kimyoviy tuzilishga ega ekanligi aniq bo'lib qoldi. Irsiyat qonunlariga asoslangan holda, irsiy belgilar yoki kimyoviy elementlar avloddan avlodga juda aniqlik bilan berilishi va hujayralar bo'linishida irsiyatning moddiy asosi ikki marta ortishi ma'lum bo'ldi.

XX asrning 20—30-yillarida ko'zga ko'ringan ko'pgina genetik olimlar irsiyatning molekular asosi haqida fikr yuritishganda, irsiyatni tashuvchi omil — *gen* ekanligini, uni esa, juda murakkab oqsil molekulasi, deb taxmin qilishgan edi. 1927-yilda rus biolog N.K. Kolsov irsiyatning molekular asosini tushuntirib berishga urinib, hujayradagi oqsillar avtoreproduksiyalanish hodisasiga uchraydi, deb aytgan. Ya'ni, oqsillar o'z-o'zini tiklay oladi, bu — ona hujayradan qiz hujayralariga va ota-onadan bolalarga genlarning o'tishini ta'minlaydigan eng muhim mexanizmdir, deb hisoblagan. N.K. Kolsovning nazariyasi ba'zi chalkashliklarga qaramasdan, juda katta ahamiyatga ega, chunki u genetikaga oid hodisalarni molekular doirasida tekshirishga asos soldi.

DNK haqidagi ma'lumot 1869-yilda shveysariyalik olim Fridrix Misher tomonidan kashf etilgan bo'lsa ham, bu molekularning irsiyatni tashishi mumkin emas, u juda oddiy, deb hisoblangan. Hattoki, F. Griffit (1928) tomonidan o'tkazilgan tajriba ham (pnev-makokk kasalligini tashuvchi bakteriya bilan zaharlangan sichqon tajribasi), O. Everinning (1944) mikroblarda o'tkazgan tajribalaridan ham DNK molekulari irsiyatni tashishda yordamchi omil bo'lsa kerak, deb hisoblashgan.

Faqat 1953-yilda amerikalik genetik J. Uotson va angliyalik genetik F. Krik DNKni qo'sh spiral tuzilishga ega ekanligini kashf qilishganidan so'ng, gen haqida aniq ma'lumotlar olina boshlandi.

Xromosomalarni molekular tuzilishini genetik nuqtayi nazardan o'rganish ikki asosiy savolga javob berdi, ya'ni hujayradagi irsiy axborot qanday saqlanadi va qanday usulda nasldan naslga beriladi.

Agar xromosomalarni mikroskop orqali ko'zdan kechirsak tugunlar, disklar, chiziqlar, ya'ni ayrim-ayrim bo'laklar (masalan, drozafilning gigant xromosomalaridagi genlari) tizmasi ko'rinadi. Har bir xromosoma o'zining katta-kichikligiga qarab, yuzlab va hatto minglab shunday bo'laklardan iborat bo'ladi.

Xromosomalarning har bir bo'laklari *gen*, deb ataladi. Gen irsiyatni tashib yuruvchi omildir. Ularning nozik tuzilishi esa, doimiy tarkibiy qismlar — DNKdan iborat.

Yuqorida aytib o'tilganidek, xromatinning kimyoviy tarkibi DNK va oqsildan tashkil topgan. DNK genetik informatsiyaning moddiy kirituvchisidir. Ota-onalardan o'tgan jinsiy hujayralarda oqsil strukturasi va tarkibi qanday bo'lsa, hamma hujayralarda ham shunday, oqsillar sintezlanishini asosan DNK ta'minlaydi.

2.2. Nuklein kislotalarning tuzilishi

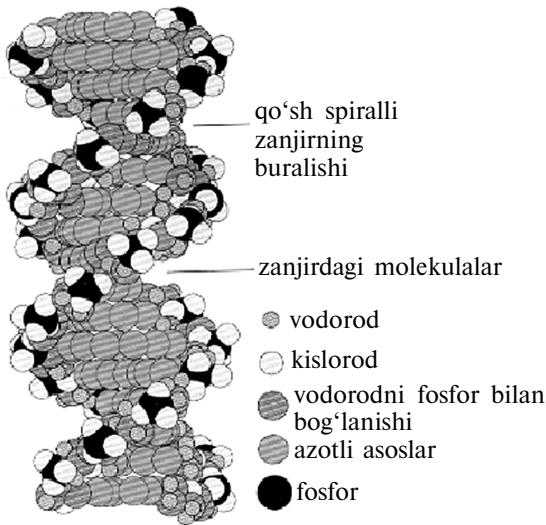
Nuklein kislotalarni 1869-yilda oq qon tanachalari (yiring hujayralari)ning yadrosidan shveysariyalik olim Fridrix Misher tomonidan ajratib olingan. Ular tarkibida fosfat kislota bo'lganligi va kislota xarakteriga ega ekanligi hamda yadrodan (yadro lotin.— *nucleus*) ajratib olinganligi, ilgari noma'lum bo'lgan bu birikmalarni nuklein kislotalar nomi bilan atashga asos bo'ldi.

Nuklein kislotalarni hujayrada tarqalishi, bajaradigan ishi va tuzilishiga qarab ikki xilga ajratiladi. Ularning biri dezoksiribonuklein kislota (DNK), ikkinchisi ribonuklein kislota (RNK)dir. Nuklein kislotalar yuqori molekular polimer moddalar bo'lib, juda ko'p monomerlardan tuzilgan. Ular nukleotid deb ataladi. Nukleotidlar yig'ilib polinukleotidlarni hosil qiladi. Bu nukleotidlar uch xil moddadan tashkil topgan: *azotli asos, uglevod (pen-toza) va fosfat kislota qoldig'i*.

Azotli asoslar ikki xil bo'ladi: *purin va pirimidin*. Azotli asoslarni nomining bosh harfi bilan belgilash qabul qilingan: adenin (*A*), guanin (*G*), sitozin (*S*), timin (*T*), uratsil (*U*). *A, G*—purin asoslariga kiradi, *STU*— pirimidin asoslariga kiradi.

DNK — dezoksiribonuklein kislota. DNK molekulasini tarkibiga uglevodlardan dezoksiriboza kirganligi sababli, shunday nomlanadi.

DNK molekulasining bir zanjiri ikkinchisining atrofida spiralga o'xshab buralgan ikkita ip ko'rinishida bo'ladi. Ana shunday qo'shshaloq DNK spiralining kengligi katta emas, 2 nm atrofida bo'ladi. Uning uzunligi esa, bir necha o'n ming marta katta bo'lib, bir necha yuz nanometr ga yetishi mumkin. Holbuki, eng yirik oqsil molekulalari yoyilgan holatda uzunligi ko'pi bilan 100—200 nm ga boradi. Demak, DNK molekulasining bor bo'yicha necha minglab oqsil molekulalari ketma-ket joylashgan bo'lishi mumkin (17-rasm).



17-rasm. DNK molekulasi.

DNKda to'rt xil azotli asos bo'ladi (A, G, T, S). Kattaliklari jihatidan AG TS ga teng. Buni E. Chorgaff 1950-yilda aniqladi. Demak, purin asoslari bilan pirimidin asoslarining soni teng [$A=T$; $G=S$ yoki $(A+G)/(T+S)=1$. A bilan G o'lchamlari T bilan S ga qaraganda biroz kattaroq. Barcha organizmlarda DNK molekulasidagi nukleotidlar o'xshash, lekin ularning soni va qanday tartibda kelishi bilan

farq qiladi. DNK ipida nukleotidlar bir nukleotidning uglevodi bilan qo'shni nukleotidning fosfat kislotasi orqali birikadi. Ular orasida mustahkam kovalent bog' hosil bo'ladi. DNK molekulasidagi har bir nukleotid ikkinchi nukleotidga mos bo'lib joylashadi. Buni azotli asoslar bajaradi. Azotli asoslarni tutashuvida muhim qonuniyat bor, chunonchi, bir zanjirdagi A qarshisidagi hamisha ikkinchi zanjirning T si, bir zanjirning G si qarshisida esa, ikkinchi zanjirning S si turadi.

J. Uotson va F. Krik modelining eng muhim sharti qo'sh spiraldagi asoslarning komplementarligidir ($A-G$, $G-S$). Chunki nukleotidlar shu tariqa joy olgandagina qo'shshaloq spiralni boshidan oxirigacha zanjir orasidagi masofa bir xil bo'lib chiqadi. «Komple-

mentarlik» to'ldirish ma'nosini anglatadi. Agar DNK zanjiridan bittasining qanday bo'lmasin biror qismida *A, G, S, T, A, S, S* nukleotidlari ketma-ket keladigan bo'lsa, u holda ikkinchi zanjirning bunga qarama-qarshi qismida ularga *T, S, G, A, T, G, G* nukleotidlar komplementar bo'ladi. Shunday qilib, bir zanjirdagi nukleotidlarning qanday tartib bilan ketma-ket kelishi ma'lum bo'lsa, u holda komplementarlik tamoyiliga ko'ra, ikkinchi zanjirdagi nukleotidlarning qanday tartib bilan joylashganligi darhol bilib olinadi. Vodород bog'larining ko'pligi esa, DNK molekulasi mustahkam birikishini ta'minlaydi.

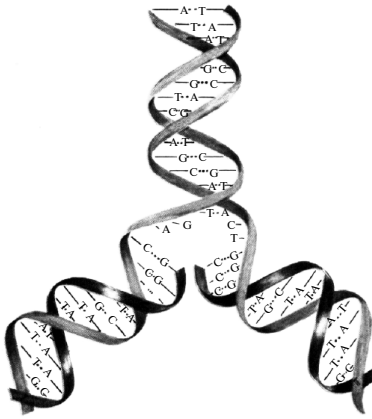
RNK — ribonuklein kislota. RNK molekulasini ham DNK molekulasini singari polinukleotid zanjirdir, lekin RNK zanjiri DNKdan ancha farq qiladi. RNK tarkibida uglevodi ribozadan iborat. Undan tashqari, timin (*T*) o'rniga uratsil (*U*) ishtirok etadi. RNK DNKdan farq qilib, bir zanjirlidir. RNKning molekular og'irligi kichik bo'lib, zanjir uzunligi ham DNK molekulasidan kalta bo'ladi. Hujayrada bajaradigan vazifasiga qarab hamma RNK molekulari bir necha xil bo'ladi:

1. Axborotli (i-RNK, m-RNK) yoki transkripsiyalanuvchi RNK;
2. Transport (t-RNK) RNK;
3. Ribosomal (r-RNK) RNK;
4. Yadroviy (ya-RNK) RNK.

Har bir RNK molekulasini o'zining maxsus funksiyasini bajaradi. m-RNK molekulasini oqsil tuzilishi haqidagi irsiy axborotni DNKdan ribosomalarga ko'chirib o'tkazadi. Ya'ni transkripsiya qiladi va i-RNK ga aylanadi. Bu esa, oqsil sintezida qolip (andoza) vazifasini bajaradi. t-RNK molekulasini aminokislotalarni oqsil sintez qiladigan joyga ribosomalarga yetkazib beradi. 20 xil t-RNK 20 xil aminokislotalarga mos keladi. r-RNK hujayra ribosomasi tarkibiga kiradi. ya-RNK splyasing jarayonida ishtirok etadi, ya'ni genlarning intron qismlarini olib tashlab ekzon qismlarini ulashga yordam beradi.

Quyida hujayradagi RNK molekularining foizlardagi ko'rsatkichi berilgan: r-RNK—80 %; t-RNK—15 %; m-RNK, i-RNK < 5 %; ya-RNK < 1 %. Bu RNK molekularining o'zaro ta'siri natijasida hujayrada oqsil sintezlanadi.

2.3. DNK replikatsiyasi va uning irsiyatdagi ahamiyati



18-rasm. DNK replikatsiyasi modeli.

DNK molekulasini ikki hissa ko'payishdek ajoyib xususiyatga ega. Bu jarayonni DNK replikatsiyasi (reduplikatsiyasi), deb ataladi (18-rasm). Bu jarayon DNK molekulasining ikki zanjiri orasidagi bo'sh bo'lgan vodorod (H) bog'larni DNK polimeraza fermenti yordamida uzilishidan boshlanadi. DNKning spiral iplari bir-biridan yiriklasha boshlaydi. DNKning har bir yarmi karioplazmadagi yetishmagan yarmini komplementarlik asosida nukleotidlarni biriktirib olib, ikkita yangi DNK molekulasini hosil qiladi. DNK molekulasidagi yangi iplarning sintezi doimo qand molekulasining 5' uglerod atomidan 3' atomga qarab harakat qiladi.

Replikatsiya matritsa usulida ro'y beradi, ya'ni har bir qiz DNK molekulasini eski polinukleotid zanjir va bunga komplementar bo'lgan yangidan sintezlangan yana bir polinukleotid zanjiridan iboratdir. Bunday replikatsiya usuli — *yarim konservativ replikatsiya*, deyiladi.

Nuklein kislotalarning replikatsiya jarayoni bir qancha fermentlarning ishiga bog'liq. Aniqlanishicha bu jarayonda kamida to'rt guruh fermentlar ishtirok etadi: DNK polimerazalari; RNK polimerazalari; endonukleazalar va DNK ligazalari.

1. DNK sintezini boshqaruvchi fermentlarni — *DNK polimerazalari*, deb ataladi. DNK polimerazalarini birinchi marta A. Kornberg 1958-yilda «*E.coli*» bakteriyasidan ajratib olgan. Hujayralarda ular uch xil ko'rinishda uchraydi (I, II, III). Hammasi ham faol bo'lib, DNK molekulasini uzayishida va 5' — 3' ga tomon bittadan nukleotidni qo'shib borishida ishtirok etadi. DNK molekulasidagi ishdan chiqqan qismlarini to'g'rilab (reparatsiya) boruvchi fermentlarga birinchi va ikkinchi DNK polimerazalari kiradi.

2. RNK polimeraza fermenti RNK transkripsiyasini amalga oshiradi.

3. Endonukleaza fermentlari DNKning ikki zanjirli iplarini 4—12 nukleotidlar ketma-ketligida kesib boradi.

4. DNK ligaza fermentlari 3' va 5' molekular orasidagi fosfodiefir bog'larni katalizlaydi va tikadi.

DNK replikasiyasi endonukleaza fermenti ta'sirida bitta bog'ni uzilishidan boshlanadi. Keyin shu joyga DNK polimeraza birikadi va ketma-ket yangi nukleotidlarni ona zanjiriga 5' —3' ga tomon sintezlay boshlaydi. DNK ligazasi esa, ikki zanjirni bir-biriga tikib boradi. Shu usulda DNK replikasiyasi amalga oshadi va irsiy axborot o'zgaraymay ikkinchi molekulaga o'tadi. Natijada, irsiy axborot saqlanadi va ko'paytirib nasllarga o'tkaziladi.

2.4. Genlar va ularning strukturasi

Yuqori darajadagi organizmlarni tekshirish natijasida genlar o'ziga xos tarzda tuzilgan va o'z-o'zidan ikkiga bo'linish yo'li bilan ko'payadigan barqaror molekuladir, degan tushuncha qabul qilingan. Bunda gen bir qancha xossalarga ega:

1. Muayyan fermentativ reaksiyalarni nazorat qilish qobiliyatiga;
2. Mutatsiyalanish qobiliyatiga;

3. Rekombinatsiyalanish qobiliyatiga ega bo'lgan bo'linmas birlik, deb qaraladi. Keyinchalik bakteriofaglar ustida o'tkazilgan tajribalarga asoslanib, shu uch xossaning hammasi haqiqatda yaxlit birlik bo'lmish genning xususiyati emasligini va genlar shu xossalarni yuzaga chiqaradigan bo'linmas birlik emasligi aniqlandi.

Gen — DNK molekulasining bir qismi bo'lib, u diskretidir, chunki bir qancha nukleotidlar yig'indisidan iborat. DNK molekulasidagi nukleotidlarni o'zgarishi genlarni o'zgarishiga olib keladi va yangi belgilarga ega bo'lgan genetik ma'lumotlarni saqlagan molekular struktura hosil bo'ladi. Demak, gen mutatsiya natijasida o'zgarish xususiyatiga ega. Bunday o'zgarish genning hamma qismlarida sodir bo'lishi mumkin.

Genning ekzon va intron qismlari. Genlarni tekshirish natijasida ularda juda ko'p ekzon va intron qismlari mavjudligi aniqlandi (19-rasm). Ekzon — i-RNKni kodlashda ishtirok etuvchi qism. Intron — i-RNKni kodlamaydigan transkripsiya qilmaydigan qismdir. Genlarning ekzon qismlari o'rtacha 1—3 ming juft asoslardan iborat. U oqsil molekulasining 300—1000 aminokislota

Bu jarayonda nukleotidlar tartibi nuklein kislotalar tilidan aminokislotalar tartibi oqsil tiliga tarjima qilinadi. Shuning uchun oqsil sintezi *translatsiya* — tarjima qilish, deb yuritiladi. Oqsil sintezi biologik kodlash orqali sodir bo‘ladi. Hujayralardagi avloddan avlodga uzatiladigan irsiy axborot DNK molekulasida, qisman RNKda ham bo‘ladi va nukleotidlarni birin-ketin kelishi shaklida yozilgan bo‘ladi. Unga *biologik kodlash*, deyiladi (3-jadval).

3-jadval

Kodonning birinchi nukleotidi

		U	S	A	G			
U	UUU	Fen		UAU	Tir	UGU	Sis	U S A G
	UUS		USU USS	UAS		UGS		
	UUA	Ley	USA USG	UAA terminator		UGA	terminator	
	UUG			UAG terminator		UGG	Tri	
S	SSU		SSU SSS	SUA	Gis	SGU		U S A G
	SUS	Ley		SAS SAA		SGA	Arg	
	SUA		SSA SSG	SAG	Glu	SGA SGG		
	SUG							
A	AUU	Iley	ASU ASS	AAU	Asp	AGU	Ser	U S A G
	AUS			AAS		AGS		
	AUA	Met	ASA ASG	AAA	Liz	AGA	Arg	
	AUG			AAG		AGG		
G	GUU		GSU GSS	GUA	Asp	GGU		U S A G
	GUS	Val		GAS GAA		GGG	Gli	
	GUA		GSA GSG	GAG	Glu	GGA GGG		
	GUG							

Kodonning uchinchi nukleotidi

Uning mohiyati shundan iboratki, har bir aminokislota DNK zanjirining yonma-yon turuvchi uchta nukleotididan tuzilgan qismi mos keladi. Masalan, genda nukleotidlar quyidagi tartibda joylashgan, deb faraz qilaylik:

A-S-A-T-T-T-A-A-S-S-A-A-G-G-G,

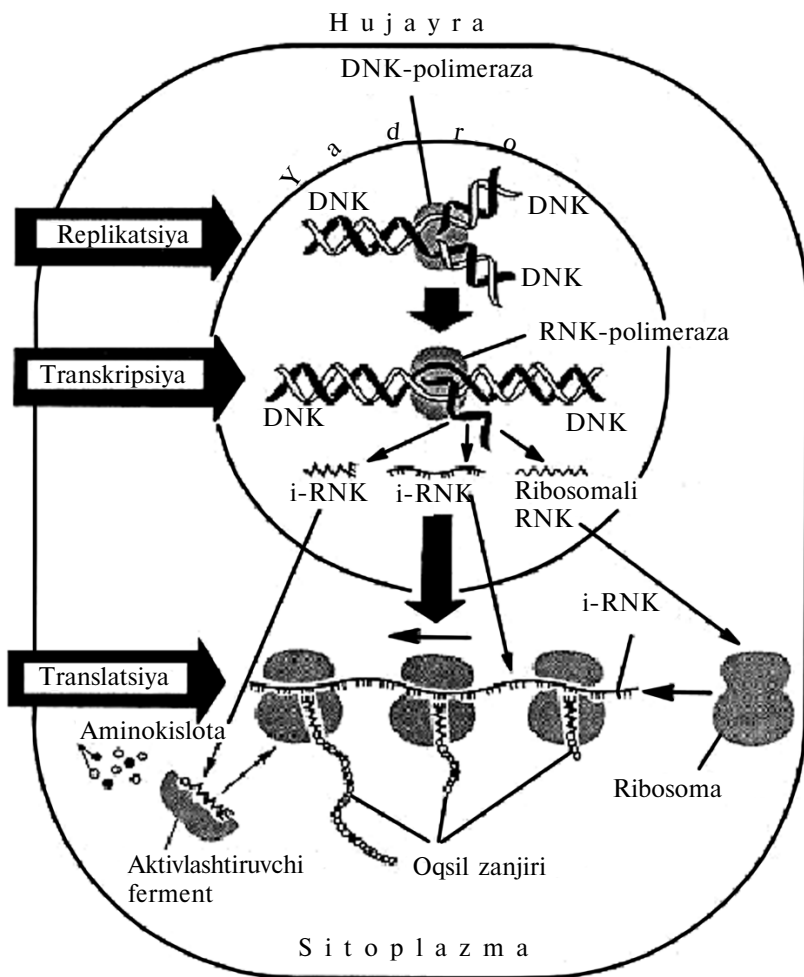
bu qatorni uchliklarga (tripletlarga) ajratib, oqsil molekulasida qaysi aminokislotalar qanday tartib bilan joylashganini darhol aniqlay olamiz:

<i>ASA</i>	<i>T-T-T</i>	<i>A-A-S</i>	<i>S-A-A</i>	<i>G-G-G</i>
sistein	lizin	leysin	valin	prolin

Demak, har xil nukleotidlar soni 4 ta. To‘rt elementning uchtadan bo‘lish mumkin ehtimoli bo‘lgan birikmalar soni 64 ta. Organizmdagi oqsillar tarkibiga kiradigan aminokislotalar esa, atigi 20 ta. Shunday qilib, barcha aminokislotalarning kodini topish uchun nukleotidlarning har xil tripletlari yetib ortadi. Bundan tashqari 3 ta nukleotidlar birikmasi (kodonni) *UAA, UAG, UGA* aminokislotalarni kodlamaydi va polipeptid zanjiri sintezining tugaganidan darak beradi. Ularni *terminator* (tugatuvchi)lar, deb ataladi (genetik kod — 3-jadvalga qarang).

Oqsil biosintezi ko‘p bosqichli murakkab jarayondir. Oqsil biosintezi ribosomalarda o‘tadi. Hujayra sitoplazmasiga oziq orqali kirgan aminokislotalar ribosomaga mustaqil ravishda bormaydi. Ribosomalarga aminokislotalarni transport (t-RNK) RNK tashib olib boradi. Transport RNK atigi bir necha o‘nta (70—90 ta) nukleotiddan tuzilgan kattaroq zanjirdir. t-RNKning molekulasi beda bargi ko‘rinishida bo‘ladi. Bunga sabab, bir zanjirli RNKni ayrim qismlarida nukleotidlar qo‘sh asoslarni tashkil qiladi. Buni RNKning ikkilamchi strukturasi, deb ham ataladi. RNK zanjirlari uchta halqani hosil qiladi. RNK molekulasining bir uchida aminokislota osongina biriktirib oladigan struktura bor. Uni *aminoatsil uch*, deyiladi. Ikkinchi uchida shu aminokislota kodiga mos keladigan (antikodon) nukleotidlar tripleti bor. Masalan, lizin aminokislota uchun t-RNK molekulasining bir uchida lizin birikadigan «qo‘nadigan maydoncha» (aminoatsil uch) bor, ikkinchi uchida esa, nukleotidlar tripleti antikodon qismida *UUU* bor. Demak, 20 xil aminokislota tashiydigan t-RNK molekullari mavjud. Buni 20-rasmda ko‘ramiz. Bu bilan oqsil sintezining 1-bosqichi tugaydi.

Sintezning 2-bosqichi boshlanishi uchun aminokislota t-RNKdan ajralishi kerak. Buning uchun t-RNK tarjima qilish vazifasini bajaradi, ya'ni nukleotidlar tartibi nuklein kislotalar tilidan aminokislotalar tartibi oqsil tiliga tarjima qilinadi. Shuning uchun oqsil sintezi translatsiya — *tarjima qilish*, deb yuritiladi. Bunday tarjima ribosomalarda (r-RNK) o'tadi.



20-rasm. Oqsil sintezining chizmasi.

Ribosomalarda ikkita faol qism mavjud: peptid va aminokislota qismlari. Aminokislota qismida i-RNKdan olingan buyruq asosida t-RNK antikodon qismini tanib oladi, peptid qismida buyruqni bajaradi va aminokislotani o'zidan ajratadi.

Soʻng uchinchi bosqich boshlanadi. Bunda ribosomada joylashgan sintezda fermenti t-RNKdan uzilib qolgan aminokislotani sintezlanayotgan polipeptid zanjirga ulaydi. Birinchi ribosomada oqsil sintezi tugagandan soʻng i-RNK boʻylab ikkinchi ribosomaga oʻtiladi. Ribosoma oldinga qarab 50-100A siljigach, ikkinchi ribosomada oqsil sintezlana boshlaydi. Soʻngra i-RNK uchinchi, toʻrtinchi va hokazo boʻlib davom etadi. Ularning hammasi bir xil ish bajaradi: har bir ribosoma shu i-RNKda dasturga solingan bir xil oqsilni sintezlaydi. Ribosoma i-RNK boʻylab unga qancha siljigan boʻlsa, oqsil molekulasining shuncha kattaroq boʻlagi yigʻilgan boʻladi. Ribosoma i-RNKning terminator nukleotidlar joylashgan qismiga yetganda sintez tamom boʻladi, ribosoma oʻzi yasagan oqsil bilan tevarak-atrofdagi muhitga tushadi. Bu yerda ribosomalar tarqalib ketadi va oʻziga mos informatsion i-RNKga boradi. Sintezlangan oqsil molekulasida endoplazmatik toʻrga kiradi va hujayraning qaysi joyiga oqsilning bu turi kerak boʻlsa, oʻsha joyga boradi. Bunday oqsil sintezi uchun koʻp energiya kerak boʻladi. Bitta aminokislota t-RNK bilan birikishi uchun bitta molekula ATF parchalanishi kerak boʻladi. Oʻrtacha bitta oqsil molekulasida 500 ga yaqin aminokislota boʻlsa, shunga teng miqdorda ATF kerak boʻladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkin, oqsil biosintezi quyidagi sintetik reaksiyalar zanjiridan iborat:

- 1) i-RNK sintezi;
- 2) aminokislotalarning t-RNK bilan birikishi;
- 3) oqsilning yigʻilishi.

Biosintezning har bir bosqichi ATF molekulasining parchalanishi bilan boradi. Yuqorida qayd qilib oʻtganimizdek, genlar biologik belgilarni nazorat qiladi. Demak, genlar nasllarda tegishli belgilar va xossalarni oʻzida saqlab, kelgusi avlodlarda shu belgilarni keltirib chiqaradigan asosiy faktordir. Masalan, ayrim genlar koʻzning rangini, ikkinchisi sochning oʻsishini, uchinchisi terining nuqsonsizligini ifodalasa, toʻrtinchisi burunning shaklini, beshinchisi yuzning bichimini belgilaydi va hokazo.

Belgi qanday boʻlsa shundayligicha naslga oʻtmaydi. Naslga belgilar emas, balki organizm reaksiyasini belgilaydigan genotip, yaʼni genlar kompleksi oʻtadi. Odam bolasiga ota-onasining anatomok-fiziologik belgilari irsiy yoʻl bilan meros boʻlib oʻtadi. Tadqiqotlar natijasi shuni koʻrsatadiki, odamning tana tuzilishi, koʻz

kamalak pardasining rangi, boshining shakli, yuzining tuzilishi, yurish-turishi va hokazo belgilar bevosita genlar tomonidan nazorat qilinar ekan. Ba'zan juda nozik xususiyatlar ham, masalan, ovozning tembri, ba'zi qiliqlar, shuningdek, musiqaga bo'lgan moyillik holati ham nasldan naslga o'tadi.

Ma'lumki, tabiatda hech qachon odam bir-biriga o'xshamaydi. Buning sababi, o'n minglab, yuz minglab genlarning asrlar bo'yi bir-birlari bilan chatishib kombinatsiyalashuvi natijasidir. Yillar o'tar ekan, odamzodni tasvirlovchi gen kombinatsiyalari ifodalari murakkablashib boradi, shu sababli ikki shaxs bir-biriga hech qachon o'xshamaydi. Hatto bir tuxumli egizaklarda, garchi, yuz tuzilishlari bir-biriga o'xshasa-da, farqlanuvchi belgilari ham ko'p bo'ladi.



NAZORAT SAVOLLARI

1. Nukleotid deb, nimaga aytiladi va uning tarkibi qanday?
2. Qanday nuklein kislotalarni bilasiz va ularning bir-biridan farqi?
3. DNK va RNK tarkibiga qanday purin va pirimidin asoslari kiradi?
4. DNK molekulasi haqida nima bilasiz?
5. Komplementarlik qoidasining mohiyati nimada?
6. RNK molekularining necha tipini bilasiz?
7. DNK replikatsiyasi deganda nimani tushunasiz?
8. Nuklein kislotalar replikatsiyasida qanday fermentlar qatnashadi?
9. Gen haqida nimani bilasiz?
10. Gen qanday qismlardan tashkil topgan va ularning mohiyatini tushuntirib bering.
11. Ekzon, intron, speyzer haqida nimalarni bilasiz?
12. Oqsil sintezida qanday organoidlar qatnashadi?
13. Transkripsiya va translatsiya nima?
14. Genetik kod nima?
15. Oqsil sintezining tugashi nimaga bog'liq?

Masalalar

1. DNK molekulasi bir ipining bir qismi *AAASSSTTTGGG...* nukleotidlardan tashkil topgan. DNK ikkinchi ipining shu qismga komplementar bo'lgan joyidagi nukleotidlar tartibi qanday?

2. Matritsa, ya'ni DNK molekulasi ipining bir qismi *ATTSSGGAATASAA...* nukleotidlardan tashkil topgan. RNK molekulasi o'sha qismga komplementar bo'lgan joydagi nukleotidlar tartibi qanday?

3. m-RNK molekulasining bir qismi *AAUUASSSGGAUAAG...* kodonlardan tashkil topgan. m-RNK shu qismiga komplementar bo'lgan t-RNK antikodonlarining tripletlari qanday bo'ladi?

4. DNK molekulasining bitta zanjirida nukleotidlar quyidagicha ketma-ket joylashgan: TAS, GAT, GSS, TAG... Shu DNK molekulasining ikkinchi zanjiridagi nukleotidlarning joylashish tartibini toping?

5. Bitta informatsion RNK molekulasi tarkibida azotli asoslar quyidagi nisbatda uchraydi: guanin — 34, uratsil — 18, sitozin — 28 va adenin — 20. Shu RNK molekulasi asosida DNKdagi azotli asoslar miqdorini toping.

6. Fankoni sindromi (suyak to'qimasi hosil bo'lishining buzilishi) bilan kasallangan bemor siydidagi informatsion RNK molekulasining quyidagi tripletlariga mos keladigan aminokislotalar bo'ladi: *AUA, GUS, AUG, USA, UUG, UAS, GUU, AUU*. Bemorning siydidagi qaysi aminokislotalar bo'lishini toping.

7. DNK molekulasi tarkibida 1250 ta guanin bor, shu molekula tarkibida qancha sitozin bo'ladi?

2-AMALIY MASHG'ULOT

Nuklein kislotalarning tuzilishi, soni va oqsil biosintezini o'rganish bo'yicha masalalar yechish

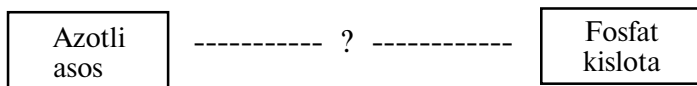
Mashg'ulotning maqsadi. DNK va RNKni tuzilishi bilan tanishish, asosiy atamalarni o'zlashtirib olish. Oqsil biosintezini, transkripsiyani, translatsiyani va genetik kod bo'yicha masalalar yechishni o'rganish.

Kerakli jihozlar. DNK, RNK tuzilishi, DNK replikatsiyasi, oqsil biosintezini tasvirlangan tablitsalar, chizmalar va modellar.

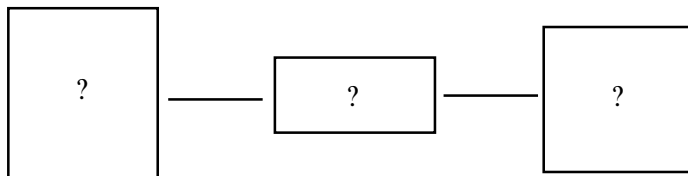
Amaliy vazifa. Talabalar o'qituvchi ko'magida yuqorida berilgan tablitsa, chizma va modellar yordamida nuklein kislotalarning tuzilishi, replikatsiyalanishi, oqsil sintezining bosqichlari (transkripsiya va translatsiya) va genetik kod mavzularini qaytarib, shu mavzularga tegishli masalalarni mustaqil holda yechadilar. Quyidagi jadvalda nuklein kislotalarining bir-biridan farq qiluvchi belgilari berilgan bo'lib, talabalar jadvaldan foydalangan holda berilgan kartochnalarni to'ldirib, o'tilgan mavzularni mustahkamlaydi (4-jadval).

Belgilari	DNK (dezoksiribonuklein kislota)	RNK (ribonuklein kislota)
Hujayralarda uchrashi	Yadro, mitoxondriya, xloroplastlar	Yadro, mitoxondriya, xloroplastlar, sitoplazma, ribosomalarda
Yadroda uchrashi	Xromosomalarda	Yadrochada
Molekulasining tuzilishi	Qo'sh spiral shaklida buralgan polinukleotid zanjiridan iborat	Bir necha ming nukleotiddan tashkil topgan yagona zanjirdan iborat
Monomerlari	Dezoksiribonukleotid	Ribonukleotid
Nukleotid tarkibi	Azotli asos (purin va pirimidin), dezoksiriboza (uglevod), fosfat kislota qoldig'i	Azotli asos (purin va pirimidin), riboza (uglevod), fosfat kislota qoldig'i
Nukleotid xillari	Purin — Adenin (A), Guanin (G) Pirimidin — Sitozin (S), Timin (T) A=T, T=A, G≡ S, S≡G	Purin — Adenin (A), Guanin (G), Pirimidin — Sitozin (S), Uratsil (U) A=U, U=A, G≡S, S≡G
Xususiyati	Ikki hissa oshish xususiyatiga ega (reduplikatsiyalanadi) doimiy	Ikki hissa oshish xususiyatiga ega emas, labil
Funksiyasi	Xromosomaning kimyoviy asosini tashkil qiladi: DKN sintezi, RNK sintezi, oqsil tuzilishi haqida informatsiya saqlaydi	Bir necha xili bo'lib, i-RNK irsiy axborotni yadrodan sitoplazmaga yetkazadi. Oqsilning birlamchi strukturasi haqida ma'lumot saqlaydi. r-RNK — ribosoma tarkibiga kiradi. t-RNK — aminokislotalarni oqsil sintezlaydigan joyga tashiydi

1. DNK chizmasini to'ldiring:



2. RNK molekulasini tarkibiga kiruvchi moddalarni joylashtiring:



3. DNK, RNK molekulari hujayrada qanday funksiyalarni bajaradi? Ularning biologik ahamiyati nimada?

4. Quyidagi jadvalni to'ldiring:

T/r	Solishtirish uchun savollar	DNK	RNK
1.	Yuqori molekular birikmalarning qanday guruhiga kiradi?	Polimer	Polimer
2.	Molekulasi qanday strukturaviy xususiyatlarga ega?		
3.	Qanday monomerlardan tashkil topgan?		
4.	Monomerleri qanday komponentlardan tashkil topgan?		
5.	Molekula tarkibiga kiruvchi qand?		
6.	Molekulasi tarkibiga kiruvchi azotli asoslar.		

5. Quyidagi jadvalni to'ldiring:

Atama	Ma'nosi	Qo'llanilishi
Transkripsiya Translatsiya Poliribosoma i-RNK t-RNK	Ko'chirish	DNK tipidan RNK xiliga o'tkaziladi

6. Quyidagi jadvalni to'ldiring:

Solishtirish uchun savollar va belgilar	DNK	i-RNK
<p style="text-align: center;">O'xshashligi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Molekula tuzilishi 2. Umumiy nukleotidlar soni 3. Kimyoviy tarkibi 4. Bajaradigan vazifasi <p style="text-align: center;">Farqi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Molekula tuzilishi 2. O'ziga xos nukleotidlari 3. Kimyoviy tarkibi 4. Molekula massasi 5. Reduplikatsiyalanadimi 6. Hujayraning qaysi qismida joylashgan 		

Masalalar

1. DNK molekulasining uzunligi 6,8 sm bo'lsa, umumiy zanjirda nechta juft nukleotid molekulasini saqlaydi?

Yechish: santimetrni angstromga o'tkazamiz.

6,8 sm = 68 mm = 680.000.000Å har bir DNK zanjirining uzunligi.

Har bir nukleotid 3,4Å ga teng bo'lsa,

680 mln : 3,4 = 200 mln.

Javob: 200 mln juft nukleotidga ega.

2. DNK molekulasida $A = 600$, $T = 2400$ bo'lsa, qancha molekula (F) — fosfat kislotasi, (D) — dezoksiriboza qandi va (A_3) — azotli asos bor?

Yechish: Komplementarlik qoidasiga binoan:

$A=T$, $G=S$. $T= 600$, $S= 2400$.

Umumiy nukleotidlar soni:

$600+2400+600+2400 = 6000$. Har bir nukleotid 1 tadan F , D , A_3 saqlashini etiborga olsak:

Javob: $F = 6000$, $D = 6000$, $A_3 = 6000$.

3. Odamning bitta hujayrasida DNK molekulasining umumiy uzunligi taxminan 102 sm.ga teng.

a) DNK molekulasi necha juft nukleotidlar saqlaydi?

b) DNK molekulasida qancha (F) — fosfat kislotasi, (D) — dezoksiriboza qandi va (A_3) — azotli asos bor?

4. DNK molekulasining reduplikatsiyasi uchun nechta va qanday erkin nukleotidlar zarur? DNK molekulasida $A= 600$, $G= 2400$ ta bor.

5. Oqsil tarkibiga kiradigan aminokislotalarning o'rtacha molekula massasi taxminan 138 ga teng. Agar ular peptid bog' hosil qilsa, bitta molekula suv ajralib chiqadi. Ularning molekular massasini qancha, deb olamiz?

6. Agar oqsil molekulasining massasi 36.000 ga teng bo'lsa, oqsil molekulasida nechta aminokislota ishtirok etgan?

7. Agar oqsil molekulasida 400 ta aminokislota bo'lsa, uning taxminan og'irligi necha Dalton bo'ladi?

8. Berilgan oqsil molekulasi 435 ta aminokislotadan tashkil topgan. Shu aminokislotalarga tegishli nukleotidlar sonini toping.

9. DNK molekulasining bir qismi 1269 ta nukleotidlardan tashkil topgan bo'lsa, oqsil molekulasidagi aminokislotalar soni qancha bo'ladi?

10. Quyidagi aminokislotalarga tegishli bo'lgan i-RNKlarni toping:
 Valin — Metionin — Isoleysin — Triptofan — Sistein — Argenin — Serin — Asparagin — Asparagin kislotasi.

11. DNK molekulasi bir ipining bir qismi *AAGSTTTAGGGAT...* nukleotidlardan tashkil topgan. DNK ikkinchi ipining shu qismiga komplementar bo'lgan joyidagi nukleotidlar tartibi qanday?

12. Vazopressin geni.

I. DNKdagi trip-letlar ketma-ketligi

TGT	TAT	TTT	GAA	GAT	TTT	SST	SGG	GGT
---/---/---/	---/---/---/	---/---/---/	---/---/---/	---/---/---/	---/---/---/	---/---/---/	---/---/---/	---/---/---/
ASA	ATA	AAA	STT	STA	ASA	GTA	GSA	SSA
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

II. i-RNKga tegishli trip-letlar ketma-ketligi

UGU	UAU	UUU	GAA	GAU	UTU	SSU	STU	GGU
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

III. Oqsildagi aminokislotalar ketma-ketligi

sis-	tir-	fen-	glu-	asp-	sis-	pro-	arg-	gli
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Vazopressin oqsili

Chizmani kuzating. Vazopressin eng sodda oqsil bo'lib, gepofiz gormonini ishlab chiqaradi (9 ta aminokislotalardan iborat) qon bosimini ko'taradi:

- i-RNKda nechta nukleotidlar, tripletlar bor;
- uning uzunligini aniqlang;
- 3- va 8-o'rinda joylashgan i-RNK tripletlarini ko'rsating;
- 5- va 21-o'rinda qaysi nukleotidlar joylashgan;
- vazopressin oqsilida necha xil aminokislotalar ishtirok etgan;
- qaysi aminokislota ikki marotaba ishlatilgan.

13. Oksitotsin (gipofiz gormoni bo'lib silliq muskullarni qisqarishiga ta'sir etadi) oqsili vazopressinga o'xshab 9 ta aminokislotalardan tashkil topgan. Faqat 3-o'rinda izoleysin va 8-o'rinda leysin aminokislotalari joylashgan «genetik kod» jadvalidan foydalanib oqsil sintezini saqlaydigan gen strukturasi sxemasini tuzing.

14. Oksitotsin oqsilidagi i-RNK molekulasida nechta fosfat kislotasi qoldig'i va uglevod ishtirok etadi?