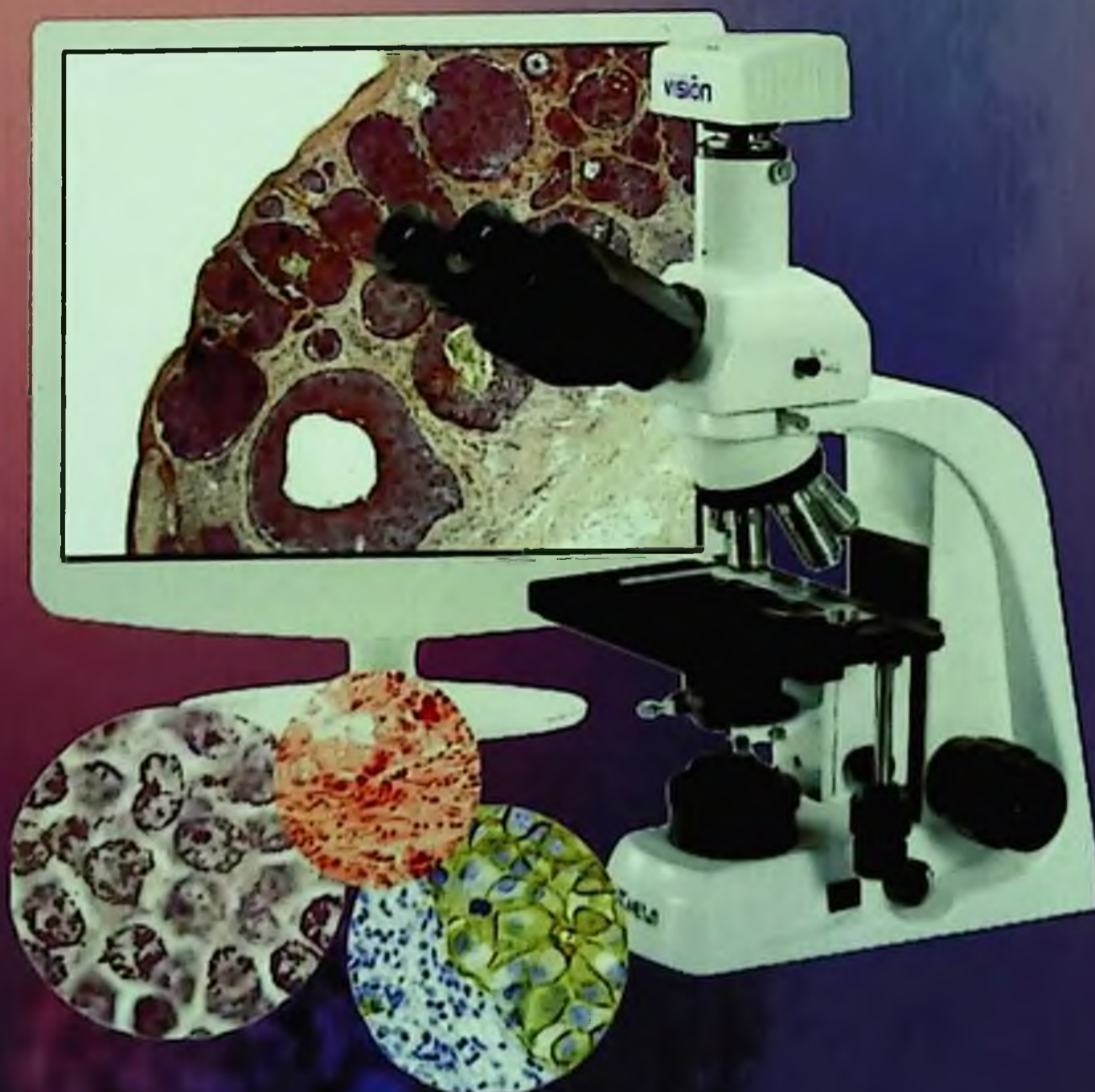


5 FB
N 180

NAZAROVA F.SH. DJUMANOVA N.E. TOSHMAMATOV B.N.

SITOLOGIYA ASOSLARI

Oliy o'quv yurtlari uchun o'quv qo'llanma



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI**

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG'LIQNI SAQLASH
VAZIRLIGI**

SAMARQAND DAVLAT TIBBIYOT UNIVERSITETI



Nazarova F.Sh., DJumanova N.E., Toshmamatov B.N.

SITOLOGIYA ASOSLARI

Ta'lim sohasi – Sog'liqni saqlash – 910 000

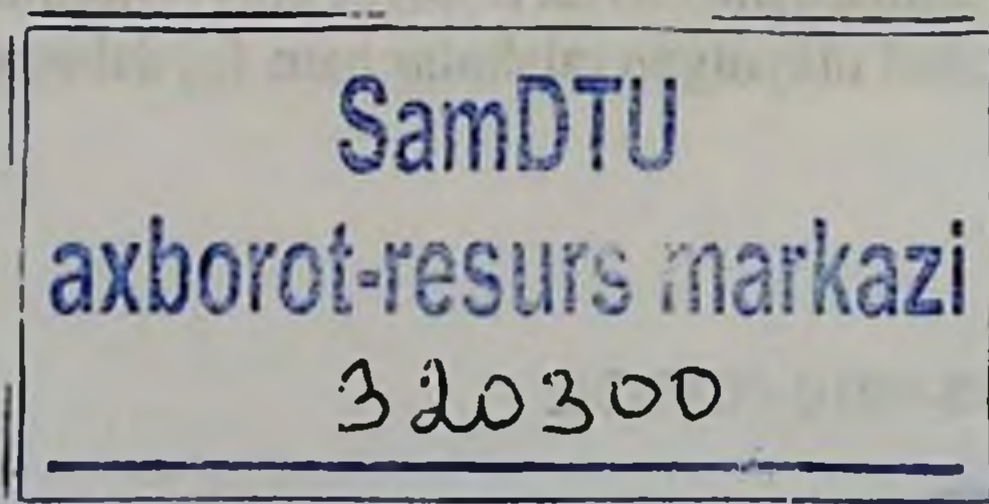
"Tibbiy biologiya va genetika" fanidan

SITOLOGIYA ASOSLARI

60910200 – Davolash ishi

60910300 – Pediatriya ishi

ta'lim yo'nalishlari uchun o'quv - qo'llanma



ARTEX NASHR
SAMARQAND 2024

UDK: 576.3(075.8)

BBK: 28.05ya73

Nazarova F.Sh., DJumanova N.E., Toshmamatov B.N. SITOLOGIYA ASOSLARI O'quv qo'llanma
Samarqand / Artex Nashr 2024 220-bet.

Tuzuvchilar:

Nazarova F.Sh. - Samarqand davlat tibbiyot universiteti "Tibbiy biologiya va genetika" kafedrasida katta o'qituvchi

DJumanova N.E. - Samarqand davlat tibbiyot universiteti "Tibbiy biologiya va genetika" kafedrasida katta o'qituvchi

Toshmamatov B.N. - Samarqand davlat tibbiyot universiteti "Odam anatomiyasi" kafedrasida PhD, v.v.b.dotsent

Taqrizchilar:

Yuldashov M.A. - Toshkent davlat agrar universiteti "Umumiy zootexnika va veterinariya" kafedrasida b.f.d., professor

Xusanov E.O'. - Samarqand davlat tibbiyot universiteti "Odam anatomiyasi" kafedrasida t.f.n., dotsent

"Sitologiya asoslari" o'quv qo'llanma bakalavriat oliy o'quv yurtlarining biologiya mutaxassisliklari (5140100 biologiya profili) talabalariga uchun mo'ljallangan. O'quv qo'llanma 2024-yilda kredit modulli o'qitish tizimi bo'yicha tasdiqlangan o'quv dasturi asosida yozilgan. O'quv qo'llanmadan Samarqand davlat tibbiyot universitetining kadrlar tayyorlash yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar ham foydalanishlari mumkin.

ISBN: 978-9910-9039-2-2

© ARTEX NASHR, 2024

© Nazarova F.Sh., DJumanova N.E., Toshmamatov B.N.

MUNDARIJA

SO'Z BOSHI	4
KIRISH	6
SITOLOGIYANI RIVOJLANISH TARIXI. HUYAYRA NAZARIYASI VA UNING BIOLOGIYADAGI TA'SIRI.....	6
HUJAYRA BIOLOGIYASINI O'RGANISH USULLARI. HUJAYRALAR TURLARI.....	24
HUJAYRALARNING SITOPLAZMA VA VAKUOLAR TIZIMI.	53
HUJAYRA MEMBRANASI TIZIMI.....	59
MAXSUS PLAZMA TUZILMALARI MEMBRANLAR.....	74
ENDOPLAZMIK RETIKULUM.....	83
GOLGI KOMPLEKSI VA LIZOSOMA	97
PEROKSIZOMLAR (MIKROTALALAR), SFEROSOMALAR VA VAKUOLLAR O'SIMLIK HUJAYASI	107
RIBOSOMALAR VA PROTEINLAR BIOSINTEZI.....	129
PLASTIDLAR	137
MITOXONDRIYALARNING TUZILISHI VA FUNKSIYASI.....	145
XROMATIN VA UNING VAZIFALARI.....	165
XROMATIN VA UNING VAZIFALARI.....	167
HUJAYRALARNING KO'PLANISHI.....	184
NEKROZ VA APOPTOZ. HUJAYRA O'LIMI.....	208
ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	216

SO'Z BOSHI

So'nggi 50 yil ichida biologiya fanida sezilarli o'zgarishlar ro'y berdi. Bu vaqt ichida molekulyar biologiya va molekulyar genetika, hujayra va molekulyar muhandislik oldinga ulkan qadam tashladi, bu esa zamonaviy biologiyaning turli sohalarida sof nazariy ko'rinadigan ko'plab ishlanmalarni amaliyot va sanoatga joriy etish imkonini berdi. Tadqiqotchilar qiziqishlarining keskin kengayishi va ko'plab printsiptial jihatdan yangi uslubiy yondashuvlarning rivojlanishi so'nggi yillarda hujayra biologiyasining deyarli barcha jihatlari bilan bog'liq bo'lgan ko'plab yangi faktlar va g'oyalarning to'planishiga olib keldi, ham uning tuzilishini o'rganishda, ham uning tuzilishida. molekulyar-genetik tashkilot. O'quv qo'llanma dotsent I.Badalxo'jayev tomonidan 50 yildan ortiq vaqt davomida Andijon universitetining biologiya fakultetida o'qilgan materiallar asosida yozilgan bo'lib, muhim o'zgarishlar, birinchi navbatda, yangilash, to'ldirishda amalga oshirilgan. va yangi ma'lumotlar bilan tanishtirish va materialni taqdim etish ketma-ketligi. Bu erda turli xil hujayra komponentlarini tahlil qilishda tizimli yondashuv qo'llaniladi, bu bizga ularni bir-biridan ajratilgan holda emas, balki yaxlit bir butun sifatida, tirik mavjudotlarning elementar birligi - hujayrada ko'rib chiqishga imkon beradi. Hujayra yadrosi, membrana vakuolyar tizimi, sitoskeleton, hujayra bo'linishi haqidagi materiallar sezilarli darajada kengaytirildi va yangilandi, hujayra siklini tartibga solish, hujayra o'limi shakllari (nekroz va apoptoz) va boshqalar bo'yicha yangi boblar kiritildi. .

"Sitologiya asoslari" kursi birinchi kurs talabalariga o'qitiladi. Talabalar o'quv rejasida sitologiya kursini shunday tartibga solish o'zining afzalliklari va kamchiliklariga ega. Kamchiliklar orasida asosiysi, bizning fikrimizcha, biokimyo, biofizika va boshqa fanlar kabi fanlardan materiallarni jalb qilmasdan, hujayralar tuzilishi va uning tarkibiy qismlarining funktsiyalari haqida etarlicha to'liq ma'lumot berish juda qiyin va murakkabdir. molekulyar biologiya. Zamonaviy o'quv dasturining birinchi yilidagi talaba birinchi navbatda "umumiy" fanlarni o'rganadi: kimyo, botanika, umumiy kimyo. Albatta, talabalar ushbu umumiy fanlarni o'rgangandan so'ng, o'qituvchiga sitologiya kursini o'qitish osonroq bo'ladi. Ammo organizmlar va hujayralarning nozik fiziologik funktsiyalarini ularning tashkil etilishining elementlarini bilmasdan o'rganish bizga imkonsizdek tuyuladi. Shuning uchun kursda o'qituvchi biokimyo va molekulyar biologiya bo'yicha qisqa ekskursiyalar o'tkazadi. Bizningcha, bu kirish qismi biologiya talabalari uchun unchalik qiyin emas.

O'quv qo'llanmaning yana bir xususiyati shundaki, unda turli xil kelib chiqishi: bakteriyalar, o'simliklar, hayvonlar hujayralarining tuzilishi va faoliyati haqida ma'lumotlar berilgan. Bu juda muhim, chunki kelajakdagi zoologlar, botaniklar, mikrobiologlar va virusologlar, biokimyoglarlar va biofiziklarni hisobga olmaganda, hujayraning barcha shakllarini bilishlari va organ, to'qima yoki turning kelib chiqishidan qat'i nazar, hujayralar uchun umumiy bo'lgan asosiy qonuniyatlarni bilishlari kerak. Shuning uchun darslikda turli hujayralar, prokaryotik va eukariotlarning tuzilishini taqqoslash mavjud.

Sitologiya kursida nafaqat aniq bilimlar miqdorini ta'minlash, balki bu bilimlar qanday olinganligini ko'rsatish muhim ko'rinadi. Shuning uchun hujayra tuzilmalari va ularning xususiyatlarini tavsiflashda zamonaviy fanning eksperimentlari va uslubiy texnikasi va zamonaviy hujayra biologiyasining asosiy usullarining tavsiflari ko'pincha kiritiladi. Buni qilish kerak, chunki ko'pincha hujayralarni o'rganishda yangi yo'nalishlarni ishlab chiqish uchun asos bo'lishi mumkin bo'lgan yangi uslubiy texnika va ishlanmalar.

Ushbu o'quv qo'llanmadagi materiallar xromatin va xromosomalar, hujayra membranalari va sitoskeletal tuzilmalar haqida juda ko'p yangi ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Bu optikadan molekulyargacha bo'lgan turli darajadagi hujayralarni o'rganish bo'yicha ishlarning jadal rivojlanishini aks ettiradi. Shunga qaramay, talabalarni fanning yangi yutuqlari bilan tanishtirish ular fanning hozirgi paytda nima bilan shug'ullanayotganini, undagi qanday asosiy muammolar tadqiqotchilar e'tiborini jalb qilishini bilishlari uchun juda zarurdir.

KIRISH

SITOLOGIIYANI RIVOJLANISH TARIXI. HUYAYRA NAZARIYASI VA UNING BIOLOGIYADAGI TA'SIRI.

Sitologiya - hujayralarning tuzilishi, funktsiyalari, individual rivojlanishi va evolyutsiyasini o'rganadigan biologik fan. "Sitologiya" atamasi ikkita yunoncha so'zdan olingan: kytos - hujayra, hujayra va logos - fan. Sitologiya mustaqil fan sifatida 19-asrning oxirlarida paydo bo'ldi. 1884 yilda frantsuz olimi Jan Baptiste Karnoyning "Hujayra biologiyasi" kitobi nashr etildi, unda o'sha vaqtgacha to'plangan materiallar jamlangan va tirik organizmlarni mikroskopik o'rganishning uchta asosiy vazifasi - umumiy, qiyosiy va maxsus hujayra biologiyasi yoki sitologiyasi. Bu sanani sitologiyaning mustaqil rivojlanishining boshlanishi deb hisoblash mumkin. Har bir mustaqil fan kabi sitologiyaning ham o'z predmeti, usullari va nazariy asoslari mavjud. Sitologiyaning predmeti hujayra, asosiy tadqiqot usuli mikroskopiya, nazariy asosi esa hujayra nazariyasidir. Shuning uchun sitologiyaning shakllanishiga mikroskopning ixtiro qilinishi, hujayraning ochilishi va hujayra nazariyasining yaratilishi kabi hodisalar eng ko'p ta'sir ko'rsatdi.

Birinchi jahonskop 1609-yilda italyan fizigi G.Galiley tomonidan ilgari yaratilgan teleskopning modifikatsiyasi sifatida yaratilgan. Bu qavariq linzali va konkav ko'zoynakli uzun kolba edi va keyingi taqsimotni olmagan. Lekin bu mikroskop yordamida F.Stelluti 1625-yilda ari ko'zining faset tuzilishini, F.Tessi 1628-yilda paporotnik sporalarini o'rgandi.

J. Kepler sxemasi bo'yicha ishlab chiqarilgan mikroskoplarning keyingi modellari qavariq linzali va okulyar bo'lgan stol usti asboblari edi. Shu bilan birga, 16-asrning oxiridan boshlab. Kichik diametrli bitta bikonveks linzadan iborat "oddiy mikroskoplar" keng qo'llanila boshlandi. Aynan mana shu qurilmadan protozoalarni kashf etgan gollandiyalik A. Leuvenguk (1665) foydalangan. O'simlik hujayralari birinchi marta ingliz fizigi R. Guk tomonidan kitobda tasvirlangan

"Mikrografiya", 1665 yilda nashr etilgan. Qo'ziqorin, mürver o'zagi va boshqa o'simliklarning pulpa qismlarini o'rganar ekan, R.Guk ularning barchasi bir xil turdagi tuzilmalardan - yopiq pufakchalardan iborat ekanligini aniqladi va ularga hujayra (hujayra) nomini berdi. . Shuningdek, u bir kub dyuym o'simlik to'qimasida (1 dyuym-25,4 mm) taxminan 125 million hujayra borligini hisoblab chiqdi. Hujayraning R.Guk tomonidan kashf etilishi tirik organizmlarning mikroskopik tadqiqotlarini

rag'batlantirdi. 1671 yilda italyan M. Malpigining "O'simliklar anatomiyasi" va ingliz N. Gryuning "O'simliklar anatomiyasining boshlanishi" asarlari nashr etildi, ular o'simliklarning mikroskopik tuzilishini o'rganishga bag'ishlangan. O'simlik organlari asosan o'zaro to'qilgan tolalardan iborat deb hisoblab, N.Gryu sitologiyaga "to'qima" tushunchasini kiritdi.

Hujayra nazariyasi nemis olimi T.Shvann tomonidan 1839 yilda nashr etilgan "Mikroskopik tadqiqotlar" monografiyasida bayon etilgan. Unda T.Shvann sitologiyaning nazariy asoslarini yaratgan tamoyillarni asoslab bergan:

-o'simliklar ham, hayvonlar ham universal mikroskopik tuzilmalardan - hujayralardan iborat.

- o'simlik va hayvon hujayralarining o'xshashligi ularning tuzilishi va ko'payishining umumiy tamoyillaridan kelib chiqadi.

-Har bir hujayra hayotiy faoliyatida mustaqildir.

-organizm ko'p sonli hujayralar yig'indisidir.

Tirik organizmlarning hujayra tuzilishining universalligini tushunish sitologiya va boshqa biologiya fanlari rivojlanishining asosiy omillaridan biri bo'ldi.

Sitologiyaning ob'ektlari ko'p hujayrali organizmlarning hujayralari, hujayralarga bo'linmaydigan yadro-sitoplazmatik komplekslar, simplastlar, plazmodiyalar, sintsiyalar, shuningdek, bir hujayrali hayvonlar, o'simliklar va bakteriyalardir. Hujayra nazariyasi - bu tirik birliklar sifatida hujayralarning tuzilishi, ularning ko'payishi va ko'p hujayrali organizmlarning shakllanishidagi roli haqidagi umumlashtirilgan g'oya.

Ob'ektlar va usullarga ko'ra sitologiyaga quyidagilar kiradi: kariosistematika, sitoekologiya, radiositologiya, onkologiya, immunotsitologiya, sitogenetika.

Hujayra nazariyasining individual qoidalarining paydo bo'lishi va shakllantirilishidan oldin o'simlik va hayvonlarning turli xil bir hujayrali va ko'p hujayrali organizmlari tuzilishi bo'yicha kuzatuvlar to'planishining ancha uzoq (uch yuz yildan ortiq) davri bo'lgan. Bu davr turli xil optik tadqiqot usullarini qo'llash va takomillashtirish bilan bog'liq edi.

Sitologiya rivojlanishining uch bosqichi mavjud:

XVII asrning birinchi bosqichi - XIX asr oxiri. Hujayra tuzilishi haqidagi faktlarni to'plash davri.

1665 R. Guk "hujayra" atamasini kiritadi. 1672 Gryu va Malpigi turli ob'ektlar ustidagi Guk tajribalarini takrorlaydi. 17-asrning oxiri - sitologiyaning shakllanish asri. Anton van Levenguk 40 marta

kattalashtirish imkonini beruvchi ibtidoiy mikroskopni yaratdi. U 1674 yilda amfibiyalarning qon hujayralarida qizil qon hujayralarini topdi. 1675 yil - bir hujayrali o'simlik organizmlari. 1683 - ta'riflangan bakteriyalar.

17-asrning ikkinchi yarmida Levenguk Pyotr I ga ikkita mikroskop berdi. U qiziqib qoldi va 1698 yilda o'zining mikroskopini qurish uchun rus hunarmandlarini to'pladi. Belyaevlar oilasi mikroskoplar uchun ko'zoynaklar yaratdilar. 19-asr boshlarida olib borilgan tadqiqotlar natijasida Bir qator olimlar hujayralarga tirik organizmning tarkibiy birliklari sifatida qarashni o'rnatdilar.

1838 yilda botanik Shleyden va zoolog Shvann 1839 yilda birinchi hujayra nazariyasini yaratdilar. Ushbu nazariya tufayli tananing funktsiyalari bir butun sifatida alohida hujayra birliklarining faoliyati va o'zaro ta'siridan iborat degan fikr shakllantirildi.

1855 - 1858 yillarda nemis patologiyasi Virxov hujayra nazariyasini o'z sub'ektlariga qo'lladi va har bir hujayra asl hujayraning bo'linishi natijasida, organizmlar esa ikkita hujayraning birlashishi natijasida hosil bo'lishini isbotladi. erkak va ayol.

1831 yil Braun yadroni kashf etdi va uni hujayraning eng muhim va muhim organellasi deb ta'rifladi. Hujayra protoplazmasi o'rganildi va hujayraning dastlabki tushunchasi hujayra membranasi bilan kosmosda cheklangan va yadroni o'z ichiga olgan protoplazma massasi g'oyasiga aylandi.

Kondenser - yorug'lik nurlarini ushlab turadigan va ob'ektga yo'naltiradigan ko'p linzali tizim. 1850 - moyli linzalar (keyinroq suvga botirish). 1873 yil - kondensator linzalari, mikroskopning yig'uvchi va yo'naltiruvchi linzalari. Organoidlar topilgan:

1876 yil - hujayra markazi (Eduard van Beneden, Boveri);

1898 yil - mitoxondriya (hayvon hujayrasida Benda va Altman, o'simlik hujayrasida Meves);

1898 yil - Golji apparati, Kamillo Golji tomonidan kashf etilgan.

Quyidagi hodisalar aniqlandi:

-bakteriyalarning bevosita bo'linishi;

-amitoz, hujayraning bevosita bo'linishi (Remak);

-mitoz, bilvosita bo'linish (Fleming; Strassburger);

-mitozning asosiy belgilari - xromosomalarning hosil bo'lishini tavsiflaydi (1890, Valdeyer).

-xromosoma individualligi nazariyasi yaratildi.

Xertvig "Hujayra va to'qima" (1892) monografiyasini nashr etdi, unda barcha biologik hodisalar hujayraning o'ziga xos xususiyatlari, tuzilishi va funktsiyalari asosida jamlangan. Monografiya sitologiya rivojlanishining birinchi bosqichiga yakun yasadi.

Ikkinchi bosqich - mikroskopik texnologiyani takomillashtirish. 19-asrning oxiri - 20-asrning 20-yillari.

Texnologiyani yanada takomillashtirish. Yorqin maydon kondensatoriga qo'shimcha ravishda qorong'u maydon kondensatori taklif qilindi. Ushbu qurilma yordamida yon yoritgichli ob'ektlarni tekshirish mumkin edi. Tyndall effekti yorug'lik nurida chang bo'laklarini ko'rganimizda.

Hujayradagi zarrachalarning orientatsiyasini aniqlash imkonini beruvchi qutbli mikroskop ham qurildi.

1903 yil - ultrabinafsha mikroskop yaratildi.

1932 yil - fazali kontrastli mikroskop (fazali siljishlarni amplitudaga aylantirish imkonini berdi, bu rangsiz tuzilmalarni ko'rish imkonini berdi) va interferentsiyali mikroskop.

DNKni aniqlash usuli. Felgen, Rossenbek 1924 yil

Turli operatsiyalarni bajarish uchun ishlatilishi mumkin bo'lgan mikromanipulyatorlar yaratilmoqda.

1909 yilda Xarrison to'qima madaniyati usulini yaratdi.

Uchinchi bosqich - elektron mikroskopni qurish bosqichi. 20-asrning dastlabki yigirma yilligida barcha harakatlar hujayra tuzilmalarining funktsiyalarini yoritishga qaratilgan edi. Ammo bu 1920-yillarda elektron mikroskop yaratilgan va rentgenologik tahlil usullari paydo bo'lgandagina mumkin bo'ldi. Ushbu mikroskopning yaratilishi sitologiya rivojlanishining uchinchi bosqichini ochdi - zamonaviy.

Elektron mikroskopdan foydalanish submikroskopik hujayra morfologiyasining ochilishiga olib keldi.

Hujayra tuzilishining noma'lum tafsilotlari aniqlandi. Plazma membrananing tuzilishi o'rganilgan. Membranali tarmoqning tuzilishi - EPR - o'rganildi. Lizosomalar (gidrolitik fermentlar), katalaza va siydikokinaza fermentini o'z ichiga olgan peroksizomalar o'rganildi. Ribosomalarning tuzilishi o'rganilgan. Sitoskelet ochiq (mikronaychalar, mikrofilamentlar, oraliq filamentlar).

O'zbekistonning taniqli olimlari sitologiya va gistologiya fanlari rivojiga o'zlarining ilmiy yutuqlari bilan munosib hissa qo'shdilar. Akademik J.X.Hamidov rahbarligida Biokimyo institutida nurlanishning

ichki sekretiya bezlari va morfofiziologik sistemaga ta'siri o'rganildi. Hozirgi vaqtda uning jamoasi neyronlarning o'sishi, rivojlanishi va farqlanishiga yordam beradigan turli to'qimalar va organlardan moddalarni ajratish bilan shug'ullanadi. Jamoa hayvonlar organizmidan sog'lom genni ajratib olish va uni urug'langan tuxumga ko'chirib o'tkazish bilan shug'ullanadi, buning natijasida kelajakda genetik kasalliklarni bartaraf etish mumkin. Bu usuldan yaxshi naslli qoramol zotlarini olish mumkin. Ular hujayra biotexnologiyasini xalq xo'jaligida qo'llash usullarini ishlab chiqmoqdalar. Ular tashqi omillarning biomembranaga ta'sirini ham o'rganadilar (A. Mirahmedov, 1988). Toshkent tibbiyot akademiyasida akademik K. A. Zufarov rahbarligida O'zbekistonda birinchi marta elektron mikroskopiya, avtoradiografiya, sitokimyoviy usullar ishlab chiqildi va hozirda tibbiyotda qo'llanilmoqda. Hozirda respublika olimlari hujayra biologiyasi, gistologiya va immunologiya, molekulyar biologiya, qiyosiy gistologiya fanlarida ushbu usullardan foydalanmoqda. Akademiklar Y.To'raqulov va Islabekovlar bo'g'oz hujayralarida yod moddasi yetishmasligi tufayli buqoq kasalligi rivojlanishini avtoradiografiya usulida isbotlab berdilar va bu yutuqlari uchun xalqaro Davlat mukofotiga sazovor bo'ldilar.

Bundan tashqari, Y.To'raqulov hujayralarning kimyoviy va biokimyoviy tuzilishiga oid bir qancha ilmiy ishlar chop ettirgan yaxshi (1968, 1980). Sitologiyaning birinchi vazifalari ishlab chiqilgan:

- 1) Hujayraning ultramikro tuzilishini o'rganish
 - 2) Hujayra tuzilmalarining funktsiyalarini va ularning o'zaro ta'sirini o'rganish;
 - 3) Hujayraga moddalarning kirib borishi, hujayradan chiqarilishi usullarini, membranalarning rolini o'rganish;
 - 4) Asab va gumoral qo'zg'atuvchilarga hujayraning tashqi va ichki reaksiyasi;
 - 5) Hujayralarning o'zaro ta'sirini o'rganish;
 - 6) hujayralar va hujayra tuzilmalarining shikastlanishi, ko'payishi va apoptoz (hujayralarning dasturlashtirilgan o'limi) reaksiyasini o'rganish.
- Hujayra nazariyasi va uning ahamiyati.

Hujayra nazariyasi - bu tirik birliklar sifatida hujayralarning tuzilishi, ularning ko'payishi va ko'p hujayrali organizmlarning shakllanishidagi roli haqidagi umumlashtirilgan g'oya.

Hujayra nazariyasining individual qoidalarini shakllantirishdan oldin o'simlik va hayvonlarning turli xil bir hujayrali va ko'p hujayrali

organizmlari tuzilishi bo'yicha kuzatuvlar to'planishi ancha uzoq davom etgan. Bu davr turli xil optik tadqiqot usullarini qo'llash va takomillashtirish bilan bog'liq edi.

Robert Guk (1665) birinchi bo'lib kattalashtiruvchi linzalar yordamida mantar to'qimalarining "hujayralar" yoki "hujayralar" ga bo'linishini kuzatdi. Uning ta'riflari o'simliklar anatomiyasining tizimli tadqiqotlarini keltirib chiqardi (Malpigi, 1671; Grew, 1671), bu Robert Gukning kuzatishlarini tasdiqladi va o'simliklarning turli qismlari bir-biriga yaqin joylashgan "vazikulalar" yoki "qopchalar" dan iborat ekanligini ko'rsatdi. Keyinchalik A. Levenguk (1680) bir hujayrali organizmlar dunyosini kashf etdi va birinchi marta hayvon hujayralarini (eritrotsitlarni) ko'rdi. Hayvon hujayralari keyinchalik F. Fontana (1781) tomonidan tasvirlangan; ammo bu va boshqa ko'plab tadqiqotlar o'sha paytda hujayra tuzilishining universalligini tushunishga, hujayra nima ekanligi haqida aniq fikrlarga olib kelmadi. Mikroanatomiya va hujayralarni o'rganishdagi taraqqiyot 19-asrda mikroskopiyaning rivojlanishi bilan bog'liq. Bu vaqtga kelib, hujayralarning tuzilishi haqidagi g'oyalar o'zgardi: hujayrani tashkil qilishda asosiy narsa hujayra devori emas, balki uning haqiqiy tarkibi, protoplazma deb hisoblana boshladi (Purkinya, 1830). Hujayraning doimiy komponenti - yadro protoplazmada kashf etilgan (Braun, 1833). Bu ko'p sonli kuzatishlarning barchasi T. Shvannga 1838 yilda bir qancha umumlashmalarni amalga oshirish imkonini berdi. U o'simlik va hayvon hujayralari bir-biriga o'xshash (homolog) ekanligini ko'rsatdi. "T. Shvannning xizmati shundaki, u hujayralarni kashf etganida emas, balki tadqiqotchilarga ularning ahamiyatini tushunishga o'rgatgan" (Valdeyer, 1909). Bu fikrlar R. Virxov (1858) asarlarida yanada rivojlantirildi. Hujayra nazariyasining yaratilishi biologiyadagi eng muhim voqea, butun tirik tabiat birligining hal qiluvchi dalillaridan biriga aylandi.

Hujayra nazariyasi biologiyaning rivojlanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatdi va embriologiya, gistologiya va fiziologiya kabi fanlarning rivojlanishi uchun asosiy poydevor bo'lib xizmat qildi. U hayotni tushunish, organizmlarning o'zaro bog'liq munosabatlarini tushuntirish, individual rivojlanishni tushunish uchun asos bo'ldi.

Hujayra nazariyasining asosiy tamoyillari shu kungacha o'z ahamiyatini saqlab kelmoqda, garchi shu paytgacha hujayralarning tuzilishi, hayotiy faoliyati va rivojlanishi haqida yangi ma'lumotlar olingan. Hozirgi vaqtda hujayra nazariyasi quyidagilarni ta'kidlaydi:

1. Hujayra hayotning elementar birligi: hujayradan tashqarida hayot mavjud emas.

Hujayraning mustaqil tirik birlik sifatidagi g'oyasi T. Shvannning asarlarida berilgan. R. Virxov, shuningdek, har bir hujayraning o'zida hayotning to'liq xarakteristikasi bor, deb hisoblagan: "Hujayra barcha tirik jismlarning oxirgi morfologik elementi bo'lib, uning tashqarisida haqiqiy hayot faoliyatini izlashga haqqimiz yo'q" (1858).

Zamonaviy ilm-fan bu pozitsiyani to'liq isbotladi. Ommabop adabiyotda hujayra ko'pincha "hayot atomi", "hayot kvanti" deb nomlanadi, shu bilan hujayra tirik mavjudotlarning eng kichik birligi ekanligini ta'kidlaydi, uning tashqarisida hayot yo'q.

Hujayraning bunday umumiy xarakteristikasi, o'z navbatida, yashashning ta'rifiga asoslangan bo'lishi kerak - nima tirik, nima hayot. Tirik mavjudotlarga, hayotga yakuniy ta'rif berish juda qiyin.

M.V. Wolkenstein (1965) hayotning quyidagi ta'rifini beradi: "tirik organizmlar ochiq (ya'ni, atrof-muhit bilan materiya va energiya almashinuvi), o'z-o'zini tartibga soluvchi va o'z-o'zini ko'paytiruvchi tizimlardir, ularning eng muhim ishlaydigan moddalari oqsillar va nuklein kislotalardir." Tirik mavjudotlar ko'payish (ko'payish), energiyadan foydalanish va o'zgartirish, moddalar almashinuvi, sezgirlik va o'zgaruvchanlik kabi bir qator qo'shma xususiyatlar bilan tavsiflanadi. Va bu belgilarning bunday kombinatsiyasi hujayra darajasida aniqlanishi mumkin. Hujayradan kichikroq hayot birligi yo'q. Biz hujayradan alohida komponentlarni yoki hatto molekulalarni ajratib olishimiz va ularning ko'pchiligi o'ziga xos funktsional xususiyatlarga ega ekanligiga ishonch hosil qilishimiz mumkin. Shunday qilib, ajratilgan aktomiozin fibrillalari ATP qo'shilishiga javoban qisqarishi mumkin; hujayradan tashqarida murakkab bioorganik molekulalarning sintezi yoki parchalanishida ishtirok etadigan ko'plab fermentlar mukammal "ishlaydi"; Izolyatsiya qilingan ribosomalar zarur omillar mavjud bo'lganda oqsilni sintez qila oladi, hujayra bo'lmaganlar ishlab chiqilgan. nuklein kislotalarni fermentativ sintez qilish tizimlari va boshqalar. Bu hujayraning barcha tarkibiy qismlari, tuzilmalari, fermentlari, molekulalarini tirik deb hisoblash mumkinmi? Aktomiozin kompleksini tirik deb hisoblash mumkinmi? Aftidan, yo'q, agar u tirik mavjudot xususiyatlarining faqat bir qismiga ega bo'lsa. Xuddi shu narsa boshqa misollar uchun ham amal qiladi. Faqatgina hujayra "tirik" ta'rifiga javob beradigan barcha birlashtirilgan xususiyatlarga ega bo'lgan eng kichik birlikdir.

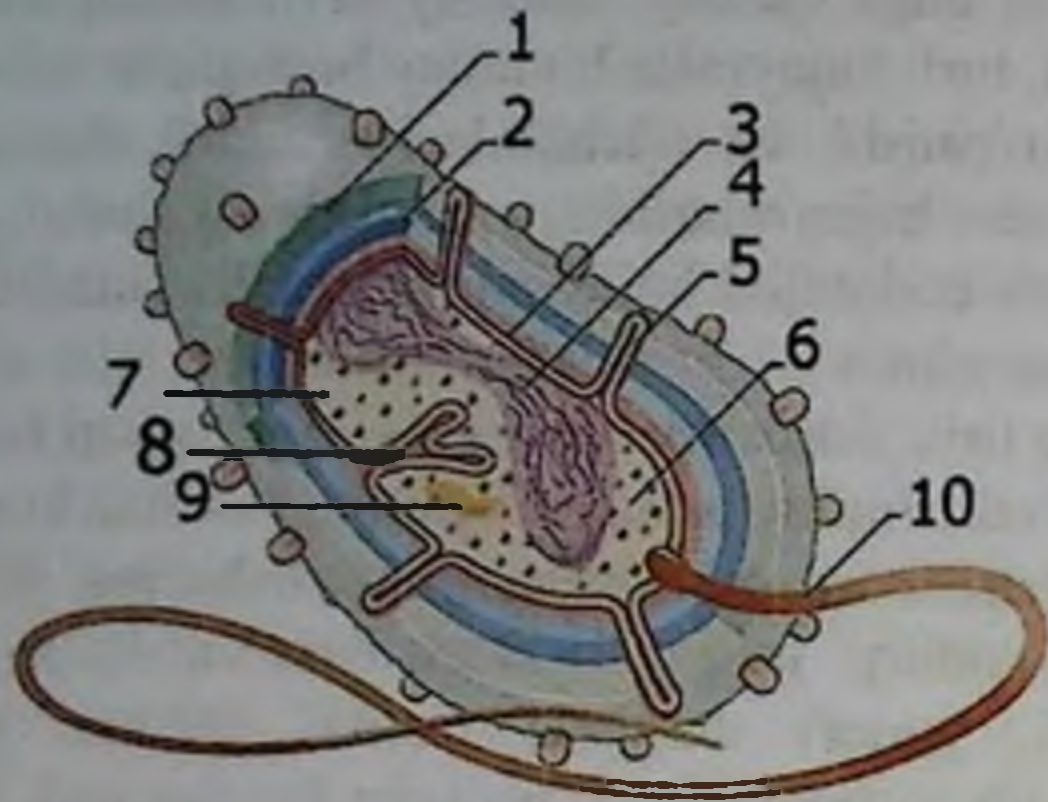
Hujayra nima, unga qanday umumiy ta'rif berish mumkin? Maktab kursidan ma'lumki, turli hujayralar butunlay boshqacha morfologiyaga ega, ularning tashqi ko'rinishi va o'lchamlari sezilarli darajada farqlanadi. Darhaqiqat, ba'zi nerv hujayralarining yulduzsimon shakli, leykotsitlarning sharsimon shakli va endotelial hujayraning naycha shaklidagi umumiyligi nimada? Xuddi shu xilma-xil shakllar mikroorganizmlar orasida uchraydi. Shuning uchun biz tirik jismlarning umumiyligini tashqi ko'rinishida emas, balki ichki tashkil etilishining umumiyligida topishimiz kerak.

Tirik organizmlar orasida hujayra tuzilishining ikki turi mavjud. Tuzilishning eng oddiy turiga bakteriyalar va ko'k-yashil suvo'tlar hujayralari kiradi, yuqori darajada tashkil etilgan turiga esa quyi o'simliklardan tortib to odamgacha bo'lgan barcha tirik mavjudotlarning hujayralari kiradi.

Bakteriyalar va ko'k-yashil suv o'tlari hujayralarini prokaryotik (yadrodan oldingi hujayralar) va hayotning boshqa barcha vakillarining hujayralarini - eukaryotik (aslida yadro) deb atash odatiy holdir, chunki ikkinchisi hujayra yadrosining majburiy tuzilishiga ega bo'lib, ulardan ajratilgan. sitoplazma yadro membranasi bilan.

Prokaryotik hujayraning tarkibi plazma membranasi bilan qoplangan bo'lib, u hujayraning o'zi sitoplazmasi va tashqi muhit o'rtasida faol to'siq rolini o'ynaydi. Odatda plazma membranasi tashqarida joylashgan hujayra devori yoki membrana, hujayra faoliyati mahsuloti. Prokaryotik hujayralar morfologik jihatdan aniq yadroga ega emas, ammo nukleoid deb ataladigan DNK bilan to'ldirilgan zona mavjud.

Prokaryotik hujayralar sitoplazmasining asosiy moddasi (yoki matritsasi) ko'p sonli ribosomalarni o'z ichiga oladi, sitoplazmatik membranalar odatda eukaryotik hujayralardagi kabi aniq emas, garchi bakteriyalarning ba'zi turlari (masalan, fototrofik binafsha bakteriyalar) hujayra ichidagi membrana tizimlariga boy. . Ko'k-yashil suvo'tlarda sitoplazmatik membranalar juda kuchli rivojlangan. Odatda prokaryotlarning barcha hujayra ichidagi membrana tizimlari plazma membranasi hisobiga rivojlanadi (1-ilova).



Rasm. 1. Bakteriya hujayrasining tuzilishi sxemasi: 1-kapsula; 2 hujayrali membrana; 3 hujayrali membrana; 4-nukleoid (xromosoma); 5-sitoplazmatik proyeksiyalar; 6-sitoplazma; 7-ribosoma; 8-mezosoma; 9 - yoqish; 10 - flagellum.

Ammo eukaryotik hujayralarning o'ziga xos xususiyati nafaqat morfologik ifodalangan yadroning mavjudligi. Eng yuqori turdagi hujayralarda (eukaryotik) yadrodan tashqari, sitoplazmada maxsus majburiy tuzilmalarning butun to'plami mavjud, ma'lum o'ziga xos funktsiyalarni bajaradigan organellalar, organellalar membrana tuzilmalarini o'z ichiga oladi: endoplazmatik retikulum tizimi (retikulum), Golji. apparatlar, lizosomalar, mitoxondriyalar, plastidlar (o'simlik hujayralari uchun). Bundan tashqari, eukaryotik hujayralar membrana tuzilmalarining mavjudligi bilan tavsiflanadi, masalan, mikronaychalar, mikrofilamentlar, sentriolalar (hayvon hujayralari uchun) va boshqalar.

Eukaryotik hujayralar odatda prokaryotik hujayralarga qaraganda ancha katta. Shunday qilib, novda shaklidagi bakteriyalar uzunligi 5 mikrongacha va qalinligi taxminan 1 mikronga ega, eukaryotik hujayralar esa o'nlab mikron diametrga etishi mumkin.

Aniq morfologik farqlarga qaramay, prokaryotik va eukaryotik hujayralar juda ko'p umumiy xususiyatlarga ega, bu ularni tirik mavjudotlarni yagona, hujayrali, tashkil qilish tizimi sifatida tasniflash imkonini beradi. Ikkalasi ham plazma membranasi bilan qoplangan, u hujayradan va hujayradan moddalarni faol o'tkazish funktsiyasiga ega; ularning oqsil sintezi ribosomalarda sodir bo'ladi; RNK sintezi va DNK replikatsiyasi kabi boshqa jarayonlar ham o'xshash, bioenergetik jarayonlar

ham o'xshashdir. Yuqoridagilardan kelib chiqib, hujayraga umumiy ta'rif berish mumkin.

Hujayra biopolimerlar (oqsillar, nuklein kislotalar) va ularning makromolekulyar komplekslarining faol membrana bilan chegaralangan, butun tizimni saqlab turadigan va ko'paytiradigan yagona metabolik va energiya jarayonlarida ishtirok etadigan tartibli, tuzilgan tizimdir.

Hujayra ochiq tizimdir. Tashqi muhit bilan moddalar, axborot va energiya oqimlarining almashinuvi.

Muxtasar qilib aytganda: hujayra o'z-o'zini ushlab turadigan va o'z-o'zini ko'paytiradigan biopolimerlar tizimidir. Ushbu ta'rif "tirik" ning asosiy xususiyatlarining tavsifini beradi - o'ziga o'xshash narsani o'ziga o'xshash bo'lmagan narsadan ko'paytirish.

Ko'p hujayrali organizmlarda ba'zi hujayralar ko'payish qobiliyatini yo'qotadi, lekin ular sintetik jarayonlarni o'tkazishga, hujayra va atrof-muhit o'rtasida moddalarning tashishini tartibga solishga va bu jarayonlar uchun energiya sarflashga qodir bo'lsa, ular hujayra bo'lib qoladilar. Anukleat hujayralarga misollar mavjud (sut emizuvchilarning eritrotsitlari va trombositlari, mollyuskalarning ba'zi mushak hujayralari), bu, ehtimol, hujayralarning o'zi emas, balki ularning qoldiqlari - cheklangan funktsional quvvatga ega bo'lgan sitoplazmaning membrana bilan qoplangan joylari.

Bir vaqtlar hujayra nazariyasining birinchi postulati ko'plab hujumlar va tanqidlarga uchragan. Ba'zi mualliflar ko'p hujayrali organizmlarda, ayniqsa hayvonlarda hujayralardan tashqari hujayralararo, oraliq moddalar ham mavjudligini ta'kidlab, ular ham tirik mavjudotlarga xos xususiyatga ega bo'lib tuyuldi. Shu bilan birga, hujayralararo moddalar (er osti moddasi va biriktiruvchi to'qima tolalari) mustaqil shakllanishlar emas, balki hujayralarning alohida guruhlari faoliyatining mahsuloti ekanligi ko'rsatilgan.

Boshqa e'tirozlar hayvonlarda alohida hujayralardan tashqari, simplastlar va sintsiyalar (sokletiyalar) ko'pincha, o'simlik hujayralarida esa - plazmodiyalar mavjudligi bilan bog'liq. Morfologik tavsifga ko'ra, bular alohida hujayrali hududlarga bo'linmagan, ko'p yadroli yirik sitoplazmatik shakllanishlardir. Bunday simplastiyalarga umurtqali hayvonlarning mushak tolalari yoki tasmaimon chuvalchaglarning epidermisi, shuningdek, pastki miksomitsetli zamburug'lardagi plazmodiyalar misol bo'la oladi. Biroq, agar siz bunday "hujayra bo'lmagan" shakllarning rivojlanishini kuzatib boradigan bo'lsangiz, ular ikkinchi darajali alohida hujayralarning birlashishi yoki sitoplazmani

ajratmasdan ba'zi yadrolarning bo'linishi natijasida paydo bo'lishiga osongina ishonch hosil qilishingiz mumkin, ya'ni. sitotomiyasiz.

2. Hujayra konjugat funksional birliklarning yagona tizimidir.

Taqdimotimizning boshida, hujayra nazariyasiga muvofiq, biz uning birinchi postulatini muhokama qildik: hujayra tirik mavjudotlarning eng kichik birligi. Biroq, biz turli funktsiyalarni bajaradigan hujayra ichidagi tuzilmalarning ko'p turlaridan iborat va o'z ichiga olgan ushbu "birlik" ning tuzilishining murakkabligi haqida bilamiz. Bundan tashqari, har bir komponent o'z funktsiyalari guruhidan birini bajarish uchun "ixtisoslashgan" va boshqa komponentlar "part-time" ishlay olmaydi va boshqa hujayra ichidagi tuzilmalarning asosiy funktsiyalarini o'z zimmasiga olmaydi. Shuni ta'kidlash kerakki, funktsiyalarning har biri majburiydir, ularsiz hujayra mavjud bo'lmaydi. Bularning barchasi asosan ko'p hujayrali organizmni eslatadi, bu ham o'z mavjudligi va ko'payishini ta'minlaydigan maxsus tirik tizimdir. Organizmning butun tanasini bir qator tana funktsiyalarining bajarilishini ta'minlaydigan bir qator quyi tizimlar yoki tizimlarga bo'lish mumkin: ovqat hazm qilish, chiqarish, mushak, asab, reproduktiv tizim va boshqalar. Va bu funktsiyalarni individual yoki bir qator bajaradi. organlar: ichaklar, buyraklar, miya va boshqalar. Va bu misolda bu tizimlar asosan monofunksional va almashtirib bo'lmaydigandir. Bir butun sifatida tananing umumiy tizimida ularning barchasi bo'ysunuvchi rollarni emas, balki asosiy rol o'ynaydi. O'chirilganda tananing hayoti imkonsiz bo'ladi va ushbu tizimlarning har biri.

Rasmiy ravishda, har qanday hujayra o'ziga xos funktsiyalarni bajaradigan bir qator mustaqil ko'rinadigan strukturaviy va funksional komponentlarga "parchalanishi" mumkin. Masalan, eukaryotik hujayralar odatda yadro va sitoplazmaga bo'linadi. Sitoplazmada, o'z navbatida, gialoplazma yoki hujayraning asosiy plazmasi ajratiladi (sitozol biokimyogarlar terminologiyasida sitoplazmaning eruvchan tarkibiy qismidir), shuningdek, ularning individual o'ziga xos funktsiyalarini bajaradigan bir qator tuzilmalar - organellalar. Bular membrana organellalari: bir membranali (vakuolyar sistema, jumladan endoplazmatik retikulum, Golji apparati, endo- va ekzositotik vakuolalar, lizosomalar, peroksizomalar) va ikki membranali (mitoxondriyalar va plastidlar). Membrana bo'lmagan organellalarga ribosomalar va sitoskeletal fibrillalar tizimi kiradi. Bundan tashqari, hujayraning butun yuzasi sitoplazmatik membrana bilan qoplangan bo'lib, u vakuolyar tizim, sitoskeletning elementlari va gialoplazma bilan chambarchas bog'liq.

Ammo bu morfologik "ajralishlar" ning har biri yangi tizim yoki ishlashning quyi tizimini ifodalaydi. Shunday qilib, hujayra yadrosi genetik ma'lumotni saqlash, ko'paytirish va amalga oshirish tizimidir. Gialoplazma asosiy oraliq metabolik tizimdir; ribosomalar oqsil sintezi uchun elementar hujayrali mashinalardir; sitoskeleton - hujayraning mushak-skelet tizimi; vakuolyar tizim - oqsil biopolimerlarini sintez qilish va hujayra ichidagi tashish tizimi va ko'plab hujayra membranalari genezisi; mitoxondriyalar - ATP sintezi orqali hujayrani energiya bilan ta'minlaydigan organellalar, o'simlik hujayralarining plastidlari - ATP sintezi va fotosintez tizimi, plazma membranasini - hujayraning to'siq retseptorlari - transport tizimi.

Prokaryotlarda ham ushbu tizimlarning o'xshashlari mavjud: bu plazma membranasini bo'lib, u o'zining chegaraviy roldan tashqari, ATP sintezi va fotosintez, sitozol, ribosomalar va hatto sitoskeletal elementlarda ishtirok etadi.

Shuni ta'kidlash kerakki, barcha hujayra quyi tizimlari o'ziga xos konjugat birlikni tashkil qiladi va o'zaro bog'liqdir. Masalan, yadro funktsiyalarining buzilishi hujayra oqsillari sinteziga darhol ta'sir qiladi, mitoxondriyalarning buzilishi hujayradagi barcha sintetik va metabolik jarayonlarni to'xtatadi, sitoskeletal elementlarning buzilishi hujayra ichidagi transportni to'xtatadi va hokazo. Xuddi soat mexanizmida bo'lgani kabi, uning biron bir qismining shikastlanishi butun tizimning to'xtab qolishiga olib keladi.

3. Hujayralar tuzilishi va asosiy xususiyatlariga ko'ra o'xshash - gomologik.

Gomologiya atamasi asosiy xususiyatlardagi o'xshashlikni va ikkilamchi xususiyatlardagi farqni anglatadi. Demak, masalan, odamning qo'llari, qushning qanoti, otning old oyog'i bir xil bo'lib, nafaqat tuzilishi, balki kelib chiqishi jihatidan ham o'xshashdir. Xuddi shunday, biz o'simlik yoki hayvon kelib chiqishi organizmlarining turli hujayralari o'xshash, gomologik deb aytishimiz mumkin.

T. Shvann tomonidan qilingan bu umumlashma elektron mikroskop kabi yangi texnologik yutuqlardan foydalanadigan zamonaviy sitologiyada tasdiqlangan va ishlab chiqilgan. Hujayra tuzilishidagi gomologiya har bir hujayra turida kuzatiladi: prokaryotik va eukaryotik. Bakterial va yuqori organizmlar hujayralarining xilma-xilligi yaxshi ma'lum. Ushbu strukturaning bir vaqtning o'zida o'xshashligi va shakllarning xilma-xilligi hujayra funktsiyalarini taxminan ikki guruhga bo'lish mumkinligi bilan belgilanadi: majburiy va fakultativ. Ularning hujayralarining hayotiylikini

axborot resurs markazi

320300

saqlashga qaratilgan majburiy funktsiyalar maxsus hujayra ichidagi tuzilmalar tomonidan amalga oshiriladi.

Shunday qilib, barcha prokaryotik hujayralarda plazma membranasi nafaqat sitoplazmaning o'zini cheklaydi, balki moddalar va hujayra mahsulotlarini faol tashishni ta'minlaydigan tuzilma, oksidlovchi fosforlanish tizimi va bakterial hujayra devorlarining shakllanishi manbai sifatida ham ishlaydi. Bakteriyalar va ko'k-yashil suvo'tlarning nukleoid DNKsi hujayralarning genetik xususiyatlarini ta'minlaydi va hokazo. Sitoplazmatik ribosomalar polipeptid zanjirlarini sintez qilish uchun yagona apparat bo'lib, prokaryotik hujayra sitoplazmasining muhim tarkibiy qismidir. Prokaryotik hujayralarning xilma-xilligi alohida bakterial bir hujayrali organizmlarning atrof-muhit sharoitlariga moslashishi natijasidir. Prokaryotik hujayralar bir-biridan hujayra devorining qalinligi va tuzilishi, plazmatik membrananing burmalanishi, bu membrananing sitoplazmatik kengaytmalarining soni va tuzilishi, hujayra ichidagi vakuolalar va membrana to'planishi soni va xossalari va boshqalar bilan farq qilishi mumkin. Prokaryotik hujayralar tuzilishining "umumiy rejasi" doimiy bo'lib qoladi.

Xuddi shu rasm eukaryotik hujayralar uchun ham kuzatiladi. O'simliklar va hayvonlar hujayralarini o'rganishda ajoyib o'xshashlik nafaqat bu hujayralarning mikroskopik tuzilishida, balki ularning alohida tarkibiy qismlarining tuzilishining tafsilotlarida ham hayratlanarli. Eukariotlarda, xuddi prokariotlarda bo'lgani kabi, hujayralar bir-biridan yoki tashqi muhitdan faol plazma membranasi bilan ajralib turadi, bu hujayradan moddalarni chiqarishda va hujayradan tashqari tuzilmalarni qurishda ishtirok etishi mumkin, bu ayniqsa o'simliklarda yaqqol namoyon bo'ladi. U Pastki zamburug'lardan umurtqali hayvonlargacha bo'lgan barcha eukaryotik hujayralar har doim yadroga ega bo'lib, ular turli organizmlarda tuzilishi jihatidan o'xshashdir. Hujayra ichidagi tuzilmalarning tuzilishi va funktsiyalari, shuningdek, asosan, tirik tizimning o'zini (nuklein kislotalar va oqsillarning sintezi, hujayra bioenergetikasi va boshqalar) saqlanishi bilan bog'liq bo'lgan umumiy hujayra funktsiyalarining homologiyasi bilan belgilanadi.

Shu bilan birga, biz hujayralarning xilma-xilligini hatto bitta ko'p hujayrali organizmning ichida ham ko'ramiz. Masalan, mushak yoki nerv hujayralari kabi hujayralar shakli jihatidan bir-biriga unchalik o'xshamaydi. Zamonaviy sitologiya shuni ko'rsatadiki, hujayralar orasidagi farqlar ularning funktsiyalarining ixtisoslashuvi, maxsus funktsional hujayra

apparatlarining rivojlanishi bilan bog'liq. Demak, agar mushak hujayrasini ko'rib chiqsak, u holda umumiy hujayra tuzilmalariga qo'shimcha ravishda (retikulumning membrana tizimlari, Golji apparati, ribosomalar va boshqalar) bu hujayraning maxsus funktsional yukini ta'minlaydigan ko'p sonli fibrillyar komponentlar mavjud.

Nerv hujayrasida umumiy uyali komponentlardan tashqari, o'ziga xos xususiyatlarni qayd etish mumkin: nerv impulslarini uzatish uchun maxsus tuzilmalarda tugaydigan uzoq va tarvaqaylab ketgan hujayrali jarayonlarning mavjudligi; endoplazmatik retikulum (tigroid) elementlarining sitoplazmasidagi o'ziga xos tarkib, hujayra jarayonlarida ko'p sonli mikronaychalar. Nerv hujayrasining ushbu o'ziga xos xususiyatlarining butun majmuasi uning ixtisoslashuvi - nerv impulslarini uzatish bilan bog'liq. Biroq, mikrotubulalar va mikrofilamentlar deyarli har qanday eukaryotik hujayralarda bo'lishi mumkin, ammo ular unchalik ko'p bo'lmaydi. Masalan, kimyoda mushak hujayralarining aktin fibrillalariga o'xshash filamentlar fibroblastlar sitoplazmasida mavjud. Unda mikrotubulalar ham uchraydi. Shunday qilib, mikrofilamentlar ham, mikrotubulalar ham hujayra bo'ylab majburiy tuzilmalardir. Endi ma'lumki, hujayra mikrofilamentlari aktin bilan ifodalanadi, bu ularning umumiy hujayra ahamiyatini ko'rsatadi - hujayra harakatini ta'minlash. Mushak hujayralarida bu funktsiya asosiy vazifaga aylandi, shuning uchun kontraktil apparat ularda juda kuchli ifodalangan.

Ko'p hujayrali organizm hujayralarining strukturaviy xilma-xilligini ularning umumiy, majburiy hujayra funktsiyalari fonida ma'lum bir hujayra tomonidan amalga oshiriladigan maxsus funktsiyalaridagi farq bilan izohlash mumkin.

Boshqacha qilib aytganda, hujayralar tuzilishidagi homologiya hujayralarning o'z hayotini saqlab qolish va ularning ko'payishiga qaratilgan umumiy hujayra funktsiyalarining o'xshashligi bilan belgilanadi. Ko'p hujayrali hujayralar tuzilishidagi xilma-xillik funktsional ixtisoslashuv natijasidir.

4. Hujayralar asl hujayrani bo'lish orqali ko'payadi. Hujayradan hujayra.

"Har bir hujayra hujayradan" (Omnis cellula e cellula) pozitsiyasining shakllanishi mashhur olim R. Virxov nomi bilan bog'liq. T.Shvann o'z umumlashmalarida hayvonlarda ham, o'simliklarda ham hujayra rivojlanishi tamoyilining o'xshashligini ta'kidladi. Bu fikr Shleydenning hujayralar ichki qismidagi donador massadan yangidan hosil bo'lishi

mumkinligi haqidagi xulosalariga asoslandi (sitoblastema nazariyasi). R. Virxov hayotning o'z-o'zidan paydo bo'lishi g'oyasining muxolifi sifatida "hujayralarning ketma-ket ko'payishi" ni talab qildi. Bugungi kunda R. Virxov tomonidan tuzilgan aforistik ta'rifni biologik qonun deb hisoblash mumkin. Prokaryotik va eukaryotik hujayralarning ko'payishi faqat dastlabki hujayraning bo'linishi orqali sodir bo'ladi, undan oldin uning genetik materialini ko'paytirish (DNK reduplikatsiyasi).

Eukaryotik hujayralarda bo'linishning yagona to'liq usuli mitozdir (yoki jinsiy hujayralar hosil bo'lishida meioz). Bunda maxsus hujayra bo'linish apparati - hujayra shpindali hosil bo'ladi, uning yordamida ilgari ikki baravar ko'paygan xromosomalar ikkita qiz hujayra o'rtasida teng va aniq taqsimlanadi. Ushbu turdagi bo'linish o'simlik va hayvonning barcha eukaryotik hujayralarida kuzatiladi.

Ikkilik deb ataladigan tarzda bo'linadigan prokaryotik hujayralar, shuningdek, eukariotlarning bo'linishning mitotik usulini sezilarli darajada eslatuvchi maxsus hujayra bo'linish apparatidan foydalanadi (pastga qarang).

Zamonaviy ilm-fan hujayra shakllanishi va ularning sonining ko'payishining boshqa usullarini rad etadi. Bir vaqtning o'zida "hujayra bo'lmagan tirik materiya" dan hujayralar paydo bo'lgan tavsiflar, eng yaxshi holatda, uslubiy kamchiliklar yoki hatto xatolar natijasi, eng yomoni, ilmiy insofsizlik mevasi bo'lib chiqdi.

Bir vaqtlar hujayralar amitoz deb ataladigan to'g'ridan-to'g'ri bo'linish orqali ko'payishi mumkinligiga ishonishgan. Biroq, hujayra yadrosining, so'ngra sitoplazmaning to'g'ridan-to'g'ri ajralishi faqat ba'zi siliatlarda kuzatiladi. Bunda faqat makronukleus amitotik tarzda bo'linadi, generativ mikroyadrolar esa faqat mitoz yo'li bilan bo'linadi, so'ngra hujayra bo'linishi - sitotomiya sodir bo'ladi. Ko'pincha ikki yoki ko'p yadroli hujayralarning paydo bo'lishi ham amitotik yadro bo'linishi natijasi deb hisoblangan. Ammo ko'p yadroli hujayralarning paydo bo'lishi yoki bir nechta hujayralarning bir-biri bilan qo'shilishi (yallig'lanish organlarining ulkan ko'p yadroli hujayralari, osteoklastlar va boshqalar) yoki buzilish natijasidir. sitotomiya jarayonining o'zi (pastga qarang).

5. Ko'p hujayrali organizm yangi tizimdir.

Ko'p hujayrali organizmdagi alohida hujayralarning roli qayta-qayta muhokama va tanqidlarga uchragan va eng katta o'zgarishlarni boshdan kechirgan. T. Shvann organizmning ko'p qirrali faoliyatini alohida hujayralarning hayotiy faoliyati yig'indisi sifatida tasavvur qildi. Bu g'oya

bir vaqtning o'zida R. Virxov tomonidan qabul qilingan va kengaytirilgan va "hujayra holati" nazariyasi deb nomlangan. Virxov shunday deb yozgan edi: "... har qanday katta hajmdagi har bir jasad ijtimoiy tuzilishga o'xshash tuzilmani ifodalaydi, bu erda ko'plab individual mavjudotlar bir-biriga bog'liq bo'ladi, lekin shu tarzda, ularning har biri o'z faoliyatiga ega. va agar unga rag'bat bu faoliyatni boshqa qismlardan olsa, lekin u o'z ishini o'zi bajaradi" (Virxov, 1859).

Darhaqiqat, biz butun organizm faoliyatining qaysi tomonini olishimizdan qat'i nazar, timash xususiyati yoki harakatga bo'lgan reaktsiya, immunitet reaktsiyalari, ekskretsiya va boshqalar, ularning har biri maxsus hujayralar tomonidan amalga oshiriladi. Hujayra ko'p hujayrali organizmdagi faoliyat birligidir. Ammo hujayralar funktsional tizimlarga, bir-biri bilan o'zaro aloqada bo'lgan to'qimalar va organlarga birlashtirilgan. Shuning uchun murakkab organizmlarda asosiy organlar yoki asosiy hujayralarni izlashning ma'nosi yo'q. Ko'p hujayrali organizmlar to'qimalar va organlarning yaxlit birlashgan tizimlariga birlashtirilgan, hujayralararo, gumoral va asabiy tartibga solish shakllari bilan bo'ysunadigan va bog'langan hujayralarning murakkab ansambllari. Shuning uchun biz butun organizm haqida gapiramiz. Ko'p hujayrali yagona organizm qismlarining ixtisoslashuvi, funktsiyalarining bo'linishi unga alohida individlarning ko'payishi, turning saqlanishi uchun moslashish uchun katta imkoniyatlar beradi.

Oxir oqibat shuni aytishimiz mumkinki, ko'p hujayrali organizmdagi hujayra ishlash va rivojlanish birligidir. Bundan tashqari, butun organizmning barcha normal va patologik reaktsiyalarining asosiy asosi hujayra hisoblanadi. Darhaqiqat, tananing barcha ko'p sonli xususiyatlari va funktsiyalari hujayralar tomonidan amalga oshiriladi. Bakteriyalar kabi begona oqsillar tanaga kirganda, immunologik reaktsiya rivojlanadi. Shu bilan birga, qonda antikor oqsillari paydo bo'ladi, ular begona oqsillar bilan bog'lanadi va ularni inaktiv qiladi. Bu antikorlar ma'lum hujayralar, plazmatsitlarning sintetik faolligi mahsulotlaridir. Ammo plazma hujayralari o'ziga xos antikorlarni ishlab chiqarishni boshlashi uchun bir qator maxsus limfotsit hujayralari va makrofaglarning ishi va o'zaro ta'siri zarur. Yana bir misol, eng oddiy refleks, oziq-ovqat taqdimotiga javoban tupurikdir. Bu erda hujayra funktsiyalarining juda murakkab zanjiri namoyon bo'ladi: vizual analizatorlar (hujayralar) miya yarim korteksiga signal uzatadi, bu erda bir qator hujayralar faollashadi, signallarni neyronlarga uzatadi, ular so'lak bezining turli hujayralariga signal yuboradi,

bu erda ba'zilari. oqsil sekretsiyasini ishlab chiqaradi, boshqalari shilimshiq sekretsiyani chiqaradi, uchinchi, mushak, qisqaruvchi, sekretsiyani kanallarga, keyin esa og'iz bo'shlig'iga siqib chiqaradi. Alohida hujayralar guruhlarining ketma-ket funktsional harakatlarining bunday zanjirlarini tananing funktsional funktsiyalarining ko'plab misollarida ko'rish mumkin.

Yangi organizmning hayoti zigotadan boshlanadi - ayol jinsiy hujayrasi (oosit) sperma bilan birlashishi natijasida hosil bo'lgan hujayra. Zigota bo'linganda hujayra avlodlari paydo bo'ladi, ular ham bo'linadi, soni ko'payadi va yangi xususiyatlarga ega bo'ladi, ixtisoslashadi va farqlanadi. Organizmning o'sishi, uning massasining ko'payishi hujayralarning ko'payishi va turli xil mahsulotlarni (masalan, suyak yoki xaftaga tushadigan moddalar) ishlab chiqarish natijasidir.

Va nihoyat, barcha kasalliklarning istisnosiz rivojlanishi uchun asos bo'lgan hujayralarning shikastlanishi yoki ularning xususiyatlarining o'zgarishi. Bu pozitsiya birinchi marta R. Virchow (1858) tomonidan o'zining mashhur "Hujayra patologiyasi" kitobida shakllantirilgan. Kasallik rivojlanishining hujayrali konditsionerligining klassik namunasi - bizning davrimizning keng tarqalgan kasalligi bo'lgan diabetes mellitus. Uning sababi oshqozon osti bezidagi Langerhans orollarining B hujayralari deb ataladigan hujayralarning faqat bitta guruhining faoliyatining etishmasligi. Bu hujayralar organizmdagi shakar almashinuvini tartibga solishda ishtirok etadigan insulin gormonini ishlab chiqaradi.

Bu misollarning barchasi turli xil biologik fanlar va tibbiyot uchun hujayralarning tuzilishi, xususiyatlari va funktsiyalarini o'rganish muhimligini ko'rsatadi.

6. Ko'p hujayrali organizmlarning hujayralari totipotentdir.

Ko'p hujayrali organizmlarda har xil turdagi hujayralar qanday paydo bo'ladi? Ma'lumki, inson tanasi bitta asl hujayradan, ya'ni zigotadan hosil bo'lib, 200 dan ortiq turli xil hujayralarni o'z ichiga oladi. Bu xilma-xillikning qanday paydo bo'lishi bugungi kunda to'liq aniq emas, chunki ba'zi hujayra turlarining paydo bo'lish usullari haqida aniq ma'lumotlar hali ham kam.

Zamonaviy biologiya embriologiya, molekulyar biologiya va genetika tushunchalariga asoslanib, bir hujayradan ko'p hujayragacha individual rivojlanish deb hisoblaydi. to'liq vaqtli etuk organizm turli hujayralardagi xromosomalarning turli gen mintaqalari ishining ketma-ket, tanlab faollashishi natijasidir. Bu o'ziga xos tuzilmalar va maxsus funktsiyalarga

ega bo'lgan hujayralar paydo bo'lishiga olib keladi, ya'ni. farqlash deb ataladigan jarayonga.

Differentsiatsiya ko'p hujayrali organizmning rivojlanishi natijasida hujayralardagi turli genlarning selektiv faolligi natijasidir. Boshqacha qilib aytganda, differentsiallashtirish differensial genlar faoliyati natijasidir. Binobarin, ko'p hujayrali organizmning har qanday hujayrasi genetik materialning bir xil to'liq fondiga, ushbu materialning namoyon bo'lishi uchun barcha mumkin bo'lgan potentsiallarga ega ekanligini ta'kidlash mumkin, ya'ni. hamma narsa totipotentdir, lekin turli hujayralarda bir xil genlar faol yoki repressiv holatda bo'lishi mumkin. Ushbu g'oyalar katta miqdordagi eksperimental materiallarga asoslangan. Bitta somatik hujayradan etuk o'simlik etishtirish mumkin bo'ldi. Baqalar ustida o'tkazilgan ko'plab tajribalar shuni ko'rsatdiki, differentsiatsiyalangan hujayralar yadrolari zigotadagi yadroga ega bo'lgan barcha quvvatlarni saqlab qoladi.

Aniqlanishicha, agar qurbaqa tuxumi urug'lantirilgandan so'ng hosil bo'lgan zigotaning yadrosi mikrojarrohlik yo'li bilan olib tashlansa va uning o'miga boshqa zigota yadrosi joylashtirilsa, u holda oddiy qurbaqaning to'liq rivojlanishi sodir bo'ladi. Agar bu tajribada zigota yadrosi kattalar hayvonning ixtisoslashgan (differentsiatsiyalangan) hujayrasi yadrosi bilan almashtirilsa, embrion katta yoshli qurbaqa paydo bo'lguncha normal rivojlanadi.

Xuddi shunday, katta yoshli hayvon to'qimasidan yadroni sutemizuvchilarning anukleat zigotasiga kiritish va donor hayvon bilan bir xil genetik ma'lumotga ega bo'lgan klonlangan individni olish mumkin. Dolli qo'y shu tarzda olingan (klonlangan).

Bundan kelib chiqadiki, ko'p hujayrali organizmlarning hujayralari ma'lum bir organizmga xos bo'lgan genetik ma'lumotlarning to'liq to'plamiga ega va bu jihatdan ular ekvivalentdir. Ammo shu bilan birga, hujayralar ushbu ma'lumotlarning namoyon bo'lish hajmida farqlanadi, bu esa maxsus hujayralar paydo bo'lish imkoniyatini yaratadi. Biroq, bu g'oyalarni to'liq qabul qilib bo'lmaydi, chunki differentsiatsiya paytida genetik materialda miqdoriy o'zgarish sodir bo'lishini ko'rsatadigan istisnalar mavjud. Shunday qilib, yumaloq chuvalchang tuxumlari maydalanganda, somatik to'qimalarni keltirib chiqaradigan hujayralar xromosoma materialining bir qismini yo'qotadi (kamaytirish). Xuddi shunday jarayon gallin hasharotlarida ham tasvirlangan. Bunday holda, somatik yadrolarni izolyatsiya qilish jarayonida xromosoma moddasining

sezilarli darajada kamayishi sodir bo'ladi. Shu bilan birga, reproduktiv primordiya hujayralarida 40 ta xromosoma, somatik esa - faqat 8. Shuni esda tutish kerakki, bunday farqlar faqat reproduktiv va somatik hujayralar o'rtasida topilgan; turli somatik hujayralar o'rtasida xromosoma to'plamlarida farqlar topilmadi. Biroq, yaqinda, plazma hujayralari, immun javob vaqtida o'ziga xos differentsiatsiya natijasida, antitellar sintezi uchun mas'ul bo'lgan genlar mintaqasida molekulyar o'zgarishlarga duchor bo'lganligi va shuning uchun boshqa hujayralardan genetik jihatdan farq qiladigan dalillar paydo bo'ldi.

Ko'p hujayrali o'simlik va hayvon organizmlari uchun umumiy qonun shundan iboratki, ma'lum bir organizm hujayralarining strukturaviy va funktsional farqlariga qaramay, genetik jihatdan ular bir hil, bir xil va totipotentdir.

Hujayra nazariyasining hozirgi holatini ko'rib chiqishni umumlashtirish uchun shuni aytish kerakki, hujayra ko'p hujayrali organizmlarning rivojlanish birligi, ularning tuzilishi birligi, faoliyat birligi va organizmdagi patologik o'zgarishlar birligidir.

HUJAYRA BIOLOGIYASINI O'RGANISH USULLARI.

HUJAYRALAR TURLARI.

1. Optik usullar.

Mikroskop - bu ob'ektni ko'rish uchun ishlatiladigan kondensator, ob'ektiv va okulyardan iborat optik tizim. Yoritish manbasidan yorug'lik nuri kondensatorida to'planadi va ob'ekt tomon yo'naltiriladi. Ob'ektdan o'tgandan so'ng, yorug'lik nurlari ob'ektiv linzalar tizimiga kiradi; ular birlamchi tasvimi yaratadilar, bu ko'zoynak linzalari yordamida kattalashtiriladi. Mikroskopning asosiy imkoniyatlarini belgilovchi asosiy optik qismi linzadir. Zamonaviy mikroskoplarda linzalar bir-birini almashtiradi, bu esa hujayralarni turli kattalashtirishda o'rganish imkonini beradi. Optik tizim sifatida mikroskopning asosiy xarakteristikasi bu o'lchamlari. Ob'ektiv tomonidan yaratilgan tasvirlarni kuchli okulyar yordamida yoki, masalan, ekranga proyeksiya qilish orqali (105 martagacha) ko'p marta kattalashtirish mumkin. Ob'ektivning o'lchamlari, ya'ni alohida ko'rinadigan ikkita nuqta orasidagi minimal masofa $d = 0,61$ ga teng bo'lishi hisoblab chiqilgan.

$$\frac{\lambda}{n \cdot \sin \alpha}$$

ob'ektni yoritish uchun ishlatiladigan yorug'likning to'lqin uzunligi qayerda; n - muhitning sindirish ko'rsatkichi; a - linzaning optik o'qi va linzaga kiradigan eng og'ish nurlari orasidagi burchak. Mikroskopning aniqligi to'lqin uzunligiga bog'liq - u qanchalik qisqa bo'lsa, biz ko'radigan detallar qanchalik kichik bo'lsa va linzaning raqamli diafragma ($n \cdot \sin a$) - qanchalik baland bo'lsa, aniqlik shunchalik yuqori bo'ladi. Odatda yorug'lik mikroskoplari spektrning ko'rinadigan hududida (400-700 nm) yorug'lik manbalaridan foydalanadi, shuning uchun bu holda mikroskopning maksimal ruxsati 200-350 nm (0,2-0,35 mikron) dan yuqori bo'lishi mumkin emas. Agar siz ultrabinafsha nurlardan (260-280 nm) foydalansangiz, ruxsatni 130-140 nm (0,13-0,14 mikron) ga oshirishingiz mumkin. Bu yorug'likning to'lqin tabiati bilan belgilanadigan yorug'lik mikroskopining nazariy o'lchamlari chegarasi bo'ladi. Shunday qilib, yorug'lik mikroskopining ko'zimizga yordamchi qurilma sifatida berishi mumkin bo'lgan barcha narsa uning o'lchamlarini taxminan 1000 marta oshirishdir (yalang'och odamning ko'zi 0,1 mm ga yaqin, bu 100 mikronga teng). Bu mikroskopning "foydali" kattalashtirishi bo'lib, uning ustida biz yangi tafsilotlarni ochmasdan faqat tasvirning konturini oshiramiz. Shuning uchun, ko'rinadigan yorug'likdan foydalanganda, 0,2-0,3 mkm yorug'lik mikroskopining oxirgi aniqlik chegarasi hisoblanadi (1-rasm).



1-rasm. Zamonaviy yorug'lik mikroskopi (Karl Zeiss). 1-kondensator; 2-linzalar; 3 - ko'zoynak.

Ammo shunga qaramay, yorug'lik mikroskopida siz 0,2 mikrondan kichik zarralarni ko'rishingiz mumkin. Bu "qorong'u maydon" usuli yoki ilgari chaqirilganidek, "ultramikroskopiya" usuli. Uning mohiyati shundaki, yorug'lik nurlaridagi chang dog'lari (Tyndall effekti) kabi mayda zarralar (0,2 mikrondan kam) yon yorug'lik ostida hujayrada porlaydi, aks ettirilgan yorug'lik mikroskop linzalariga kiradi. Bu usul tirik hujayralarni o'rganishda muvaffaqiyatli qo'llanilgan.

Agar ishlov berilmagan tirik yoki o'lik hujayralar o'tkaziladigan yorug'likda ko'rilsa, ularda atrof-muhitga qaraganda yorug'lik nurlarining sinishi va yutilishi boshqacha bo'lganligi sababli ularda faqat katta detallar ajralib turadi. Hujayra komponentlarining aksariyati bu xususiyatlarda muhitdan (suv yoki to'qima eritmaları) va bir-biridan juda oz farq qiladi va shuning uchun unchalik sezilmaydi va qarama-qarshilik qilmaydi. Ularni o'rganish uchun siz yoritishni o'zgartirishingiz (tasvirning ravshanligini yo'qotishingiz) yoki maxsus usullar va asboblardan foydalanishingiz kerak. Bunday usullardan biri tirik hujayralarni kuzatish uchun keng qo'llaniladigan fazali kontrastli mikroskopdir. U umuman shaffof hujayraning alohida bo'limlari biroz bo'lsa-da, bir-biridan zichligi va yorug'lik sinishi bo'yicha farqlanishiga asoslanadi. Ulardan o'tib, yorug'lik o'z fazasini o'zgartiradi, lekin bizning ko'zimiz yorug'lik to'lqinining fazasidagi bunday o'zgarishlarni sezmaydi, chunki u faqat yorug'lik intensivligidagi o'zgarishlarga sezgir. Ikkinchisi yorug'lik to'lqinining amplitudasiga bog'liq. Fazali kontrastli mikroskopda linzaga maxsus plastinka o'rnatilgan bo'lib, u orqali yorug'lik nuri tebranishlarning qo'shimcha fazali siljishidan o'tadi. Tasvirni qurishda bir xil fazada yoki antifazada bo'lgan, ammo amplitudalari har xil bo'lgan nurlar o'zaro ta'sir qiladi; shu bilan ob'ektning yorug'lik-quyuq kontrastli tasvirini yaratadi.

Shunga o'xshash usul interferentsiyali mikroskopda qo'llaniladi. U yoritgichdan keladigan parallel yorug'lik nurlarining nurlari ikkita oqimga bo'linadigan tarzda yaratilgan. Ulardan biri ob'ektdan o'tib, tebranish fazasida o'zgarishlarni oladi, ikkinchisi ob'ektni chetlab o'tadi. Ob'ektiv prizmalarda ikkala oqim ham qayta ulanadi va bir-biriga aralashadi. Interferentsiya natijasida hujayraning turli qalinlikdagi yoki turli xil zichlikdagi joylari kontrast darajasida bir-biridan farq qiladigan tasvir quriladi. Ushbu qurilmada fazalar siljishini o'lchash orqali ob'ektdagi quruq moddalarning konsentratsiyasi va massasini aniqlash mumkin.

Polarizatsiya qiluvchi mikroskop yordamida izotropiya deb ataladigan ob'ektlar o'rganiladi, ya'ni submikroskopik zarrachalarning tartibli

yo'nalishi (masalan, shpindel tolalari, miofibrillar va boshqalar). Bunday mikroskopda yorug'lik to'lqinlarini ma'lum bir qutblanish tekisligi bilan uzatuvchi kondensator oldiga polarizator qo'yiladi. Namuna va ob'ektivdan so'ng, bir xil qutblanish tekisligi bilan numni o'tkaza oladigan analizator qo'yiladi. Polarizator va analizator Islandiya shpatidan (Nikol prizmasi) yasalgan prizmalardir. Agar ikkinchi prizma (analizator) birinчисiga nisbatan 90° ga aylantirilsa, u holda yorug'lik o'tmaydi.

Bunday kesishgan prizmalar orasida ikki sinishi, ya'ni yorug'likni qutblash qobiliyatiga ega bo'lgan ob'ekt mavjud bo'lsa, u qorong'i maydonda yorqin ko'rinadi. Polarizatsiya qiluvchi mikroskop yordamida, masalan, o'simliklarning hujayra devoridagi mitsellalarning yo'naltirilgan joylashishini tekshirish mumkin. 2. Hujayralarni hayotiy (intravital) o'rganish.

Yorug'lik mikroskopi tirik hujayralarni ko'rish imkonini beradi. Qisqa muddatli kuzatish uchun hujayralar oddiygina shisha slayddagi suyuq muhitga joylashtiriladi; Agar hujayralarni uzoq muddatli kuzatish zarur bo'lsa, maxsus kameralar qo'llaniladi. Bu yoki yupqa shisha bilan qoplangan teshiklari bo'lgan tekis shishalar yoki yig'iladigan tekis kameralar. Ob'ektlar sifatida siz protozoa va boshqa bir hujayrali organizmlarning erkin yashovchi hujayralaridan, qon hujayralaridan yoki hayvon va o'simlik kelib chiqadigan ko'p hujayrali organizmlarning izolyatsiya qilingan to'qima hujayralaridan foydalanishingiz mumkin. Ushbu holatlarning har qandayida hujayralar maxsus tanlangan muhitda o'rganiladi. Erkin yashovchi bir hujayrali organizmlar tabiiy sharoitda yashaydigan yoki laboratoriya sharoitida etishtiriladigan bir xil muhitda tekshiriladi va o'rganiladi. Shunday qilib, ba'zi protozoalar uchun ular o'sadigan va ko'payadigan sun'iy muhit yaratilgan. Odatda bu mikroorganizmlar yoki ma'lum turdagi organizmlar uchun oziq-ovqat sifatida xizmat qiluvchi boshqa protozoa qo'shilishi bilan muvozanatli tuz eritmalari.

Qon hujayralari yoki boshqa erkin metazoa hujayralari bir tomchi plazma yoki maxsus sintetik muhitda o'rganilishi mumkin.

Hayvon a'zolari va to'qimalarining hujayralarini o'rganish uchun hujayra madaniyati usuli qo'llaniladi. Bu usulning soddaroq varianti shundan iboratki, tirik to'qimalarning kichik bo'lagi ozuqa muhiti (qon plazmasining embrion ekstrakti bilan aralashmasi yoki qon plazmasi qo'shilgan sintetik muhit aralashmasi) bilan to'ldirilgan kameraga joylashtiriladi. Biroz vaqt o'tgach, perimetrga Bunday bo'lakdan hujayra

bo'linishi va o'sishi boshlanadi. Boshqa holatda, kesilgan to'qima bo'lagiga tripsin yoki xelaton versene fermenti eritmasi bilan engil ishlov beriladi, bu uning dissotsiatsiyasiga, hujayralarning bir-biridan to'liq ajralishiga olib keladi. Keyin yuvilgan hujayralarning bunday suspenziyasi ozuqa muhiti bo'lgan idishga joylashtiriladi, u erda ular tubiga cho'kib, stakanga yopishadi va ko'paya boshlaydi, birinchi navbatda koloniyalarni, keyin esa doimiy hujayra qatlamini hosil qiladi. Intravital kuzatishlar uchun juda qulay bo'lgan bir qatlamli hujayra madaniyati shunday o'sadi. Hayvon to'qimalaridan birlamchi madaniyatlarni olish uchun embrion materialdan foydalanish yaxshidir; kattalar organizmlari hujayralaridan madaniyatlar juda yomon o'sadi.

Hujayralarni tanadan tashqarida etishtirishda atrof-muhitni o'zgartirishdan tashqari, zarur haroratni (sovuq qonli hayvonlar uchun taxminan 20°C va issiq qonli hayvonlar uchun taxminan 37°) saqlash muhimdir. Hujayralarni etishtirishning majburiy sharti sterillikni saqlashdir. Turli xil uzoq muddatli madaniy hujayralar mavjud; Bu o'nlab yillar davomida tanadan tashqarida o'sishga moslashgan maxsus hujayra shtammlari. Ko'pincha, bu o'simta kelib chiqishi hujayralari yoki o'simta hujayralarining xususiyatlarini olgan sezilarli darajada o'zgargan hujayralardir.

Hozirgi vaqtda hujayralarni tanadan tashqarida etishtirish usuli nafaqat sitologik, balki genetik, virusologik va biokimyoviy tadqiqotlar uchun ham keng qo'llaniladi.

O'simlik hujayralarini madaniyatda ham etishtirish mumkin. Buning uchun to'qimalarning bo'laklari hujayra membranalarini erituvchi fermentlar bilan ishlov beriladi. Ajratilgan hujayra tanachalari, protoplastlar, madaniy muhitga joylashtiriladi, ular bo'linadi va; ko'paygan hujayralar zonalarini hosil qiladi.

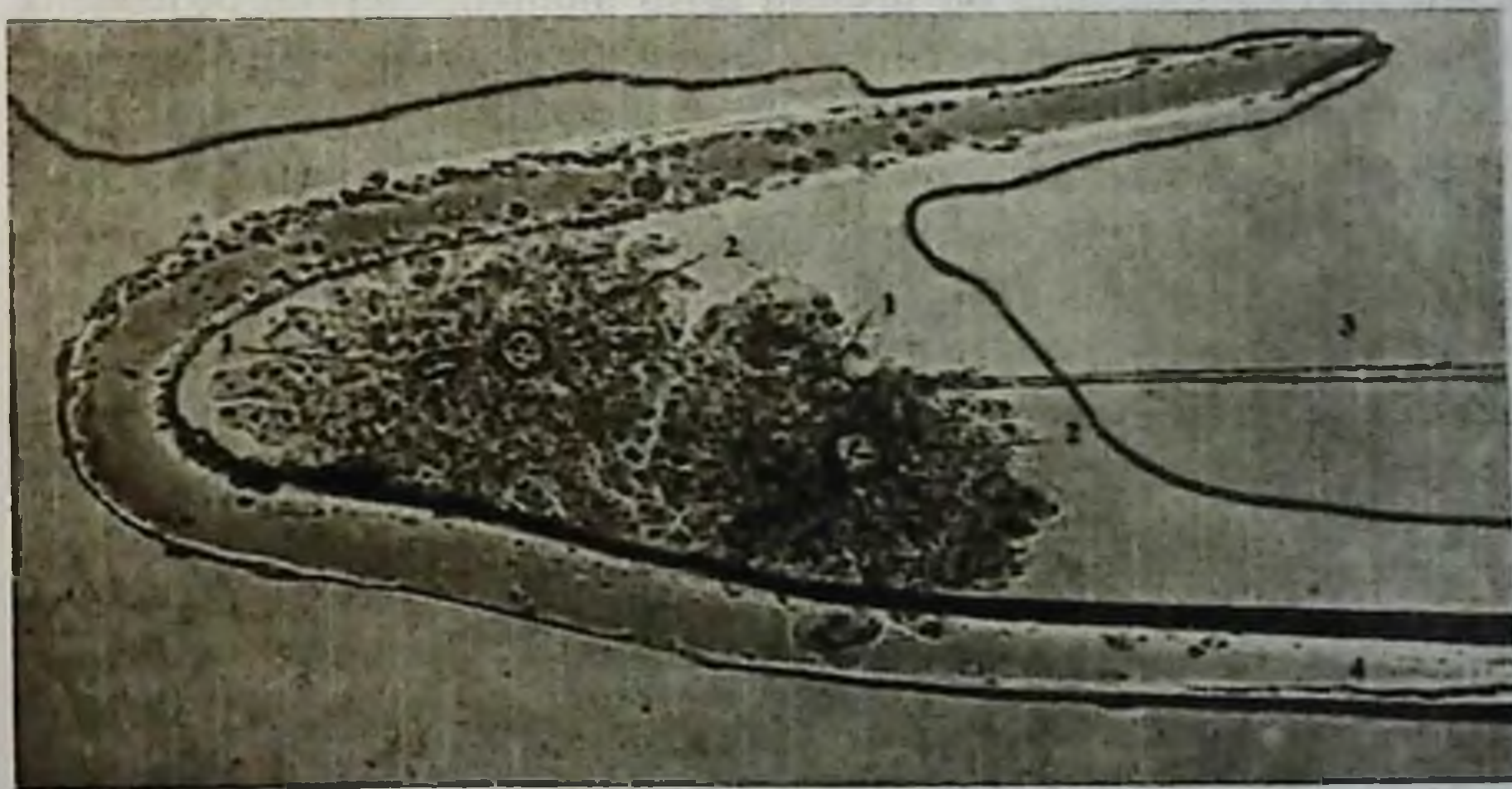
Tirik hujayralarni kuzatish odatda mikroskop uchun maxsus foto qo'shimchalar yordamida olingan fotosuratlar shaklida qayd etiladi. Tirik hujayralarni ham filmga olish mumkin. Ba'zi hollarda bunday mikro-film juda muhim ma'lumotlarni beradi. Tezlashtirilgan yoki sekin harakatda tasvirga olish (vaqtsiz suratga olish) yordamida siz hujayra bo'linishi, fagotsitoz, sitoplazmatik oqim, kipriklarning urishi va boshqalar kabi muhim jarayonlarning sodir bo'lishini batafsil ko'rishingiz mumkin.

Tirik hujayralarni o'rganishda mikroxirurgiya va hujayralarga jarrohlik ta'sir qilish usullari qo'llaniladi. Mikromanipulyator qurilmasi yordamida hujayralar kesiladi, ulardan qismlar chiqariladi, moddalar

yuboriladi (mikroin'ektsiya) va hokazo. Mikromanipulyator an'anaviy mikroskop bilan birlashtirilib, u orqali operatsiyaning borishi kuzatiladi (2-rasm).



2-rasm. Zamonaviy mikromanipulyator



3-rasm. Amyobalarda yadro transplantatsiyasi. 1 yadroli; 2-qisqaruvchi vakuolalar; 3-mikro igna; 4 - shisha ilgak

Mikrojarrohlik asboblari shisha ilgaklar, ignalar, kapillyarlar bo'lib, ular mikroskopik o'lchamlarga ega va maxsus qurilmalarda - "mikroforgelar" da ishlab chiqariladi. Mikromanipulyatsiyada hujayralar bunday asboblarni kiritiladigan maxsus kameralarga joylashtiriladi. Shunday qilib, mikromanipulyator yordamida amyobaning bir shtammidan ikkinchisiga yadrolarni ko'chirib o'tkazish va yaxlit hujayraning fiziologik xususiyatlarini aniqlovchi hujayra yadrosi ekanligini isbotlash mumkin bo'ldi (3-rasm). Mikromanipulyator yordamida amyoba xujayrasiga kolloid oltinni kiritish, so'ngra uning zarrachalarining sitoplazma va yadroda tarqalishini o'rganish mumkin edi.

Bunday mikrojarrohlik asboblari yordamida hujayralardagi mitotik shpindellarni aylantirish, alohida xromosomalarni tortib olish va tirik hujayraga etiketli antitellar yoki turli xil oqsil molekulalarini kiritish mumkin.

Hujayralarga mexanik ta'sir qilishdan tashqari, ultrabinafsha nurlar yoki lazer mikronurlarining mikronurlari yaqinda mikrojarrohlikda keng qo'llanilmoqda.

Bu tirik hujayraning alohida hududlarini deyarli bir zumda faolsizlantirishga imkon beradi. Masalan, siz yadrolardan birini faolsizlantirishingiz va ikkinchisining taqdirini kuzatishingiz mumkin, buzilmagan. Bunday holda, ikkinchi yadro qo'shimcha yukni oladi va "ikki uchun ishlaydi". Mikronurlar yordamida mitotik xromosomaning bir qismini yoki shpindelning bir qismini urish mumkin. Ma'lum bo'lishicha, xromosoma sentromerasining shikastlanishi ikkinchisini mitoz jarayonida xromosomalarning hujayra qutblariga ajralish jarayonidan xalos qiladi. So'nggi paytlarda lazer mikronuriga ega qurilmalar qo'llanila boshlandi, bu esa shikastlanish nuqtasida energiya miqdorini juda aniq dozalash va juda qisqa (nanosekund) nurlanish impulslarini ishlatish imkonini beradi.

Tirik hujayralarni o'rganayotganda, ular hayotiy bo'yoqlar yordamida ularni bo'yashga harakat qilishadi. Bular kislotali (tripan ko'k, litiy karmin) yoki asosiy (neytral qizil, metilen ko'k) bo'yoqlar bo'lib, juda yuqori suyultirishda (1: 200 000) ishlatiladi, shuning uchun bo'yoqning hujayra hayotiy faoliyatiga ta'siri minimal. Tirik hujayralarni bo'yashda bo'yoq sitoplazmada granulalar shaklida to'planadi, shikastlangan yoki o'lik hujayralarda esa sitoplazma va yadroning diffuz bo'yalishi sodir bo'ladi.

Tirik hujayralarni o'rganishda lyuminestsent bo'yoqlar va floresan mikroskopiyadan keng foydalaniladi. Uning mohiyati shundaki, bir qator moddalar yorug'lik energiyasini o'zlashtirganda porlash (floresan,

lyuminesatsiya) qobiliyatiga ega. Floresans spektri har doim floresan qo'zg'atuvchi nurlanishga nisbatan uzoqroq to'lqin uzunliklariga siljiydi. Masalan, ajratilgan xlorofill ultrabinafsha nurlarda yoritilganda qizil rangda yonadi. Ushbu printsip floresan mikroskopiyada qo'llaniladi: qisqa to'lqin uzunliklari zonasida floresan ob'ektlarni ko'rish. Odatda, bunday mikroskoplar ko'k-binafsha mintaqada yorug'lik hosil qiluvchi filtrlardan foydalanadi. Ultraviyole lyuminesent mikroskoplar mavjud.

Ba'zi pigmentlar (xlorofillar, bakterial pigmentlar), vitaminlar (A va B2) va gormonlar o'zlarining floresansiga ega. Agar siz o'simlik hujayralarini lyuminesent mikroskop orqali tekshirsangiz, to'q ko'k fonda siz hujayra ichida yorqin porlayotgan qizil donalarni ko'rasiz - bular xloroplastlar!

"Tirik hujayralarga floroxromlar (lyuminesent moddalar) qo'shish orqali floresan mikroskopiya usulidan foydalanishingiz mumkin. Bu usul hayotiy bo'yashga o'xshaydi, chunki bu erda juda past bo'yoq konsentratsiyasi ham qo'llaniladi (1: 104-1: 105). Ko'pgina floroxromlar ma'lum hujayra tuzilmalariga tanlab bog'lanib, ularning ikkilamchi lyuminesensiyasini keltirib chiqaradi. Masalan, akridin apelsin floroxrom nuklein kislotalar bilan tanlab bog'lanadi. Bundan tashqari, u monomerik shaklda DNK bilan bog'langanda, u yashil rangga aylanadi va RNK bilan dimerik shaklda u qizil rangda porlaydi.

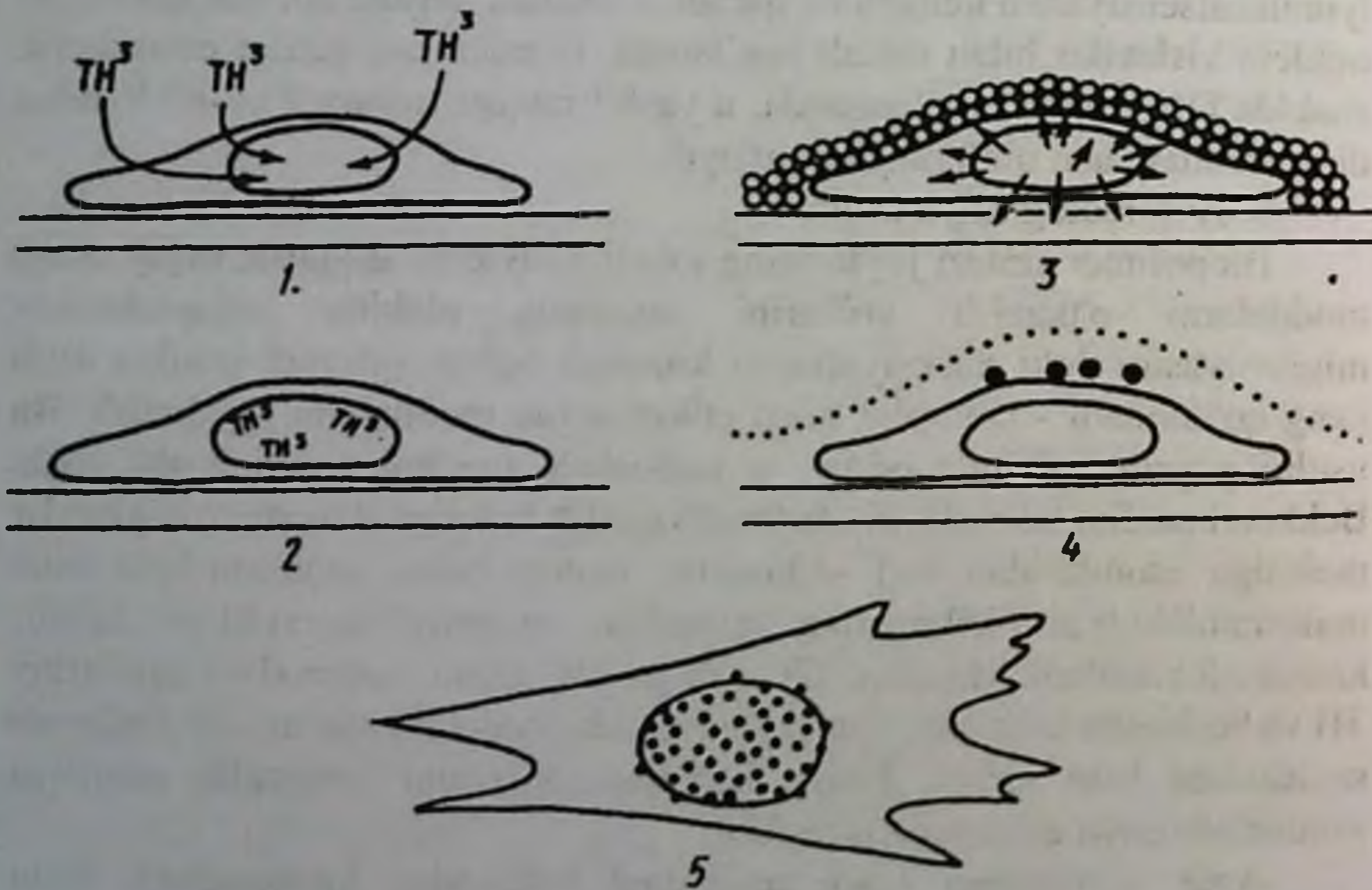
3. Avtoradiografiya usuli.

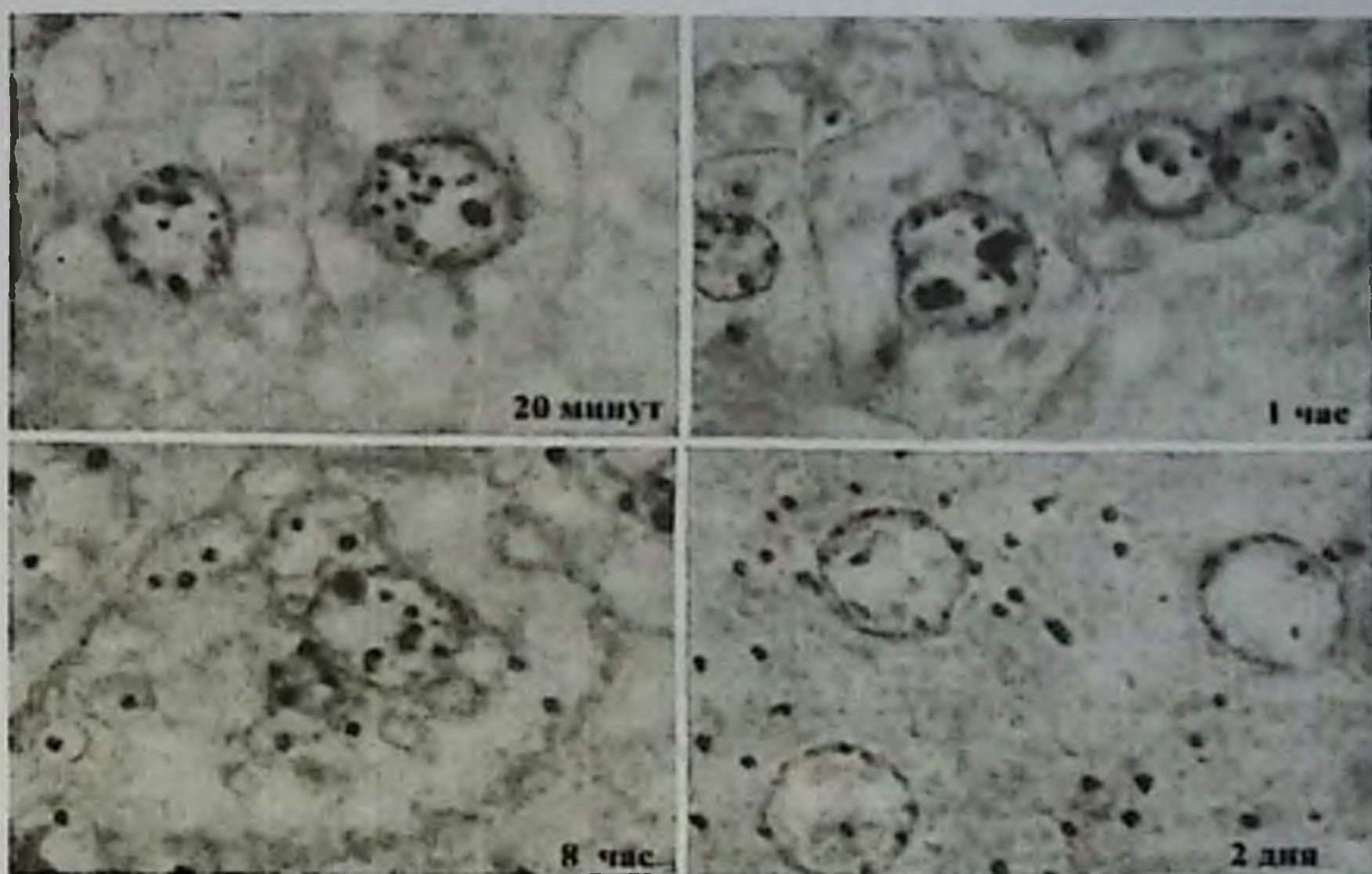
Biopolimer sintezi joylarining lokalizatsiyasini aniqlash, hujayradagi moddalarni o'tkazish yo'llarini aniqlash, alohida hujayralarning migratsiyasini yoki xususiyatlarini kuzatish uchun avtoradiografiya usuli keng qo'llaniladi - izotoplar bilan etiketlangan moddalarni qayd etish. Bu usulning prinsipi juda oddiy, u radioaktiv parchalanishni kashf etgan Bekkerel usulini takrorlaydi. Avtoradiografik tadqiqot davomida hujayralar muhitiga atomlaridan biri radioaktiv izotop bilan almashtirilgan bitta makromolekulyar birikmaning (masalan, aminokislota yoki nukleotid) kashshofi kiritiladi. Masalan, ^{12}C o'rniga ^{14}C atomi, vodorod o'rniga - tritiy ^3H va boshqalar kiritiladi. Sintez jarayonida biopolimerga etiketli prekursor molekulasi ham kiradi. Uning kameradagi o'rnini fotografik emulsiya yordamida qayd etishingiz mumkin.

Agar qatlamdagi yoki kesimdagi hujayralar fotoemulsiya bilan qoplangan bo'lsa, u holda ma'lum vaqt o'tgach, izotopning parchalanishi natijasida turli yo'nalishlarda xaotik tarzda tarqaladigan b-zarralar sezgir fotoqatlam zonasiga kirib, faollashadi. undagi kumush bromid donalari.

Ta'sir qilish vaqti, ya'ni bunday etiketli hujayraning fotoemulsiya bilan aloqasi qanchalik uzoq bo'lsa, AgBr donalari shunchalik ko'p ta'sir qiladi. albatta. Ta'sir qilgandan so'ng, preparatni ishlab chiqish kerak; bu holda kumush faqat yoritilgan saqlash birliklarida tiklanadi; preparat mahkamlanganda, ta'sirlanmagan AgBr granulalari eriydi. Natijada, ob'ektni qoplagan granulalar massasidan faqat b-nurlanish bilan faollashganlar qoladi. Fotografik emulsiya qatlami qo'llaniladigan bunday preparatlarga mikroskop orqali qarab, tadqiqotchi yorliqli modda joylashgan joylarga qarama-qarshi joylashgan kumush donalarining lokalizatsiyasini topadi.

Avtorradiografiya usuli sintetik jarayonlarning dinamikasini o'rganish va bir xil preparat bo'yicha turli hujayralardagi ularning intensivligini solishtirish imkonini beradigan asosiy usullardan biridir. Masalan, ushbu usuldan foydalanib, etiketli RNK prekursorlari yordamida barcha RNKlar faqat interfaza yadrosida sintezlanishi va sitoplazmatik RNKning mavjudligi sintezlangan molekulalarning yadrodan migratsiyasining natijasi ekanligi ko'rsatildi (4-rasm).





5-rasm. Avtoradiografiya usuli.

A - avtoradiografni olish diagrammasi. 1-yorliqli timidinni kiritish; 2 yadroning DNK tarkibiga kiritilishi; Fotoemulsiya bilan qoplangan 3 hujayrali; 4-hujayradagi izotop joylari ustidagi kumush granulalari; 5 - bir xil, yuqoridan ko'rinish.

B-jigar hujayralarida etiketli RNK hosil bo'lish ketma-ketligi (avval yadroda, keyin sitoplazmada ko'rinadi).

4. Elektron mikroskopiya.

Yorug'lik mikroskopining xususiyatlarini hisobga olgan holda, optik tizimning ruxsatini oshirishning yagona yo'li eng qisqa to'lqin uzunligi bilan to'lqin uzunliklarini chiqaradigan yorug'lik manbasidan foydalanish ekanligiga ishonch hosil qilish mumkin. Bunday manba issiq filament bo'lishi mumkin, u elektr maydonida elektronlar oqimini chiqaradi, ikkinchisi magnit maydon orqali o'tib, diqqatni jamlashi mumkin. Bu elektron mikroskopni yaratish uchun asos bo'lib xizmat qildi, unda 1 Å (0,1 nm) o'lchamlari allaqachon erishilgan. Dizayn printsipiga ko'ra, elektron mikroskop optik mikroskopga juda o'xshaydi: u yorug'lik manbai (elektron qurol katodi), kondensator tizimi (kondensator linzalari), ob'ektiv linzalari (ob'ektiv linzalari), okulyar (proyeksiya linzalari) mavjud. , faqat ko'z o'miga elektronlar mavjud (6-rasm).



6-rasm. Zamonaviy elektron mikroskop.

Bunday mikroskopning asosiy qismi ichi bo'sh silindrdir (ustun lyuminescent ekranga yoki fotografik plastinkaga (mikroskop) tushadi, undan havo evakuatsiya qilinadi, gaz molekulalari bilan elektronlarning o'zaro ta'siri va volfram filamentining oksidlanishi bo'lmaydi. Katod va anod o'rtasida yuqori kuchlanish qo'llaniladi. (50 dan 200-500 kV gacha) , bu elektronlarning tezlashishiga olib keladi. Anodning markazida elektronlar o'tib mikroskop ustunidan pastga tushayotgan nurni hosil qilish uchun teshik bor. Elektron mikroskop linzalari elektromagnit, maydon. ulardan elektronlar yo'lini o'zgartirishi mumkin (masalan, shisha linzalar fotonlar yo'lini o'zgartiradi) Kondensator linzalarida elektronlar nuri fokuslanadi va elektronlar o'zaro ta'sir qiladigan, burilib ketadigan, tarqaladigan, yutiladigan yoki o'zgarmagan holda o'tib ketadigan ob'ektga tegadi. Ob'ektiv orqali o'tayotgan elektronlar ob'ektiv linza tomonidan fokuslanadi, bu ob'ektning kattalashtirilgan birlamchi tasvirini hosil qiladi. Yorug'lik mikroskopidagi kabi, ob'ektiv linza ham uning asosiy ko'rsatkichlarini aniqlaydi. Birlamchi tasvir proyeksiya linzalari yordamida kattalashtiriladi va proyeksiyalanadi. elektronlar urilganda porlab turadigan lyuminescent qatlam bilan qoplangan ekran. Yorqin ekran o'miga tasvirni fotografik plastinkaga qo'yish va fotosuratni olish mumkin.

Elektron mikroskoplarning ekranlari va fotografik plastinalarida 500 000 martagacha kattalashtirish mumkin, keyinchalik fotografik chop etish bilan qo'shimcha 10 marta kattalashtirish mumkin, shunda maksimal aniqlik amalga oshiriladigan yakuniy kattalashtirish 10^6 ga yetishi mumkin. marta (masalan, 1 mm 10^6 marta kattalashtirilsa, u 1 km uzunlikka etadi).

. EMda o'rganish uchun biologik ob'ektlar asosan ugleroddan iborat bo'lgan yupqa plyonkalar - substratlar (formvar, kollodion, uglerod) bilan qoplangan mis to'rlarga joylashtiriladi.. Qo'llab-quvvatlovchi plyonkada joylashgan viruslar bu holda strukturasisiz dog'lar shaklida ko'rinadi va nuklein kislota molekulalari (DNK qalinligi 20 Å) past kontrast tufayli umuman ko'rinmaydi. Biologik ob'ektlarning kontrastini og'ir metallar yoki ularning tuzlari yordamida oshirish mumkin.

Biologik ob'ektlarni elektron mikroskopining boshqa maxsus usullari.

Muzlatish usuli - etching - ob'ekt birinchi navbatda suyuq azot bilan tez muzlatilishi va keyin bir xil haroratda maxsus vakuum o'rnatishga o'tkazilishidan iborat. U erda muzlatilgan narsa sovutilgan pichoq bilan mexanik ravishda kesiladi. Bu muzlatilgan hujayralarning ichki zonalarini ochib beradi. Vakuumda shishasimon shaklga o'tgan suvning bir qismi sublimatsiya qilinadi ("etching") va chipning yuzasi ketma-ket bug'langan uglerodning yupqa qatlami, keyin esa metall bilan qoplanadi. Shu tarzda, muzlatilgan va o'zining intravital tuzilishini saqlab qolgan chipli materialdan nusxa olinadi. Keyin xona haroratida to'qima yoki hujayralar kislotalarda eriydi, lekin replika plyonkasi buzilmagan holda qoladi va elektron mikroskop ostida o'rganiladi. Ushbu usul ikkita afzalliklarga ega: ular mahalliy namunalardan chiplardan nusxalarni o'rganishadi; Ular boshqa usullar bilan erishib bo'lmaydigan hujayra membranalarining sirt relyefini o'rganadilar. Bu usul globulalar hujayra membranalarining yuzasida ham, qalinligida ham joylashishini va membranalar tuzilishi jihatidan bir xil emasligini ko'rish imkonini berdi.

So'nggi paytlarda yuqori kuchlanishli (aniqrog'i, o'ta yuqori kuchlanishli) mikroskopiya usullari qo'llanila boshlandi. 1-3 million V tezlantiruvchi kuchlanishli qurilmalar ishlab chiqilgan. Bu juda qimmat qurilmalar bo'lib, ulardan keng foydalanishni cheklaydi. Elektron mikroskoplarning ushbu sinfining afzalligi shundaki, ular yordamida yuqori aniqlikni (qisqaroq elektron to'lqin uzunligida) olish mumkin emas, balki ob'ekt tomonidan kamroq so'rilgan yuqori energiyali elektronlar bilan katta qalinlikdagi namunalarni ko'rish mumkin. (1-10 mkm).

Skanerli (rastr) elektron mikroskopiya usuli hujayra yuzasining uch o'lchovli rasmini o'rganish imkonini beradi. Skanerli elektron mikroskopda ob'ekt yuzasi bo'ylab ingichka elektronlar nurlari (zond) o'tadi va natijada olingan ma'lumotlar katod nurlari trubkasiga uzatiladi. Tasvir aks ettirilgan yoki ikkilamchi elektronlarda olinishi mumkin. Ushbu usul bilan mahkamlangan va maxsus quritilgan ob'ekt bug'langan metallning (ko'pincha oltin) yupqa qatlami bilan qoplanadi, undan elektronlar aks ettiriladi va signalni katod nurlari trubkasiga uzatuvchi qabul qiluvchi qurilmaga kiradi. Transmissiya mikroskopidan ancha katta bo'lgan skanerlash mikroskopining fokusning ulkan chuqurligi tufayli o'rganilayotgan sirtning deyarli uch o'lchovli tasviri olinadi. Ushbu turdagi qurilmalarning o'lchamlari transmissiya elektron mikroskoplariga qaraganda bir oz pastroq, ammo 3-5 nm o'lchamli qurilmalar allaqachon ishlab chiqarilmoqda.

Skanerlash elektron mikroskopidan foydalanib, siz hujayralarning ma'lum joylarida kimyoviy tarkib haqida ma'lumot olishingiz mumkin. Shunday qilib, rentgen-spektroskopiya / glyukoza mikrotahlil usuli spektrga ko'ra kimyoviy elementlarning tarkibini aniqlash va miqdoriy baholashga asoslangan. am xarakterli rentgen nurlanishi birlamchi elektronlarning atomlar bilan o'zaro ta'siridan kelib chiqadi. Bunday ma'lumotlarni olish uchun, albatta, ob'ektlarni skanerlashning an'anaviy usulida bo'lgani kabi, metall qatlam bilan qoplamaslik kerak. Bundan tashqari, ob'ekt elementlarning yo'qolishi yoki qo'shimcha qo'shilmasligi uchun tayyorlanishi kerak. Shu maqsadda tez muzlatilgan va vakuumda quritilgan narsalar qo'llaniladi. 5. Hujayra fraksiyasi.

Sitologiyada biokimyoning analitik va preparativ usullaridan keng foydalaniladi. Ikkinchi holda, alohida fraktsiyalar shaklida turli xil hujayra komponentlarini olish va ularning kimyosini, ultrastrukturasini va xususiyatlarini o'rganish mumkin. Shunday qilib, hozirgi vaqtda deyarli har qanday hujayra organellalari va tuzilmalari sof fraktsiyalar shaklida olinadi: yadrolar, yadrolar, xromatinlar, yadro membranalar, plazmatik membrana, endoplazmatik to'ming vakuolalari, uning ribosomalari, gialoplazma ribosomalari, Golji apparati, ularning mitoxondrilari. membranalar, plastidlar, peroksizomalar, mikrotubulalar va boshqalar. Yaqin kelajakda sentriolalarning sof fraktsiyalari va yadro g'ovaklari olinadi.

Hujayra fraktsiyalarini olish hujayraning umumiy nobud bo'lishi, uning gomogenizatsiyasi bilan boshlanadi.

Hujayra gomogenizatsiyasi hujayra chegaralarini turli, asosan mexanik usullar bilan yo'q qilishni o'z ichiga oladi. Buning uchun hujayralarning ultratovushli parchalanishi, ularni mayda shisha boncuklar bilan aralashmada maydalash, ularni tor teshiklardan suyuqlik oqimida o'tkazish va boshqalar qo'llaniladi. Bunday sharoitlarga rioya qilish muhimdir, shunda hujayra ichidagi tarkibiy qismlarning o'zlari yo'q qilinadi. yuzaga kelmaydi. Gomogenlash jarayonlari, qoida tariqasida, sovutish bilan, izolyatsiya muhitining neytral pH qiymatlarida amalga oshiriladi. Ko'pincha osmotik sharoitni saqlash uchun muhitga saxaroza yoki yuqori polimerli moddalar (masalan, Fikol, dekstran, polivinilpirolidon va boshqalar) qo'shiladi. Keyin gomogenatlardan fraksiyalarni ajratib olish mumkin. Uyali tuzilmalarni izolyatsiya qilishning asosiy usullaridan biri differentsial (ajralish) santrifujdir (7-rasm).

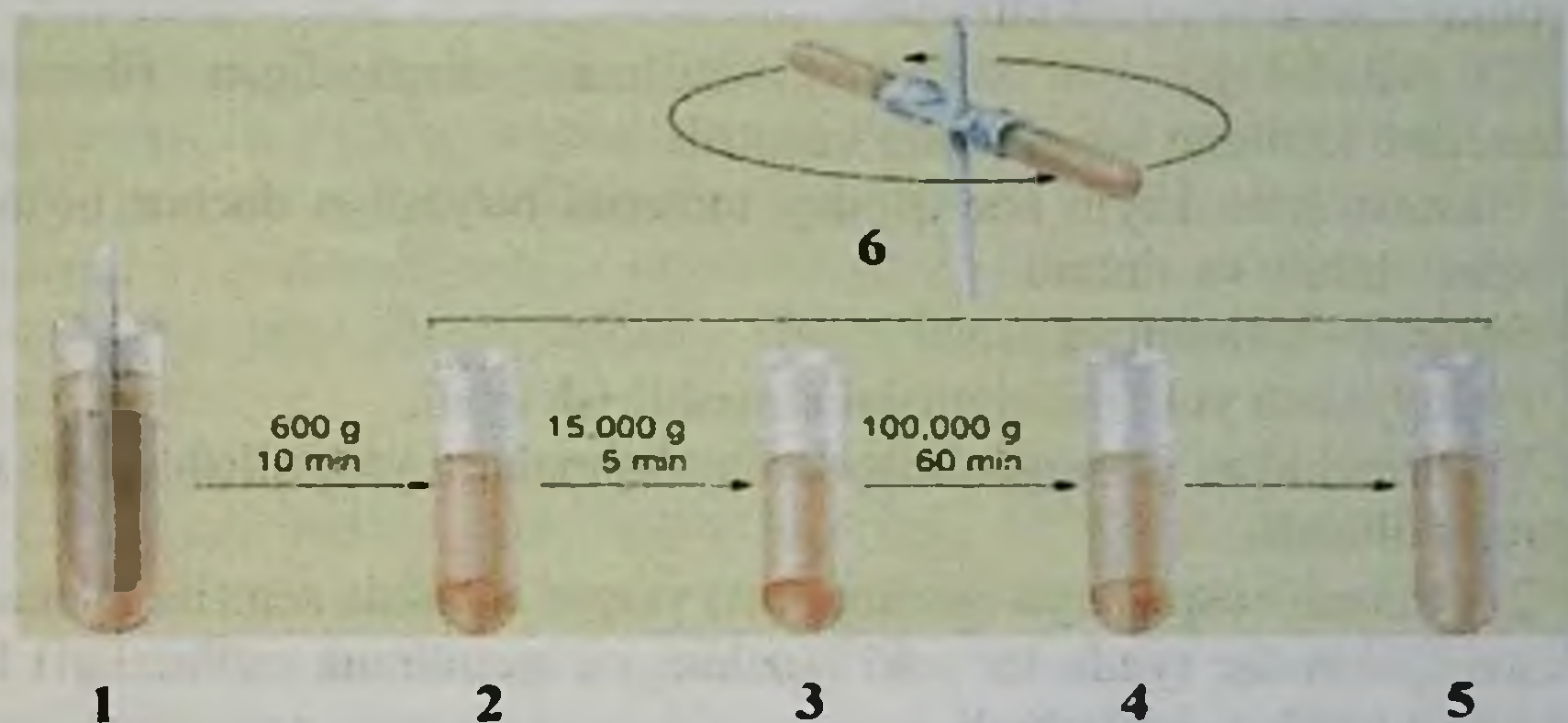


Рис.7. Метод центрифугирования.

1-гомогенизатор; 2-центрифуга; 3-ядра; 4- митохондрии и лизосомы в осадке; 5-рибосомы и эндоплазматический ретикулум; 6-жидкая часть цитоплазмы(цитозол).

Uni qo'llash printsipti shundan iboratki, zarrachalarning gomogenatda cho'kish vaqti ularning kattaligi va zichligiga bog'liq: zarracha qanchalik katta yoki og'ir bo'lsa, probirkaning tubiga tezroq cho'kadi. Buni tezlashtirish uchun. cho'ktirish jarayonida sentrifuga tomonidan yaratilgan tezlashtirishlardan foydalaniladi. Birinchi va kichik bilan santrifujlashda

(1-3 ming g) akseleratsiyalar, yadrolar va buzilmagan hujayralar, 15-30 ming g da yirik zarrachalar, mitoxondriyalardan tashkil topgan makrosomalar, mayda plastidlar, peroksizomalar, lizosomalar va boshqalar,

50 ming g mikrosomal joylashadi, hujayraning vakuolyar tizimining bo'laklari. Ushbu aralash subfraksiyalarni takroriy fraksiyonel sentrifugalash orqali sof fraksiyalarni olish mumkin. Shunday qilib, makrosomal subfraksiyani ajratishda mitoxondriyalar, lizosomalar va peroksizomalar alohida olinadi. Mikrosomalarni ajratishda Golji apparati membranalarining bir qismini, plazma membranasining bo'laklarini, vakuolalarni va granüler retikulumni olish mumkin. Fraksiyalarni nozikroq ajratish holatlarida, saxaroza zichligi gradientida santrifujlash qo'llaniladi, bu esa bir-biridan o'ziga xos og'irlikda bir oz farq qiladigan tarkibiy qismlarni yaxshi ajratish imkonini beradi.

Olingan fraksiyalarni biokimyoviy usullar bilan tahlil qilishdan oldin elektron mikroskop yordamida tozaligini tekshirish kerak.

1) Tanadagi (hayotiy) yoki yangi ajratilgan to'qimalarda (supravital) tirik hujayralarni bevosita kuzatish.

2) Morfologik va kimyoviy tuzilmani saqlaydigan fiksatsiya yordamida o'ldirilgan hujayralarni kuzatish.

Fiksatsiyadan keyin har qanday material bo'yashga duchor bo'ladi. Bo'yoqlar - tabiiy va sintetik.

Sintetik - kislotali va asosli

Fraksiyalash yoki differentsial almashtirish usuli.

1) Birinchidan, gomogenizatorlarda to'qimalarni yo'q qilish orqali sof hujayralar olinadi.

2) Olingan suspenziya (gomogenat) yuqori tezlikda sentrifugalanadi. Yirik komponentlar (yadrolar yoki buzilmagan membrana tuzilmalari) 1-3 ming J past tezlikda joylashadi.

3) Yuqori tezlikda (15-30 ming) kichikroq makrosomal (mitoxondriyalar, plastidalar, lizosomalar, nerv uchlari) joylashadi.

4) 50 mingdan ortiq - mikrosomal. Umumiy massaning 15-20%. Ular murakkab kimyoviy tarkibga ega. ER, vakuolalar.

5) 150 ming tezlikda ribosomalar, viruslar va yirik makromolekulalar cho'kadi.

Saxaroza eritmasi yordamida yuqori ajralish darajasi olinadi. Eritmaning zichligi asta-sekin yuqoridan pastgacha oshib, zichlik gradientini hosil qiladi. Hujayra gomogenati saxaroza ustiga qatlamlanadi, so'ngra sentrifugalanadi va hujayra organellalari gradient balandligi bo'ylab molekulyar og'irlikiga qarab taqsimlanadi. Hujayra turlari.

Prokaryotlar (yadrodan oldingi) - bakteriyalar va ko'k-yashil suv o'tlari. Prokaryotlar taxminan 4 yoki 3,5 milliard yil oldin organik

molekulalarning o'z-o'zidan yig'ilishi natijasida paydo bo'lgan. Bu tuzilishdagi eng oddiy organizmlar. Bakteriyalarning shakli sharsimon yoki cho'zilgan. Hajmi bir necha mikrometrga teng. Hammasi qattiq himoya qobig'iga (hujayra devoriga) ega. Asosiy komponent - glikopeptid murein. Hujayra devori ostida DNK, RNK, oqsillar va kichik molekulalarni o'z ichiga olgan bitta sitoplazmatik bo'linmani bog'laydigan plazma membranasi - plazmalemma joylashgan. Prokaryotik DNK sitoplazmaning markaziy zonasida $5 \cdot 10^6$ gacha azotli asoslarni o'z ichiga olgan zich joylashgan nozik halqa shaklidagi molekulalar shaklida joylashgan. Molekulaning uzunligi bir necha mm. Transkripsiya paytida u bitta birlik sifatida takrorlanadi, shuning uchun u bitta replikondir. Ba'zan "bakterial xromosoma" deb ataladi. Nukleoid.

Prokaryotik hujayralar sitoplazmasida yuqori darajada maxsus organellalarga ega emas. Ularning sitoplazmasida mayda tuzilmalar ko'rinishidagi 70S prokaryotik tipdagi lizosomalar va ribosomalar mavjud. Katta va kichik bo'linmalardan, mos ravishda 50S va 30Sdan iborat.

Energetik va biokimyoviy jarayonlarni amalga oshirish uchun bakterial plazmalemma mezosomalar deb ataladigan ichki invaginatsiyalarni hosil qiladi. Ushbu invaginatsiyalarda fermentlar o'rnatiladi.

Energiya olishning asosiy usullari glikoliz, nafas olish, fotosintezdir.

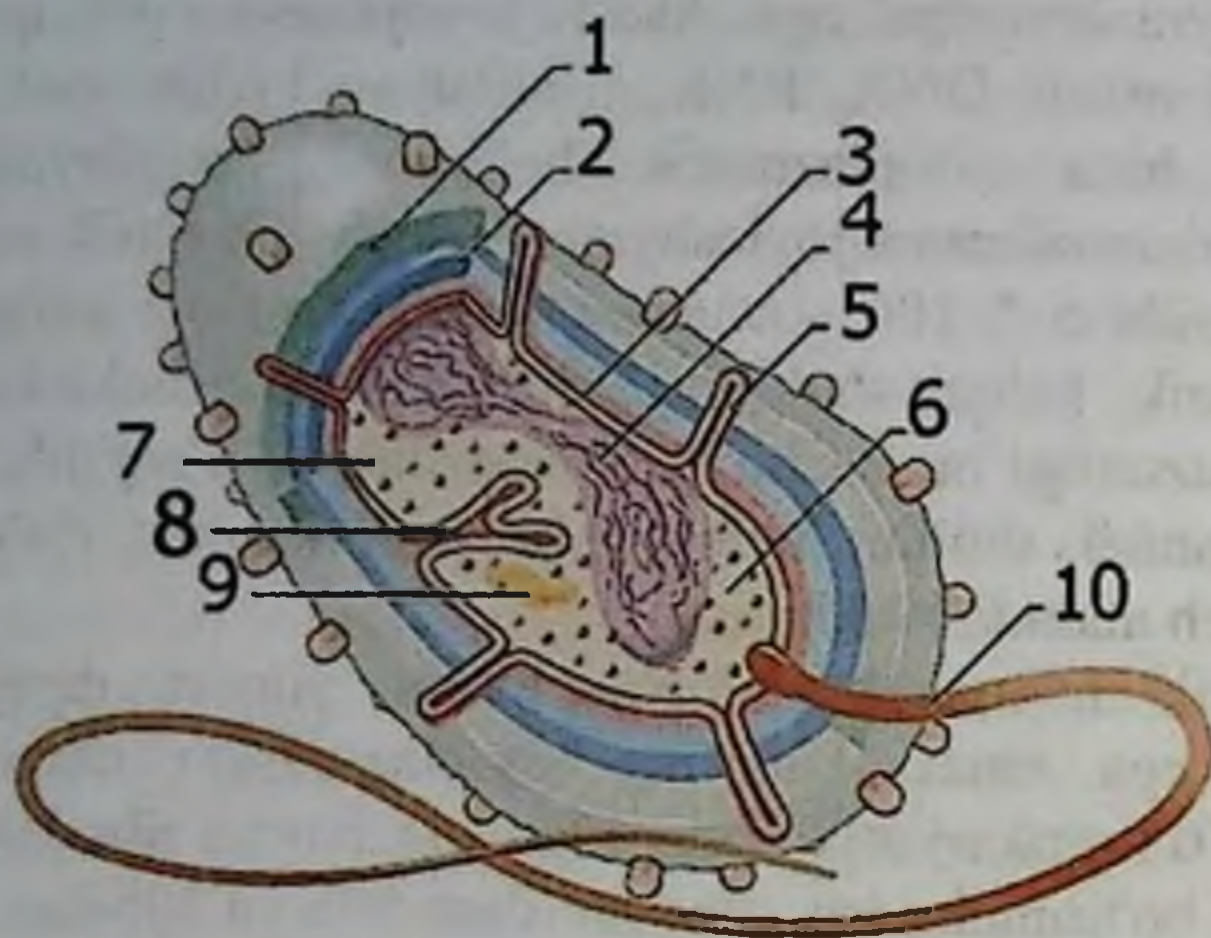
Tabiatda bakteriyalar barcha ekologik bo'shliqlarni egallaydi. Ular orasida ikki guruh ajralib turadi: tuproq va suvda yashovchi eubakteriyalar va ekstremal ekologik sharoitda yashovchi arxibakteriyalar. Arxbakteriyalar: anaerob sharoitlar, issiq kislotali muhit, juda sho'rlangan sharoitlar, metall hosil qiluvchi anaeroblar. Eubakteriyalar: gramm-musbat va gramm-manfiy va boshqalar mavjud.

Prokaryotik hujayralarning tuzilishi

Turli prokaryotik hujayralarning ultra yupqa bo'limlarini o'rganayotganda, bu barcha hujayralar uchun umumiy bo'lgan bir qator elementlar hayratlanarli. Hujayraning tashqi ramkasi hujayra devori tomonidan yaratilgan. Uning ostida hujayrani har tomondan o'rab, uni tashqi muhitdan ajratib turadigan yopiq plazma membranasi yotadi. Plazma membranasi orqasida sitoplazmaning o'zi (hujayra tanasi) joylashgan.

Elektron mikroskopda sitoplazmaning asosiy komponenti elektron zichligi past bo'lgan bir hil yoki mayda donali modda sifatida namoyon bo'ladi.

Yupqa fibrillar oqsil tuzilmalari ko'pincha gialoplazmada topiladi, ular ehtimol beradi



Rasm 8. Bakteriya hujayrasining tuzilishi sxemasi: 1-kapsula; 2 hujayrali membrana; 3 hujayrali membrana; 4-nukleoid (xromosoma); 5-sitoplazmatik proyeksiyalar; 6-sitoplazma; 7-ribosoma; 8-mezosoma; 9 - yoqish; 10 - flagellum.

Prokaryotik hujayralar, shuningdek, eukaryotik hujayralarning plazma membranasi qalinligi taxminan 7-10 nm bo'lib, qo'sh lipoprotein qatlamidan qurilgan. U ionlarning erkin tarqalishini keskin cheklaydi, ya'ni osmotik to'siq rolini o'ynaydi, shuningdek, turli moddalarning hujayra ichiga va tashqarisiga kirishini nazorat qiladi. Membran nafaqat ionlarni, balki past molekulyar og'irlikdagi organik birikmalarni (uglevodlar, nukleotidlar, aminokislotalar va boshqalar) faol tashish tizimidan foydalangan holda moddalarni tanlab tashishda ishtirok etadi. Prokaryotlarda ATP sinteziga olib keladigan oksidlovchi fosforillanishda ishtirok etadigan fermentlar tizimi plazma membranasida yoki uning hujayra ichidagi jarayonlarida lokalizatsiya qilinadi.

Prokariotlarning plazma membranasi ko'pincha sitoplazmaning chuqurligida quvurli yoki qatlamli kengaytmalarni hosil qiladi. Ushbu invaginatsiyalarning ba'zilar o'ralgan quvurli membrana hosil bo'lishini - mezosomalarni hosil qiladi. Boshqa hollarda tekis, parallel hujayra ichidagi sistemalar hosil bo'ladi. Ko'k-yashil suvo'tlarda bunday tekis membrana pufakchalari - tilakoidlar - yorug'likni yutuvchi pigmentlarni o'z ichiga oladi

va fotosintez jarayonlarida ishtirok etadi. Fototrofik binafsha bakteriyalarda plazma membranasining hujayra ichiga kirib borishi va keyinchalik membrana pufakchalarining ajralishi natijasida sitoplazmaning katta joylari kichik vakuolalar - xromatoforlar bilan to'ldiriladi, ularning membranalarda yorug'likni yutuvchi pigmentlar ham mavjud (bakterioxlorofil va karotinoidlar) hamda fotosintez va fosforlanishda ishtirok etuvchi ferment tizimlari.

Bu barcha membranali hujayra ichidagi komponentlar atrofdagi gialoplazmaga botiriladi. Gialoplazmada juda ko'p miqdordagi ribosomalar mavjud - oqsil sintezi uchun elementar apparatlar. Prokaryotik ribosomalarning kimyoviy tarkibi ushbu ob'ektlar guruhiga juda xosdir. Bu holda to'liq ribosoma ikkita subbirlikdan, 30S va 50Sdan iborat bo'lib, ularning har birida mos ravishda 16S va 23S RNK mavjud. Ribosomalarning aksariyati polisomal komplekslarda joylashgan (8-rasm).

2. Eukariotlar. Ular kattaroq, murakkabroq tashkil etilgan va evolyutsion tarzda keyinroq. Bularga o'simliklar, hayvonlar va qo'ziqorinlar kiradi. Eng muhim farqlovchi xususiyat - bu gialoplazmadan qo'sh membrana bilan ajratilgan shakllangan yadroning mavjudligi. Gialoplazmada organellalar mavjud. Sitoskeleton mavjud. U sitoplazmani tashkil qiladi va siklozni (sitoplazma harakati) ta'minlaydi. Membranali organellalar membranasini lipoproteinlar tomonidan tashkil etilgan. Barcha membranalar yopiq. Ichki membranalar hujayraning bo'shliqlari yoki joylarini cheklaydi, ularni har tomondan yopadi, ularni sitoplazmadan cheklaydi. Sitoplazmaning bo'linmalarga bo'linishi kompartmentalizatsiya deb ataladi.

Bu turli xil kimyoviy reaksiyalar va mahsulotlarni ajratish uchun kerak. Shuningdek, ichki membranalar fermentlarni biriktirish joyidir. Eukaryotik hujayraning asosiy bo'linmalari:

1) Yadro - polinuklein kislotalarni saqlash va sintez qilish joyi. Hujayra hajmining 6%.

2) Sitozol - sitoplazmatik organellalar bilan o'ralgan sitoplazma. 45-55%

3) EPR. Donador va agranulyar. Granulada membranani sintez qiluvchi va oqsillarni eksport qiluvchi ribosomalar mavjud. 10% 4) Golji kompleksi. Organik moddalarning ajralishi (ajralishi), to'planishi, pishishi va ajralib chiqishi jarayoni amalga oshiriladi.

6%

5) ATP sintez qiluvchi mitoxondriya va plastidalar. 22%

6) Lizosomalar moddalarni parchalaydi. 1%

7) Peroksizomalar - fermentlar (katalaza - 40%) yordamida oksidlanish reaksiyalarini ta'minlaydi.

Ma'lumki, eukaryotik hujayralar prokaryotik hujayralardan murakkab tashkil etilgan hujayra yadrosi va membrana organellalarining butun majmuasi mavjudligi bilan farqlanadi.

DNK hujayra yadrosining asosiy komponenti sifatida gigant (odamlarda bir necha santimetr gacha) molekulalar shaklida taqdim etiladi. Eukaryotik yadrolarning DNKsi bir qator maxsus oqsillar (gistonlar) bilan murakkab bo'lib, murakkab deoksiribonukleoprotein molekulalarini (DNP yoki xromatin) hosil qiladi. Xromosomalarni qurish uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Hujayra yadrosining tashkil etilishining yana bir xarakterli xususiyati yadro qobig'idir. U ikkita lipoprotein membranadan iborat bo'lib, ularning har biri qalinligi taxminan 7 nm. Membranalar orasida o'rtacha kengligi taxminan 40 nm bo'lgan perinuklear (yadroga yaqin) bo'shliq mavjud. Har qanday hujayra membranalari uchun odatiy bo'lganidek, ikkala yadro membranasi ham yadro materialini egallagan hajmni o'rab turgan va o'rab turgan yagona doimiy qatlamni hosil qiladi. Shunday qilib, yadro sitoplazmadan ikkita membrana va perinuklear bo'shliq bilan ajralib turadi. Barcha eukaryotik organizmlar hujayralarining yadro membranasi maxsus tuzilmalar mavjud bo'lib, ular orqali yadro tarkibi va gialoplazma o'rtasida aloqa amalga oshiriladi. Bu yadro teshiklari. Ular ichki (yadro) membrananing yadro qobig'ining tashqi (sitoplazmatik) membranasi bilan birlashishi natijasida hosil bo'lgan yadro qobig'ining butun qalinligi bo'ylab teshiklardan o'tadi. Membrananing sintez joylari rejada yumaloq shaklga ega. Shunday qilib, yadro qobig'ining katta maydonini dumaloq (yoki ular deyilganidek, fenestrlangan) teshiklar egallaydi. Biroq, to'g'ridan-to'g'ri, imkonsiz Gialoplazmaning yadro tarkibiga (karioplazma) to'g'ridan-to'g'ri bog'lanishi yoki o'tishi yo'q, chunki teshiklar, go'yo fibrillalar va diafragmaga ega bo'lgan maxsus murakkab oqsil tuzilmalari bilan yopilgan. Shunday qilib, yadro g'ovaklari, bir tomondan, uning perimetrini cheklaydigan membrana bo'limlaridan, ikkinchi tomondan, maxsus oqsil tuzilmalaridan iborat bo'lgan murakkab kompleks shakllanishdir (u ko'pincha "g'ovak kompleksi" deb ataladi). Yadro qobig'ining membranalari va teshiklarining funktsional ahamiyati hali etarlicha o'rganilmagan. Bu tuzilmalar sitoplazma va yadro o'rtasida moddalarni tashishda muhim rol o'ynaydi, deb ishoniladi.

Prokaryotik hujayralardan farqli o'laroq, yadro hujayralari gialoplazmasida bir qator maxsus oqsil tuzilmalari kuzatiladi. Bular mikronaychalar, tonofibrillar, mikrofilamentlardir.. Turli eukaryotik hujayralar zarrachalarni tutib olish bilan bog'liq bo'lgan plazma membranasining maxsus funksional faolligi - endositoz bilan tavsiflanadi. Bu jarayon hujayra yuzasida makromolekulalarning (pinotsitoz holatida) yoki alohida zarrachalarning (fagotsitoz) sorbsiyasi bilan bog'liq. Keyin plazma membranasining bir qismi ichkariga kirib, hujayra yuzasidan ajraladi va sitoplazmaning chuqurligida tutilgan zarrachalar bilan birgalikda ovqat hazm qilish vakuolasiga aylanadi.

Eukaryotik hujayralarda oqsil sintezi tizimi ikkita versiyada taqdim etilgan. Hujayra hayotini ta'minlash uchun zarur bo'lgan oqsillarning sintezi prokaryotik hujayralardagi kabi gialoplazmada joylashgan erkin poliribosomalarda sodir bo'ladi. Bunday poliribosomalarda sitoplazmatik matritsaning oqsillari, mikronaychalar oqsillari, mikrofilamentlar, ba'zi membrana oqsillari va boshqalar sintezlanadi, ya'ni ma'lum bir hujayraning mavjudligini ta'minlaydigan tuzilmalarning oqsillari ("iqtisodni saqlash uchun" sintezlanadi) . Eukaryotik hujayralar prokaryotik hujayralarga qaraganda ko'proq, eksport uchun sintez qilingan, ajratilgan oqsillarni sintez qilishning aniq tizimiga ega.Ular bilan bog'langan ribosomalari bo'lgan membranalar tizimi donador (qo'pol) endoplazmatik to'r yoki ergastoplazma deb ataladi. Hujayra ergastoplazmatik elementlarga qanchalik boy bo'lsa, ajralib chiqadigan oqsillarning sintez darajasi qanchalik yuqori bo'lsa, hujayra bu borada shunchalik ixtisoslashgan bo'ladi. Ergastoplazma, ayniqsa, turli bezlarning ko'p miqdorda oqsil sekretsiyasi (oshqozon osti bezi, jigar va boshqalar) ishlab chiqaradigan va ajratuvchi sekretor hujayralarida, oqsillarni ajratuvchi biriktiruvchi to'qima hujayralarida (plazmatsitlar, fibroblastlar, xondroblastlar va boshqalar) hamda nerv hujayralarida yaxshi namoyon bo'ladi. .

Ergastoplazmaning membrana elementlarining kanallari va bo'shliqlari orqali sintezlangan oqsil mahsuloti hujayraning turli qismlariga etkazilishi mumkin, ammo uni hujayradan olib tashlash uchun maxsus membrana tizimi - Golji apparati mavjud. Morfologik jihatdan bu hujayra organellasi ko'p sonli katta va kichik vakuolalar bilan bog'langan tekis membrana qoplaridan iborat zona bilan ifodalanadi. Ergastoplazma ribosomalarida sintezlangan va bu sistemaning sistemalari yoki kanallari bo'shliqlarida ajralgan oqsillar harakatlanadi va Golji apparati zonasiga ko'chiriladi. Bu vaqtda ergastoplazma katzallari ribosomalarini yo'qotadi va

kichik vakuolalar, ularning bo'shliqlarida joylashgan oqsillar bilan birga, Golji apparatining vakuol zonasiga kiradigan kanallardan ajralib chiqadi. Bu erda bu vakuolalar bir-biri bilan birlashadi, o'sadi va ularda joylashgan protein mahsuloti bir qator o'zgarishlarga uchraydi ("pishgan"). Golji apparati tizimida polisaxaridlar sintezi ham sodir bo'ladi, ular oqsillar bilan bog'lanib, glikoproteinlarning murakkab molekulalarini (mukinlar) hosil qila oladi. Golji apparatining membrana qoplari yoki tanklaridan tayyor mahsulot (sekret), vakuolalar mavjud bo'linadi, ular plazma membranasiga qarab harakat qila boshlaydilar. Simi o'z ichiga olgan bu vakuolalar plazma membranasini bilan aloqa qiladilar, ularning membranalari shunday birlashadiki, tayyor, chiqarilgan, chiqarilgan mahsulot hujayradan tashqarida bo'ladi. , oqsil sintezi mahsulotlari va polisaxaridlar hujayradan chiqariladi. O'simliklarda tsellyuloza hujayra devori Golji elementlarining (diktiosomalar) faolligi tufayli hosil bo'ladi. Tsellyuloza molekulalari Golji apparatida sintezlanadi va hujayradan ajralib chiqadigan vakuolalar yordamida hujayradan tashqariga chiqariladi. uning membranalari. Sekreksiya mahsulotlari o'simliklarning bez hujayralarida ham chiqariladi. Golji apparati tizimining barcha bosqichlari ATP ning ko'p miqdorda sarflanishi bilan bog'liq.

Maxsus hujayra organellalari - lizosomalarning mavjudligi ergastoplazmadagi oqsil sintezi tizimi va Golji apparati faoliyati bilan bog'liq. Bular zich tarkibga ega bo'lgan membrana bilan chegaralangan pufakchalar bo'lib, ularning ichida oqsillarni, nuklein kislotalarni, polisaxaridlarni va lipidlarni parchalaydigan ko'p miqdorda gidrolitik fermentlar (gidrolazalar) mavjud. Bu fermentlarning butun majmuasi ergastoplazmada sintezlanadi va Golji apparatida tashiladi, uning membranalardan gidrolazalarni o'z ichiga olgan bunday pufakchalar ajralib chiqadi. Bular birlamchi lizosomalar deb ataladi. Lizosomalarda hazm bo'lmagan mahsulotlarning bir qismi ularda qoladi (telolizosomalar). Ular hujayralardan chiqarilishi mumkin, sekreksiyalarni chiqarish yoki tark etish kabi hujayralarda uzoq vaqt qolish. Lizosomalar funktsional nuqsonli hujayra komponentlarini, masalan, mitoxondriyalarni, membranalarni va boshqalarni hazm qilishda ishtirok etadi. Bunda avtolizosomalar yoki avtofagosomalar rivojlanadi.

Lizosomalar hujayralar tomonidan hujayradan tashqari komponentlarni hazm qilish va parchalash uchun ishlatiladi. Masalan, makrofaglarning lizosomal fermentlari hujayradan ajralib chiqishi va

hujayradan tashqari substratlarning gidrolizlanishida ishtirok etishi mumkin.

Eukaryotik hujayralar sitoplazmasining yana bir membrana tizimi silliq endoplazmatik retikulum deb ataladi. U membranalar bilan chegaralangan, turli yo'nalishlarda bir-biriga bog'langan tor kanallar va vakuolalar bilan ifodalanadi. Bu sistemaning membranalarida ribosomalar mavjud emas. U hujayra ichidagi polisaxaridlar (hayvonlarda va zamburug'larda - glikogen), yog'li moddalar, yuqoriroq hayvonlarda ba'zi gormonlar sintezida ishtirok etadi, tarkibida oksidlovchi fermentlar (degidrogenazlar) bo'lishi mumkin, deb ishoniladi. Silliq endoplazmatik retikulum efir moylari va terpenlarni sintez qilishda ishtirok etadigan o'simlik hujayralarida yaxshi ifodalangan.

O'simlik hujayralari vakuolyar tizimning rivojlanishi bilan tavsiflanadi. Bunday hujayralarda hajmning katta qismini tarkibida suyuqlik bo'lgan katta vakuolalar egallab, gialoplazmaning o'zini organellalari bilan plazma membranasiga suradi. Yosh, bo'linuvchi hujayralarda, boshida endoplazmatik to'ring elementlaridan tashqari, maxsus vakuolalar ajratilmaydi. O'simlik hujayralarining vakuolyar tizimining funktsional ahamiyati juda katta. Vakuola bo'shlig'ida hujayra turli xil metabolik mahsulotlarni to'playdi, hujayra rangini beruvchi alkaloidlar va pigmentlarni chiqaradi.

Eukariot hujayralar gialoplazmasida o'simliklarga xos bo'lgan membrana organellalari - mitoxondriyalar va plastidalar mavjud. Mitoxondriyalarda shunday invaginatsiyalar yassi tizmalari, kristalar yoki ingichka naychalar shaklida bo'ladi. Oksidlanishli fosforlanish fermentlari mitoxondriyaning ichki membranalarida lokalizatsiya qilinadi, bu hujayradagi ATP ning asosiy ishlab chiqaruvchilari sifatida mitoxondriyaning asosiy funktsional yukini belgilaydi. Ichki membrana qanchalik ko'p kristalli hosil bo'lsa, mitoxondriyaning funktsional faolligi shunchalik yuqori bo'ladi. Mitoxondriyal matritsada trikarboksilik kislota siklining eruvchan fermentlari va boshqa ferment tizimlari mavjud.

Mitoxondriyalarning o'z avtoreproduksiya tizimi mavjud

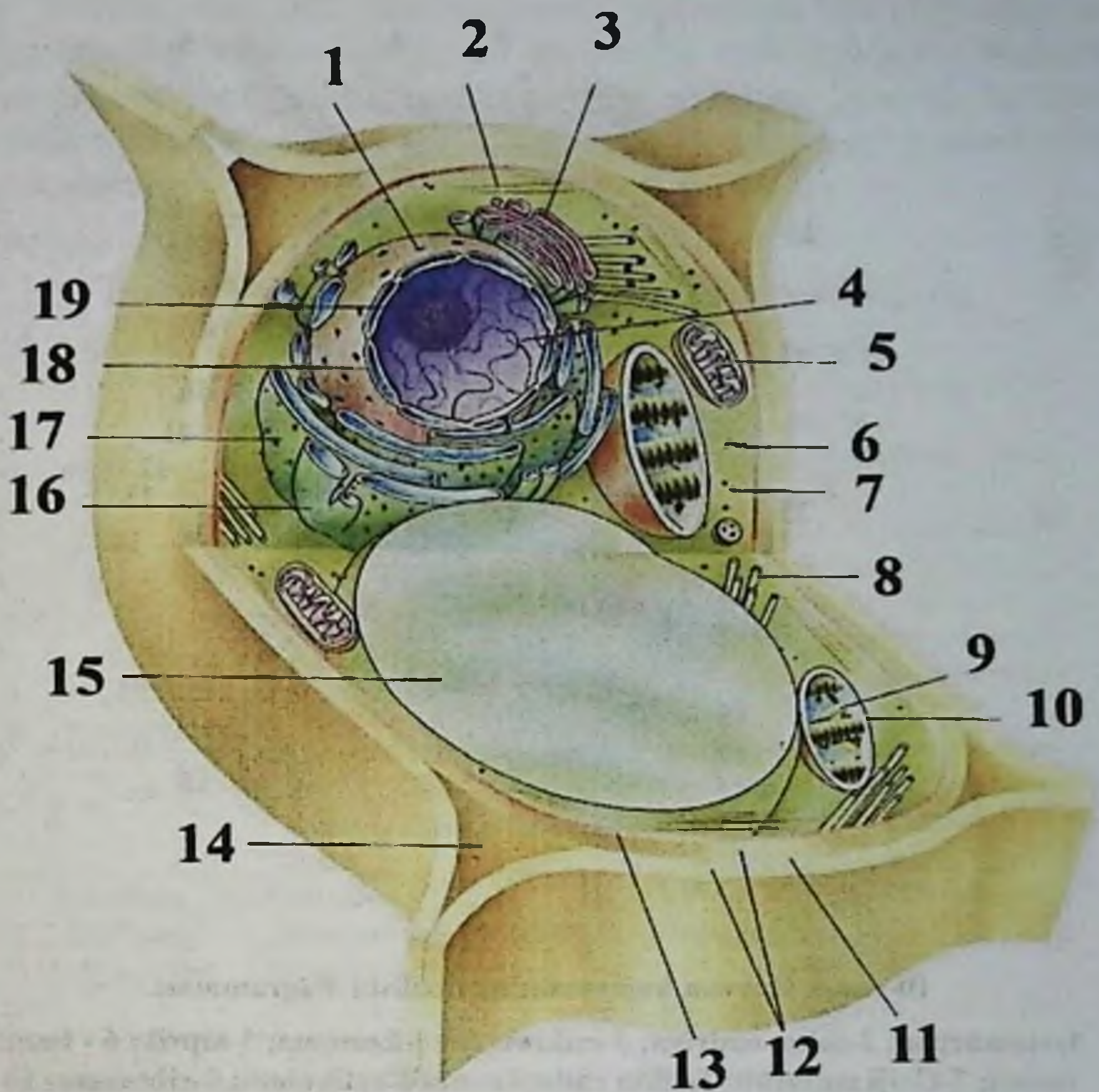
Ko'rib turganingizdek, mitoxondriyaning tuzilishi bakterial hujayraning tuzilishiga juda o'xshaydi, bu erda oksidlovchi fosforlanish tizimi plazma membranasining ichki yuzasida joylashgan. Xloroplastlarning tuzilishi, asosan, fotosintetik ko'k-yashil suv o'tlari hujayralariga o'xshaydi. Bundan tashqari, ushbu organellalar guruhi o'zining avtonom * oqsil sintezi tizimi bilan tavsiflanadi. Bularning barchasi

eukaryotik hujayraning tanasida ushbu organellalarning simbiotik kelib chiqishi haqidagi farazni keltirib chiqardi.

Nihoyat, ko'pgina eukaryotik hujayralarning gialoplazmasida membrana tuzilishiga ega bo'lmagan, ammo mikronaychalardan iborat organellalar bo'lishi mumkin. Bular sentriolalar va bazal jismlar; ular gimnospermlar va angiospermlarda va yuqori zamburug'larda topilmaydi. Pastki o'simliklarda ular harakatchan jinsiy hujayralarda paydo bo'lishi mumkin. Hayvon hujayralarida sentriol mavjud; mitoz davrida u shpindel qutblari zonasida joylashgan. Biroq, bazal tanaga ega bo'lgan ko'plab protozoa hujayralari mitoz jarayonida sentriolyar tuzilmalar ishtirokisiz bo'linadi. Yuqori o'simliklarning hujayralari ham mitoz yo'li bilan bo'linadi, lekin sentriolalar belgilarisiz. Ushbu tuzilmalarning funktsional ahamiyati hali aniqlanmagan. Ular, ehtimol, mitoz jarayonida siliya mikrotubulalari yoki shpindel mikronaychalarini hosil qiluvchi tubulin oqsillarining polimerizatsiyasini keltirib chiqaradi. Eukaryotik organizmlarning hujayralari.

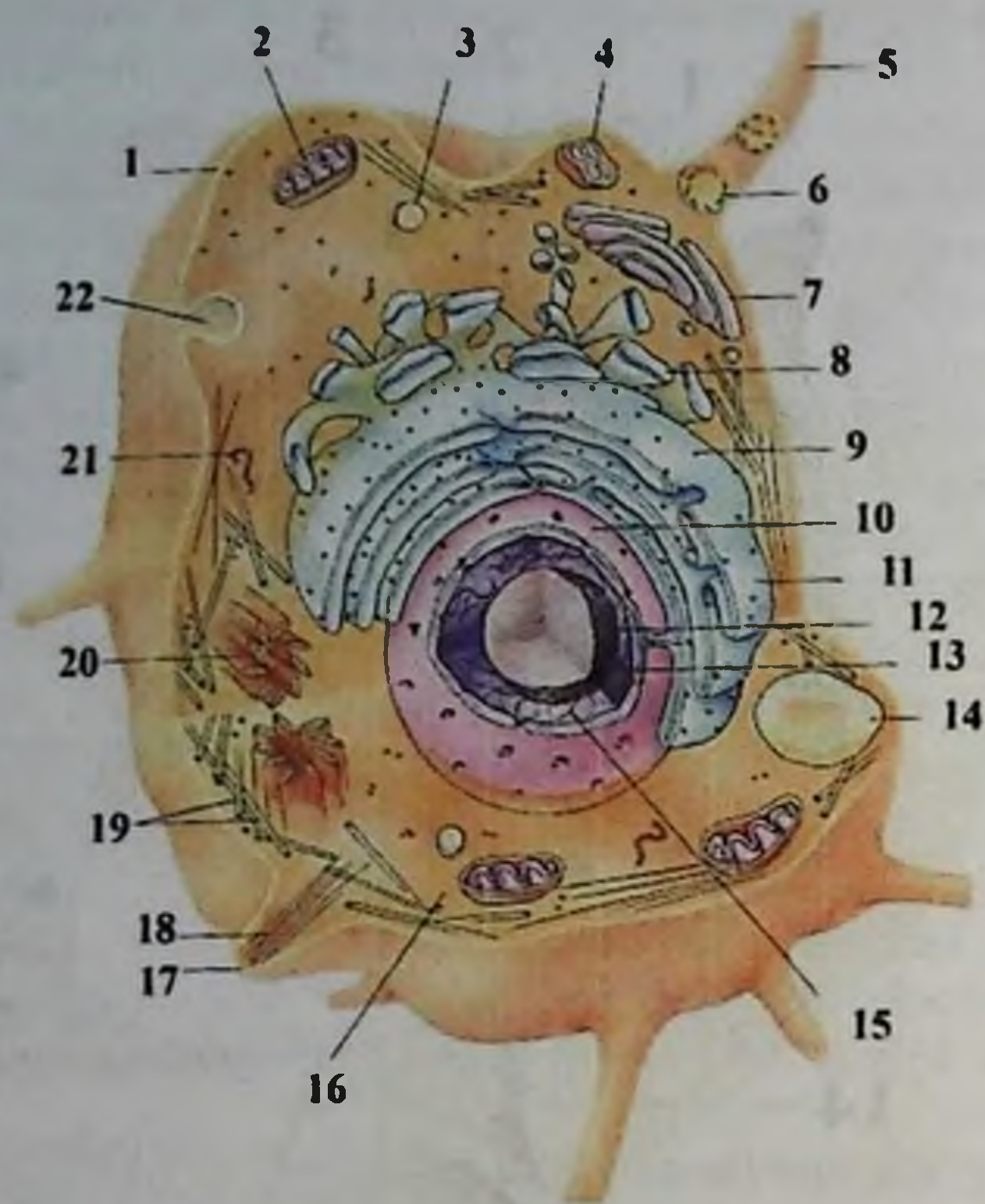
O'simliklarning organik moddalarni yaratish manbalari sifatidagi o'ziga xos rolini hisobga olgan holda, eukaryotik hujayralar bilan tanishishni yashil o'simlik hujayrasini ko'rib chiqishdan boshlash tavsiya etiladi (9-rasm).

Hayvon hujayralaridan farqli o'laroq (10-rasm) o'simlik hujayralari hujayraning tirik qismini o'rab turgan zich, odatda uglevodli membranaga ega (protoplast), plastidalar, ulardan eng muhimi fotosintez jarayonini amalga oshiradigan xloroplastlar va yirik hujayralardir. yuqori darajada sug'orilgan hujayra sharbati bilan to'ldirilgan vakuolalar. Biroq, sanab o'tilgan belgilar universal emas. Shunday qilib, ba'zi o'simlik hujayralari, masalan, suv o'tlarining gametalari va zoosporalari mavjud emas qobiqlar.



9-rasm. O'simlik hujayrasining tuzilishi diagrammasi.

1-yadro g'ovaklari; 2-skelet mikronaychalari; 3-Golji apparati; 4 yadroli; 5 mitoxondriya; 6-poliribosoma; 7-ribosoma; 8-mikrotubulalar; 9-xloroplast; 10 xloroplast qobig'i; 11-o'rtacha plastinka; 12-tsellyuloza korpusi; 13-plazma membranasi; 14 - hujayralararo bo'shliq; 15-vakuol; 16-silliq endoplazmatik retikulum; 17-donali endoplazmatik retikulum; 18 yadroli membrana; 19-yadrocha.



10-rasm. Hayvon hujayrasining tuzilishi diagrammasi.

1-membrana; 2-mitoxondriya; 3-mikrotana; 4-lizosoma; 5-kiprik; 6 - bazal tanasi; 7-Golji apparati; 8-silliq endoplazmatik retikulum; 9-ribosoma; 10 yadroli qobiq; 11-donali endoplazmatik retikulum; 12-yadrocha; 13 yadroli; 14 vakuol; 15-xromatin; 16-sitozol; 17-mikroburchaklar; 18-aktinli filament; 19 mikronaychalar; 20-tsentrosoma; 21-polizoma; 22 - pufakcha.

Ular tashqi muhitdan hayvon organizmlari hujayrasini o'rab turgan membrana bilan bir xil bo'lgan plazma membranasi bilan ajratilgan. Yashil plastidlar faqat quyosh nuri energiyasidan organik moddalarni sintez qilish uchun foydalanadigan o'simliklarga xosdir. Tayyor organik moddalarni (zamburug'lar) ishlatadigan geterotrof organizmlarda ular yo'q.

Vakuolalar o'sishni tugatgan kattalar hujayralariga xosdir.

Pastki o'simliklarda hujayra ko'pincha bir butun, mustaqil tirik organizmni ifodalaydi. Bunday bir hujayrali o'simliklarga yashil suv o'tlari (xlorella, xlamidomonas) va ba'zi zamburug'lar (xamirturush) misol bo'ladi. Ko'p hujayrali o'simliklarning tanasi har xil o'lcham, shakl, ichki tuzilishga

ega bo'lgan va turli funktsiyalarni bajaradigan ko'plab hujayra majmualaridan iborat. Rivojlanish jarayonida tirik tarkibini yo'qotgan hujayralar suv o'tkazishda ishtirok etishi mumkin, ularning ba'zilari o'simlikni mexanik stressdan, haroratning o'zgarishidan va hokazolardan himoya qiladi.

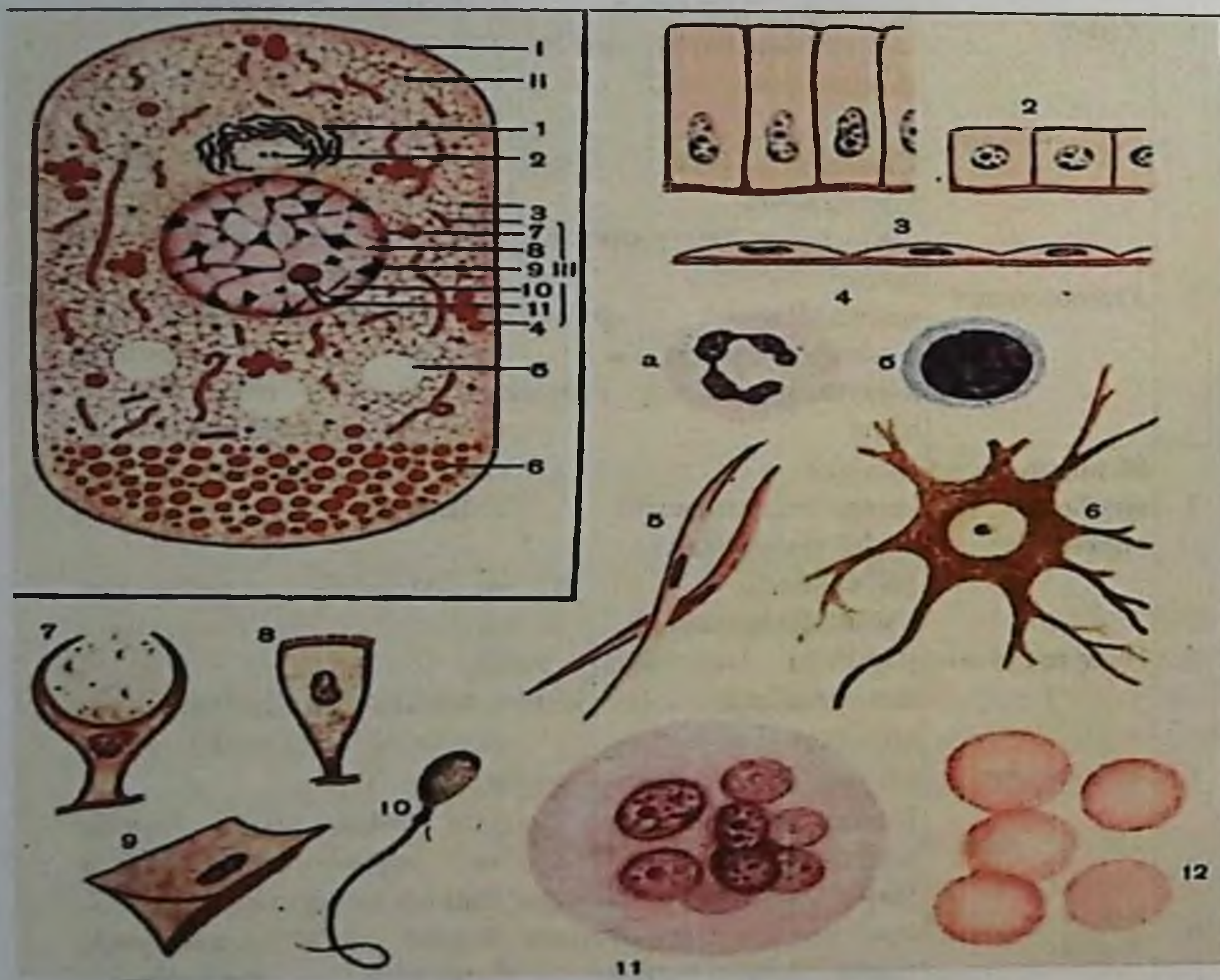
Jadval.1

Prokaryotik hujayra va eukaryotik hujayra o'rtasidagi farq

№	Tuzilishi	Eukaryotik hujayra	Prokaryotik hujayra
1	Yadro	Ikki qavatli membrana bilan o'ralgan. Jarayonlar transkripsiya va sintez oqsillar vaqt va makonda bir-biridan ajralib turadi	DNKni o'z ichiga olgan yadro mintaqasi mavjud, (nukleoid), membrana bilan o'ralgan emas. Transkripsiya va oqsil sintezi deyarli bir vaqtda sodir bo'ladi.
2	Xromosomalar	Chiziqli; bilan DNK kompleksidir ishqoriy oqsillar - gistonlar, tuzilishi bo'yicha marvaridlar qatoriga o'xshash; o'z ichiga oladi hujayra genomining asosiy qismi.	Bitta uzuk bor, deb atalmish bakterial xromosoma; Undagi DNK gistonlar bilan kompleks hosil qilmaydi; DNKning bir qismi halqa bilan yopilgan o'z-o'zini ko'paytiruvchi elementlar - plazmidlar shaklida bo'ladi.
3	Membran bilan ajratilgan organellalar	Mavjud; kompartmentalizatsiya kuchli ifodalangan	Yo'q; qismlarga bo'lish zaif ifodalangan
4	Hujayra devori	Hayvonlarda yo'q, o'simliklarda mavjud (tarkibida tsellyuloza) va zamburug'larda (tarkibida xitin bor).	Mavjud (kimyoviy tarkibi har xil KS o'simliklar - tsellyuloza emas, murein o'z ichiga oladi)
5	Ribosomalar	Mavjud; 80 S	Mavjud; 70 S
6	Kiprik va flagella	Barcha organizmlarda, shu jumladan mavjud yuqori o'simliklar bundan mustasno. Protein subbirliklaridan tuzilgan tubulin, kontraktil faollikka ega.	Ba'zi bakteriyalarda flagella bor, ammo ular tuzilishi jihatidan farq qiladi (flagelin oqsili) va eukaryotik flagelladan harakatlanish mexanizmi, kontraktil faoliyati yo'q.
7	Hujayrada energiya sintezi	Hayvonlarda - mitoxondriya, o'simliklarda - mitoxondriyalar va xloroplastlar.	Mezosomalar - membrananing ichki burmalari (mitoxondriyalarga o'xshash). Fotosintetik bakteriyalar ham fotosintetik membranalarga ega.

Turli o'simliklar, hayvonlar va bir o'simlik yoki hayvonning turli organlari hujayralari hajmi, shakli, rangi va ichki tuzilishi jihatidan hayratlanarli darajada xilma-xildir, lekin ularning barchasi bir qator umumiy xususiyatlarga ega. O'zgaruvchan shaklga ega bo'lgan hujayralar (masalan, amyoba va leykotsitlar) va doimiy shaklga ega bo'lgan hujayralar (masalan, sperma, kiprikli hujayralar, qizil qon tanachalari, nerv hujayralari) mavjud. Ikkinchi toifaga kiruvchi hujayralar har bir berilgan turga xos bo'lgan ko'proq yoki kamroq barqaror shakl bilan tavsiflanadi. 11-rasm: diagramma

I, II.

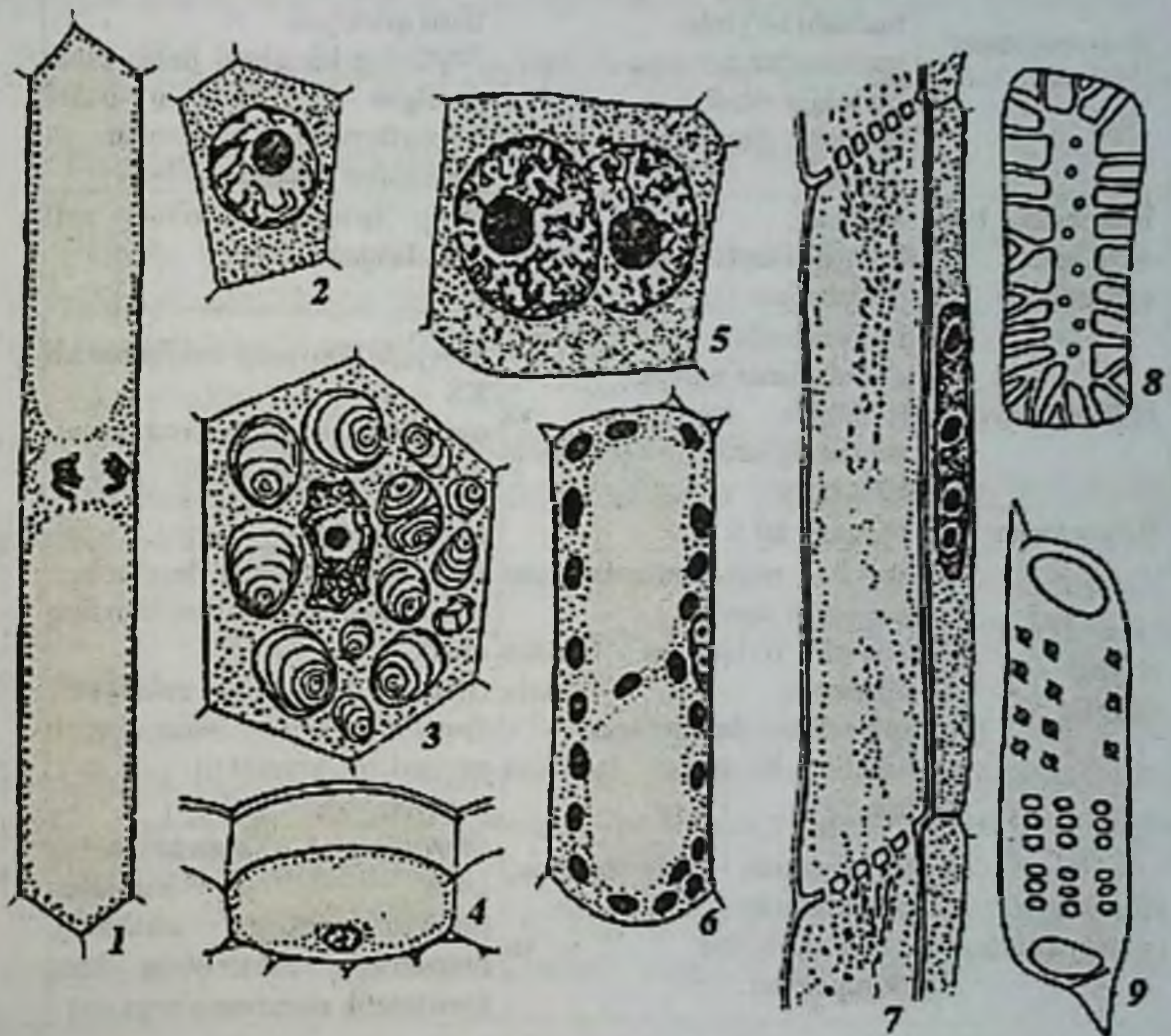


11-rasm. Hayvon hujayralari. 1. Ruxsat etilgan qafas. Sxema I.

I-hujayra membranasi, II-sitoplazma. Organoidlar: 1-Golji apparati; 2 sentrozoma; 3-mitoxondriya; 4-oqsil granulalari; 5 hujayrali vakuola; 6 lipoidli granulalar. III yadroli: 7 yadroli qobiq; 8-axromatik tarmoq; 9xromomarkazlar; 10 yadroli suyuqlik; 11-yadrocha.

2. Qo'zg'almas hujayralar shakli. II sxema.

Buyrak tubulasining 1-silindrsimon hujayralari; 2-buyrak tubulasining kubik hujayralari; 3-tekis mezoteliy hujayralari; 4-dumaloq (sferik) hujayralar: a) segmentli (lobulyar) yadroli - neytrofil granulotsit; b) dumaloq (sferik) yadro-limfotsit bilan; Tayoqchali yadroli 5 shpindel hujayra - silliq mushak hujayralari; 6-jarayonli hujayra-nerv hujayrasi; 7-ko'zachali bezli hujayra; 8-anizoprazmatik kipriksimon epiteliy hujayrasi; 9 qanotli tendon hujayrasi; 10- flagellat sperma hujayrasi; 11-ko'p yadroli suyak iligi hujayra-megakaryotsit; 12-anuklyatsion hujayra-eritrotsit.



Rasm. 12. O'simlik hujayralari.

1,2-meristematik hujayralar; Kraxmal donalari bo'lgan 3 ta parenxima hujayralari;

epidermisning 4-hujayralari; 5-binukleat hujayra; 6 hujayrali assimilyatsiya qiluvchi barg to'qimasi; 7 hujayrali elakli trubka, sun'iy yo'ldosh hujayra bilan; 8-petrous hujayra; Naychali to'qimalarning 9 hujayrasi.

Jadval 1. Prokaryotik hujayra va eukaryotik hujayra o'rtasidagi farq.

Tuzilishi	Eukaryotik hujayra	Prokaryotik hujayra
Yadro	Ikki qavatli membrana bilan o'ralgan. Jarayonlar transkripsiya va sintez oqsillar vaqt va makonda bir-biridan ajralib turadi	DNKni o'z ichiga olgan yadro mintaqasi mavjud, (nukleoid), membrana bilan o'ralgan emas. Transkripsiya va oqsil sintezi deyarli bir vaqtda sodir bo'ladi.
Xromosomalar	Chiziqli; bilan DNK kompleksidir ishqoriy oqsillar - gistonlar, - tuzilishi bo'yicha marvaridlar qatoriga o'xshash; o'z ichiga oladi hujayra genomining asosiy qismi.	Bitta uzuk bor, deb atalmish bakterial xromosoma; Undagi DNK gistonlar bilan kompleks hosil qilmaydi; DNKning bir qismi halqa bilan yopilgan o'z-o'zini ko'paytiruvchi elementlar - plazmidlar shaklida bo'ladi.
Membran bilan ajratilgan organellalar	Mavjud; kompartmentalizatsiya kuchli ifodalangan	Yo'q; qismlarga bo'lish zaif ifodalangan
Hujayra devori	Hayvonlarda yo'q, o'simliklarda mavjud (tarkibida tsellyuloza) va zamburug'larda (tarkibida xitin bor).	Mavjud (kimyoviy tarkibi har xil KS o'simliklar - tsellyuloza emas, murein o'z ichiga oladi)
Ribosomalar	Mavjud; 80 S	Mavjud; 70 S
Kiprik va flagella	Barcha organizmlarda, shu jumladan mavjud yuqori o'simliklar bundan mustasno. Protein subbirligidan tuzilgan tubulin, kontraktil faollikka ega.	Ba'zi bakteriyalarda flagella bor, ammo ular tuzilishi jihatidan farq qiladi (flagelin oqsili) va eukaryotik flagelladan harakatlanish mexanizmi, kontraktil faoliyati yo'q.
Hujayrada energiya sintezi	Hayvonlarda - mitoxondriya, o'simliklarda - mitoxondriyalar va xloroplastlar.	Mezosomalar - membrananing ichki burmalari (mitoxondriyalarga o'xshash). Fotosintetik bakteriyalar ham fotosintetik membranalarga ega

Hujayra hajmi o'zgaruvchan va keng tarqalgan. O'simliklar va hayvonlarda yalang'och ko'zga ko'rinadigan va juda katta hajmga ega hujayralar mavjud. Shunday qilib, ba'zi qushlarda bitta hujayra bo'lgan tuxum bir necha santimetr diametrga ega. Biroq, bu umumiy qoidadan istisno, chunki hujayralarning katta qismi mikroskopik o'lchamlarga ega - ularning diametri millimetrdan atigi bir necha mingdan bir qismi (mikron). Qoida tariqasida, ma'lum bir to'qima ichidagi hujayra hajmi nisbatan doimiy

bo'lib, ma'lum bir turga xos bo'lgan umumiy tana hajmiga bog'liq emas. Shunday qilib, buqa, ot yoki sichqonning buyrak yoki jigar hujayralari deyarli bir xil darajada bo'lib, organing umumiy massasidagi farqlar hujayralar hajmiga emas, balki soniga bog'liq.

O'simlik hujayrasining tuzilishi va turli komponentlari haqidagi zamonaviy ma'lumotlar (9-rasm) hayvonlar hujayrasini, shu jumladan protozoalarni tashkil etishning umumiy rejasi (10-rasm) juda o'xshashligini ko'rsatadi. Bu o'xshashlik nafaqat o'simlik materialida tasvirlangan hujayra yadrosi, xromosomalar va mitotik jarayonlarga, balki sitoplazma va organelalarning tuzilishi va submikroskopik tuzilishiga ham taalluqlidir.

HUJAYRALARNING SITOPLAZMA VA VAKUOLAR TIZIMI.

Hujayralararo ulanishlar (KONTAKTLAR)

1. Hujayraning kimyoviy tarkibi.

Barcha sitoplazmatik moddalar makroelementlarga (98% - H, O, C, N), mikroelementlarga (2-3% - Mg, Na, Ca, Fe, S, P, Cl) va ultramikroelementlarga (0,1% - Zn, Cu) bo'linadi. , I, F, Mn, Co, Si).

Elementlar ionlar yoki noorganik va organik moddalar molekulalarining tarkibiy qismlari shaklida topiladi.

Noorganik (mineral) moddalar tirik va jonsiz tabiatda uchraydigan nisbatan oddiy birikmalardir.

Organik moddalar - bu asosan tirik organizmlar (uglevodlar, oqsillar, lipidlar, nuklein kislotalar) tomonidan sintezlanadigan turli xil uglerod birikmalari.

Hujayradagi organik moddalar uglevodlar, lipidlar va nuklein kislotalarga bo'linadi. Organik moddalar uglerod atomlariga asoslangan bo'lib, ular bir-biri bilan kovalent bog'lanish hosil qiladi va organik molekulalarning turli sinflarini hosil qiladi.

Massasi va tuzilishiga qarab kichik molekulyar organik molekulalar (monomerlar) va yuqori molekulyar organik molekulalar (polimerlar) farqlanadi.

Monomerlar polimer bloklari vazifasini bajaradi. Polimerlarning xossalari monomerlarning soni, tarkibi va ketma-ketligiga bog'liq. Monomerlarning tarkibi, soni va ketma-ketligi organik moddalarning turli xossalari belgilaydi va tirik organizmlarning xilma-xilligini belgilaydi.

Hujayraning organik komponentlari.

Uglevodlar uglerod atomlari va suvdan tashkil topgan murakkab birikmalardir. Uglevodlar tarkibi hayvon va o'simlik hujayralarida farq qiladi. O'simliklarda - 70%, hayvonlarda 1-5%.

Ular uchta sinfga bo'linadi: monosaxaridlar, oligosakkaridlar, polisaxaridlar.

Monosaxaridlar suvda yaxshi eriydigan va shirin ta'mga ega bo'lgan rangsiz kristalli qattiq moddalardir. Uglerod atomlarining soniga qarab triozalar, tetrozalar, pentozalar, geksozalar va geptozalar farqlanadi. Eng keng tarqalgan pentozalar va geksozalar hujayralardagi asosiy energiya manbalari (1 g glyukoza to'liq oksidlanish = 17,6 kJ). Pentozalar nuklein kislotalar (riboza, dezoksiriboza) tarkibiga kiradi. Ikki yoki undan ortiq monomerlar o'zaro ta'sirlashganda di- yoki oligosugarlar hosil bo'ladi. Monosaxaridlar bir-biri bilan glikozid bog' bilan bog'langan. Eng mashhur disaxaridlar: maltoza - solod shakar (2 glyukoza), laktoza - sut shakari (galaktoza, glyukoza), saxaroza - lavlagi shakar (glyukoza, fruktoza).

Polisaxaridlar polimerlardir. Yuqori molekulyar og'irlik bilan tavsiflanadi. Ular shirin ta'mga ega emas va suvda yaxshi erimaydi. Ular biopolimerlar bo'lib, hujayralardagi muhim funktsiyalarni bajaradilar: saqlash va himoya qilish. Glyukoza hosilalari (kraxmal, glikogen) hujayralar tomonidan energiyani saqlash uchun ishlatiladi. Tsellyuloza va xitin integumentar tuzilmalarning mustahkamligini ta'minlaydi.

Proteinlar (glikoproteinlar) va lipidlar (glikolipidlar) uglevodlar bilan o'zaro ta'sir qilishi mumkin. Bu moddalar hujayraning retseptor funktsiyasini va hujayra bilan aloqa qilish funktsiyasini ta'minlaydi. Bundan tashqari, barcha uglevod komponentlari tizimli funktsiyani bajaradi.

Uglevodlarning funktsiyalari:

- 1) energiyaning eng muhim manbai;
- 2) Saqlash (energiyani saqlashning qulay shakli);
- 3) Himoya funktsiyasi; 4) Strukturaviy funktsiya;
- 5) retseptorlar funktsiyasi.

Lipidlar

Suvda erimaydi, qutbsiz erituvchilarda eriydi. Istisnosiz barcha hujayralarda mavjud bo'lib, ular eng muhim o'ziga xos funktsiyalarni bajaradilar. Hujayralar ichida lipidlar neytral yog'larga yoki triatsilglitserinlarga, mumlarga, fosfolipidlarga va steroidlarga bo'linadi.

Ko'pchilik lipidlar tarkibida yog' kislotalari mavjudligi bilan tavsiflanadi.

Neytral yog'lar - bu ko'p atomli spirtlar, uch atomli spirt glitserinning efirlari va yog' kislotalarining uchta molekulasini. Yog' kislotalari energiya manbai hisoblanadi. Bir gramm yog' kislotalarining oksidlanishi 37 kJ va 1,2 g toza endogen suvni chiqaradi. Bunday holda, glyukokortikoidlarning parchalanishiga qaraganda ikki barobar ko'p ATP molekulasini sintezlanadi. OZ.

Mumlar yog' kislotalari va boshqa ko'p atomli spirtlardan hosil bo'lgan murakkab yog'lardir. Qoida tariqasida, ular teri bezlari tomonidan chiqariladi va terining hosilalariga suv o'tkazmaydigan xususiyatlarni ta'minlab, himoya himoya funksiyasini bajaradi. O'simliklarning barglari va mevalari mumsimon qoplama bilan himoyalangan.

Fosfolipidlar - bu efirlarda fosfor kislotalari qoldig'i mavjud. U hujayra membranalarining asosiy tarkibiy qismidir.

Steroidlar yog' kislotalari bo'lmagan maxsus lipidlar guruhidir. Maxsus tuzilish mavjud - steroid halqasi (tsiklik tuzilish). Steroidlar jinsiy gormonlardir. Membrananing eng muhim komponenti xolesterin steroid tabiatga ega.

Sincaplar

Monomerlari aminokislotalar bo'lgan biologik geteropolimerlar. Barcha aminokislotalar kamida bitta aminokislota (NH_2), bitta karboksil guruhi (COOH) va radikalga ega. Bir kislotali qoldiqning amino guruhi va boshqa qoldiqning karboksil guruhi o'rtasida peptid aloqasi hosil bo'ladi, bu juda ko'p miqdordagi kislotalarning oqsillarga ulanishini ta'minlaydi.

Barcha oqsillar organizmda erkin shaklda mavjud va yuqori biologik faollikka ega.

Barcha oqsillar oddiy (faqat aminokislotalar) va murakkab (boshqa moddalar, uglevodlar, lipidlar guruhlari bilan birikmalar) bo'linadi.

Gormonlar, antibiotiklar, zaharli toksik moddalar - bularning barchasi oqsillardir.

Proteinlar aminokislotalar qoldiqlarining soni, tarkibi va ketma-ketligi bilan farqlanadi.

Protein tarkibidagi o'zgarishlar oqsil xossalari o'zgarishi - denaturatsiya (teskari qisqarish - renaturatsiya) bilan bog'liq.

Denaturatsiya qaytarilmas (agar u birlamchi tuzilishga ta'sir qilmasa) va qaytarilmas bo'lishi mumkin.

Proteinlar hujayradagi deyarli barcha funksiyalarni bajaradi.

1) Barcha fermentlar oqsildir (lekin hamma oqsillar ham ferment emas!). Fermentlar ma'lum kimyoviy reaksiyalar uchun katalizatorlar

bo'lib, har bir reaksiya o'z katalizatorini talab qiladi va mavjud. Eng kamida bitta fermentning yo'qligi substratning to'planishiga olib keladi.

2) Strukturaviy (qurilish) funktsiyasi. Proteinlar membranalar va organellalarning tarkibiy qismidir.

3) Harakatlanuvchi funktsiya. Motor oqsillari - aktin, miyozin. Mikronaychalarning asosiy oqsili tubulindir.

4) Transport funktsiyasi. Ular ma'lum molekulalar va ionlarni bir organelladan ikkinchisiga va bir hujayradan ikkinchisiga va hujayradan tashqi muhitga bog'lashi va tashishi mumkin.

5) Saqlash funktsiyasi (sut emizuvchilar sutida).

6) Proteinlar begona antigenlar va organizmlarning kirib kelishidan himoya qilishni ta'minlovchi himoya funktsiyasini bajarishi mumkin. Bunday oqsillarga antikorlar deyiladi.

7) tartibga solish funktsiyasi. Gormonlar metabolizmni tartibga soladi. DNK qadoqlash (gistonlar).

8) Energiya funktsiyasi (kamdan-kam). 1 g protein = 17,6 kJ.

Sitoplazma

Sitoplazma - bu yadro chiqarilganda qoladigan hujayraning tarkibiy qismi.

Sitoplazma har xil turdagi hujayralarda turli hajmlarni egallashi mumkin. Shunday qilib, limfotsitlarda uning hajmi taxminan yadro hajmiga teng; gepatotsitlarda, aksincha, yadro hujayraning umumiy hajmining atigi 6% ni egallaydi; neyronlarda bu nisbat 600 marta kamroq.

Yadro singari, sitoplazma ham ko'p komponentli. Allaqachon yorug'lik mikroskopi ostida tirik hujayraning sitoplazmasida ba'zi qo'shimchalar, bir jinsli bo'lmaganlar va zarrachalar ko'rinadi. Sitoplazmaning heterojenligi, ayniqsa, uni elektron mikroskop ostida o'rganganda ko'rinadi. Rasmiy ravishda sitoplazmaning tuzilishi uch qismga bo'linadi: organellalar, inklyuziyalar, gialoplazma (asosiy plazma, sitozol). Organellalar har qanday hujayra uchun zarur bo'lgan komponentlar bo'lib, ularsiz hujayra o'z mavjudligini saqlab qololmaydi; inklyuziyalar ixtiyoriy komponentlar bo'lib, ular zahira moddalari (glikogen, sarig'i granulalari) yoki metabolik mahsulotlarning to'planishi (o'simlik hujayralarida pigmentlar, tuz kristallari va boshqalar). Organellalar ham, inklyuziyalar ham gialoplazmaga - hujayra sitoplazmasining suyuq fazasiga botiriladi. Hujayraning o'zi oqsilning suvli eritmasi bilan to'ldirilgan membrana sumkasi ekanligini unutmaslik kerak. Bu erda hujayraning taxminiy kimyoviy tarkibi: suv - 85%, oqsil - 10%, DNK - 0,4%, RNK - 0,7%, lipidlar

- 2%, noorganik tuzlar - 1%, organik birikmalar - 1%. Hujayra oqsillari quruq vaznining taxminan 25% ni eukaryotik hujayraning suyuq fazasi, gialoplazmaning oqsillari tashkil qiladi. Membran elementlari kambag'al bo'lgan bakteriya hujayralarida gialoplazmatik oqsillar barcha hujayra oqsillarining yarmini tashkil qiladi.

Gialoplazma va organellalar

Gialoplazma (gialin - shaffofdan), asosiy plazma, sitoplazmatik matritsa yoki sitozol atamasi hujayraning juda muhim qismini, uning haqiqiy ichki muhitini anglatadi. Gialoplazmani fraksiya shaklida olish juda oson. Buning uchun barcha og'ir komponentlar, shu jumladan ribosomalar hujayra gomogenatlaridan differentsial sentrifugalash orqali cho'ktiriladi. Bu holda supernatant sitoplazma, sitozol yoki gialoplazmaning eruvchan tarkibiy qismidir. Sitozol shunchaki suyultirilgan suvli eritma emas; uning tarkibi juda murakkab, konsistensiyasi esa jelga yaqin (jele). Jellar suyuq dispers muhitga ega tuzilgan kolloid tizimlardir. Dispers fazaning zarralari bo'sh fazoviy tarmoqqa o'zaro bog'langan ku, uning hujayralarida dispers muhit mavjud bo'lib, tizimni butun suyuqlikdan mahrum qiladi. Gialoplazmatik gel yoki sitozol deb ataladigan narsaga ishora qiladi. tiksotrop gellar, ular tashqi sharoitlar (harorat, bosim) yoki ichki omillar (stabilizatsiya yoki depolimerizatsiya omillari) ta'sirida o'zlarining agregatsiya holatini o'zgartirishi va kamroq yopishqoq, suyuqroq fazaga - eritmaga (eritma) o'tishi mumkin. Bunday gel-sol o'tishlari gialoplazma uchun juda xarakterlidir. Masalan, yuqori gidrostatik bosimda sitoplazma siqilmaydi, aksincha, suyuqlanadi. Gialoplazmaning alohida zonalari shartlarga yoki funktsional vazifaga qarab agregatsiya holatini o'zgartirishi mumkin. Shunday qilib, ma'lumki, tubulin oqsillarining alohida molekulalari gialoplazmada tarqalib ketishi mumkin, ammo ma'lum daqiqalarda ular uzun quvurli tuzilmalar - mikrotubulalar yig'ilib, qura boshlaydi. Mikronaychalarning o'z-o'zidan yig'ilish jarayoni teskari bo'ladi: hujayraning yashash sharoitlari o'zgarganda (bosimning oshishi yoki hujayra membranalarining o'tkazuvchanligi o'zgarishi), mikronaychalar monomer tubulin molekulalariga parchalanadi. Xuddi shunday tuzilishsiz ko'ringan gialoplazmada oqsil molekulalarining turli xil fibrillar, filamentsimon komplekslari paydo bo'lishi va parchalanishi mumkin.

Shunga o'xshash gel-sol o'tishlari boshqa oqsillar tomonidan ham aniqlanishi mumkin, masalan, aktin, ba'zi mushak bo'lmagan hujayralardagi miqdori 10% ga etishi mumkin. Fibrillar aktin fibrin kabi oqsillar bilan o'zaro ta'sirlashganda, gel barqarorlashadi va oqsillar bilan bog'langanda,

ba'zilarining faolligi Ca^{++} (gelsolin) kontsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi, fibrillalarning parchalanishi sodir bo'ladi va butun tizim suyuq holatga o'tadi (sol). Shunday qilib, hujayraning turli qismlarida sitoplazmaning holati o'zgarishi mumkin, bu butun hujayra yoki uning alohida hujayra ichidagi tarkibiy qismlarining harakatini ta'minlaydi.

Gialoplazmaning funksional ahamiyati juda katta. Bu erda aminokislotalar, nukleotidlar, yog' kislotalari va shakar almashinuvi sintezida ishtirok etadigan fermentlar lokalizatsiya qilinadi. Gialoplazmada zahira polisaxarid glikogenning sintezi va cho'kishi, shuningdek, triatsilgliseroidlardan tashkil topgan zahira yog' tomchilarining to'planishi sodir bo'ladi. Glikoliz jarayonlari va ATP ning bir qismini sintez qilish ham bu erda sodir bo'ladi. Gialoplazmada membranalar bilan bog'lanmagan ribosomalar va poliribosomalarda hujayraning hayotiy faoliyatini saqlab turishi va organellalarini qurish uchun zarur bo'lgan oqsillar sintezi sodir bo'ladi. Bu erda aminokislotalarning faollashuvi o'ziga xos fermentlar va ularning transfer RNKlari bilan bog'lanishi bilan sodir bo'ladi. Sitozolda fermentlarning modifikatsiyasi ham sodir bo'ladi (masalan, fosforlanish), ularning faollashishi yoki inaktivatsiyasiga olib keladi; oqsillarning parchalanishi va parchalanishi maxsus proteinazalar va boshqalar yordamida sodir bo'ladi.

Sitozolda u erda joylashgan oqsillar ribosomalarda sintezlanadi, ular hujayraning turli qismlariga ko'chiriladi. Bu yerda hujayra yadrosining barcha oqsillari, mitoxondriya va plastidlar oqsillarining aksariyati hamda peroksisomalarning asosiy oqsillari sintezi amalga oshiriladi. Ushbu oqsil guruhlari o'zlarining signal aminokislotalar ketma-ketligiga ega bo'lib, ular tegishli ravishda yadro teshiklari yoki membranalar tomonidan tan olinadi, bu oqsillarni membranalar orqali tashish va mitoxondriya, plastidlar va peroksisomalarga kirishga imkon beradi.

Sekretor oqsillar, lizosoma oqsillari va hujayradan tashqari matritsaning sintezi ham gialoplazmada boshlanadi, lekin granülar endoplazmatik retikulum membranalar bilan aloqa qilgandan so'ng, ribosoma-informatsion RNK-peptid kompleksi membranalar bilan bog'lanadi va sintezlangan oqsil birgalikda bo'ladi. -tarjimali ravishda membrana orqali o'tadi va membrana vakuolalari bo'shlig'ida tugaydi.

Strukturaviy oqsillar va fermentlarga qo'shimcha ravishda, sitozolda erigan holatda juda ko'p miqdordagi aminokislotalar, nukleotidlar va biopolimerlarning boshqa qurilish bloklari, shuningdek, ko'plab

metabolitlar - makromolekulalarning sintezi va parchalanishi paytida paydo bo'ladigan oraliq mahsulotlar mavjud.

Gialoplazmada Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , HPO_4^{2-} va boshqalar kabi ko'p sonli ionlar va noorganik birikmalar mavjud. Bundan tashqari, bu ionlarning konsentratsiyasi hujayraning membrana komponentlari tomonidan qat'iy belgilanadi va tartibga solinadi.

Rasmiy ravishda, morfologik belgilarga ko'ra, sitoplazmaning majburiy komponentlari, organellalar yoki organellalar ikki guruhga bo'linadi: membrana va membrana bo'lmagan. Membranali organellalar ham ikkita variantda taqdim etiladi: bir membranali va ikki membranali. Birinchisiga vakuolyar sistemaning organellalari - endoplazmatik retikulum, Golji apparati, lizosomalar, peroksizomalar va boshqa maxsus vakuolalar, shuningdek plazma membranasi kiradi. Ikki membranali organellalarga mitoxondriya va plastidalar, shuningdek hujayra yadrosi kiradi. Membrana bo'lmagan organellalarga hayvonlar hujayralarining hujayra markazi bo'lgan ribosomalar kiradi, ular hujayralarda doimo mavjud. Hujayra skeleti, hujayraning doimiy tarkibiy qismi bo'lgan sitoskeleton elementlariga kelsak, uning ifodalanishi hujayra siklida bir komponentning (masalan, mitoz paytida sitoplazmatik mikronaychalar) butunlay yo'q bo'lib ketishidan boshlab, yangi hujayralar paydo bo'lishigacha sezilarli darajada o'zgarishi mumkin. tuzilmalar (mitotik mil).

Membranali organellalarning umumiy xususiyati shundaki, ular lipoprotein plyonkalaridan yoki membranalardan, yupqa qatlamlardan iborat bo'lib, ular yopiq bo'shliqlarni hosil qiladi va shu bilan sitoplazmani turli bo'limlar guruhiga ajratadi. Ushbu bo'limlar yoki vakuolalarning ichki tarkibi har doim gialoplazma tarkibidan farq qiladi. Bunday membrana plyonkalarining qalinligi juda kichik - taxminan 7-10 nm

HUJAYA MEMBRANASI TIZIMI

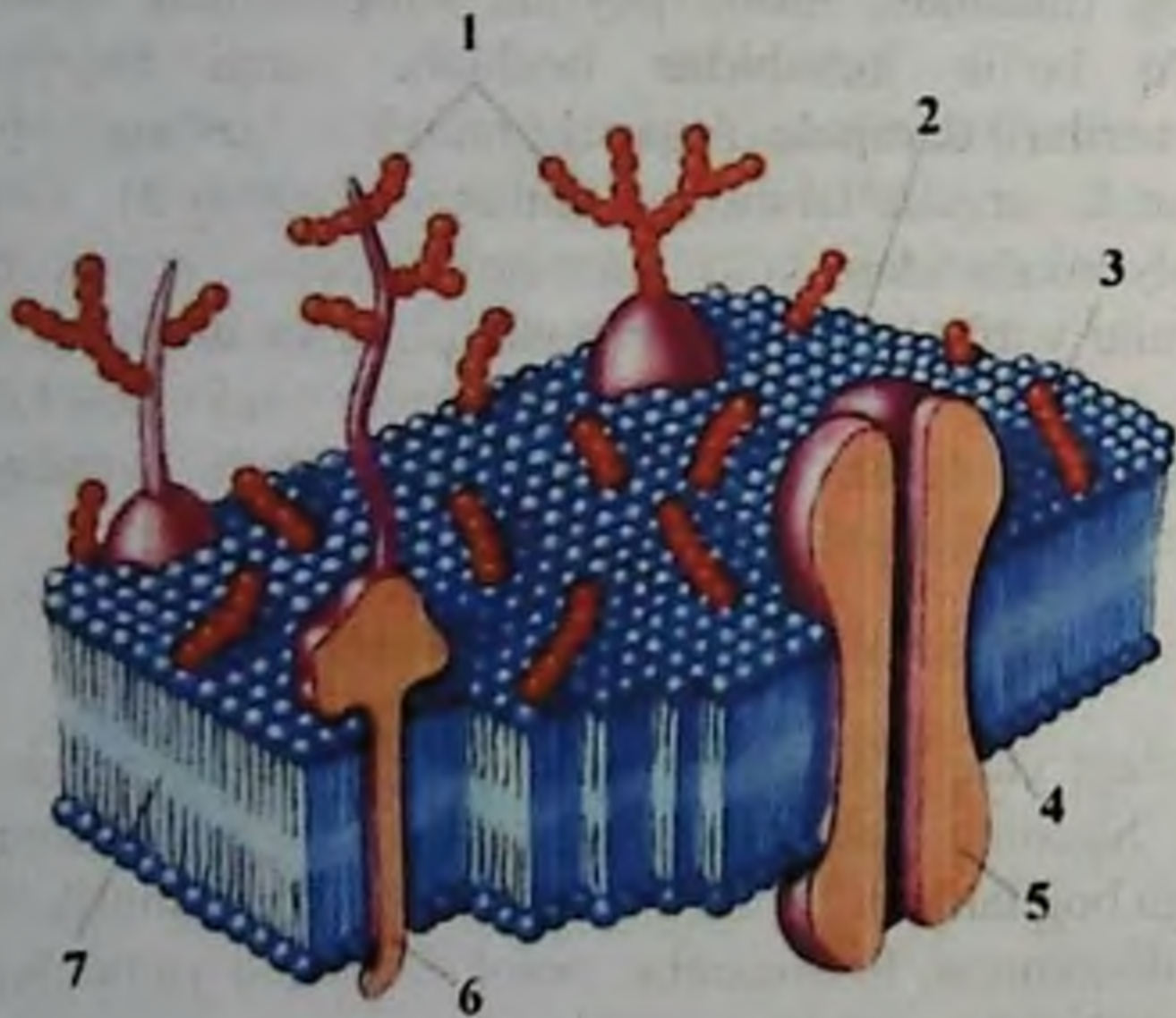
Hujayradagi yangi membranalar faqat mavjud membranalar asosida hosil bo'ladi. Shuning uchun barcha sitoplazmatik membranalar o'zaro yagona tizimga bog'langan. U plazma membranasi, plazmatikulum, qatlamli kompleks, endosomalar, lizosomalar, peroksizomalar va boshqa membrana organellalarini o'z ichiga oladi.

Plazmolemma. Plazmalemma (sitolemma, plazma membranasi) hujayra va tashqi muhit o'rtasida selektiv to'siq hosil qiladi. 19-asrning boshlarida allaqachon. turli ionli muhitlar eritmalariga botirilgan hujayralarning shishishi va qisqarishi aniqlandi, bu hujayra yuzasida yarim

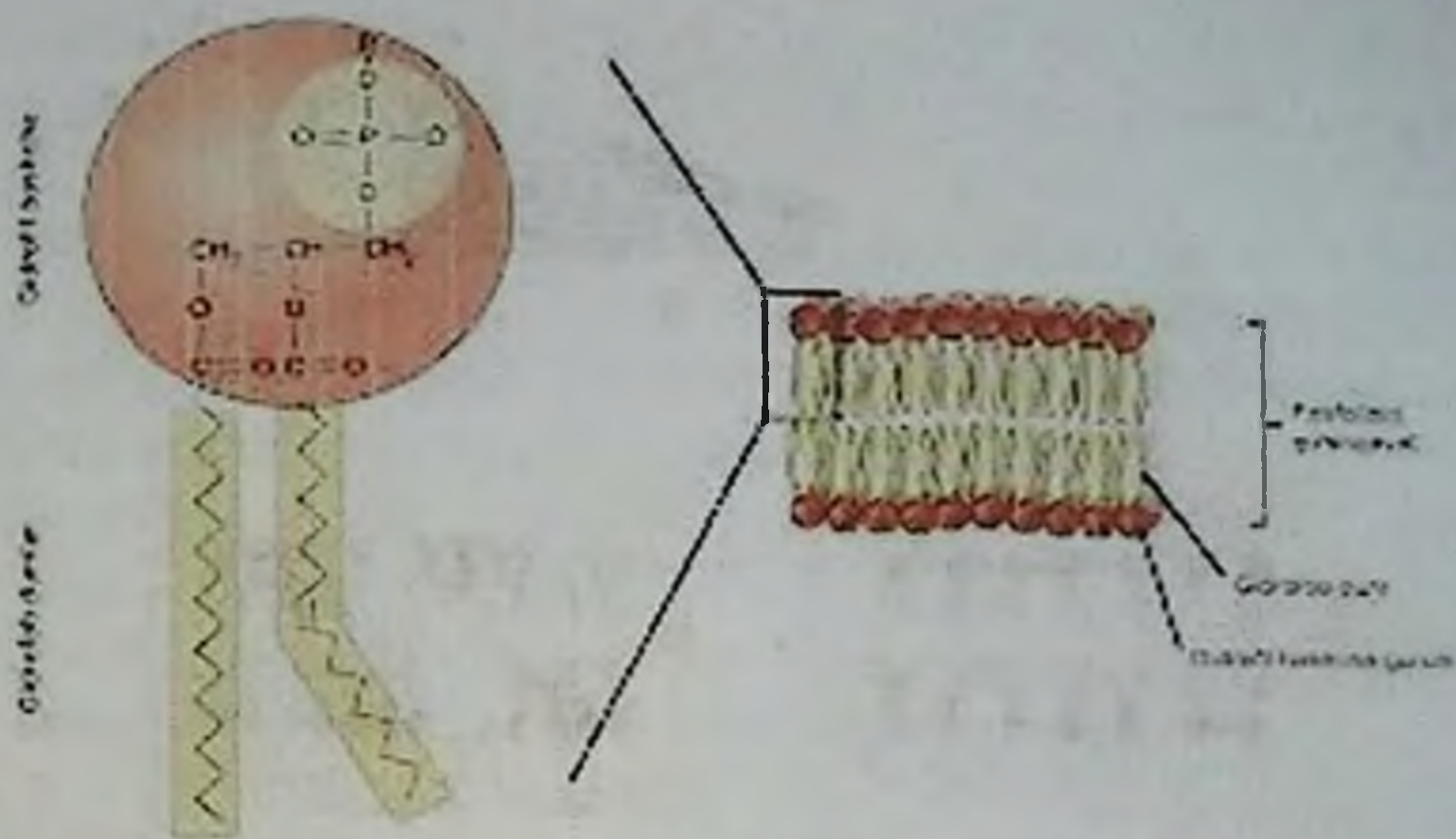
o'tkazuvchan membrana mavjudligini ko'rsatdi. 1971 yil Singer va Nikolson membrana tuzilishining suyuq mozaik modelini ishlab chiqdilar. Unga ko'ra membrana lipidlar va oqsillardan iborat bo'lib, lipidlar unda bimolekulyar qatlam hosil qiladi (13, 14-rasm).

Plazmalemma makromolekulalar uchun o'tkazmaydi, shuning uchun sitoplazmatik oqsillar hujayrada osmotik bosim hosil qiladi, uning ta'siri ostida hujayra tashqarisida boshqa moddalarning muvozanat konsentratsiyasi saqlanib qolmasa, suv doimiy ravishda hujayra ichiga kiradi. Bu muvozanat, birinchi navbatda, molekulyar nasos tomonidan yaratilgan bo'lib, u natriy ionlarini hujayradan tashqariga chiqaradi va kaliy ionlarini hujayra ichiga pompalaydi.

Elektron mikroskopda plazmalemma odatdagi biologik membranaga o'xshaydi, ikkita elektron zich qatlamdan iborat bo'lib, ular orasida elektron shaffof qatlam mavjud. Plazma membranasidagi barcha uch qavatning umumiy qalinligi 12-14 nm. Ammo shuni ta'kidlash kerakki, bu uch qavatli struktura faqat plazmalemmaning asosi hisoblanadi, chunki unga tashqi va ichki tomondan zaif kontrastli molekulyar komplekslar qo'shni bo'ladi (15-rasm).

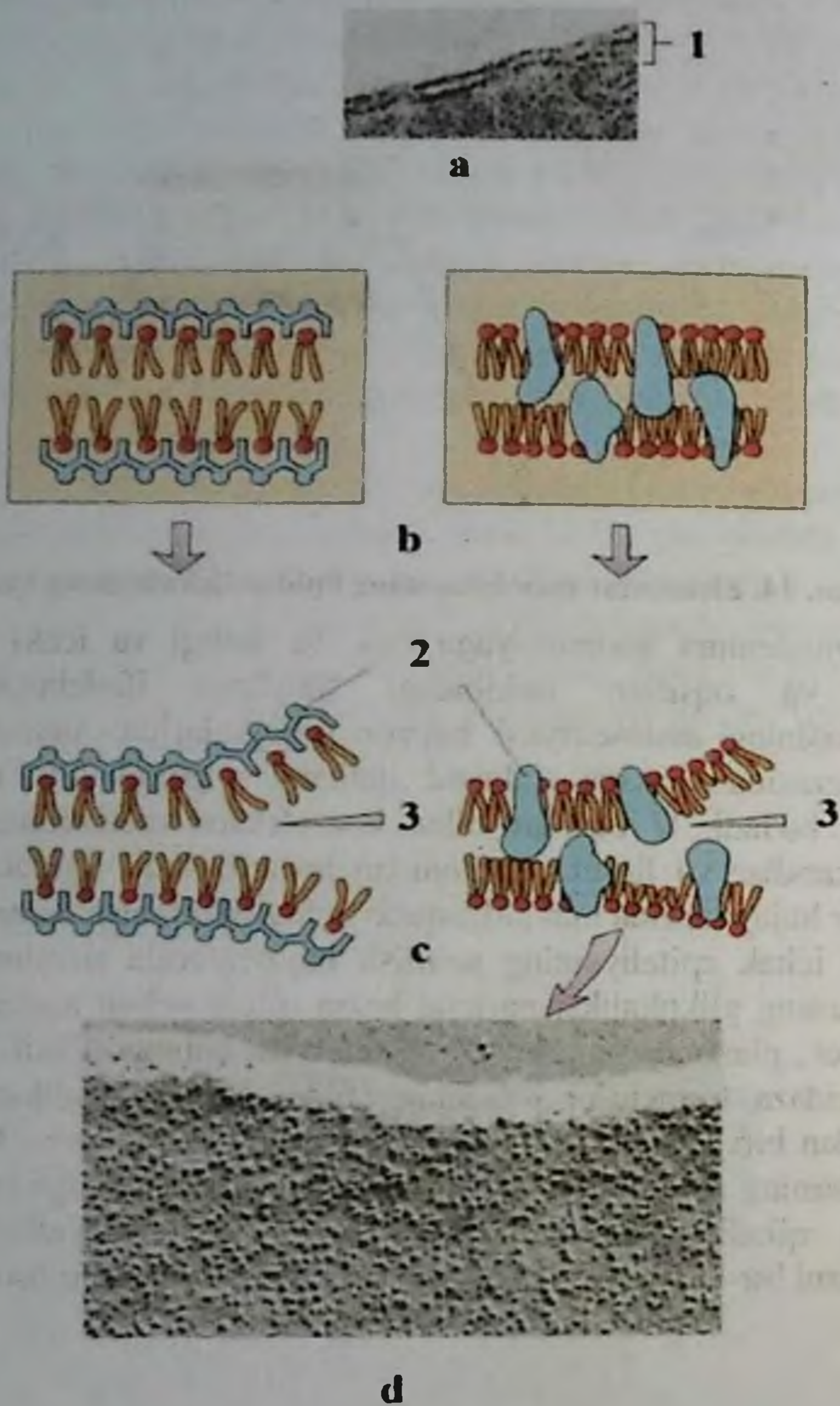


13-rasm. Sitoplazmatik membrananing suyuq mozaik modeli: 1 uglevod zanjiri; 2-membrananing tashqi yuzasi; 3-glikolipid; 4 membrananing ichki yuzasi; 5-oqsillarni tashish kanali; 6 tekislikli oqsil retseptorlari; 7-polyar bo'lmagan zona.



Rasm. 14. Elementar membrananing lipid molekulasining qutbliligi.

Plazmalemma assimetriyaga ega, bu tashqi va ichki qismlarning lipidlari va oqsillari tarkibidagi farqlarda ifodalanadi. Plazma membranasing assimetriyasi hayvon hujayralarida, xususan, ularning tashqi yuzasida maxsus uglevod qatlami - glikokaliks mavjudligida namoyon bo'ladi. U oqsillar bilan kompleksda membranaga kiritilgan oligosakkaridlar va lipidlar tomonidan hosil bo'ladi. Glikokaliks barcha hayvonlar hujayralarida mavjud, ammo uning rivojlanish darajasi har xil. U eng ko'p ichak epiteliysining so'rilish hujayralarida rivojlangan. Ushbu hujayralarning glikokaliksi parietal hazm qilish uchun muhit yaratadi va shuningdek, plazmalemmanni shikastlanishdan himoya qiladi. Gripp virusi neyraminidaza fermentini o'z ichiga oladi, bu glikokaliksning tarkibiy qismlaridan biri - sialik kislotani olib tashlash uchun zarur bo'lib, virusli zarrachalarning epiteliya hujayralarining plazmalemmasiga biriktirilishiga to'sqinlik qiladi. Glikokaliks aniq antijenik xususiyatlarga ega, bu hujayralarni bir-biri bilan o'zaro ta'sirlashganda aniqlashni osonlashtiradi.



15-rasm. Sitoplazmatik membrana: a-elektron mikroskopik foto; b-elementar membrananing suyuqlik-mozaik modeli; c-sxema muzlash-etching orqali olingan membranalar; d-uning fotosurati: 1 plazma membranasi; 2-oqsil molekulalari; 3 omilli, parchalanuvchi membranalar.

Ichkarida plazmalemma mikronaychalar va mikrofilamentlar kabi sitoskeletal komponentlar bilan bog'langan. Bu hayvon hujayrasiga nafaqat ma'lum bir shaklni saqlab qolish, balki uni faol ravishda o'zgartirish imkonini beradi. Plazmalemmaning sitoskeleton bilan o'zaro ta'siri fibroblastlar va makrofaglarning faol harakati, qizil qon tanachalarining kapillyarlardan o'tib cho'zilishi, fagotsitoz va sekretiya jarayonida hujayra shaklining o'zgarishi asosida yotadi. Hujayra tarkibini tashqi muhitdan ajratib turuvchi plazmalemma bir vaqtning o'zida hujayra va atrof-muhit o'rtasidagi selektiv metabolizmni ta'minlaydi. Plazmalemma orqali moddalarni tashish turli mexanizmlar yordamida amalga oshiriladi.

Plazmalemma quyidagi funktsiyalarni bajaradi:

1) to'siq. Plazma membranasi murakkab hujayra ichidagi tarkib va tashqi muhit o'rtasida to'siq bo'lib xizmat qiladi. Plazmalemmaning mexanik barqarorligi qo'shimcha ravishda sitoplazmatik tomondan unga tutashgan sitoplazmaning sitoskeletal tuzilmalari va kortikal oqsillari bilan ta'minlanadi.

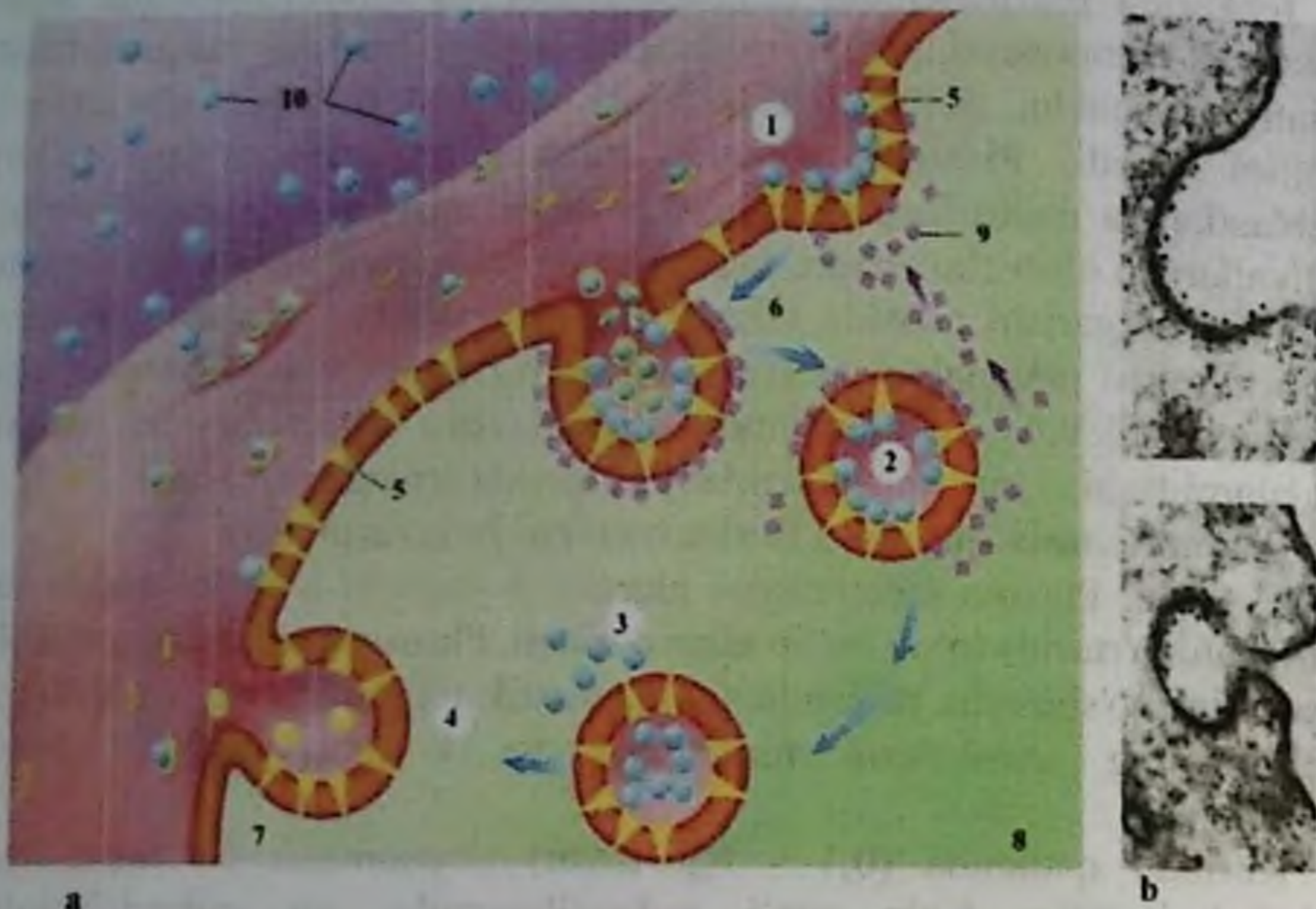
Kortikal qatlamda (0,1 - 0,5 mkm) ribosomalar va membrana pufakchalari yo'q. Ko'p sonli mikrofilamentlar va mikrotubulalar to'plangan. Bundan tashqari, mikro fibrillyar tizimning tarkibiy qismlarida aktin fibrillalari ustunlik qiladi. Ular plazmalemmaning qisqarish harakatlarida va oqsillarni bog'lashda ishtirok etadilar.

Plazma membranasi hujayra devorlarining shakllanishida ishtirok etadi. Pelikulalar, oddiy va kipriklilarning qattiq qatlamini hosil qilishda ishtirok etadi.

Plazmalemmaning to'siq roli moddalarning erkin tarqalishini cheklashdan iborat. Membranalar suvni, gazlarni, yog'da eriydigan moddalarning kichik qutbsiz molekulalarini o'tkazuvchan, lekin zaryadlangan ionlar va yirik biopolimerlarni to'liq o'tkazmaydi.

2) Retseptor funksiyasi turli kimyoviy moddalarni tanib olish bilan bog'liq. Hayvon hujayralaridagi membrana ustki tuzilmalarning elementlari - glikokaliks tuzilmalarni tanib olish uchun retseptorlar vazifasini bajaradi. Retseptor komponentlari glikoproteinlardir (16-rasm).

Glikokaliks - membrana integral oqsillarining tashqi qatlami, polisaxarid zanjirlari. Odatda kuchli sug'oriladi. Jele o'xshash. Hayvon hujayralarida qalinligi 3-4 nm bo'lib, bir qator fermentativ reaktsiyalarni, masalan, ingichka ichakning membranalarida, hujayradan tashqari hazm qilishni ta'minlaydi.



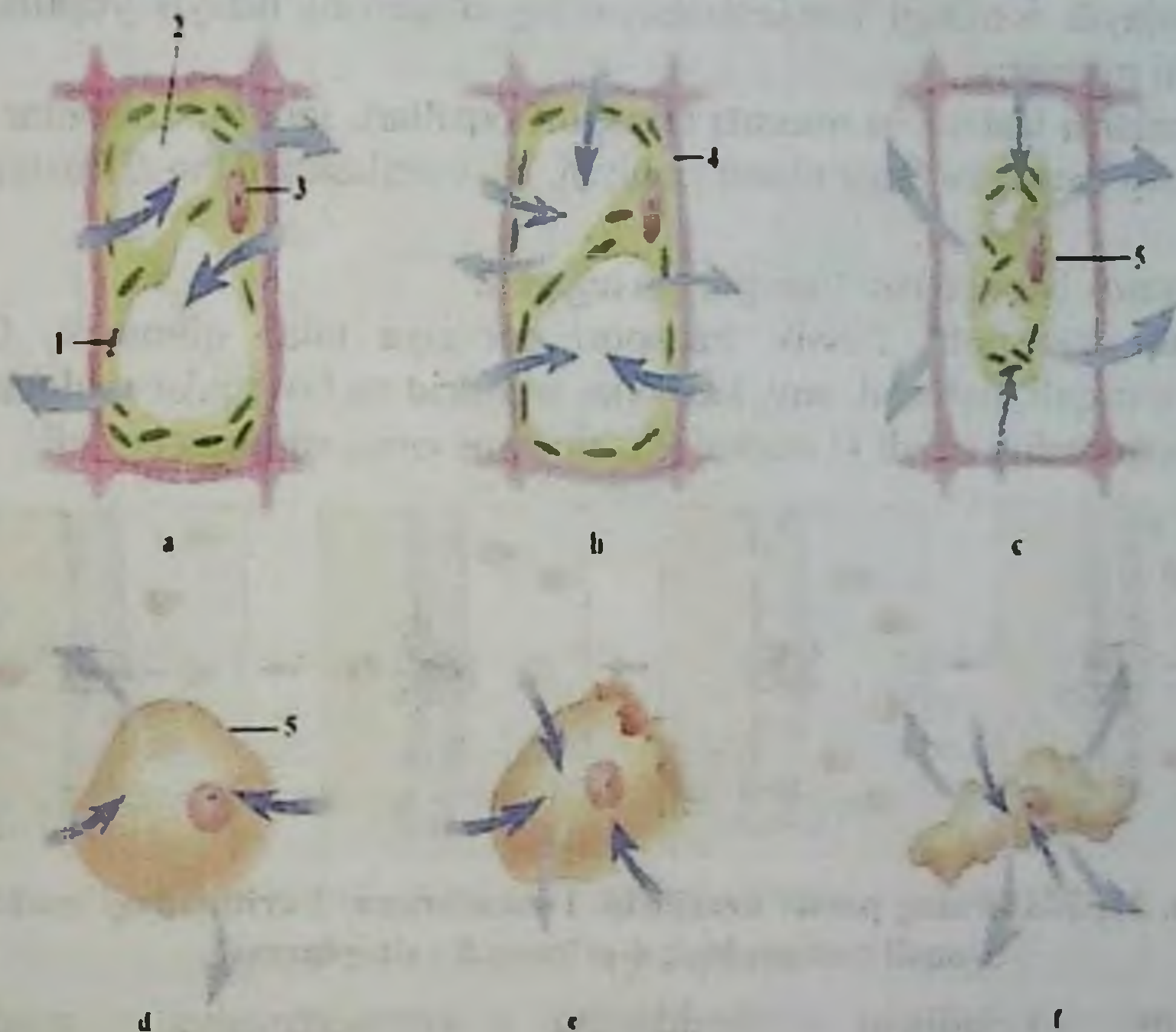
16-rasm. Membrananing retseptor funksiyasi: ekzo-da a-retseptor va endositoz (sxema); b-endositik pufakchalarning shakllanishi (electron mikroskopik fotosurat). 1-retseptor va hujayralarga o'tuvchi modda - ligand; 2-ligandni o'z ichiga olgan membranadan ajratilgan pufakcha; 4-ekzotsitoz pufakcha; 5-retseptor; 6-endotsitoz; 7-ekzotsitoz; 8-sitoplazma; 9-modda-klatrin, impulsni retseptorga uzatadi; Muhitda 10-ligand.

Hayvon hujayralari turli xil retseptorlar to'plamiga yoki bir xil retseptorning turli xil sezgirligiga ega bo'lishi mumkin. Retseptorning roli uning o'ziga xos moddalar bilan aloqasi va jismoniy ogohlantirishlarga javob berish qobiliyati bilan ifodalanadi. Bundan tashqari, retseptorlar hujayralararo signallarni hujayra yuzasidan hujayraning ichki qismiga uzatadi.

Eng ko'p o'rganilgan tizim - bu gormonlar yordamida hujayra signallarini uzatish tizimi. Tashqi signal o'tkazgich sifatida xizmat qiluvchi adenilat siklaz tizimi tufayli.

Transport funktsiyasi. Moddalarning tartibga solinadigan selektiv transportini amalga oshiradi va asosiy hujayra analizatori sifatida ishlaydi. Plazmalemma yarim o'tkazuvchan membranadir. U orqali turli molekulalar har xil tezlikda o'tadi. Unda erigan suv va gazlar maksimal kirib borish qobiliyatiga ega. Ionlar asta-sekin kirib boradi. Suv tezligi sekundiga 10^{-4}

sm. Membranada maxsus teshiklar mavjud. Ularning soni butun hujayra yuzasining taxminan 0,06% ni tashkil qiladi; agar hujayra, masalan, eritrotsit, tuzlarning konsentratsiyasi hujayradagidan past bo'lgan muhitga joylashtirilsa (gipotenziya), u holda tashqaridan suv tezda kirib boradi. hujayra hajmining oshishiga va plazma membranasining yorilishiga olib keladi ("gipotonik zarba"). Aksincha, eritrotsit hujayradagiga qaraganda yuqori konsentratsiyali tuz eritmalariga joylashtirilsa, suv hujayradan tashqi muhitga oqib chiqadi. Bunday holda, hujayra qisqaradi va hajmi kamayadi - plazmoliz sodir bo'ladi (17-rasm).



17-rasm. O'simlik (a, b, c) va hayvon (d, e, f) hujayralarida osmotik hodisalar. Hujayralar izotonik (a, d), gipotonik (b, e) va gipertonik (c, f) yechimlar. 1-xloroplast; 2-vakuol; 3 yadroli; 4 hujayrali membrana; 5 plazma membranasini.

Plazma membranasini ionlarni va shakar va aminokislotalar kabi ko'plab monomerlarni tashishga qodir. Ionlarning membrana bo'ylab tashilishi permeaz deb ataladigan maxsus transport oqsillari tufayli sodir bo'ladi.

Passiv transport. Passiv transport energiya talab qilmaydi. Oddiy diffuziya orqali kislorod, suv, karbonat anhidrid va boshqalar molekulari plazmalemmadan o'tadi. U past o'ziga xos xususiyatga ega va tegishli

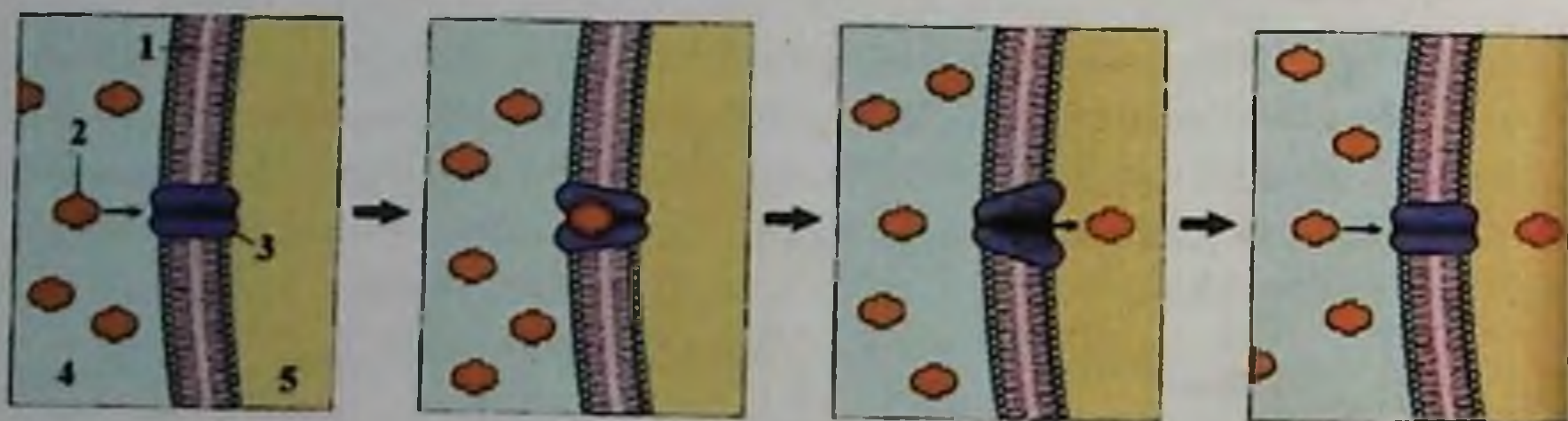
moddaning konsentratsiya gradientiga amal qiladi. Yengillashtirilgan diffuziya plazmalemmadagi kanallar va maxsus tashuvchi oqsillar - permeazlar bilan ta'minlanadi.

Masalan, natriy ionlari hujayra ichiga tashqi muhitdan kirib boradi, bu erda ularning konsentratsiyasi sitoplazmadagidan yuqori bo'ladi. Passiv transportda ba'zi membrana transport oqsillari molekulyar komplekslarni (kanallarni) hosil qiladi, ular orqali erigan molekular oddiy diffuziya orqali membranadan o'tadi. Ushbu kanallarning ba'zilari doimiy ravishda ochiq, bu kanallarning boshqa qismi signal molekulari bilan bog'lanishi yoki hujayra ichidagi konsentratsiyaning o'zgarishi tufayli yopilishi va ochilishi mumkin.

Ionlarni tashuvchi maxsus transport oqsillari, ionoforlar, ionlar bilan tanlab bog'lanadi va faqat ularni tashiydi. Bu osonlashtirilgan diffuziya (18-rasm).

Osmos ham passiv transportga tegishli.

Faol transport. Passiv transport energiya talab qilmaydi. Oddiy diffuziya orqali kislorod, suv, karbonat anhidrid va boshqalar molekulari plazmalemmadan o'tadi. U unchalik o'ziga xos emas va birga boradi.



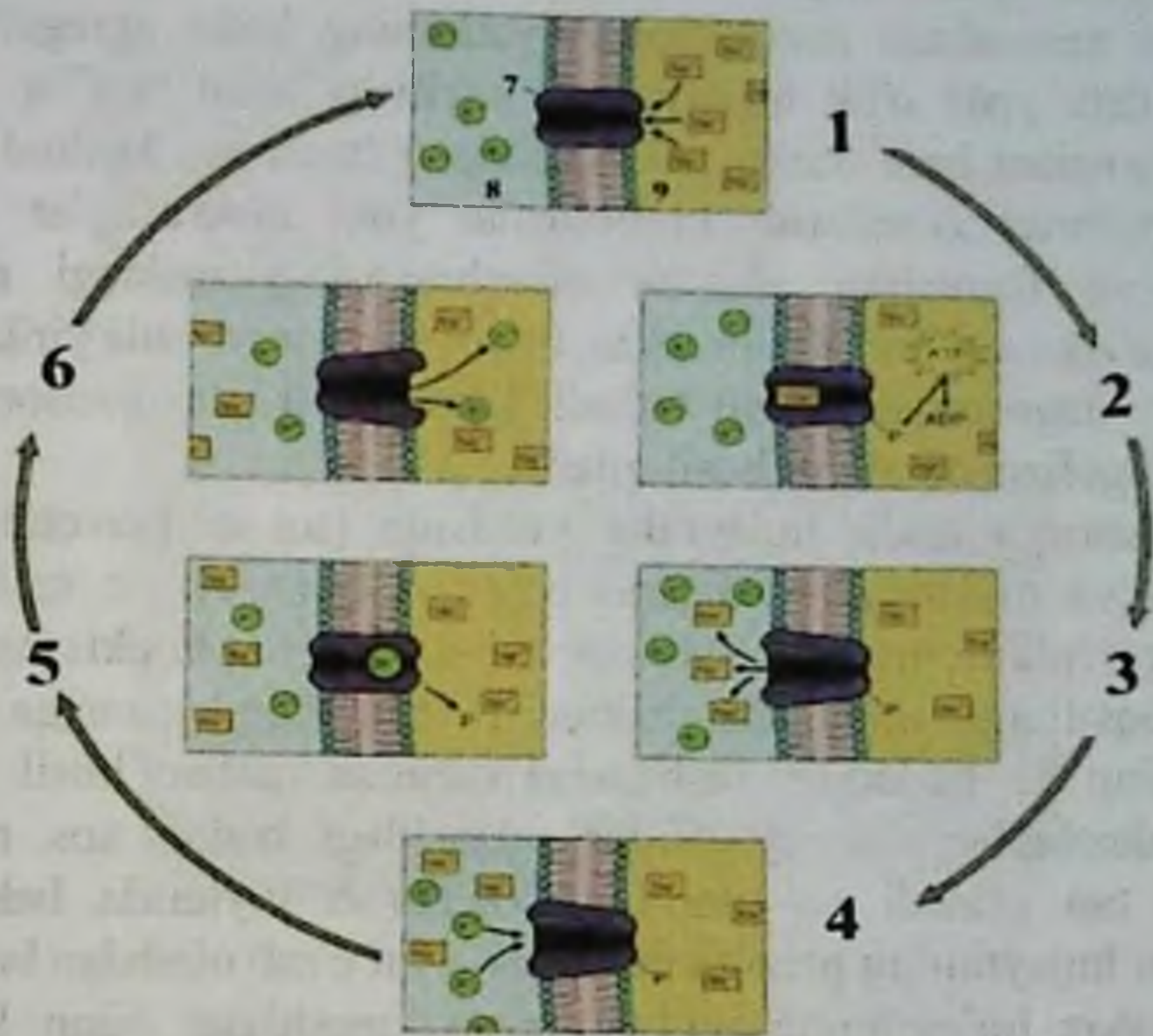
18-rasm. Moddalarning passiv uzatilishi. 1-membrana; 2-eritmadagi moddalar; 3-oqsil tashuvchisi; 4-eritma; 5 - sitoplazma.

Mos keladigan moddaning konsentratsiya gradienti. Yengillashtirilgan diffuziya plazmalemmadagi kanallar va maxsus tashuvchi oqsillar - permeazlar bilan ta'minlanadi.

Hujayralarda konsentratsiya gradientiga qarshi ishlaydigan membrana oqsil tashuvchilar ham mavjud. ATP energiyasi sarflanadi. Bu protein ion nasoslari yordamida amalga oshiriladi.

Natriy-kaliyli nasos. U bir tsiklda hujayradan uchta natriy ionini chiqaradi va ikkita kaliy ionini konsentratsiya gradientiga qarshi haydaydi. Bir ATP sarflanadi, bu fosforlanish reaksiyasiga boradi. Natijada, natriy hujayradan tashqariga ko'chiriladi va kaliy hujayra ichiga tashilishi

mumkin. Faol tashish natijasida gomeostaz ajoyib doimiylik bilan tavsiflanadi (19-rasm).



19-rasm. Natriy-kaliyli nasos yordamida ion tashish: 1-protein tashuvchi kanali yopiq holatda, 3-hujayradan chiqishga tayyor; 2-fosfat kislotaning ATP dan, 3 birikmasidan oqsilga ajralishi; 3-3Na⁺ ning oqsildan ajralishi tashuvchi; 4-tashuvchi oqsil kanalining ochilishi va hujayra ichiga kirishga tayyor 2K⁺ holati; Transporter oqsil kanaliga 5-2K⁺ kirish; Transporter oqsilidan 6-2K⁺ bo'linmalar; 7-transport oqsili; 8-eritma; 9-sitoplazma.

Endosomalar bir membranali organellalar bo'lib, endotsitoz - biogen makromolekulalar va ularning komplekslarini plazma membranasidan hujayraga o'tkazishni ta'minlaydi. Endositozning uch turi mavjud - fagotsitoz, pinotsitoz va o'ziga xos endotsitoz, ularning har biri endosomaning o'ziga xos versiyasiga ega - fagosoma, pinosoma va pubescent vesikula. Barcha endosomalar hujayra plazma membranasining hosilalari bo'lib, endotsitoz paytida xuddi shunday ishlaydi.

Fagotsitoz qattiq moddalarning hujayra tomonidan so'rilishi deb hisoblanadi, ular keyinchalik fagosoma tomonidan sitoplazmaga ko'chiriladi va lizosomalar bilan birlashgandan so'ng fagolizosomalarda (hazm qilish vakuolalari yoki fagosomalar) parchalanadi.

Fagosomalar endosomalarning eng kattasi bo'lib, ular bir necha mikrometrga etadi.

Yuqorida aytib o'tilganidek, fagotsitoz endotsitozning bir variantidir va hujayra tomonidan makromolekulyarlarning katta agregatlarini, shu jumladan tirik yoki o'lik hujayralarni so'rilishi bilan bog'liq. Pinotsitoz singari, fagotsitoz ham o'ziga xos bo'lmagan (masalan, kolloid oltin yoki dekstran polimer zarralarini fibroblastlar yoki makrofaglar tomonidan so'rilishi) va fagotsitlar plazma membranasi yuzasidagi retseptorlar vositasida o'ziga xos bo'lishi mumkin. Fagotsitoz jarayonida yirik endotsitik vakuolalar - fagosomalar hosil bo'ladi, keyinchalik ular lizosomalar bilan birlashib, fagolizosomalarni hosil qiladi.

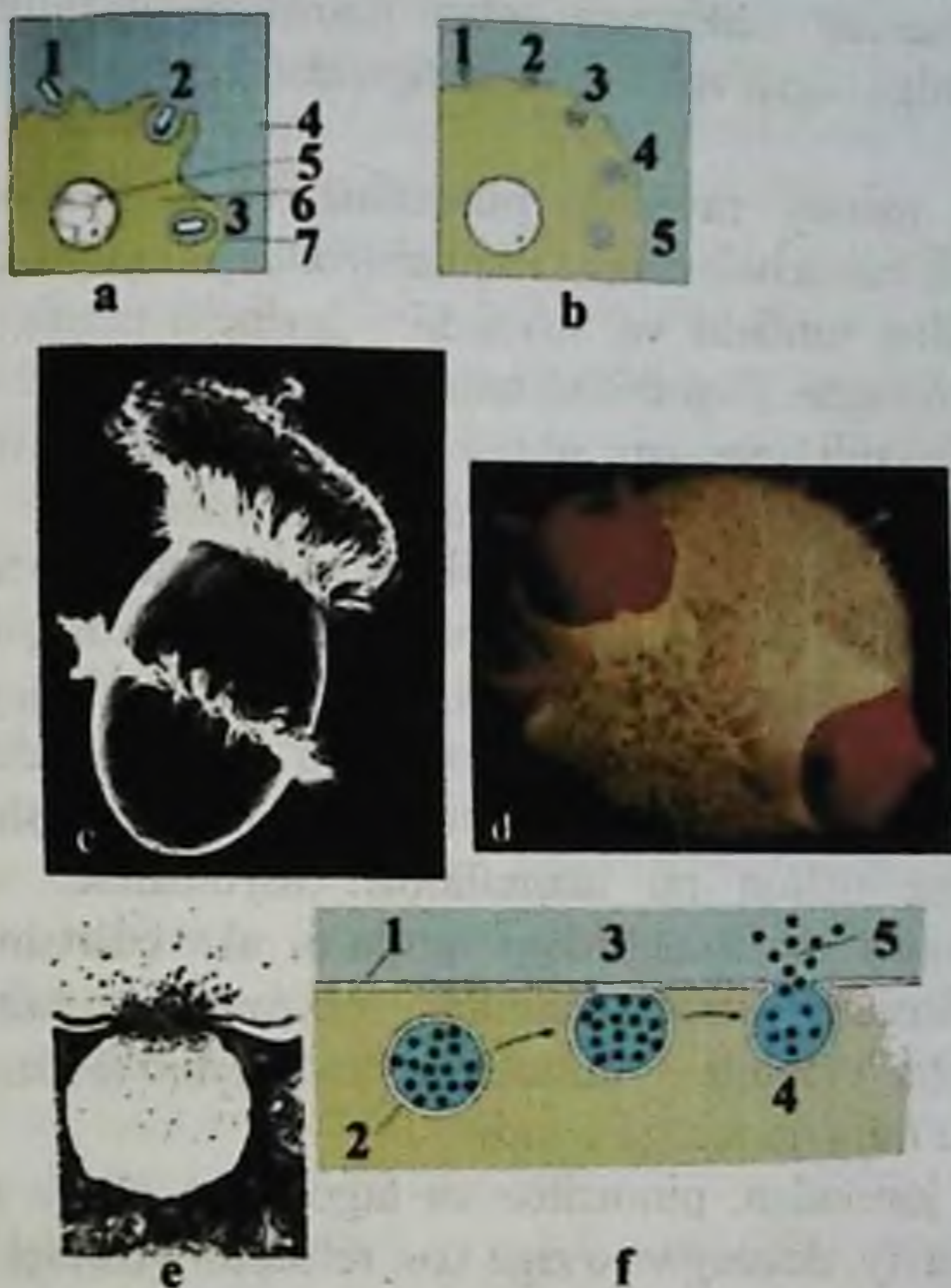
Fagotsitozga qodir hujayralar yuzasida (sut emizuvchilarda bular neytrofillar va makrofaglar) ligand oqsillari bilan o'zaro ta'sir qiluvchi retseptorlar to'plami mavjud. Shunday qilib, bakterial infeksiyalar paytida bakterial oqsillarga antikorlar bakterial hujayralar yuzasiga bog'lanib, antikorlarning Fc hududlari tashqariga qaragan qatlam hosil qiladi. Bu qatlam makrofaglar va neytrofillar yuzasidagi o'ziga xos retseptorlar tomonidan tan olinadi va ularning bog'lanish joylarida bakterianing so'rilishi uni hujayraning plazma membranasi o'rab olishdan boshlanadi.

Pinotsitoz hujayraning undagi erigan moddalar bilan kichik suv tomchilarini ushlab turishidan iborat. Pinotsitoz pinosoma tomonidan ta'minlanadi, u fagosomadan kichikroq o'lchamda (0,3-0,6 mkm) farq qiladi. Fagosomaga o'xshash pinosoma so'rilgan moddalarni lizosoma bilan uchrashishdan oldin tashiydi.

Vesikulyar transport: endositoz va ekzotsitoz

Proteinlar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar, lipoprotein komplekslari va boshqalar kabi makromolekulalar ionlar va monomerlarning qanday tashilishidan farqli o'laroq, hujayra membranalaridan o'tmaydi. Mikromolekulalar, ularning komplekslari va zarrachalarning hujayra ichiga va tashqarisiga o'tishi butunlay boshqacha tarzda - vezikulyar transport orqali sodir bo'ladi. Bu atama turli makromolekulalar, biopolimerlar yoki ularning komplekslari plazma membranasi orqali hujayra ichiga kira olmasligini bildiradi. Va nafaqat u orqali: har qanday hujayra membranalari biopolimerlarni transmembran o'tkazishga qodir emas, maxsus protein kompleksi tashuvchilari - porinlar (mitoxondriya membranalari, plastidlar, peroksisomalar) bo'lgan membranalar bundan mustasno. Makromolekulalar hujayra ichiga yoki bir membrana bo'linmasidan ikkinchisiga vakuolalar yoki pufakchalar ichiga kiradi. Bunday vezikulyar transportni ikki turga

bo'lish mumkin: ekzotsitoz - hujayradan makromolekulyar mahsulotlarni olib tashlash va endotsitoz - hujayra tomonidan makromolekulyarlarning so'rilishi (20-rasm).



20-rasm. Endositoz va ekzotsitoz. A-fagotsitoz: fagotsitozning 1,2,3 bosqichlari; 4 - chorshanba; 5 yadroli; 6-sitoplazma; 7-plazmali membrana; b-pinotsitoz; Pinotsitozning 1-5 bosqichlari; katta protozoa - *Didinium nasutum* tomonidan kiprikchalarni yutish momenti; makrofag tomonidan uchta hujayraning d-fagotsitozi; e-ekzotsitoz-elektron mikroskopik fotosurat; f-ekzotsitoz sxemasi; 1-plazma membrana; 2- sekretor pufakcha; 3 - chorshanba; 4sitoplazma; 5 - sekretor modda.

Endositoz paytida plazmalemmaning ma'lum bir sohasi hujayradan tashqari moddani ushlaydi, o'rab oladi va uni plazma membranasining invaginatsiyasi tufayli paydo bo'lgan membrana vakuolasiga o'rab oladi. Har qanday biopolimerlar, makromolekulyar komplekslar, hujayralarning qismlari yoki hatto butun hujayralar shunday birlamchi vakuolaga yoki endosomaga kirishi mumkin, u erda ular parchalanadi va monomerlarga

depolimerlanadi, ular transmembran orqali gialoplazmaga kiradi. Endositozning asosiy biologik ahamiyati hujayra ichidagi ovqat hazm qilish yo'li bilan qurilish bloklarini ishlab chiqarishdir, bu endositozning ikkinchi bosqichida birlamchi endosoma bilan lizosoma, gidrolitik fermentlar to'plamini o'z ichiga olgan vakuola birlashgandan keyin sodir bo'ladi (pastga qarang).

Endositoz rasmiy ravishda pinotsitoz va fagotsitozga bo'linadi. Fagotsitoz - yirik zarrachalarni (ba'zan hujayralar yoki ularning qismlarini) hujayra tomonidan tutilishi va so'rilishi - birinchi marta I.I.Mechnikov tomonidan tasvirlangan. Fagotsitoz, hujayraning yirik zarrachalarni ushlab qobiliyati bir hujayrali (masalan, amyobalar, ba'zi yirtqich kirpiklar) va ko'p hujayrali hayvonlarning maxsus hujayralarida uchraydi.

Ixtisoslashgan hujayralar, fagotsitlar ham umurtqasiz hayvonlarga (qon yoki bo'shliq suyuqligining amebotsitlari) va umurtqali hayvonlarga (neytrofillar va makrofaglar) xosdir. Pinotsitoz dastlab hujayra tomonidan suv yoki turli moddalarning suvli eritmalarini singdirish deb ta'riflangan. Endi ma'lumki, fagotsitoz ham, pinotsitoz ham juda o'xshash tarzda davom etadi va shuning uchun bu atamalardan foydalanish faqat so'rilgan moddalarning hajmi va massasidagi farqlarni aks ettirishi mumkin. Bu jarayonlarning umumiy jihati shundaki, plazma membranasi yuzasida so'rilgan moddalar vakuola – endosoma ko'rinishidagi membrana bilan o'ralgan bo'lib, u hujayra ichiga o'tadi.

Endositoz, jumladan, pinotsitoz va fagotsitoz, o'ziga xos bo'lmagan yoki konstitutsiyaviy, doimiy va o'ziga xos, retseptor vositachiligida bo'lishi mumkin. Nonspesifik endositoz (pinotsitoz va fagotsitoz) shunday deb ataladi, chunki u xuddi avtomatik tarzda sodir bo'ladi va ko'pincha hujayra uchun mutlaqo begona yoki befarq bo'lgan moddalarni, masalan, kuyik zarralari yoki bo'yoqlarni ushlab va so'rilishiga olib kelishi mumkin.

Nonspesifik endositoz ko'pincha plazmalemmaning glikokaliksi tomonidan tutuvchi materialning dastlabki sorbsiyasi bilan birga keladi. Polisaxaridlarining kislotali guruhlari tufayli glikokaliks manfiy zaryadga ega bo'lib, turli musbat zaryadlangan oqsil guruhlari bilan yaxshi bog'lanadi. Ushbu adsorbsiya bilan nonspesifik endositoz, makromolekulalar va mayda zarralar (kislotali oqsillar, ferritin, antikorlar, virionlar, kolloid zarralar) so'riladi. Suyuq fazali pinotsitoz plazmalemma bilan bog'lanmaydigan suyuq muhit bilan birga eriydigan molekulalarning so'rilishiga olib keladi.

Keyingi bosqichda hujayra yuzasi morfologiyasining o'zgarishi sodir bo'ladi: bu plazma membranasining kichik invaginatsiyalarining paydo

bo'lishi, invaginatsiya yoki hujayra yuzasida o'sish, burmalar yoki "burmalar" paydo bo'lishi (rafl). - ingliz tilida), suyuq muhitning kichik hajmini ajratib turadigan, bir-biriga yopishgan, katlanadigan ko'rinadi. Birinchi turdagi pinotsitoz pufakchalar, pinosomalar ichak epiteliy hujayralari, endotelial hujayralar va amyobalarga xos, ikkinchi turi fagotsitlar va fibroblastlarga xosdir. Bu jarayonlar energiya ta'minotiga bog'liq: nafas olish inhibitörleri bu jarayonlarni bloklaydi.

Endositoz paytida plazmalemmaning ma'lum bir maydoni hujayradan tashqari moddani ushlaydi, o'rab oladi va uni plazma membranasining invaginatsiyasi tufayli paydo bo'lgan membrana vakuolasiga o'rab oladi. Har qanday biopolimerlar, makromolekulyar komplekslar, hujayralar qismlari yoki hatto butun hujayralar shunday birlamchi vakuolaga yoki endosomaga kirishi mumkin, u erda ular parchalanadi va monomerlarga depolimerlanadi, ular transmembran orqali gialoplazmaga kiradi. Endositozning asosiy biologik ahamiyati hujayra ichidagi hazm qilish orqali qurilish bloklarini ishlab chiqarishdir, bu endositozning ikkinchi bosqichida birlamchi endosoma lizosoma bilan birlashgandan so'ng, gidrolitik fermentlar to'plamini o'z ichiga olgan vakuola (pastga qarang).

Endositoz, jumladan, pinotsitoz va fagotsitoz, o'ziga xos bo'lmagan yoki konstitutsiyaviy, doimiy va o'ziga xos, retseptor vositachiligida bo'lishi mumkin. Nonspesifik endotsitoz (pinotsitoz va fagotsitoz) shunday deb ataladi, chunki u xuddi avtomatik tarzda sodir bo'ladi va ko'pincha hujayra uchun mutlaqo begona yoki befarq bo'lgan moddalarni, masalan, kuyik zarralari yoki bo'yoqlarni ushlab va so'rilishiga olib kelishi mumkin.

Nonspesifik endositoz ko'pincha hayajonli materialning dastlabki sorbsiyasi bilan birga keladi. plazmalemmaning likokaliksi. Polisaxaridlarining kislotali guruhlari tufayli glikokaliks manfiy zaryadga ega bo'lib, turli musbat zaryadlangan oqsil guruhlari bilan yaxshi bog'lanadi. Ushbu adsorbsiya bilan nonspesifik endositoz, makromolekulalar va mayda zarralar (kislotali oqsillar, ferritin, antikorlar, virionlar, kolloid zarralar) so'riladi. Suyuq fazali pinotsitoz plazmalemma bilan bog'lanmaydigan suyuq muhit bilan birga eriydigan molekulalarning so'rilishiga olib keladi.

O'ziga xos endotsitoz - molekulyar "ligand-retseptor" komplekslarining hujayra tomonidan so'rilishi va ularning qatlamli kompleksga, plazma membranasining boshqa qismiga yoki lizosomalarga o'tkazilishi. U maxsus turdagi endosomalar bilan ta'minlanadi - diametri 20 nm bo'lgan pubescent vesikulalar. Ularning nomi membrana ichiga bir tekisda joylashgan klatrin oqsil molekulalari bu endosomalarning

tashqarisidan chiqib turishini aks ettiradi. Pubescent pubescles shakllanishining asosiy joyi lamellar majmuasidir. Plazma membranasiga pubescent vesikulalarning keyingi kiritilishi uning maxsus bo'limlari - chegaralangan chuqurlarning shakllanishiga olib keladi. Bunda plazmalemmaning ichki tomonida klatrin qatlami, tashqi tomonida esa retseptor oqsillari molekulalari ochiladi. Ularning o'ziga xos molekulyar signallarni - ligandlarni tanlab bog'lashi, chegaralangan chuqurning plazmalemmadan ajralishiga va ikkilamchi pubessikulyar hosil bo'lishiga olib keladi, uning ichida ligand-retseptor komplekslari joylashadi. Tashish vezikulyar transport (transport) yordamida ham amalga oshiriladi. makromolekulalar). Ikki turdagi transport: endositoz va ekzotsitoz. Endositoz paytida plazmalemmaning ma'lum joylari tutiladi va go'yo hujayradan tashqari modda bilan o'ralgan bo'lib, uni plazma membranasining invaginatsiyasi tufayli paydo bo'ladigan membrana vakuolasiga o'rab oladi. Klatrin oqsili vesikula belgisidir. Endosoma. U ikki xil bo'lishi mumkin: fagosoma va pinosoma. Endositoz rasmiy ravishda pinotsitoz va fagotsitozga bo'linadi. Endositoz hujayra ichidagi hazm qilish orqali qurilish bloklarini olishning asosiy mexanizmi bo'lib, u birlamchi endosoma lizosoma, gidrolitik elementlar yoki gidrolazalar to'plamini o'z ichiga olgan vakuola bilan birlashganidan keyin endotsitozning ikkinchi bosqichida sodir bo'ladi.

Endositoz 1905 yilda Metchnikoff tomonidan tasvirlangan. Endositozga pinotsitoz va fagotsitoz kiradi. U o'ziga xos bo'lmagan yoki konstitutsiyaviy (doimiy) va o'ziga xos (retseptor) bo'lishi mumkin.

Nonspesifik endositoz avtomatik ravishda sodir bo'ladi va ko'pincha hujayra uchun keraksiz moddalarni ushlab va so'rilishiga olib keladi. Glikokaliksning dastlabki sorbsiyasi (cho'kishi) bilan birga. Glikokaliksning uglevod qismida kislotali guruhlar mavjud. Ular salbiy zaryadga ega. Shu sababli, imtiyozli elektrostatik shovqin. Ushbu adsorbsiya bilan nonspesifik endositoz, makromolekulalar va kichik zarralar (kislotali oqsillar, antikorlar, kolloid zarralar) so'riladi.

Fagotsitoz va pinotsitoz paytida hujayralar plazmalemmaning katta maydonini yo'qotadi, bu membranani qayta ishlash jarayoni tufayli tezda tiklanadi. Bu vakuolalarning qaytishi va ularning plazmalemmaga integratsiyalashuvi jarayonidir. Shunday qilib, qayta ishlash jarayonida biz membranani uzatishning moki mexanizmi bilan shug'ullanamiz.

O'ziga xos yoki retseptor vositachiligidagi endositoz membranada o'ziga xos retseptorlar - ligandlar (faqat bir turdagi molekulalar bilan o'zaro

ta'sir qiluvchi retseptorlar) mavjudligi bilan ajralib turadi. Endosomalarning ichki qismi kislotaliroq. Retseptor ligandlarining dissotsiatsiyasida kislotali muhit hal qiluvchi rol o'ynaydi. Kislotali muhit gidrolazalarni faollashtiradi (endosoma + lizosoma = endolizosoma, birlamchi ovqat hazm qilish vakuolasi). Ekzotsitoz. Pufakchalar tarkibidagi mahsulotlar plazmalemmaga ko'chiriladi. Aloqa joylarida ular birlashadilar. Pufak bahorda bo'shatiladi. Ekzotsitoz doimiy ravishda yoki faqat tashqi ogohlantirishlarga javoban sodir bo'lishi mumkin. Aksariyat moddalar boshqa hujayralar tomonidan ishlatiladi.

Ekzotsitoz hujayrada sintez qilingan turli moddalarning ajralib chiqishi bilan bog'liq. Tashqi muhitga moddalar chiqaradigan sekretiya hujayralari past molekulyar birikmalar (atsetilxolin, biogen aminlar va boshqalar), shuningdek, ko'p hollarda makromolekulalar (peptidlar, oqsillar, lipoproteinlar, peptidoglikanlar va boshqalar) hosil qilishi va chiqarishi mumkin. Ekzotsitoz yoki sekretiya ko'p hollarda tashqi signalga (nerv impulsi, gormonlar, vositachilar va boshqalar) javoban sodir bo'ladi. Garchi ba'zi hollarda ekzotsitoz doimiy ravishda sodir bo'lsa ham (fibronektin va kollagenning fibroblastlar tomonidan sekretiyesi).

Xuddi shunday, o'simlik hujayralari sitoplazmasidan hujayra devorlarini hosil qilishda ishtirok etadigan ba'zi polisaxaridlar (gemitellyulozalar) chiqariladi.

Ko'pincha ajratilgan moddalar ko'p hujayrali organizmlarning boshqa hujayralari (sut, ovqat hazm qilish sharbatlari, gormonlar va boshqalar sekretiyesi) tomonidan qo'llaniladi. Ammo ko'pincha hujayralar o'z ehtiyojlari uchun moddalar chiqaradi. Masalan, plazma membranasining o'sishi membrana bo'limlarining ekzotsitotik vakuolalar ichiga kirishi tufayli amalga oshiriladi, glikokaliksning ba'zi elementlari hujayra tomonidan glikoprotein molekulalari shaklida chiqariladi va hokazo.

Hujayralardan ajratilgan Ekzotsitoz orqali gidrolitik fermentlar glikokaliks qatlamida so'rilishi va turli biopolimerlar va organik molekulalarning membranaga yaqin hujayradan tashqari parchalanishini ta'minlashi mumkin. Hayvonlar uchun membranaga yaqin hujayrasiz hazm qilish katta ahamiyatga ega. Aniqlanishicha, sutemizuvchilarning ichak epiteliysida yutuvchi epiteliyning cho'tka chegarasi deb ataladigan hududda, ayniqsa glikokaliksga boy, juda ko'p turli xil fermentlar mavjud. Xuddi shu fermentlarning ba'zilari oshqozon osti bezi (amilaza, lipazlar, turli xil proteinazlar va boshqalar), ba'zilari esa epiteliya hujayralarining o'zlari

tomonidan chiqariladi (ekzohidrolazalar, ular asosan oligomerlar va dimerlarni parchalanib, tashiladigan mahsulotlarni hosil qiladi).

MAXSUS PLAZMA TUZILMALARI MEMBRANLAR

Ko'pgina hayvonlar hujayralarining plazma membranasi turli tuzilmalarning o'simtalarini hosil qilishi mumkin. Ko'pincha bunday murakkab o'sishlar sitoplazmaning maxsus tuzilmalarini (mikrotubulalar, fibrillalar) o'z ichiga oladi, bu hujayraning juda murakkab tashkil etilgan joylari, masalan, siliya, flagella, sezgir hujayralar jarayonlari va boshqalarning rivojlanishiga olib keladi.

Mikrovilli ko'p hayvonlar hujayralari yuzasida eng ko'p uchraydi. Bular plazma membranasi bilan chegaralangan sitoplazmaning o'simtali bo'lib, tepasi yumaloq silindrsimon shaklga ega. Mikrovilluslar epiteliy hujayralariga xosdir, lekin biriktiruvchi to'qima hujayralari (fibroblastlar, leykotsitlar) orasida ham uchraydi. Mikrovilluslarning qalinligi taxminan 100 nm. Mikrovillilarning soni va uzunligi har xil hujayralar orasida farq qiladi. Ko'pgina mikrovillilar ichak va buyrak epiteliysining cho'tkasi deb ataladigan chegarada topilgan. Bu yerda ular hujayraning apikal yuzasida zich uzluksiz qatlam hosil qiladi. Ularning balandligi 0,6-0,8 mikronga etadi. Ichak epiteliyal hujayrasida 3000 tagacha mikrovilli mavjud. Plazma membranasi qalin glikokaliks qatlamiga ega bo'lgan mikrovilluslar orasidagi tor bo'shliqlar so'rilish jarayonida turli xil moddalar o'tib ketadigan bir turdagi elakni hosil qiladi. Cho'tkasi chegarasining mikrovilli markaziy qismlarida sitoplazmada terminal tarmog'i shaklida tugaydigan uzunlamasına filamentlar mavjud (21-rasm).



21-rasm. Maymunning ingichka ichak epiteliysining so'rilish chegarasining elektron mikroskopik tuzilishi sxemasi. Mikrovillilarning A-buta taqsimoti; Mikrovilluslarning bir tekis taqsimlanishi. 1-mikrovillus, 2-mikrotubulalar, 3ergastoplazma.

Mikrovilluslarning joylashish tabiati hujayradan hujayraga farq qiladi, lekin ular odatda epiteliy tuzilmalarining lümenine yoki tashqi muhitga qarab hujayralarning erkin yuzalarida hosil bo'ladi va joylashadi. Masalan, cho'tka chegarasi. Jigar hujayralarida qisqaroq va siyrak mikrovilluslar o't kapillyarlarining zonalarini va hujayralarning qon kapillyarlariga qaragan bazal qismlarini qoplaydi (Disse bo'shlig'i). Agar jigar to'qimasi alohida hujayralarga ajralgan bo'lsa (jigarni versen va tripsin eritmasi bilan perfuziya qilish orqali), u holda hujayra suspenziyasida har bir hujayraning butun yuzasi mikrovilluslar bilan qoplangan.

Ko'pgina to'qimalarda mikrovilluslarning hajmi va soni doimiy emas. Qalqonsimon bez hujayralarida dam olish davrida ular kam va kam uchraydi va bez faollashganda, to'plangan gormon qonga chiqarilganda, ular soni ko'payadi va uzayadi.

Ba'zi umurtqasiz hayvonlarda mikrovilluslar daraxtsimon tarzda shoxlanishi, uzun ostialarga cho'zilishi yoki to'psimon shaklda kengayishi mumkin. Ba'zan so'lak bezlari va hasharotlarning Malpigi tomirlarida mikrovillilar mitoxondriyalarni o'z ichiga oladi.

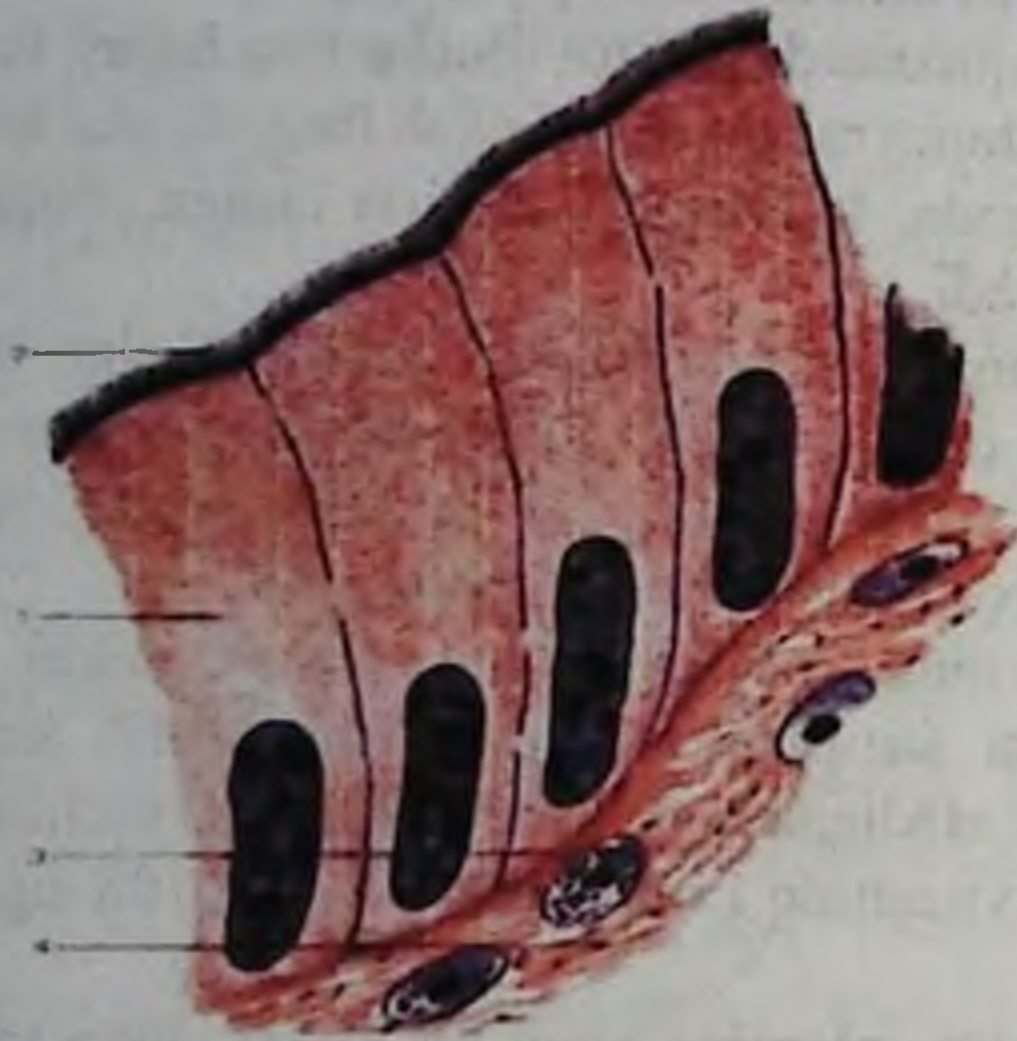
Mikrovillilarning roli to'liq aniq emas, lekin ularning sonining ko'payishi hujayra sirtining keskin o'sishiga olib keladi. Bu, ayniqsa, so'rilishda ishtirok etadigan hujayralar uchun juda muhimdir. Shunday qilib, ichak epiteliyasida yuzaning 1 mm kvadratiga 2×10^8 tagacha mikrovilluslar mavjud.

Plazmatik jarayonlarning yana bir klassi siliya va flagelladir (ilova, 40-jadval, c). Ular shuningdek, plazma membranasi bilan qoplangan va bazal tana bilan bog'langan mikrotubulalar tizimini o'z ichiga oladi (pastga qarang). Siliyning diametri taxminan 200 nm, uzunligi 20 mkm ga etishi mumkin. Har bir hujayradagi kirpiklar soni har xil. Agar faqat bitta kirpik bo'lsa, u flagellum deb ataladi, uning uzunligi 1 mkm dan 2 mm gacha bo'lishi mumkin (22-rasm).

Hayvon hujayralarida kiprikchalar va flagellalar keng tarqalgan; pastki o'simliklarda ular erkak jinsiy hujayralarida uchraydi; gimnospermlar va angiospermlarda ular yo'q. Kiprikliklarda har bir hujayra yuzlab va hatto minglab kirpikchalar bilan jihozlangan. Siliya va flagella funktsiyalari harakat bilan bog'liq. Ularning tebranish harakatlari hujayralar va organizmlarning suyuq muhitda (erkin yashovchi bir hujayrali flagellatlar, spermatozoidlar, umurtqasiz hayvonlarning embrionlari) harakatlanishi yoki statsionar hujayralarga (kipriksimon epiteliya) nisbatan suyuqliklarni

ko'chirish imkoniyatini yaratadi. Kipriklarning motor apparatining nozik tuzilishi quyida batafsilroq muhokama qilinadi.

Nozik organlarning turli hujayralarini elektron mikroskopik o'rganish shuni ko'rsatdiki, bunday hujayralarning maxsus tuzilmalarining rivojlanishi siliyaga o'xshash shakllanishlarga asoslangan. Umurtqasiz va umurtqali hayvonlarning ko'plab retseptor organlarining evolyutsiyasi flagella, siliya yoki ularning hosilalari bilan jihozlangan hujayraga asoslangan.



22-rasm. Tuxumdonning bir qatorli kirpiksimon (kirpiksimon) epiteliysi. 1 silindrsimon hujayra, 2 siliya, 3 bazal membrana, 4 biriktiruvchi to'qima, 5 epiteliy yadrosi.

Umurtqali hayvonlarning to'r pardasida sezgir nur retseptorlari hujayralari tayoqchalar va konuslardir. Tayoqchalarni differensiatsiya qilish jarayonida birinchi navbatda ularning oxirida kiprikchaga o'xshash struktura paydo bo'ladi - plazma membranasi bilan qoplangan, mikronaychalar bilan to'ldirilgan va uning tagida bazal tanasi bo'lgan sitoplazmaning o'sishi. Keyin siliyning yuqori qismi kengaya boshlaydi va membrana pufakchalari va plazma membranasi qatlamli invaginatsiyalari bilan to'ldiriladi. Keyinchalik, hujayraning bu tashqi segmenti o'sishi bilan u butunlay yaqin yotgan tekis qoplarga o'xshash membrana plitalari bilan to'ldiriladi. Shunday qilib, tayoqning rivojlanayotgan tashqi segmenti isitish radiatori kabi katlanmish strukturani taqdim etadi. Vizual binafsha rang yoki rodopsin ko'p sonli burmalarning membranalarida joylashgan. Rodopsin oqsil opsin

va oqsil bo'lmagan birikma - karotenoid retinaldan iborat. Yorug'lik kvanti ta'sirida to'r parda molekulasining shakli o'zgaradi, opsin oqsilining konformatsiyasi ham o'zgaradi. Rodopsindagi bir qator o'zgarishlar va o'zgarishlarning yakuniy natijasi yorug'lik hissini keltirib chiqaradigan elektr impulsining paydo bo'lishidir. Ushbu fotoreseptsiya tizimi butun hayvon hujayralarida juda o'xshash bo'lib chiqdi. Retinal har qanday fotoreseptor membranalarining bir qismidir. To'r pardaning o'zgarishiga asoslangan fotoreseptsiya printsipli biologik evolyutsiyaning juda erta bosqichida paydo bo'lgan bo'lishi mumkin.

Boshqa turdagi retseptor hujayralari (kimyoviy, eshitish va boshqalar) ham plazma membranasi bilan qoplangan sitoplazmatik proyeksiyalar tufayli murakkab tuzilmalar hosil qiladi.

Ko'pgina o'simlik hujayralarida losomomalar mavjud. Bular membrana pufakchalari yoki plazma membranasi burmalaridan hosil bo'lgan naychalardir. Ular hujayra devori va plazma membranasi o'rtasida hujayraning chetida joylashgan. Ularning funktsional roli aniq emas.

Hujayralararo kontaktlar

Ko'p hujayrali organizmlarda hujayralararo o'zaro ta'sir tufayli murakkab uyali birikmalar hosil bo'ladi, ularni saqlash turli yo'llar bilan amalga oshirilishi mumkin.

Membrananing aloqa funktsiyasi hujayralarning bir-biri bilan va boshqalar bilan aloqasini ta'minlaydi. To'qimalarning barcha hujayralari hujayradan tashqari matritsa bilan aloqa qiladi. Hujayradan tashqari matritsa to'qimalarning yaxlitligini saqlashda ishtirok etadi va hujayralar harakatlanadigan va bir-biri bilan o'zaro ta'sir qiladigan tartibli ramka hosil qiladi. Hujayralarning o'zaro ta'siri hujayralararo kontaktlar deb ataladigan aloqa joylari tufayli amalga oshiriladi.

Ularning bir nechta tasniflari mavjud, ular turlicha tuzilgan. Alberts va Grey (1986) tasnifi. Unga ko'ra: kontaktlarni 3 guruhga bo'lish mumkin.

Mexanik (= yopishtiruvchi). Hujayra membranasi hujayradan tashqari matritsali glikoproteinlar mavjudligi sababli hujayralarning bir-biriga yopishib olish qobiliyati bilan bog'liq. Plazma membranalari o'rtasida yopishish sodir bo'lganda, har doim glikokaliks bilan to'ldirilgan bo'shliq (20 nm) qoladi. Maxsus CAM oqsillari (kam) hujayralarni bir-biriga bog'lash uchun bevosita javobgardir: fibronektin, kaderinlar, selektinlar, integrinlar va boshqa oqsillar. Ulardan ba'zilari molekulalararo o'zaro ta'sirlar orqali hujayralarni bir-biri bilan bog'laydi. Boshqalar esa maxsus hujayralararo aloqalarni hosil qiladi. Ushbu oqsillar orasidagi o'zaro ta'sirlar

gomofil bo'lishi mumkin, ya'ni. qo'shni hujayralar bu holda bir hil molekulalar yordamida bir-biri bilan aloqa qiladi. Yoki geterofil, qo'shni hujayralardagi turli xil oqsillar yopishishda qatnashganda. Hujayralararo bog'lanish bog'lovchi oraliq molekulalar tomonidan ta'minlanganda yanada murakkab birikmalar mavjud. Bunday oddiy bog'lanishlardan tashqari, muayyan funktsiyalarni bajaradigan bir qator maxsus tuzilmalar (desmosomalar) mavjud. Ular sitoskeleton elementlari bilan o'zaro ta'sir qiladi. Desmosomalarning 3 turi mavjud: punktatsiyalar, aylana va gemidesmosomalar.

Nuqtalilar hujayralarni bir-biri bilan tugmalar shaklida bog'laydi. Aloqa qiluvchi hujayralar membranalari orasidagi masofa 22 dan 35 nm gacha. Hujayralar o'rtasida supramembran kompleksining o'zgarishi tufayli tolali matritsa hosil bo'ladi va uning markaziy qismida oqsil globullaridan iborat "plastinka" mavjud. Ular o'zaro ta'sir qiluvchi integral membrana oqsillari kadderinlar va desmogleinlar bilan ifodalanadi. Bu plastinka ko'ndalang iplar tizimi orqali hujayra membranalari bilan o'zaro ta'sir qiladi. Sitoplazmaning yon tomonida desmoplakin oqsilidan ikkinchi plastinka hosil bo'lib, undan 10 nm filamentlar (keratin filamentlari) bilan bog'liq bo'lgan fibrillar tuzilmalar ko'ndalang yo'nalishda chuqurlikka cho'ziladi. Demak, punktatsiyalar desmosomalar epitelida, yurak mushaklarida va endoteliy tomirlarida uchraydi.

Kamar desmosomalari. Qo'shni hujayralar orasidagi masofa 15-20 nm. Markaziy plastinka unchalik yorqin emas. Ammo bir-biriga yopishgan va membranalarning mexanik ulanishini ta'minlaydigan transmembran glikoproteinlar mavjud. Sitoplazmatik tomonda yupqa aktin filamentlari (6-7 nm) to'planadi. Ular yolg'on gapirishadi



Rasm. 23. Desmosomal kontakt fotosurati.

Gemidesmosomalar. Hujayralarning hujayradan tashqari matritsa bilan bog'lanishi (masalan, bazal membrana bilan). Funktsional roli mexanik bo'lib, epiteliya qatlamlarini katta mexanik ta'sirlarga dosh berishga imkon beradi. Desmosomalar hujayralarning bir qismidir, lekin ular statik shakllanish emas. Ular dinamik. Yo'qolib ketish va qayta paydo bo'lish qobiliyati. Ular fagosentral reaksiya bilan yo'q qilinadi.

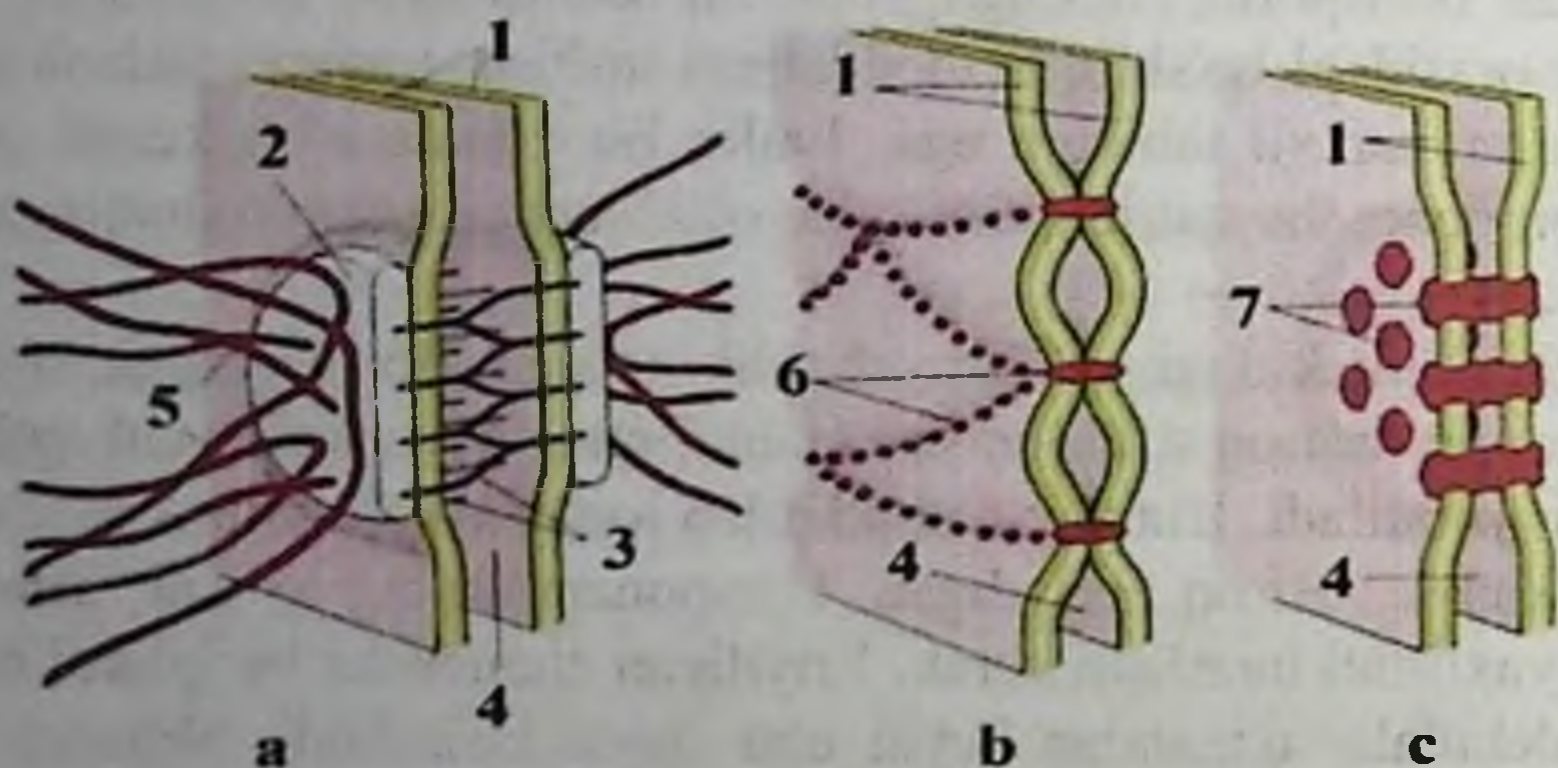
Yopish (qattiq kontaktlar). Ular bir qavatli epiteliyaga xosdir. Ikki plazma membranasining tashqi qatlamlari imkon qadar yaqin bo'lgan zona. Shuning uchun elektron mikroskop orqali qaralganda, uch qavatli struktura ko'rinadi. Ikkala membrananing 2 ta tashqi qatlami 2-3 nm qalinlikdagi bitta qatlama birlashadi. Qattiq aloqaning butun maydoni bo'ylab emas, balki integral membrana oqsillarining bir qator nuqta kontaktlarini ifodalaydi. Qattiq birikma zonasida 24 dan ortiq turdagi oqsillar topilgan. Bilipid qavatining membranalardan chiqib turuvchi bunday oqsillar kesishadi va tarmoq (panjara) hosil qiladi. Qattiq birikma tomonida, sitoplazmaning o'zida plazmalemma yuzasiga parallel ravishda joylashgan ko'plab fibrillalar (7 nm) mavjud. Qattiq birikmalar bez va ichak epiteliyasiga xosdir. Ular hujayralarni bir-biri bilan bog'laydi. Bundan tashqari, bu paracellular transportni tartibga soluvchi molekulyar tuzilmalar, ya'ni. hujayralar orasidagi bo'shliqda moddalarni tashish. Ionlarni tashish uchun fizik to'siqlar har xil tabiatga ega. Ionlar bir zumda o'tib ketadi, ammo boshqa komponentlar qattiq kontaktdan o'tish uchun ko'proq (hatto soatlab) kerak bo'ladi.

Qattiq kontaktdagi o'tkazuvchanlik to'sig'i fibrillar ipga o'xshash elementlarning tarmoq strukturasi tashkil etuvchi zaryadlovchi qatlamlar tomonidan yaratiladi. Bunday teshiklardan ionlar o'tishi mumkin, ularning kattaligi kichik. Biroq, eriydigan komponentlarning o'tishi uchun bu iplarning yaxlitligi buzilishi kerak. Eriydigan elementlar bu iplarni buzadi, keyin molekulalar o'tgandan keyin ular qayta birlashadi. Shunday qilib, molekula aloqa to'sig'i orqali harakatlanadi. Strukturaviy va funksional jihatdan qattiq birikmalar plazmalemmanni 2 qismga (apikal va bazal) ajratadi va qattiq birikma septum vazifasini bajaradi, buning natijasida molekulyar tarkib chegaralar ichida saqlanadi.

1) Supero'tkazuvchilar kontaktlar. U hayvonlar va o'simliklarda farqlanadi.

Hayvon hujayralarining 2 turi mavjud: bo'shliq va kimyoviy sintez. Bo'shliqlar orqali molekulalar bir hujayradan ikkinchisiga o'tishi mumkin. Ammo kimyoviy sintezda hujayralar bevosita aloqaga ega emas. Bo'shliqlar

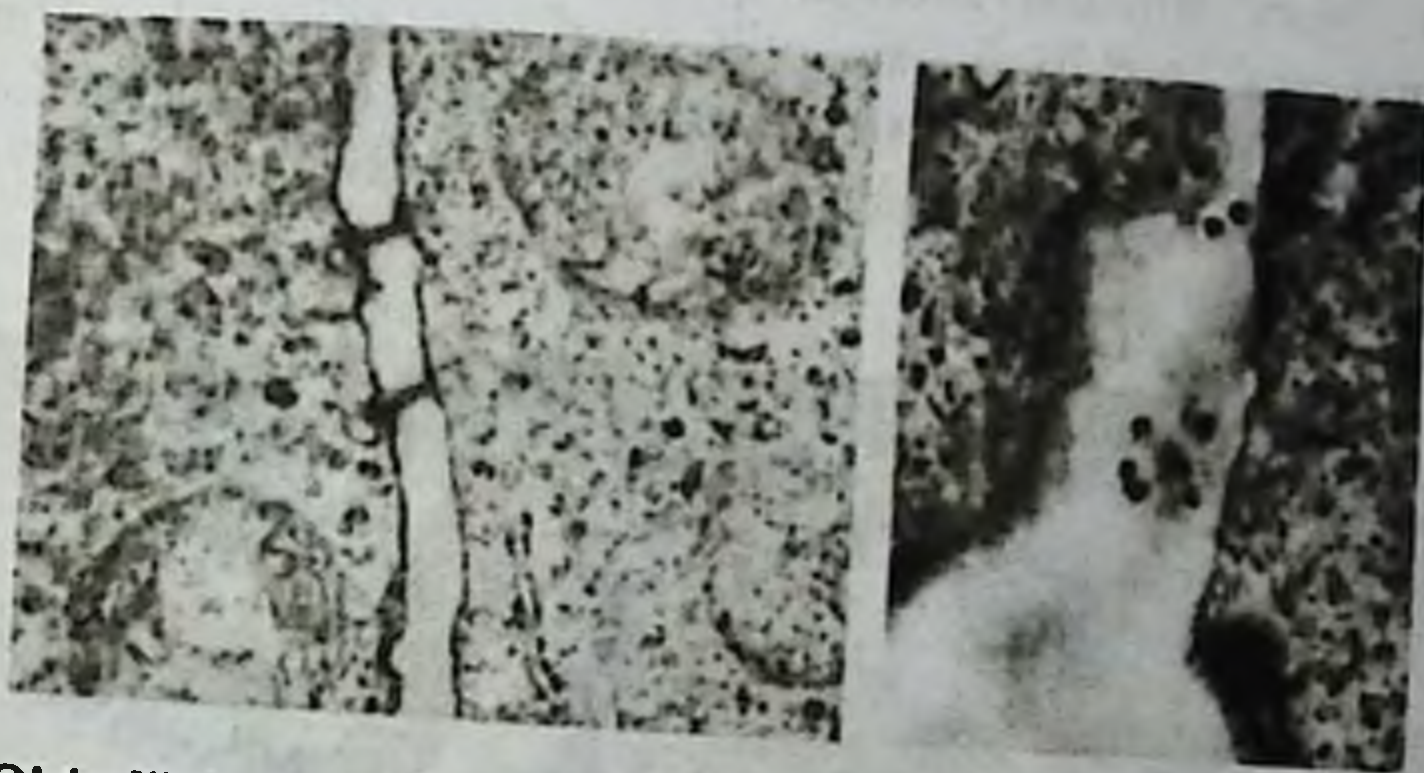
hujayralarning aloqa o'tish joylari deb hisoblanadi. Bu kimyoviy moddalarni to'g'ridan-to'g'ri uzatishda ishtirok etadigan tuzilma. Ushbu turdagi xarakterli aloqa ikkita qo'shni hujayraning plazma membranalarini 2-3 nm masofaga yaqinlashtirishdir. Bo'shliq kontaktning o'zi 0,5-5 mikron o'lchamiga ega. U 2 ta yarmidan iborat bo'lib, har bir yarmining o'lchami 78 nm, ular kengligi 1-2 nm bo'lgan kanal atrofida joylashgan. Va bu 2 yarmi konneksonlar (yarim kanallar) deb ataladi. Ular 6 ta bog'lovchi oqsil bo'linmalaridan iborat. Proteinning molekulyar og'irligi 30 mingga yaqin. Bir-biri bilan birlashib, oqsillar silindrsimon tuzilishni hosil qiladi va ikkita hujayrada konneksonlarning o'lchami, soni, o'lchami va joylashuvi qat'iy simmetrikdir. Bo'shliq kontaktlari massasi 2000 Daltonga etgan molekulalar bundan mustasno, 1200 Dalton og'irlikdagi molekulalarning erkin tarqalishiga imkon beradi. Bo'shliq birikmalarining o'tkazuvchanligi kanal eshiklarini ochish va yopish orqali nazorat qilinadi. Bu jarayon gating (eshik mexanizmi) deb ataladi. U hujayra ichidagi pH o'zgarishi, kaltsiy ionlari oqimi yoki konneksin oqsili bo'linmalarining to'g'ridan-to'g'ri fosforillanishi bilan boshqariladi. Gap birikmalarining funksiyalari: organik va noorganik moddalarni o'tkazish. (Masalan, miokard mushak hujayralarida) (24-rasm).



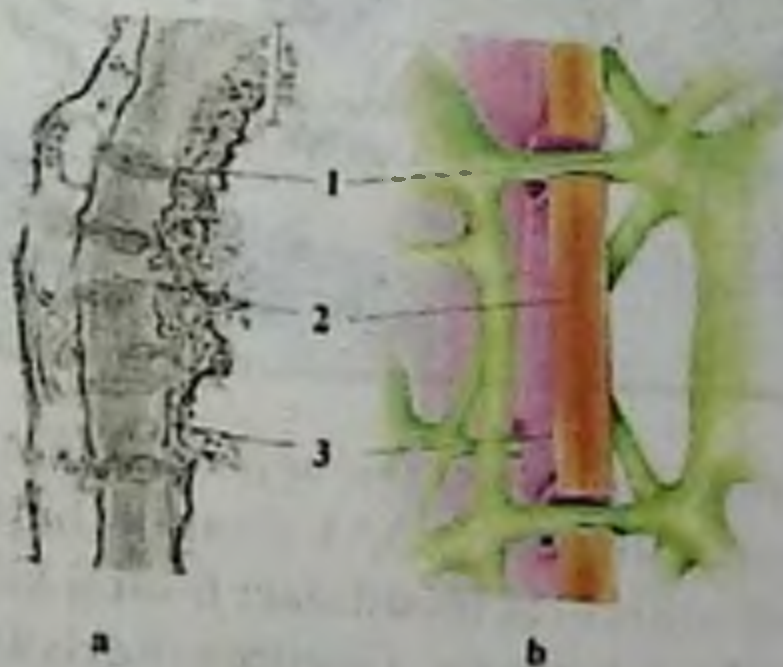
Rasm. 24. Hayvonlarning hujayra aloqalari: a-desmosomal; b - zich; c-uyasi kontaktlari. 1-plazma membrana; 2-sitoplazmatik disk; 3 hujayralararo filamentlar; 4-hujayralararo bo'shliq; 5-sitoskelet; 6-qattiq aloqa; 7 oraliqli kontaktli konnektorlar.

Plazmodesmata - o'simliklardagi kontaktlarning bir turi. Bu ikkita qo'shni hujayrani bog'laydigan ingichka quvurli sitoplazmatik kanallardir. Ushbu kanallarning diametri 20 dan 40 nm gacha o'zgarib turadi. Bu kanallarning o'ziga xosligi shundaki, bir hujayraning plazma membranasi boshqa hujayraning plazma membranasiga o'tadi. Bu kanalning o'qi bo'ylab

desmotulaning silindrsimon trubkasi bir hujayradan ikkinchisiga cho'zilgan. Uning lümeni ER hujayralari bilan aloqa qiladi. Desmotubula va plazmodesmata membranasi orasidagi bo'shliq sitozol bilan to'ldirilgan. Ushbu hujayralar bilan chegaradosh plazmalemma plazmodesmataga va boshqa hujayralar membranasiga silliq o'tadi. Natijada qo'shni rasmiy ravishda ajralish yo'q (bir hujayra boshqasidan). Plazmodesmata orqali erkin tashish molekulyar og'irligi 800 Dalton bilan cheklangan. Plazmodesmatalar ER elementlaridan median plastinkaning birlamchi shakllanishi bosqichida hosil bo'ladi. Yangi bo'lingan hujayrada plazmodesmalarning soni har bir hujayrada 1000 tagacha etadi. (25, 26-rasm).



25-rasm. O'simlik hujayralarining plazmodesmat aloqalari. A-bo'ylama kesma; B - kesma.

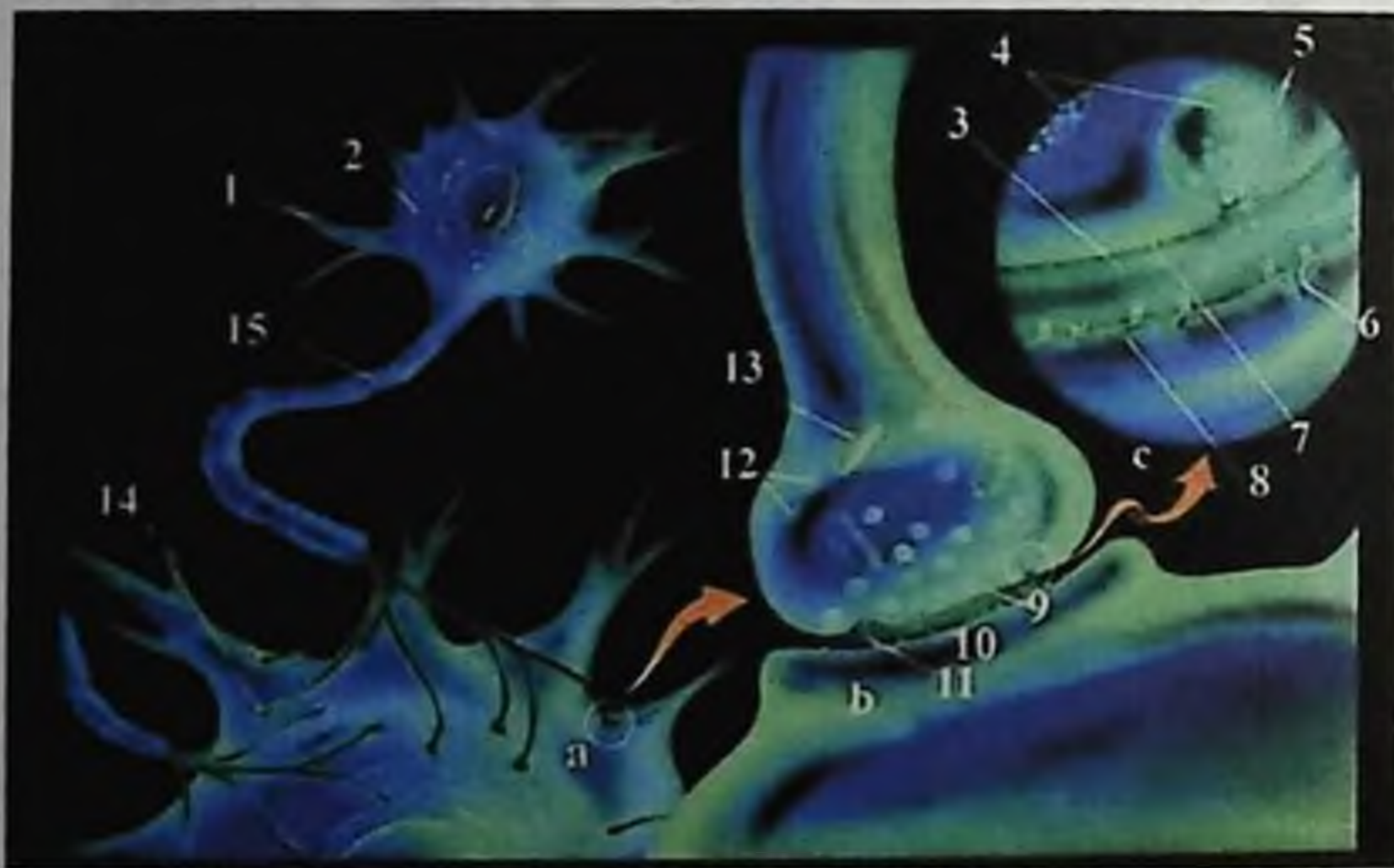


Rasm. 26. O'simlik hujayralarining hujayralararo aloqalari: a-elektron mikrograf; b-sxematik tuzilish. 1-plazmodezma; 2 hujayrali membrana; 3-membrana.

Qarish bilan ularning soni kamayadi, ammo qalinligi ortadi. Funktsional roli: eritmalarning hujayralararo aylanishini ta'minlash (ionlar, shakar, ozuqa moddalari). Salbiy tomoni shundaki, kasal bo'lish osonroq.

Sinaptik aloqa. Nerv to'qimalari tomonidan ta'minlangan va nerv impulslarining uzatilishi bilan bog'liq bo'lgan maxsus tuzilma. Akson nerv impulsi bilan tugaydi, u kengaytirilgan shakllanishga ega bo'lib, presinaptik membrana bilan tugaydi (u sekretor pufakchalar va neyrotransmitterlarni o'z ichiga oladi). Ikkinchi hujayra, membranasi presinaptik membrana qarshisida joylashgan bo'lib, postsinaptik membrana bilan cheklangan. Va bu ikki membrana orasida sinaptik yoriq bor. Kimyoviy sinaps - bu ikkita hujayraning ikkita hududi orasidagi tuzilish. Sinaptik yoriqning o'lchami 20-30 nm. Nerv impulsi ta'sirida presinaptik membrananing sinaptik pufakchalari o'z tarkibini sinaptik yoriqqa chiqaradi, transmitter postsinaptik membrananing retseptorlariga etib boradi, ular u bilan o'zaro ta'sir qiladi, hujayraga qo'zg'alish yoki inhibitsiyonni uzatadi.

(27-rasm).



27-rasm. Sinapslar: a-umumiy ko'rinish; b-sinaps; c-sinapsning kengaytirilgan ko'rinishi. 1 dendrit; 2 hujayrali tanasi; 3,11-sinaptik bo'shliq; 4,12-sinaptik pufakchalar; 5-impulslarni uzatuvchi moddalar; 6-ionli kanal; 7,9 presinaptik membrana; 8,10-postsinaptik membrana; 13-mitoxondriya; 14-sinaptik uchlari; 15-akson.

ENDOPLAZMIK RETIKULUM.

Hujayralardagi butun gialoplazma murakkab membranalar tarmog'i (kanallar, tsisternalar, ular bir-biri bilan doimiy yoki vaqtinchalik kanalchalar orqali bog'lanadi) bilan to'ldirilgan. Tarmoq uch o'lchovli tuzilishga ega va vakuolyar tizim deb ataladi. Uning barcha komponentlari bitta membranaga ega. Bu sistemaga ER, Golji kompleksi, lizosomalar, peroksizomalar va sekretor vakuolalar kiradi. Butun vakuolyar tizim quyidagi funktsiyalarni bajaradi:

1. Mexanik. Gialoplazmani bo'limlarga ajratadi;
2. Moddalar almashinuvini tartibga solish. Vakuolyar sistemaning membranalari ion tashishni tartibga soladi, diffuziya jarayonlarida va bo'limlar orasidagi faol tashishda ishtirok etadi;
3. Vakuolyar tizimlar hujayradan biopolimerlarni sintez qilish, modifikatsiyalash, saralash va eksport qilish funksiyasini bajaradi. O'ziga xos xususiyat - segregatsiya, ya'ni. sintezlangan polimerlar va mahsulotlarni sitozoldan ajratish.

Vakuolyar tizimning o'ziga xos xususiyati shundaki, sintez qilingan polimerlar va ularning o'zgarishi mahsuloti sitoplazmadan, sitozoldan ajralib, sitozolik fermentlardan ajralib chiqadi. Bu ajratish hujayradagi ko'plab sintetik jarayonlarning bir vaqtning o'zida sodir bo'lishi uchun juda muhimdir.

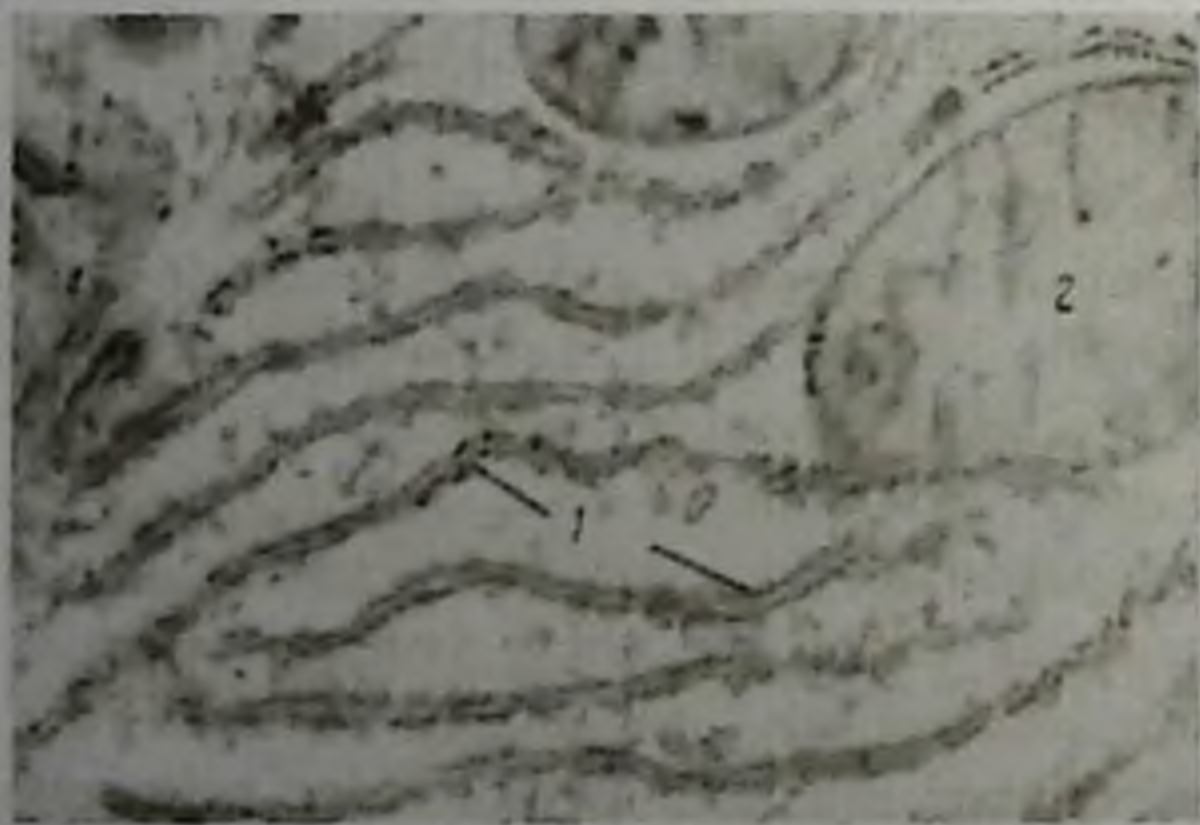
Ushbu hujayra ichidagi membrana tuzilishining ochilishi elektron mikroskopiyaning dastlabki kunlarida sodir bo'lgan. 1945 yilda K. Porter va uning hamkasblari elektron mikroskopda tovuq fibroblastlarini o'rgandilar. Bu vaqtda ultra yupqa bo'limlar texnikasi hali ishlab chiqilmagan edi, shuning uchun mualliflar hujayralarni to'liq uzatish orqali tekshirdilar. Yorug'lik mikroskopida fiksatsiya va bo'yashdan keyin fibroblastlar hujayralar atrofi (ektoplazma) zaif bo'yalganligini, hujayralarning markaziy qismi (endoplazma) bo'yoqlarni yaxshi qabul qiladi. Porter elektron mikroskopda endoplazmatik zona ko'p sonli kichik vakuolalar va kanallar bilan to'ldirilganligini va bir-biri bilan bog'lanib, bo'shashgan tarmoq (retikulum) kabi narsalarni hosil qilganligini ko'rdi. Ushbu vakuolalar va tubulalarning to'plamlari ingichka membranalar bilan chegaralanganligi ko'rindi. Endoplazmatik retikulum yoki endoplazmatik retikulum shunday kashf etilgan. Keyinchalik, 50-yillarda, ultra yupqa bo'limlar usulidan foydalangan holda, bu shakllanishning tuzilishini aniqlashtirish va uning heterojenligini aniqlash mumkin edi. Eng muhimi shundaki, endoplazmatik retikulum (ER) deyarli barcha eukariotlarda uchraydi.

Bunday elektron mikroskopik tahlil ikki turdagi ERni ajratish imkonini berdi: donador (qo'pol) va silliq.

Ultra yupqa bo'laklarda granüler ER yopiq membranalar bilan ifodalanadi, ular cho'zilgan sumkalar, sistemalar hosil qiladi yoki bo'limlarda tor kanallarga o'xshaydi. Sistemalar bo'shliqlarining kengligi hujayraning funktsional faolligiga qarab juda katta farq qilishi mumkin. Ularning eng kichik kengligi taxminan 20 nm bo'lishi mumkin, kengaytirilganda ular bir necha mikron diametrga etadi. Ushbu membranalarning o'ziga xos xususiyati shundaki, ular gialoplazma tomonida kichik (taxminan 20 nm) qorong'i, deyarli yumaloq zarrachalar va granulalar bilan qoplangan.

Bu granulalar birinchi marta J. Palade (Palade granulalari) tomonidan tasvirlangan bo'lib, ular ribonukleoproteinlar ekanligini isbotlagan. Endi bu granulalar ER membranalari bilan bog'langan ribosomalardan boshqa narsa emasligi ma'lum. Membranada ribosomalar polisomalar (bir xabarchi RNK bilan birlashtirilgan ko'plab ribosomalar) shaklida joylashgan bo'lib, ular tekis spiral, rozet yoki klasterlarga o'xshaydi. Bular ishlaydigan, oqsil sintez qiluvchi ribosomalar bo'lib, ular membranalariga katta bo'linmalari orqali biriktirilgan.

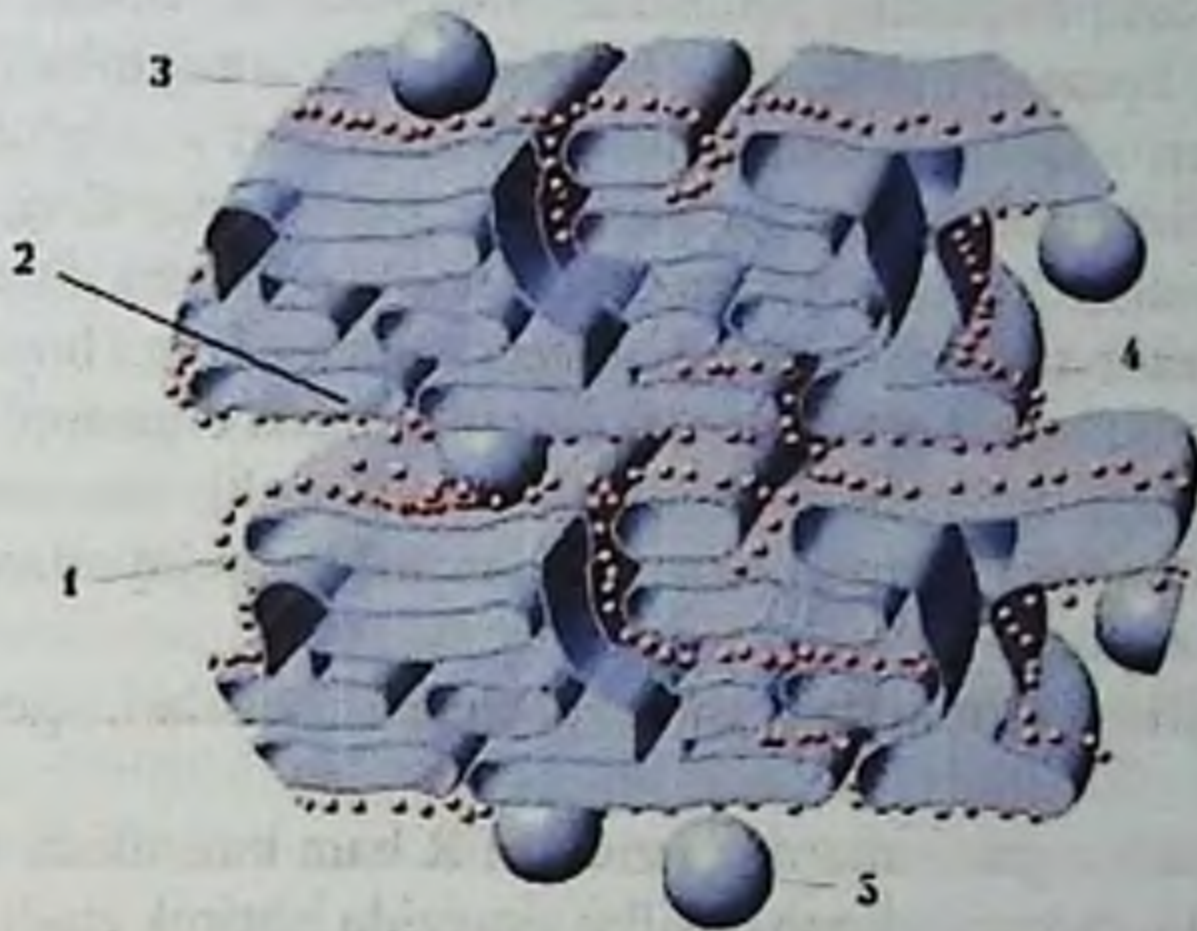
Donador ER hujayralarda nodir tarqoq membranalar ko'rinishida yoki bunday membranalarning mahalliy to'planishi (ergastoplazma) shaklida bo'lishi mumkin (28-rasm).



28-rasm. Jigar xujayrasi sitoplazmasining bazofil mintaqaga mos keladigan qismi. 1 - ribosomalar; 2 - mitoxondriyalar.

Birinchi turdagi granüler ER differentsiatsiyalanmagan hujayralar yoki metabolik faolligi past bo'lgan hujayralarga xosdir. Ergastoplazma

sekretor oqsillarni faol sintez qiluvchi hujayralarga xosdir (29-rasm). Shunday qilib, jigar hujayralarida granüler ER alohida zonalarga (Berg tanalari), shuningdek, ba'zi nerv hujayralarida (tigroid) yig'iladi. Oshqozon osti bezi hujayralarida bir-biriga mahkam o'ralgan membrana tsisternalari ko'rinishidagi donador ER (ergastoplazma) hujayraning bazal va perinuklear zonalarini egallaydi.



29-rasm. Donador endoplazmatik retikulum (diagramma). 1-ribosomalar; 2 ta tank; 3 - tashqi tomoni; 4-bo'shliq; 5-endoplazmatik retikulum pufakchalari.

Membranlarda polisomalarning mavjudligi granüler ER oqsil sintezining muhim joyi ekanligini aniq ko'rsatadi.

ERdagi ribosomalar soni uning sintetik faolligi bilan aniq bog'liq. Shunday qilib, hujayra ribosomalarining 25% gacha bo'lgan qismi sekretsiasiz sut bezlari hujayralarida ER membranalarini bilan bog'lanadi; laktatsiya rag'batlantirilgandan so'ng, ularning soni u erda 70% gacha ko'tariladi. ER membranalarida ribosomalar sonining kamayishi hujayralar differentsiatsiyasi paytida sodir bo'lishi mumkin. Misol uchun, kemiruvchilardan jigar qisman chiqarilganda, qolgan qismida hujayra bo'linishi keskin rag'batlantiriladi. Bu granulyar ERning qisqarishi va uning ribosomalarining kamayishi bilan birga keladi: membranalar bilan bog'lanmagan erkin ribosomalar soni 40% ga etadi. ER bilan bog'liq bo'lgan ribosomalar sonining bir xil kamayishi hujayralarning turli patologik sharoitlarida kuzatiladi (surunkali spirtli zaharlanishda, bog'langan ribosomalar soni 25% ga kamayadi).

ER membranalari bilan bog'liq ribosomalar ma'lum bir hujayradan chiqarilgan oqsillarni, "eksport qilingan" oqsillarni sintez qilishda ishtirok etadi.

Darhaqiqat, granüler ER ga boy ko'p hujayrali organizmlarning ko'p sonli hujayralari juda ko'p miqdordagi oqsillarni sintez qiladi va chiqaradi. Masalan, oshqozon osti bezi atsinalarining hujayralari ko'plab oqsillarni - ichak traktida oziq-ovqatning parchalanishida ishtirok etuvchi fermentlarni (proteinazalar, lipazlar, nukleazalar va boshqalar) sintez qiladi va ajratadi; jigar hujayralari - qon albumini; plazma hujayralari - α -globulinlar; sut bezlari - kazein; tuprik bezi - ovqat hazm qilish fermentlari, amilaza va RNaz va boshqalar. Xuddi shu manzara o'simliklarda ham kuzatiladi: oqsil moddalarini ajratib turuvchi bez hujayralari donador ERga boy. Boshqacha qilib aytadigan bo'lsak, ko'p hujayrali organizmlarda ergastoplazmaga boy hujayralar boshqa hujayralar faoliyati uchun yoki tananing umumiy funktsiyalarini bajarish uchun zarur bo'lgan ushbu hujayralardan olingan oqsillarni sintez qiladi.

(hazm qilish fermentlari, qon plazmasi oqsillari, gormonlar va boshqalar).

Bir hujayrali organizmlarda granüler ER ham kuzatilishi mumkin, bu ko'rinib turibdiki, chiqariladigan oqsillar sintezida ishtirok etadi. Bu oqsillar orasida nafaqat hujayradan tashqari hazm qilish fermentlari bo'lishi mumkin.

Binobarin, granüler ER ning roli shunchaki uning membranalari ribosomalarida oqsillarni sintez qilishda ishtirok etish emas, balki bu sintezlangan oqsillarni ajratish, ajratish jarayonida, ularni hujayraning asosiy ishlaydigan oqsillaridan ajratishda ham ishtirok etadi. Donador ER ning bu funktsional xususiyati juda muhim, chunki u Golji apparati vakuolalari tomonidan bunday oqsillarni chiqarishga olib keladigan bir qator jarayonlar bilan bog'liq.

Erimaydigan (membrana) oqsillarni sintezi

Donador ERda oqsillar sintezlanadi, ular ER membranasiga birlashganda integral membrana oqsillariga aylanadi.

Membran oqsillari sintezining dastlabki bosqichlari eruvchan oqsillar sintezidagiga o'xshaydi. Bu erda signal ketma-ketligini taniydigan SRP zarralari ham ishtirok etadi va oqsil zanjirining boshlang'ich qismi ham translakondan o'tadi. Shu bilan birga, sintezlangan membrana oqsilining zanjirida oqsil zanjirining membranani kesib o'tishiga to'sqinlik qiluvchi bir yoki bir nechta aminokislotalarni to'xtatish ketma-ketligi mavjud va to'xtash

signali mintaqasidagi oqsil membrana bilan bog'liq bo'lib qoladi, ammo ribosomada oqsil sintezi sodir bo'lmaydi. STOP. Bu to'xtash signali hududida hidrofobik α -spiral mintaqaning lokalizatsiya qilinishiga olib keladi va butun protein membranada ko'milgan bo'lib qoladi. Ba'zi oqsillarda α -spiral "ankraj" mintaqalarining soni birdan bir nechtagacha bo'lishi mumkin. Masalan, glyukoza tashuvchi oqsil (GLUT-1)da 12 ta shunday joy mavjud. Membran oqsillari, eruvchan oqsillar kabi, turli xil modifikatsiyalarga duchor bo'lishi mumkin. Ularning ER uchun eng xarakterlisi birlamchi glikozillanishdir - oqsil zanjirining murakkab oligosakkarid bilan kovalent bog'lanishi. Buning natijasida sintezlangan oqsil glikoproteinga aylanadi.

Donador ERda sintezlangan oqsillarning aksariyati glikoproteinlardir. Sintezlangan oqsil zanjirining oligosakkaridlar bilan bog'lanishi ham kotranslyatsion tarzda sodir bo'ladi. Binobarin, granüler endoplazmatik retikulum hujayra membranalarining haqiqiy "zavodidir". Yangi hosil bo'ladigan membrana bo'limining turi ER ribosomalarida qanday integral va periferik oqsillar sintezlanishiga va bu erda qanday fosfolipidlar sintezlanib, membranaga kiritilishiga bog'liq bo'ladi; u silliq ER, Golji apparati membranalari, lizosoma yoki plazma membranasining tarkibiy qismi bo'ladimi?

ER yadroga yaqin joylashgan. Bu soha endoplazma deb ataladi. ER elementlarining tuzilishi va soni hujayralarning funktsional faolligiga, hujayra siklining bosqichlariga va uning differentsiatsiyasiga bog'liq. EPR membranalarining qalinligi 5-6 nm, lümen kengligi 70 - 500 nm. Struktura birinchi marta 1945 yilda Porter tomonidan kashf etilgan. Taxminan 2/3 qismi oqsil, 1/3 qismi lipidlardan iborat. Ikki turga bo'linadi: silliq (agranulyar) va donador (qo'pol).).

Granül EPR yopiq membranalar bilan ifodalanadi, ular bo'limlarda cho'zilgan sumkalar va tanklar hosil qiladi. Sistema bo'shliqlarining kengligi rivojlanish funktsiyasiga qarab o'zgaradi. Donador ER hujayrada tarqoq siyrak membranalar yoki bunday membranalarining mahalliy to'planishi shaklida bo'lishi mumkin, ular ergastoplazma deb ataladi. Ushbu turdagi ER sekretor oqsillarni faol sintez qiladigan hujayralarda uchraydi.

Donador ERning xususiyati shundaki, ribosomalar membranalar yuzasida joylashgan. Ribosomalar klasterlarni hosil qiladi, odatda polisomalar deb ataladi. Barcha ER ribosomalari ishlaydi va oqsilni sintez qiladi. Ular katta bo'linma tomonidan biriktirilgan. ERdagi ribosomalar soni uning sintetik faolligi bilan aniq bog'liq. Barcha ER ribosomalari eksport

oqsillari deb ataladigan sintezda ishtirok etadi. Shuning uchun granüler ER ning umumiy funktsiyasini membrana ribosomalaridagi oqsillarning sintezi va ularning qolgan qismidan ajralishi sifatida aniqlash mumkin.

Shuni ta'kidlash kerakki, hujayrada oqsil sintezi erkin polisomalarda sodir bo'ladi. Polisoma - bu bitta mRNK bilan bog'langan ribosomalar guruhi.

Golji kompleksiga yaqin zonada joylashgan donador ER ning uzoqdagi bo'limlari ribosomalarni yo'qotib, sintez mahsulotlari bo'lgan vakuolalar kurtaklari hosil bo'ladi. Bu ER va Golji kompleksining oraliq zonasi.

Bu zonadan ajratilgan vakuolalar oqsil - klatrin bilan qoplangan. Uning yo'qolishidan keyin pufakchalar bir-biri bilan qo'shib, mikronaychalar yordamida Golji kompleksining sis-zonasiga ko'chiriladi va u erda fermentlar nazorati ostida uning membranalari bilan birlashadi. Shunday qilib, sintezlangan oqsillarni Golji kompleksiga tashish sodir bo'ladi.

1. Granular ER oqsillarning ko-translatsion sintezini, ularning birlamchi modifikatsiyasini, oligosakkarid bilan bog'lanishini, ya'ni glikozillanish. Glikoproteinlarning hosil bo'lishi

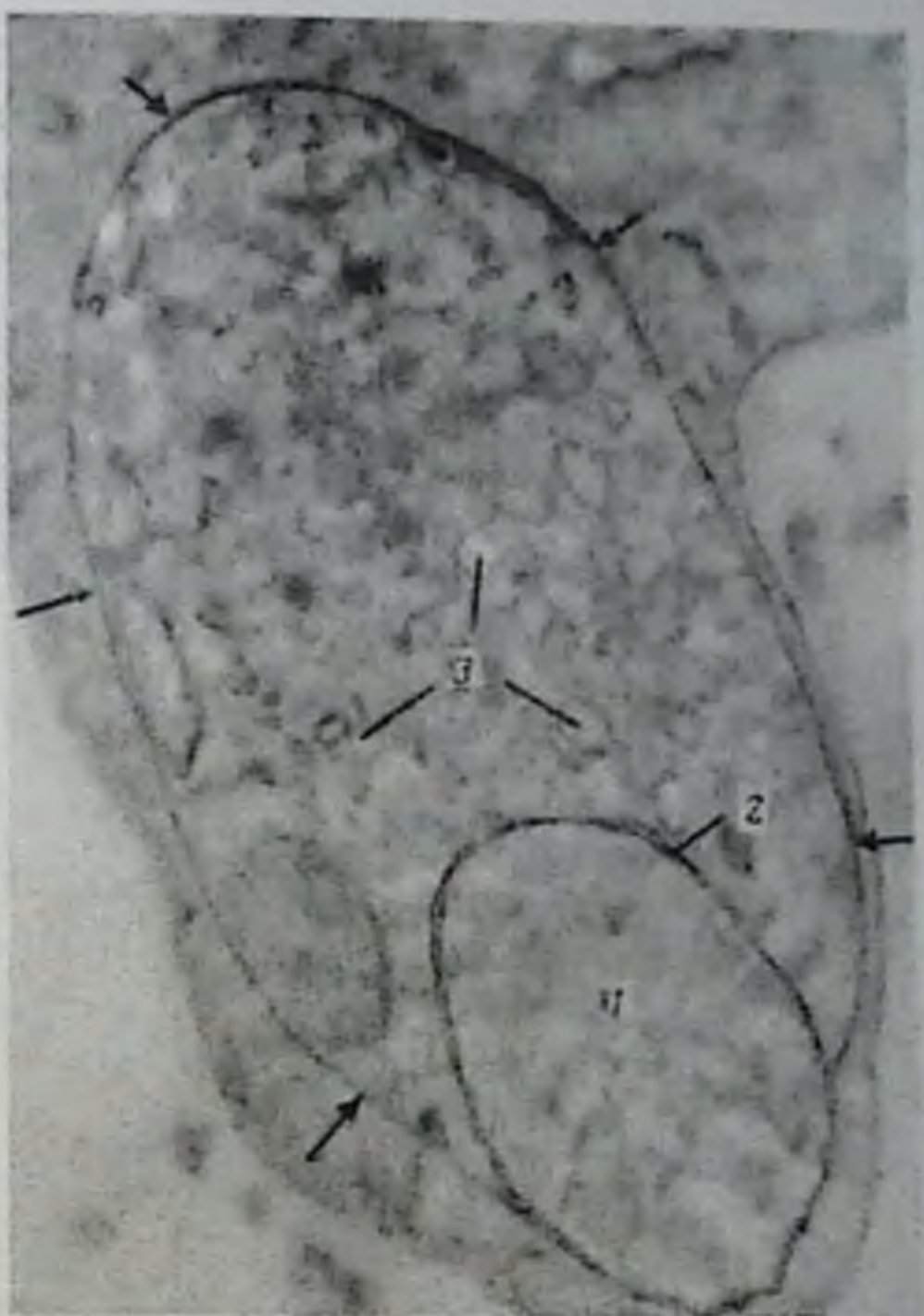
2. Membrana lipidlarining sintezi va ularning membranaga qo'shilishi (yig'ilishi).

3. Sintezi mahsulotlarni o'z ichiga olgan vakuolalarni tashish va ularning Golji kompleksining sis-zonasiga o'tish.

Ribosomalar har bir hujayrada mavjud. Ular soni bo'yicha barcha organellalardan ustun turadi. Ribosomalar soni oqsil sintezining umumiy intensivligini aniqlaydi. Bitta ribosomaning diametri taxminan 10-20 nm. Turli xil organizmlar va hujayralardagi ribosomalarning shakli va batafsil konturlari juda o'xshash va batafsil farqlanadi.

Ribosomalar murakkab ribonukleoprotein zarralari bo'lib, ularda bir nechta kichik individual takrorlanmaydigan oqsillar va bir nechta RNK molekulalari mavjud.

Silliq EPR. U vakuolyar tizim membranasining bir qismidir. Bundan tashqari, kichik vakuolalar, kanallar, tubulalar mavjud, ammo silliq ER qo'polga nisbatan ikkinchi darajali. Vakuolalar va tubulalarning diametri 50-100 nm. Silliq ER ning zo'ravonligi bir xil emas. Ularning aksariyati klasterlar yoki zonalar hosil qiladi (30-rasm).



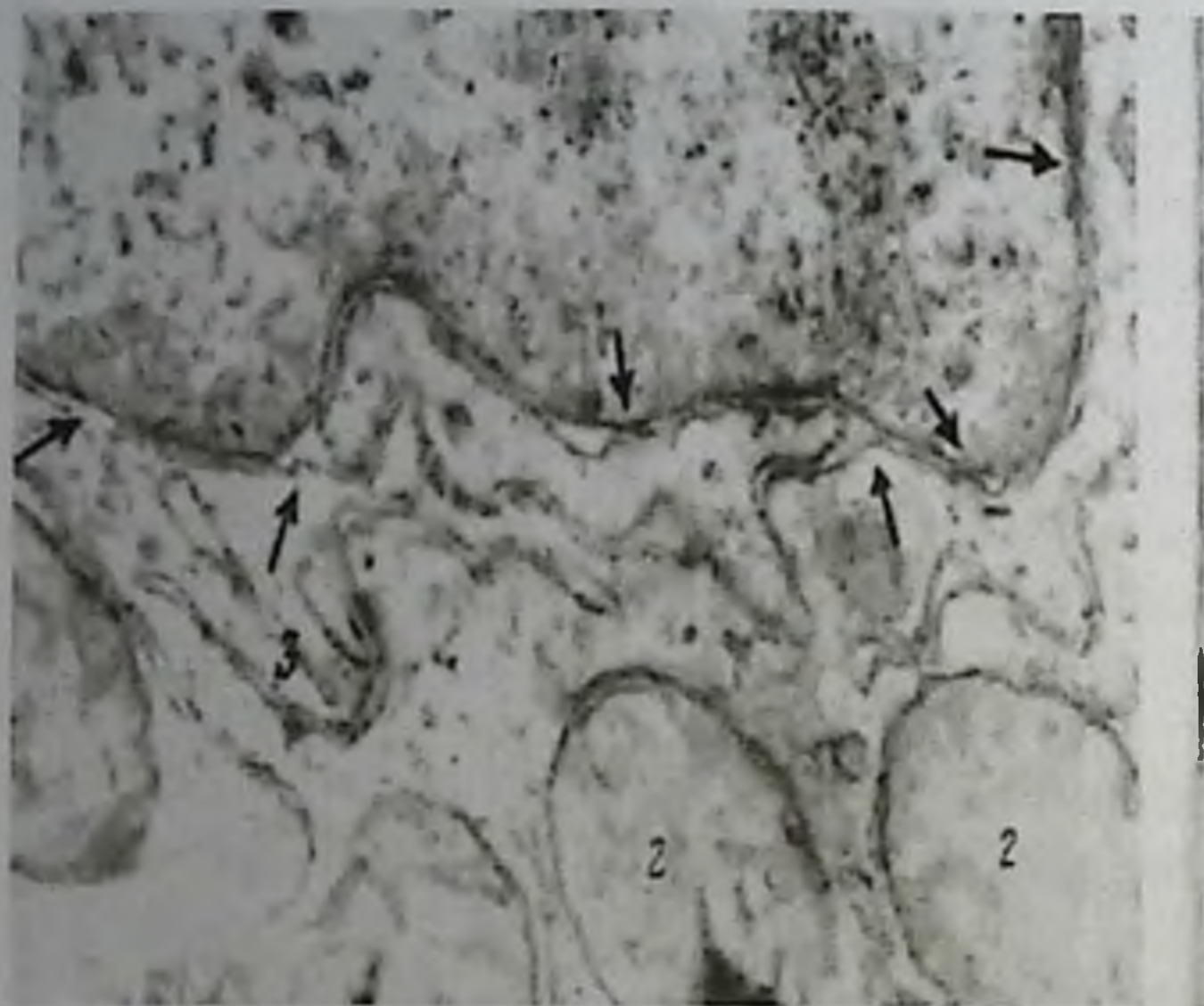
30-rasm. Sichqoncha eritrotsitidagi Plasmodium falciparumning yupqa qismi. Parazitning chegaralari strelkalar bilan ko'rsatilgan: 1-yadroli; 2-yadro qobig'ining qo'sh membranasi; 3-sitoplazmaning silliq endoplazmatik to'rning kichik pufakchalari.

Ichak epiteliy hujayralarida silliq ER hujayraning yuqori qismida so'rilish yuzasiga yaqin joylashgan.

Asosiy vazifasi lipidlar va uglevodlarning sintezi va metabolizmidir. Bundan tashqari, silliq ER membranalari detoksifikatsiya jarayonlarida (zaharlarni zararsizlantirish) ishtirok etadi.

Turli zaharli organik moddalarning parchalanish jarayonlari oksidlovchi fermentlarning lokalizatsiyasi tufayli yuzaga keladi. U gidroksil guruhini membrananing ikki qavatiga kiradigan turli xil xavfli uglevodlarga biriktirilishida ishtirok etadi. Boshqa oksidlovchi fermentlar tufayli gidroksil guruhlarga manfiy zaryadlangan molekulalar (sulfatlar, glyukuron kislotasi) qo'shiladi, bu lipofil moddalarni suvda eruvchan qiladi. Va bu ularni zararsizlantirish va tanadan olib tashlashni ta'minlaydi. Hududlar sarkoplazmatik retikulumni hosil qiladi. Bu erda kaltsiy ionlari saqlanadi. Ular fosfatlar shaklida to'planadi.

Silliq ER membrana vakuolyar tizimining bir qismidir. Morfologik jihatdan u kichik vakuolalar va naychalar, tubulalar hosil qiluvchi membranalar bilan ham ifodalanadi, ular bir-biri bilan shoxlanishi va birlashishi mumkin (31-rasm).



Rasm 31. Jigar hujayrasining bir qismi (elektron mikrografiya). 2 yadroli; 2 - mitoxondriya; 3 - endoplazmatik retikulumning tubulalari.

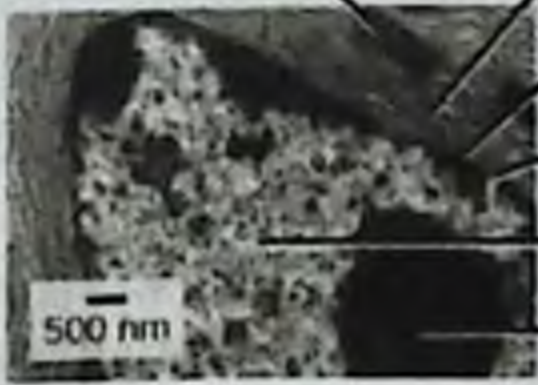
Strukturaviy uzluksizlik silliq endoplazmatik retikulumning tubulalari va perinuklear bo'shliq o'rtasida ko'rinadi (strelkalar bilan ko'rsatilgan).

Donador ER dan farqli o'laroq, silliq ER membranalarida ribosomalar yo'q.

Silliq ER ning vakuolalari va tubulalarining diametri odatda 50-100 nm ni tashkil qiladi. Ushbu membrana elementlari tarmog'ining zo'ravonligi turli hujayralar uchun ham, bir hujayra ichida ham har xil bo'lishi mumkin. Ko'pincha bunday silliq naychalar klasterlar yoki zonalarni hosil qiladi. Masalan, ichak epiteliy hujayralarida silliq ER asosan hujayraning apikal, yuqori qismida, so'rilish yuzasiga yaqin joyda joylashgan. Jigar hujayralarida silliq ER zonalari ko'pincha glikogen yotqizish joylari bilan bog'liq. Silliq ER sitoplazma hajmining katta qismini egallagan hujayralar mavjud (masalan, moyaklar oraliq hujayralarida, o'simlik bezli terpenoid hujayralarida).

ER ning silliq shakli va uning donador shakli o'rtasidagi o'tishning uzluksizligi bir necha bor o'rnatilgan (32-rasm).

DET ning mitoxondrya bilan qoplangan qismi



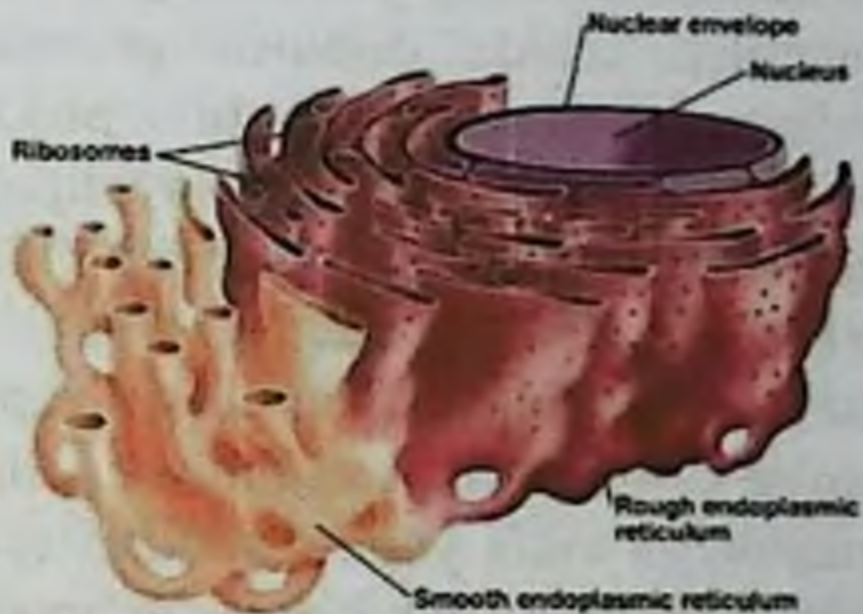
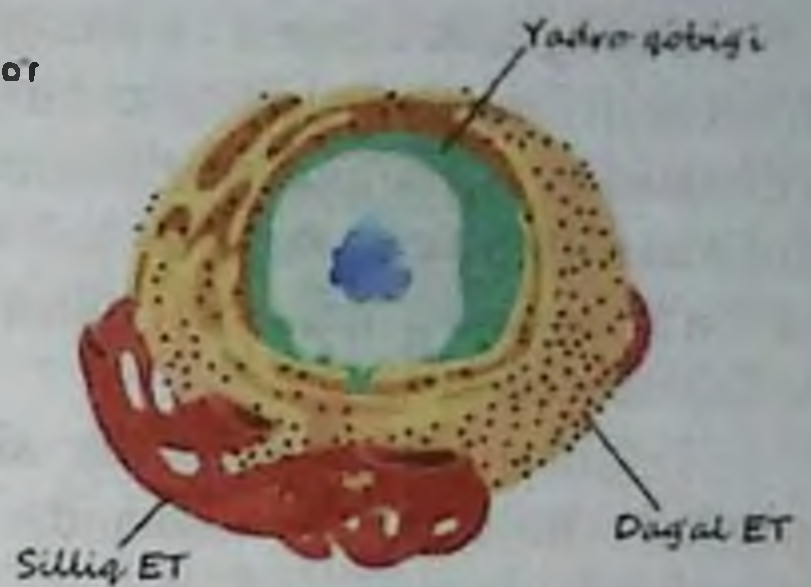
Dag'al endoplazmatik to'r

Yadro qobig'i

Yadro teshigi

Yadro

Yadrocha



32-rasm. Donador ESning silliq ESga o'tishi.

Donador ER tanki yuzasida ribosomalarni qanday yo'qotib, "silliq" bo'lishini tez-tez kuzatish mumkin. Bunday holda, sardobaning bunday qismi notekis bo'lib qoladi va go'yo silliq ER naychalari va tubulariga aylanib, shoxlana boshlaydi. Bu hudud ko'pincha o'tish davri deb ataladi, chunki bu erda transport pufakchalari hosil bo'ladi va ajraladi, yangi sintezlangan oqsillar va lipidlarni Golji apparati zonasiga olib boradi. Silliq ER donador ER uchun ikkilamchi bo'lib, ikkinchisidan kelib chiqadi. Shunday qilib, kalamush kuchukchasida tug'ilishdan oldin, jigar hujayralarida ko'p miqdorda donador ER hosil bo'ladi, lekin tug'ilgandan so'ng darhol silliq ER naychalari massasi paydo bo'ladi. Bir qator biokimyoviy, morfologik va avtoradiografik ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, granüler ER hajmi oshadi, uning tarkibida qoladigan sintezlangan membranalar tufayli o'sadi yoki ribosomalarni yo'qotib, silliq ERga aylanadi. Masalan, membrana komponentlarining radioaktiv prekursorlaridan foydalanganda va silliq va donador ER ning alohida fraktsiyalarini olishda, silliq ER ning intensiv o'sishi davrida yorliq dastlab donador ERda va faqat bir muncha vaqt o'tgach, silliq ERda paydo bo'lishi aniqlandi. .

Topografik aloqasi va umumiy kelib chiqishiga qaramay, ERning bu ikki vakili funktsional jihatdan bir-biridan keskin farq qiladi. Yuqorida aytib o'tilganidek, silliq ERda ribosomalarning yo'qligi bevosita uning oqsil sintezida ishtirok etmasligini ko'rsatadi. Silliq ER faolligi, ehtimol, lipidlar va ba'zi hujayra ichidagi polisaxaridlarning metabolizmi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Triglitsyeridlar va lipidlar sintezida silliq ER ning ishtiroki ichak epitelial hujayralari tomonidan yog'larning so'rilishi jarayonlarini o'rganishda ko'rsatilgan. Ichak lümeninde yog'lar yog' kislotalari va monoglitsyeridlarga bo'linadi. Ichak hujayralarining apikal joylarida silliq ER kanalchalarining lümenleri ichida osmiofil granulalarning to'planishi ko'rinadi. Bu hujayra ichiga kiruvchi prekursorlardan yangi triglitsyeridlarning qayta sintezlanishi, lipidlar va lipoproteinlarning hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, ular Golji apparati vakuolalari yordamida hujayralardan chiqariladi va limfa to'shagiga kiradi. Lipidlarning kichik tomchilari ba'zan jigar hujayralarida oqsillar bilan komplekslarda kuzatilishi mumkin va bu tomchilar Golji apparati yaqinidagi silliq ER bo'shliqlarida topiladi. Agar kalamushlarga katta yog 'tomchilari (yog'li degeneratsiya) cho'kmalarining paydo bo'lishiga olib keladigan moddalar berilsa, unda birinchi kichik lipid tomchilari silliq ERda, lekin ba'zan donador ER bo'shliqlarida ham paydo bo'ladi.

Smooth ER, ayniqsa, buyrak usti bezlari po'stlog'i kabi steroidlarni ajratuvchi hujayralarda ko'p. Ukol sintezi uchun asosiy fermentlar ushbu hujayralardan silliq ERni yo'q qilish paytida hosil bo'lgan mikrosomalarning fraktsiyalarida topilgan. Ukol gormonlar sintezida ishtirok etadigan moyaklar oraliq hujayralari, shuningdek, yog 'to'planishining eng boshida yog' bezlarining hujayralari silliq to'rga boy.

Silliq ER ning turli hujayralar gialoplazmasidagi glikogen konlari (hayvon va zamburug'larning zahiradagi hujayra ichidagi polisaxaridi) bilan yaqin topografik aloqasi bu bog'liqlikning uglevod almashinuvi bilan ahamiyatini ko'rsatadi. Jigar hujayralari va mushak tolalarida glikogen granüler ER tsisternalari bo'lmagan, ammo silliq ER ning pufakchalari va kanalchalariga boy joylarda to'planadi. Bunday silliq ER zonalari glikogen yo'qolganda (masalan, ro'za tutish paytida) ham, uning konlari ko'payganda ham kattalashishi mumkin.

Jigarda silliq ER zonalarining ko'payishi ko'pincha hujayralardagi bir qator patologik jarayonlar bilan bog'liq. Shunday qilib, barbiturat bilan zaharlanishda, turli kanserogenlar yoki zaharli moddalar ta'sirida, gormonal

dorilarning katta dozalari ta'sirida, jigar hujayralari o'ziga xos sitoplazmatik bazofiliyani yo'qotadi, ularning RNK miqdori kamayadi va sitoplazmada oksifil zonalar paydo bo'ladi. Elektron mikroskopda bu zonalar silliq ER klasterlari bilan ifodalanadi; bu hodisa bu joylarda turli xil zararli moddalarning parchalanish jarayonlari, metabolik deaktivatsiya jarayonlari sodir bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, ular bir qator oksidlovchi moddalar tomonidan amalga oshiriladi. fermentlar, ularning eng mashhur oqsili sitoxrom P450 deb ataladi. Bu oqsil gidroksil guruhini turli potentsial xavfli suvda erimaydigan uglevodorodlarga yoki membrananing ikki qavatiga kiradigan lipofil zaharli moddalarga (masalan, uglerod tetraxlorid) biriktirilishida ishtirok etadi. Bu erda boshqa fermentlar bu gidroksil guruhlarga manfiy zaryadlangan molekulalarni (sulfat, glyukuron kislotasi) qo'shadi, bu esa metabolitlarni yoki zararli lipofil moddalarni suvda eruvchan qiladi, shuning uchun ular organizmdan siydik bilan ajralib chiqishi mumkin. Jigar hujayralarida o'sib chiqqan silliq ER zaharli moddani olib tashlangandan so'ng, ehtimol lizosomalar - autofagosomalar yordamida yo'q qilinadi.

Chiziqli mushakda vakuolalar va silliq ER kanallari (sarkoplazmatik retikulum) har bir miofibrilni o'rab oladi. Bu erda shoshilinch tibbiy yordam ko'rsatildi kaltsiy ionlarini joylashtirishning maxsus funksiyasini bajaradi. ATP mavjudligida u kaltsiy ionlarini faol ravishda o'zlashtirishi va to'plashi mumkin, bu esa mushak tolasining bo'shashishiga olib keladi. Kaltsiy nasos oqsillari sarkoplazmatik retikulumning ajralmas membrana oqsillari hisoblanadi. Yuqori o'simliklar orasida silliq retikulum terpenlar, steroidlar va lipidlarni sintez qilish va tashishda ishtirok etadigan to'qima hujayralarida uchraydi.

Silliq ER membrana vakuolyar tizimining bir qismidir. Morfologik jihatdan u kichik vakuolalar va naychalar, tubulalar hosil qiluvchi membranalar bilan ham ifodalanadi, ular bir-biri bilan shoxlanishi va birlashishi mumkin. Donador ER dan farqli o'laroq, silliq ER membranalarida ribosomalar yo'q. Silliq ER ning vakuolalari va tubulalarining diametri odatda 50-100 nm ni tashkil qiladi. Ushbu membrana elementlari tarmog'ining zo'ravonligi turli hujayralar uchun ham, bir hujayra ichida ham har xil bo'lishi mumkin. Ko'pincha bunday silliq naychalar klasterlar yoki zonalarni hosil qiladi. Masalan, ichak epiteliy hujayralarida silliq ER asosan hujayraning apikal, yuqori qismida, so'rilish yuzasiga yaqin joyda joylashgan. Jigar hujayralarida silliq ER zonalari ko'pincha glikogen yotqizish joylari bilan bog'liq.

ER ning silliq shakli va uning granüler shakli o'rtasidagi o'tishning uzluksizligi bir necha bor aniqlangan. Donador ER tanki yuzasida ribosomalarni qanday yo'qotib, "silliq" bo'lishini tez-tez kuzatish mumkin. Bunday holda, sardobaning bunday qismi notekis bo'lib qoladi va go'yo silliq ER naychalari va tubulalariga aylanib, shoxlana boshlaydi. Bu hudud ko'pincha o'tish davri deb ataladi, chunki bu erda transport pufakchalari hosil bo'ladi va ajraladi, yangi sintezlangan oqsillar va lipidlarni Golji apparati zonasiga olib boradi. Silliq ER donador ER uchun ikkilamchi bo'lib, ikkinchisidan kelib chiqadi.

Shunday qilib, kalamush kuchukchasida tug'ilishdan oldin, jigar hujayralarida ko'p miqdorda donador ER hosil bo'ladi, lekin tug'ilgandan so'ng darhol silliq ER naychalari massasi paydo bo'ladi. Bir qator biokimyoviy, morfologik va avtoradiografik ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, granüler ER hajmi oshadi, uning tarkibida qoladigan sintezlangan membranalar tufayli o'sadi yoki ribosomalarni yo'qotib, silliq ERga aylanadi. Topografik aloqasi va umumiy kelib chiqishiga qaramay, ERning bu ikki vakili funktsional jihatdan bir-biridan keskin farq qiladi. Yuqorida aytib o'tilganidek, silliq ERda ribosomalarning yo'qligi bevosita uning oqsil sintezida ishtirok etmasligini ko'rsatadi. Silliq ER faolligi, ehtimol, lipidlar va ba'zi hujayra ichidagi polisaxaridlarning metabolizmi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Triglitsyeridlar va lipidlar sintezida silliq ER ning ishtiroki ichak epitelial hujayralari tomonidan yog'larning so'rilishi jarayonlarini o'rganishda ko'rsatilgan. Ichak lümeninde yog'lar yog' kislotalari va monogliseridlarga bo'linadi. Ichak hujayralarining apikal joylarida silliq ER kanalchalarining lümenleri ichida osmiofil granulalarning to'planishi ko'rinadi. Bu hujayra ichiga kiruvchi prekursorlardan yangi triglitsyeridlarning qayta sintezlanishi, lipidlar va lipoproteinlarning hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, ular Golji apparati vakuolalari yordamida hujayralardan chiqariladi va limfa to'shagiga kiradi. Silliq ER ning turli hujayralar gialoplazmasidagi glikogen konlari (hayvon va zamburug'larning zahiradagi hujayra ichidagi polisaxaridi) bilan yaqin topografik aloqasi bu bog'liqlikning uglevod almashinuvi bilan ahamiyatini ko'rsatadi.

Chizikli mushakda vakuolalar va silliq ER kanallari (sarkoplazmatik retikulum) har bir miofibrilni o'rab oladi. Bu erda ER kaltsiy ionlarini joylashtirishning maxsus funktsiyasini bajaradi. ATP mavjudligida u kaltsiy ionlarini faol ravishda o'zlashtirishi va to'plashi mumkin, bu esa mushak

tolasining bo'shashishiga olib keladi. Kaltsiy nasos oqsillari sarkoplazmatik retikulumning ajralmas membrana oqsillari hisoblanadi.

Yuqori o'simliklar orasida silliq retikulum terpenlar, steroidlar va lipidlarni sintez qilish va tashishda ishtirok etadigan to'qima hujayralarida uchraydi. Silliq ER membrana vakuolyar tizimining bir qismidir. Morfologik jihatdan u kichik vakuolalar va naychalar, tubulalar hosil qiluvchi membranalar bilan ham ifodalanadi, ular bir-biri bilan shoxlanishi va birlashishi mumkin. Donador ER dan farqli o'laroq, silliq ER membranalarida ribosomalar yo'q. Silliq ER ning vakuolalari va tubulalarining diametri odatda 50-100 nm ni tashkil qiladi. Ushbu membrana elementlari tarmog'ining zo'ravonligi turli hujayralar uchun ham, bir hujayra ichida ham har xil bo'lishi mumkin. Ko'pincha bunday silliq naychalar klasterlar yoki zonalarni hosil qiladi. Masalan, ichak epiteliy hujayralarida silliq ER asosan hujayraning apikal, yuqori qismida, so'rilish yuzasiga yaqin joyda joylashgan. Jigar hujayralarida silliq ER zonalari ko'pincha glikogen yotqizish joylari bilan bog'liq. Silliq ER sitoplazma hajmining katta qismini egallagan hujayralar mavjud (masalan, moyaklar oraliq hujayralarida, o'simlik bezli terpenoid hujayralarida).

ER ning silliq shakli va uning granüler shakli o'rtasidagi o'tishning uzluksizligi bir necha bor aniqlangan. Siz tez-tez qanday sardobani ko'rishingiz mumkin Null ER o'z yuzasida ribosomalarni yo'qotadi va "silliq" bo'ladi. Bunday holda, sardobaning bunday qismi notekis bo'lib qoladi va go'yo silliq ER naychalari va tubulalariga aylanib, shoxlana boshlaydi. Bu hudud ko'pincha o'tish davri deb ataladi, chunki bu erda transport pufakchalari hosil bo'ladi va ajraladi, yangi sintezlangan oqsillar va lipidlarni Golji apparati zonasiga olib boradi. Silliq ER donador ER uchun ikkilamchi bo'lib, ikkinchisidan kelib chiqadi. Shunday qilib, kalamush kuchukchasida tug'ilishdan oldin, jigar hujayralarida ko'p miqdorda donador ER hosil bo'ladi, lekin tug'ilgandan so'ng darhol silliq ER naychalari massasi paydo bo'ladi. Topografik aloqasi va umumiy kelib chiqishiga qaramay, ERning bu ikki vakili funktsional jihatdan bir-biridan keskin farq qiladi. Yuqorida aytib o'tilganidek, silliq ERda ribosomalarning yo'qligi bevosita uning oqsil sintezida ishtirok etmasligini ko'rsatadi. Silliq ER faolligi, ehtimol, lipidlar va ba'zi hujayra ichidagi polisaxaridlarning metabolizmi bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

Triglitsyeridlar va lipidlar sintezida silliq ER ning ishtiroki ichak epiteliyal hujayralari tomonidan yog'larning so'rilishi jarayonlarini o'rganishda ko'rsatilgan.

Smooth ER, ayniqsa, buyrak usti bezlari po'stlog'i kabi steroidlarni ajratuvchi hujayralarda ko'p. Ukol sintezi uchun asosiy fermentlar ushbu hujayralardan silliq ERni yo'q qilish paytida hosil bo'lgan mikrosomalarning fraktsiyalarida topilgan. Ukol gormonlar sintezida ishtirok etadigan moyaklar oraliq hujayralari, shuningdek, yog 'to'planishining eng boshida yog' bezlarining hujayralari silliq to'rga boy.

Silliq ER ning turli hujayralar gialoplazmasidagi glikogen konlari (hayvon va zamburug'larning zahiradagi hujayra ichidagi polisaxaridi) bilan yaqin topografik aloqasi bu bog'liqlikning uglevod almashinuvi bilan ahamiyatini ko'rsatadi. Jigar hujayralari va mushak tolalarida glikogen granüler ER tsisternalari bo'lmagan, ammo silliq ER ning pufakchalari va kanalchalariga boy joylarda to'planadi. Bunday silliq ER zonalari glikogen yo'qolganda (masalan, ro'za tutish paytida) ham, uning konlari ko'payganda ham kattalashishi mumkin.

Jigarda silliq ER zonalarining ko'payishi ko'pincha hujayralardagi bir qator patologik jarayonlar bilan bog'liq. Shunday qilib, barbiturat bilan zaharlanishda, turli kanserogenlar yoki zaharli moddalar ta'sirida, gormonal dorilarning katta dozalari ta'sirida, jigar hujayralari o'ziga xos sitoplazmatik bazofiliyani yo'qotadi, ularning RNK miqdori kamayadi va sitoplazmada oksifil zonalar paydo bo'ladi. Elektron mikroskopda bu zonalar silliq ER klasterlari bilan ifodalanadi; bu hodisa bu joylarda turli xil zararli moddalarning parchalanish jarayonlari, metabolik deaktivatsiya jarayonlari sodir bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, ular bir qator oksidlovchi moddalar tomonidan amalga oshiriladi. fermentlar, ularning eng mashhur oqsili sitoxrom P450 deb ataladi. Bu oqsil gidroksil guruhini turli potentsial xavfli suvda erimaydigan uglevodorodlarga yoki membrananing ikki qavatiga kiradigan lipofil zaharli moddalarga (masalan, uglerod tetraoksid) biriktirilishida ishtirok etadi. Bu erda boshqa fermentlar bu gidroksil guruhlarga manfiy zaryadlangan molekulalarni (sulfat, glyukuron kislotasi) qo'shadi, bu esa metabolitlarni yoki zararli lipofil moddalarni suvda eruvchan qiladi, shuning uchun ular organizmdan siydik bilan ajralib chiqishi mumkin. Jigar hujayralarida o'sib chiqqan silliq ER zaharli moddani olib tashlangandan so'ng, ehtimol lizosomalar - autofagosomalar yordamida yo'q qilinadi.

Chiziqli muskullarda vakuolalar va silliq ER kanallari (sarkoplazmatik retikulum) har bir miofibrilni o'rab oladi (33-rasm).



33-rasm. Sarkoplazmatik retikulumning (SR) miyofibrilda joylashishi. 1- sarkolemma; 2-miofibril; 3-kanalli SR; 4-terminalli CP kanalchalari

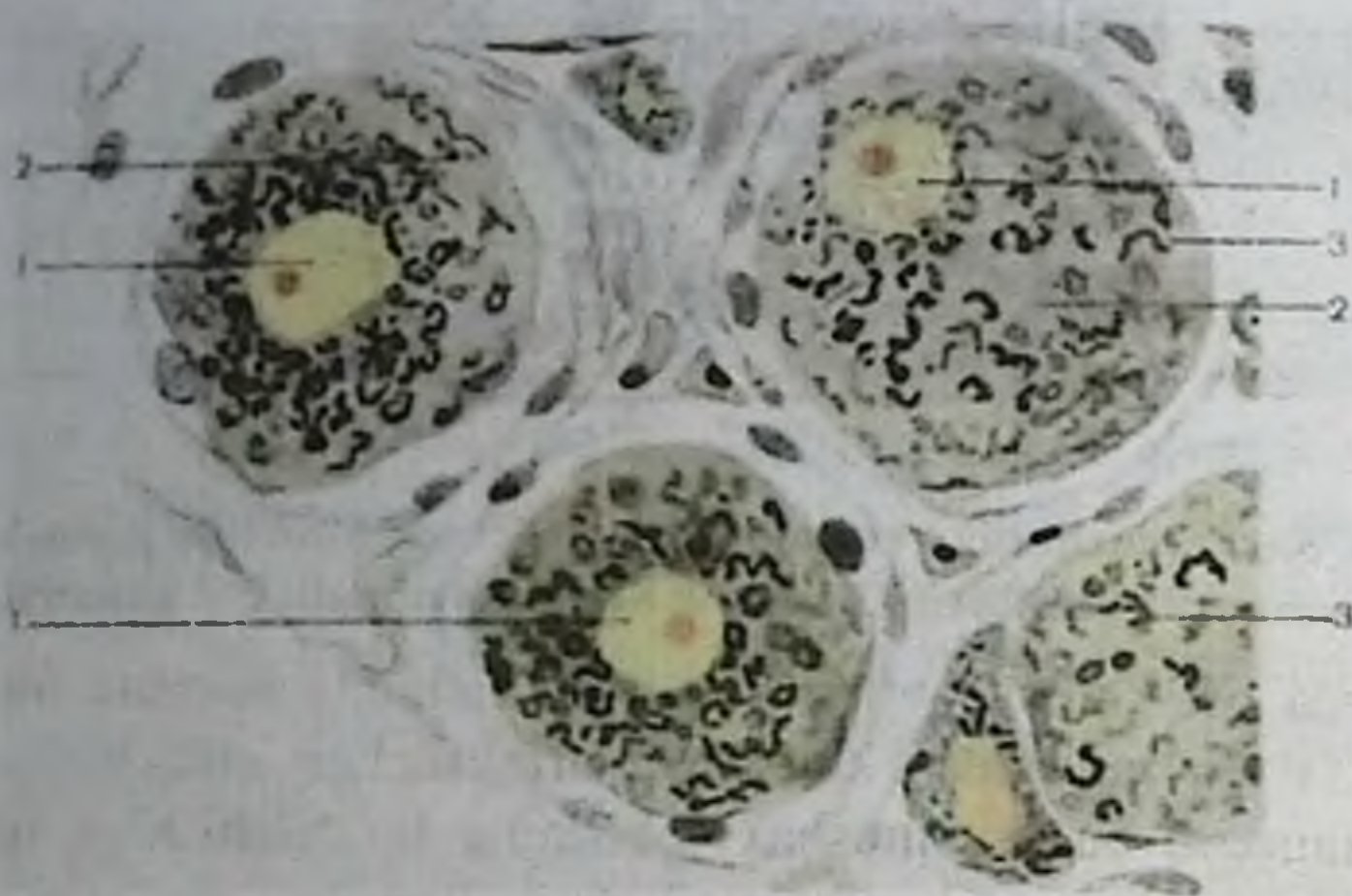
Bu erda ER kaltsiy ionlarini joylashtirishning maxsus funksiyasini bajaradi. ATP mavjudligida u kaltsiy ionlarini faol ravishda o'zlashtirishi va to'plashi mumkin, bu esa mushak tolasining bo'shashishiga olib keladi. Kaltsiy nasos oqsillari sarkoplazmatik retikulumning ajralmas membrana oqsillari hisoblanadi. Yuqori o'simliklar orasida silliq retikulum terpenlar, steroidlar va lipidlarni sintez qilish va tashishda ishtirok etadigan to'qima hujayralarida uchraydi.

GOLGI KOMPLEKSI VA LIZOSOMA

1898 yilda italyan olimi C.Golji og'ir metallarni (osmiy yoki kumush) hujayra tuzilmalari bilan bog'lash xususiyatlaridan foydalanib, asab hujayralarida to'r shakllanishini aniqladi va uni "ichki to'r apparati" deb ataydi. Metallni bo'yash usulini yanada takomillashtirish (emprenye) to'r tuzilmalari (Golji apparati) eritrotsitlar bundan mustasno, hayvon organizmlarining barcha hujayralarida mavjudligini tekshirishga imkon berdi. Odatda, Golji kompleksining elementlari hayvon hujayralarida sentrosoma yaqinida yadro yaqinida, o'simlik hujayralarida esa - periferiya bo'ylab joylashgan.

Kompleksning bo'limlari murakkab tarmoqlarga o'xshaydi. Ushbu tarmoqning hujayralari bir-biriga bog'langan yoki botiq vakuolyar shakllanishlar shaklida alohida joylashgan bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, kompleksning morfologiyasi hujayra siklining fazasiga juda bog'liq. Bu dinamik jihatdan murakkab, uyushtirilgan va qutblangan vakuolalar tizimidir. Odatda Golji kompleksi kichik zonada to'plangan alohida klasterlardan, sistemalar deb ataladigan vakuolalar bo'limlaridan

iborat. Yassilangan sistemalar to'plami diktiosoma bo'lib, tayloqchalar, donalar, botiq disklar va boshqalarga o'xshaydi (34-rasm).



34-rasm. Nerv hujayralarida Golji apparati (yorug'lik mikroskopiga ko'ra). 1-yadro va yadrocha; 2-sitoplazma; 3-Golji apparati.

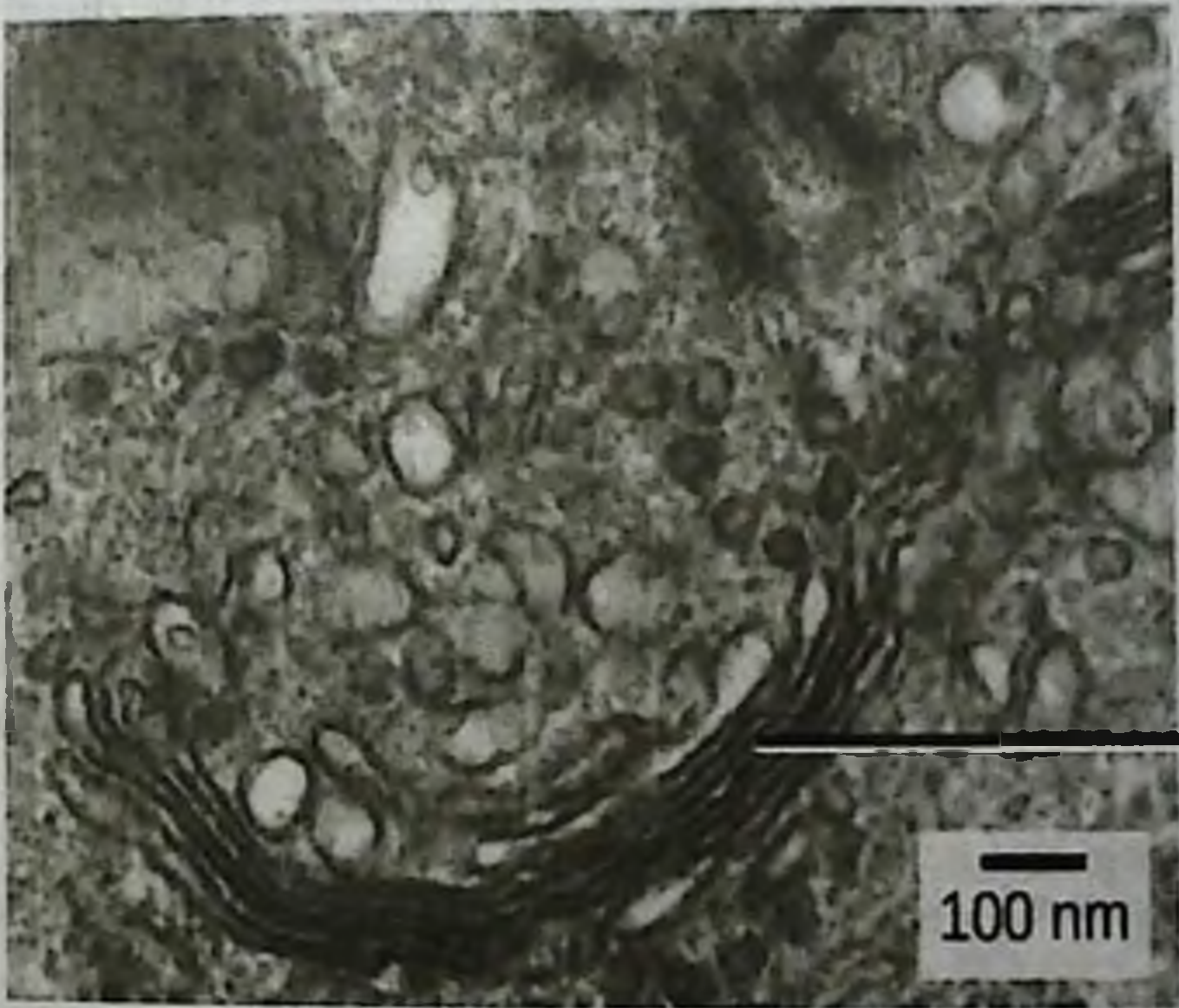
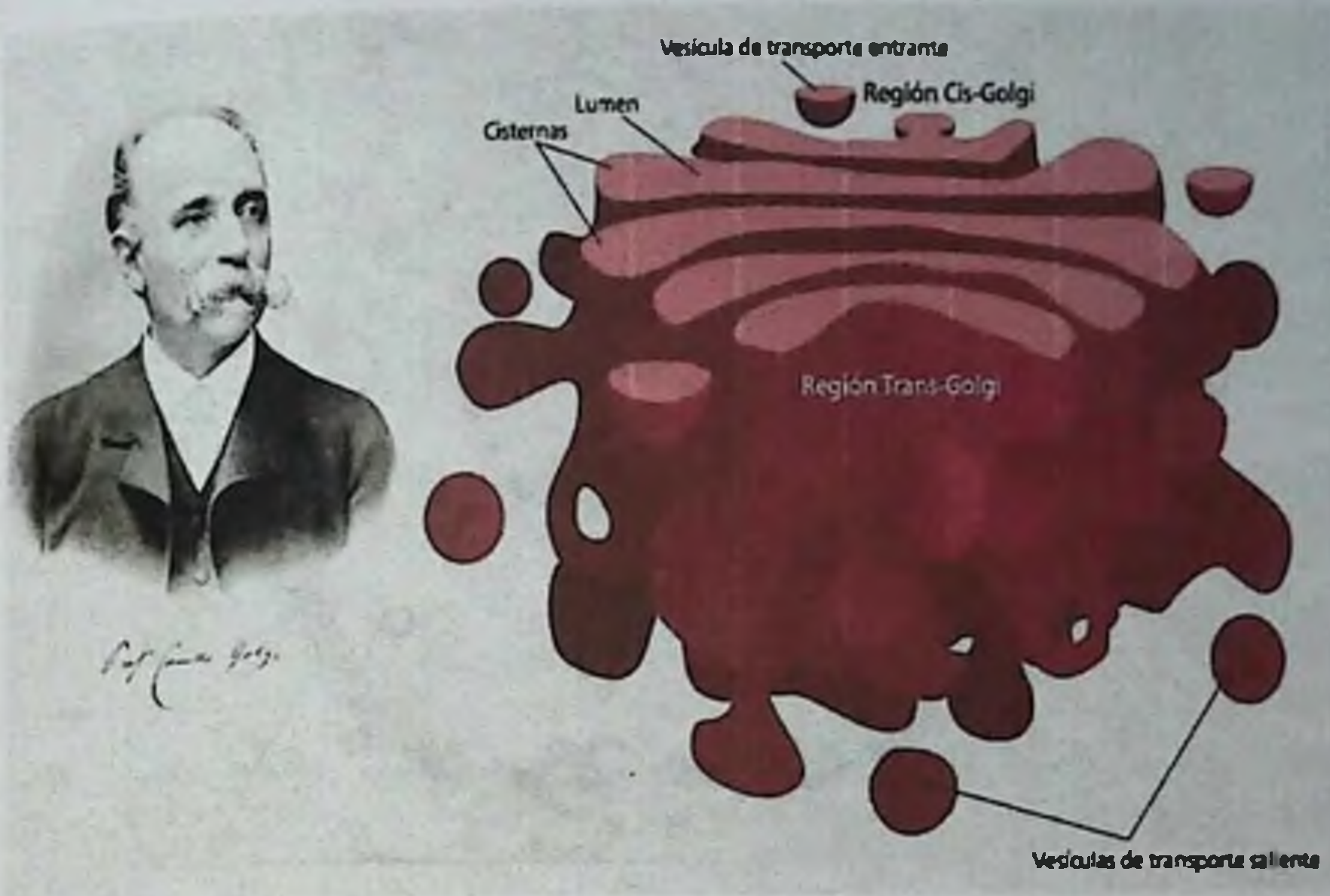
Diktiosomada yassi membranali sistemalar 20-25 nm masofada bir-biriga yaqin joylashgan bo'lib, ular orasida gialoplazma qatlamlari mavjud. Har bir tankning diametri taxminan bir mikron va o'zgaruvchan qalinligi bor. Sardobaning markazida membranalar bir-biriga yaqinroq joylashgan (25 nm), sistemaning chetlarida esa ampulali kengaytmalar mavjud. Ularning kengligi doimiy emas. Stakdagi bunday tanklar soni beshdan o'ntagacha o'zgaradi. Bir hujayrali organizmlarda yigirmatagacha bo'ladi. Ushbu strukturaviy birliklarga qo'shimcha ravishda, kompleks asosan periferik hududlarda joylashgan ko'plab kichik vakuolalarni o'z ichiga oladi. Bu kichik vakuolalar ampulyar uchlardan ajralib turadi va butun diktiosomani hoshlaydi (35A, B; 36-rasm).

Diktiosomada ikkita qutbni ajratish odatiy holdir:

- 1) Proksimal - hujayra yadrosiga yaqinroq joylashgan.
- 2) Distal yoki etuk trans-qutb.
- 3) Medial qism - o'rta.

Trans-qutbda kompleks quvurli elementlardan va kichik vakuolalar massasidan iborat hududga tutashgan. Bu klatrin oqsilini o'z ichiga olgan pubescent vesikulalar. Ular ekzotsitozda faol ishtirok etadilar.

Plazma membranasiga yaqinroq kattaroq vakuolalar maydoni bo'lib, ular kichikroq vakuolalarning birlashishi natijasida sekretor vakuolalarni hosil qiladi.



Golji apparati

35-rasm. A-sxema; Skanerli elektron mikroskopdagi Golji apparatining B tasviri (X 52000). Katta parallel klaster uchlarida yopilgan juft membranalar va ularning atrofida kichik pufakchalar.



36-rasm. Golji apparati. Yorilish paytidagi sferulit (sferik diktiosoma) ko'rinadi.

1924 yilda Nasonov Golji majmuasini taklif qildi. hujayradagi moddalarning bo'linishini (ajralishini) va to'planishini ta'minlovchi organelladir.

Xuddi shu hujayra ko'plab oqsillarni sintez qilishda ishtirok etishi mumkin. Bu hujayra ularni bir-biridan ajratib turadi va hujayra yuzasiga yo'naltiradi. Bundan tashqari, Golji majmuasida nafaqat bu mahsulotlarning pompalanishi, balki ularning bosqichma-bosqich etukligi, modifikatsiyasi ham sodir bo'ladi, bu esa mahsulotlarni saralash bilan yakunlanadi.

O'simlik hujayrasining AG'sida hujayra devori matritsasining polisaxaridlari (gemitellyuloza, pektin) sintezi sodir bo'ladi. O'simlik hujayrasining diktiosomasi shilimshiq ajratadi. Tsellyuloza plazmalemma yuzasida sintezlanadi.

Golji kompleksining funktsiyalari:

1) ESRda sintez qilingan mahsulotlarni ajratish va to'plashda ishtirok etish;

2) Organik moddalarning kimyoviy qayta tuzilishi va pishib etishida ishtirok etish. Asosan, bu suvda eruvchan sekretsiyalar tarkibida yoki membranalar tarkibida glikoproteinlarning oligosakkarid komponentlarini qayta qurish;

3) Bu polisaxaridlarning sintezi, ularning oqsillar bilan aloqasi, mukoproteinlar, glikoproteinlar hosil bo'lishiga olib keladi; 4) Hujayradan

tashqarida tayyor sekretsialarni olib tashlash; 5) Hujayra lizosomalarining manbai. Lizosomalar.

Lizosomalar mustaqil hujayra tuzilmalari emas, chunki ular ER va Golji kompleksining faoliyati tufayli hosil bo'ladi. Va bu jihatdan ular sekretor vakuolalarga juda o'xshash. Ularning asosiy vazifasi ham ekzogen, ham endogen makromolekulalarning hujayra ichidagi parchalanish jarayonlarida ishtirok etishdir. Lizosomalarning umumiy xususiyatlari.

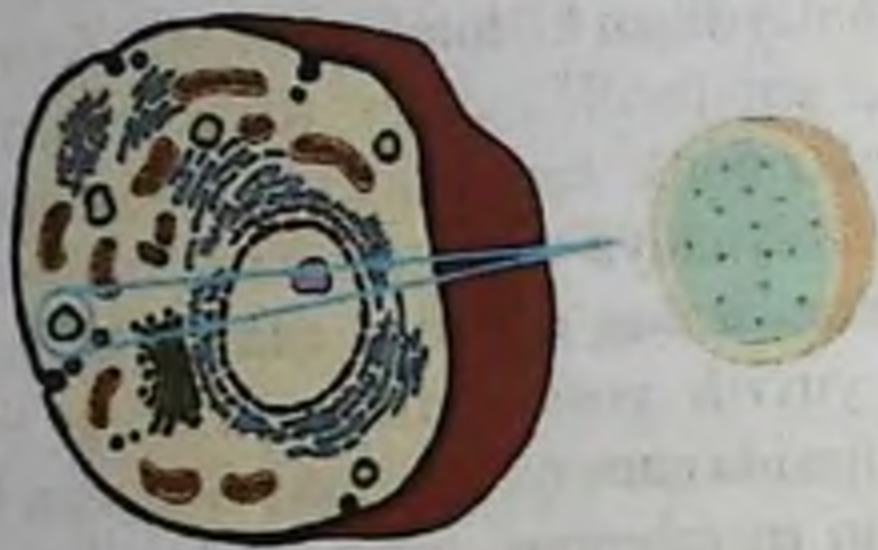
Lizosomalar hujayra ichidagi membrana zarralari sifatida biokimyogarlar tomonidan kashf etilgan (De Duve, 1955). Sichqoncha jigar gomogenatlaridan olingan makrosomalarning engil subfraktsiyasini o'rganishda, bu subfraktsiya (makrosomalarning asosiy fraktsiyasi - mitoxondrial fraktsiyadan farqli o'laroq) oqsillarni, nuklein kislotalarni, polisaxaridlarni parchalaydigan kislotali gidrolitik fermentlar (gidrolazalar) guruhiga ega ekanligi aniqlandi. lipidlar. Ko'rinib turibdiki, bu fermentlar maxsus turdagi sitoplazmatik zarrachalar, lizosomalar tarkibida mavjud. Ma'lum bo'lishicha, izolyatsiya qilingan lizosomalarning fermentlari o'z faolligini faqat lizosomalarning o'zlariga zarar etkazish birinchi navbatda osmotik zarba yoki yuvish vositalarining ta'sirida yoki preparatlarning muzlashi va erishi natijasida namoyon bo'ladi. Shundan kelib chiqqan holda, lizosomalar lipoprotein membranasi bilan o'ralganligi, lizosomalar ichida joylashgan fermentlarga tashqarida joylashgan substratlarning kirishiga to'sqinlik qiladigan degan xulosaga keldi.

Lizosomalarning o'ziga xos xususiyati shundaki, ular tarkibida 40 ga yaqin gidrolitik fermentlar: proteinazlar, nukleazlar, glikozidazalar, fosforilazalar, fosfatazalar, sulfidazalar mavjud bo'lib, ularning optimal ta'siri pH 5 da sodir bo'ladi. Lizosomalarda kislotali muhit mavjud bo'lganligi sababli kislotali muhit hosil bo'ladi. Ularning membranalarida H⁺ nasosi, ATPga bog'liq. Bundan tashqari, lizosoma membranasiga gidroliz mahsulotlarini lizosomalardan gialoplazmaga o'tkazish uchun tashuvchi oqsillar qurilgan: bo'lingan molekulalarning monomerlari - aminokislotalar, shakarlar, nukleotidlar, lipidlar. Lizosomalar ishi bilan tanishganingizda, har doim savol tug'iladi: nega bu membrana shakllari o'zlarini hazm qilmaydi? Ehtimol, lizosomalarning membrana elementlari kislota gidrolazalarining ta'siridan oligosakkarid hududlari tomonidan himoyalangan bo'lib, ular lizosomal fermentlar tomonidan tan olinmaydi yoki gidrolazalarning ular bilan o'zaro ta'sirini oldini oladi. Qanday bo'lmasin, lizosomalarning membrana qismlari lizosomal pufakchalar ichidagi gidrolazalarga juda chidamli.

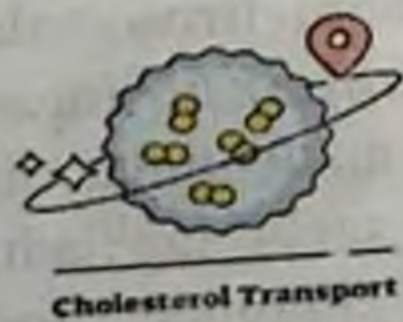
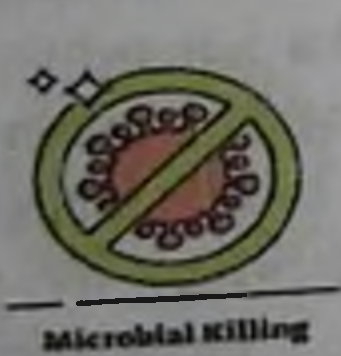
Ba'zi gidrolazalarning mavjudligi gistokimyoviy usullar bilan aniqlanishi mumkin. Shunday qilib, yorug'likda ham, elektron mikroskoplarda ham aniqlangan xarakterli gidrolazalardan biri kislota fosfatazasi bo'lib, uning mavjudligi bilan ma'lum bir membrana pufakchasi lizosoma ekanligini aniq aniqlash mumkin.

Elektron mikroskop ostida ko'rish mumkinki, lizosoma fraktsiyasi o'lchami 0,2-0,4 mkm bo'lgan (jigar hujayralari uchun) bir membrana bilan chegaralangan (uning qalinligi taxminan 7 nm), tarkibi juda xilma-xil bo'lgan juda rang-barang pufakchalar sinfidan iborat. ichida (37-rasm: A-G).

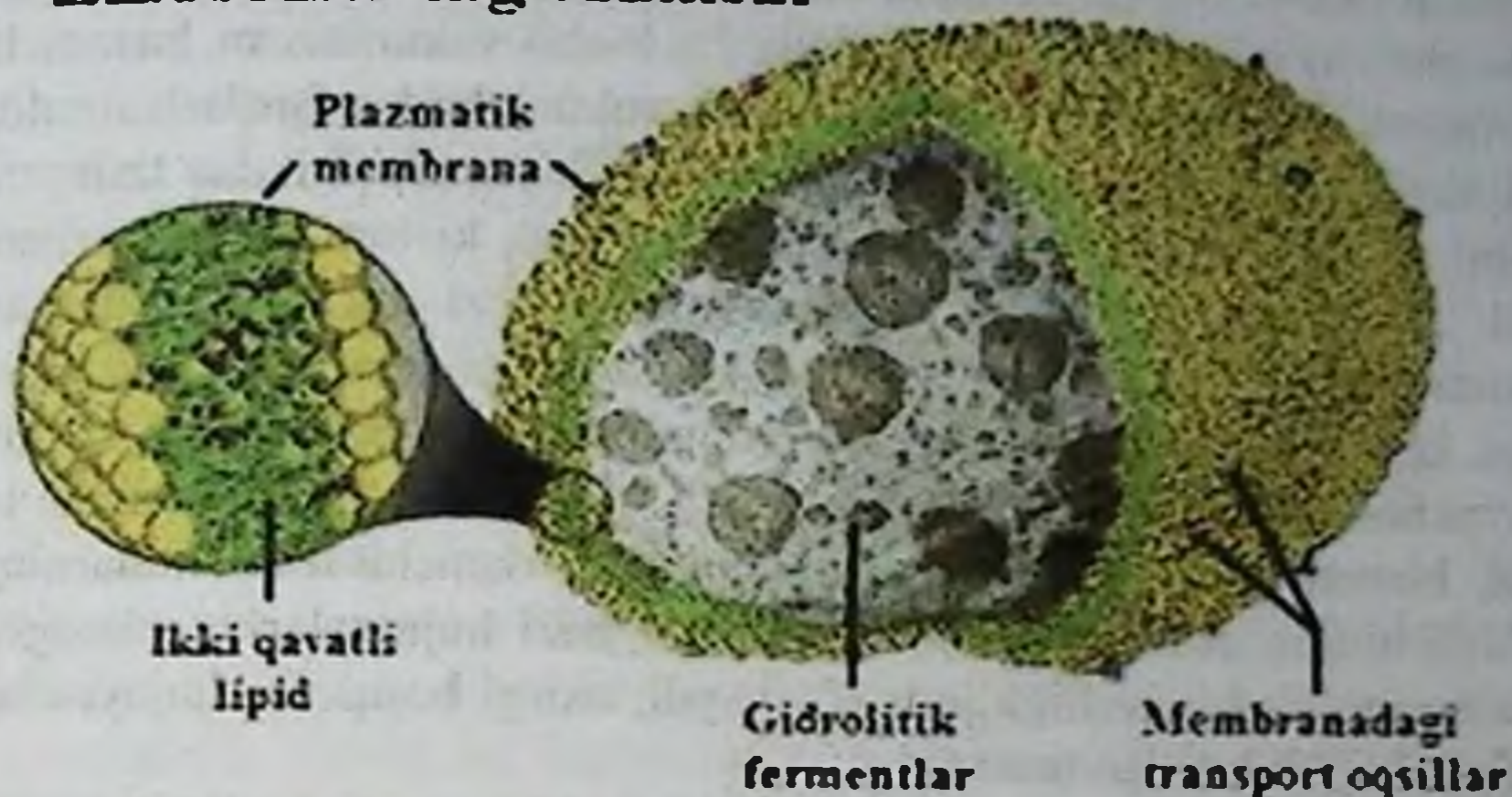
Lysosome



FUNCTIONS OF LYSOSOMES



Lizosomaning tuzilishi



37-rasm. A-lizosomalarning tuzilishi, vazifalari va shakllari; B-lizosomal sikl; B, D - lizosomalar funksiyasining sxematik tasviri.

Lizosoma fraktsiyasida bir hil, tuzilmasiz tarkibga ega bo'lgan pufakchalar, zich modda bilan to'ldirilgan pufakchalar mavjud bo'lib, ular o'z navbatida vakuolalar, membranalar klasterlari va zich bir jinsli zarrachalarni o'z ichiga oladi; Ko'pincha lizosomalar ichida nafaqat membrana qismlarini, balki mitoxondriya va ER qismlarini ham ko'rish mumkin. Boshqacha qilib aytganda, bu fraksiya gidrolazalarning doimiy mavjudligiga qaramay, morfologiyada juda xilma-xil bo'lib chiqdi.

Morfologik jihatdan o'xshash zarralar ko'plab hayvonlarning turli to'qimalarida ilgari tasvirlangan. Biroq, sitologlar bu polimorf zarrachalarning funktsional ahamiyatini aniqlay olmadilar. Va faqat biokimyoviy, sitokimyoviy va elektron mikroskopik tadqiqot usullarining kombinatsiyasi hujayra lizosomalarining tuzilishi, kelib chiqishi va ishlashini etarlicha batafsil tushunishga imkon berdi.

Lizosomalarning morfologik heterojenligi. Turli morfologiyaga ega bo'lgan lizosomal zarralar orasida kamida to'rtta turni ajratish mumkinligi aniqlandi: birlamchi lizosomalar, ikkilamchi lizosomalar, autofagosomalar va qoldiq tanalar. Lizosomalar morfologiyasining xilma-xilligi bu zarrachalarning hujayra ichidagi hazm qilish jarayonlarida ishtirok etishi va ekzogen (hujayradan tashqari) va endogen kelib chiqadigan murakkab hazm qilish vakuolalarini hosil qilishi bilan bog'liq.

Birlamchi lizosomalar o'lchami taxminan 100 nm bo'lgan kichik membrana pufakchalari bo'lib, tarkibida gidrolazalar to'plamini, jumladan,

lizosomalar uchun marker ferment bo'lgan kislota fosfatazasini o'z ichiga olgan tuzilmasiz modda bilan to'ldirilgan. Bu kichik vakuolalarni, birlamchi lizosomalarni Golji apparati chetidagi kichik vakuolalardan farqlash amalda juda qiyin. Ulardan ba'zilari klatrin qobig'ini olib yuradi. Bundan tashqari, AG ning ushbu periferik qismining vakuolalarida kislota fosfataza ham mavjud. Hujayralarda ushbu fermentning sintezi va lokalizatsiyasi jarayonini kuzatib, uning sintez joyi, kutganidek, granulyar retikulum ekanligi, keyin bu ferment diktiosomalarning proksimal qismlarida, so'ngra kichik vakuolalarda paydo bo'lishi aniqlandi. diktiosomaning periferiyasi va nihoyat, birlamchi lizosomalarda aniqlanadi. Birlamchi lizosomalarning hosil bo'lishining butun yo'li oshqozon osti bezi hujayralarida zimogen granulalarning shakllanishiga juda o'xshaydi, oxirgi bosqich - hujayradan chiqarib yuborish bundan mustasno.

Bir qator aniq tajribalar yordamida birlamchi lizosomalar keyinchalik fagotsitar yoki pinotsitotik vakuolalar, endosomalar bilan birlashib, ikkilamchi lizosoma yoki hujayra ichidagi ovqat hazm qilish vakuolasini hosil qilishlari aniqlandi. Bunday holda, birlamchi lizosoma tarkibi endotsitik vakuolaning bo'shlig'i bilan birlashadi va birlamchi lizosomaning gidrolazalari substratlarga kirish huquqiga ega bo'lib, ular parchalana boshlaydi (37-rasm, B).

Birlamchi lizosoma endotsitik vakuola bilan birlashganda, ikkilamchi lizosoma ichidagi kislotali muhit tufayli M-6-P retseptor-gidrolaza komplekslarining dissotsiatsiyasi sodir bo'ladi. Keyin, fosfat guruhini yo'qotgandan so'ng, erkin ferment faollashadi va ishlay boshlaydi. Chiqarilgan membrana retseptorlari ikkilamchi lizosomadan ajralib chiqadigan kichik pufakchalarga o'tadi va Golji apparati ko'ndalang bo'limiga qaytadi, ya'ni. ular qayta ishlanadi. Birlamchi lizosomalarning endositik vakuolalar bilan birlashishi jarayoni juda batafsil kuzatilgan. Shunday qilib, agar sichqonchanning tanasiga begona oqsil, peroksidaza kiritilsa, u endositik vakuolalarda to'plana boshlaydi. Gistokimyoviy reaksiya yordamida elektron mikroskop ostida bunday vakuolalarda peroksidazani aniqlash mumkin. Faoliyati mahsulotlari gistokimyoviy tarzda ham aniqlanadigan kislota fosfatazasini o'z ichiga olgan birlamchi lizosomalar ushbu vakuolalarga yaqinlashayotgani aniqlandi. Keyin vakuol membranalarining birlashishi sodir bo'ladi va yangi vakuolning birlashtirilgan hajmida ham peroksidaza, ham fosfataza faolligi aniqlanadi. Morfologiyasiga ko'ra, bunday vakuola endositoz jarayonida ushlangan komponentlarni o'z ichiga olgan lizosomadir. Bu ikkilamchi lizosoma.

Hujayra lizosomalarining hajmi va tuzilishining xilma-xilligi, birinchi navbatda, ikkilamchi lizosomalarning xilma-xilligi bilan bog'liq - endotsitik vakuolalarning birlamchi lizosomalar bilan birlashishi mahsulotlari. Shunday qilib, ikkilamchi lizosomalar hujayra ichidagi ovqat hazm qilish vakuolalaridan boshqa narsa emas, ularning fermentlari kichik birlamchi lizosomalar yordamida etkazib beriladi. Shuning uchun bunday lizosomalarning kattaligi va ichki tuzilishi so'rilgan moddalar yoki zarrachalarning turiga bog'liq.

Lizosomalar bir-biri bilan birlashishi va shu bilan hajmini oshirishi mumkin, shu bilan birga ularning ichki tuzilishi murakkablashadi. Shunday qilib, to'qima madaniyati hujayralariga kolloid temirni muhitda berib, uning zarralari (elektron mikroskopda yaxshi ko'rinib turadi) avval fagotsitoz vakuolalarda paydo bo'lishini, so'ngra ikkilamchi lizosomalarda qanday bo'lishini ko'rish mumkin. Agar bir muncha vaqt o'tgach, hujayraga yana begona modda, masalan, kolloid oltin berilsa (zarralari morfologik jihatdan kolloid temir zarralaridan farq qiladi), u holda uning lizosomalarda paydo bo'lish dinamikasi bir xil bo'ladi. Ammo lizosomalar paydo bo'ladi, bir vaqtning o'zida kolloid temir va kolloid oltinning granulalarini o'z ichiga oladi.

Lizosomaga kiradigan so'rilgan ozuqa moddalarining taqdiri ularning gidrolazalar ta'sirida monomerlarga bo'linishi va bu monomerlarning lizosoma membranasi orqali gialoplazmaga o'tishi va u erda qaytadan foydalanilishi va turli sintetik va metabolik jarayonlarga qo'shilishidir.

Lizosomalar so'rilgan zarralar va eritmalarni hazm qilishda ishtirok etishdan tashqari, hujayra mahsulotlarini o'zgartirishda ishtirok etadigan hujayra ichidagi tuzilmalar rolini o'ynashi mumkin. Shunday qilib, qalqonsimon bez hujayralarida ERda qalqonsimon gormonning prekursor oqsili bo'lgan tiroglobulin sintezlanadi. Tiroglobulin AG yordamida hujayralardan qalqonsimon bez follikullari bo'shlig'iga chiqariladi. Gormonal stimulyatsiya bilan yodlangan tiroglobulin yana pinotsitoz orqali bezli hujayraga kiradi. Tiroglobulinni o'z ichiga olgan pinotsitotik vakuolalar birlamchi lizosomalar bilan birlashadi, ularning fermentlari tiroglobulinning qisman gidrolizlanishiga olib keladi, bu tiroksin, qalqonsimon gormonning shakllanishiga olib keladi, keyinchalik u hujayradan chiqariladi, ajralib chiqadi va qon oqimiga kiradi.

Biroq, lizosomalar ichidagi biogen makromolekulalarning parchalanishi va hazm bo'lishi ba'zi hujayralarda tugamasligi mumkin. Bunda hazm qilinmagan mahsulotlar lizosomalarning bo'shliqlarida

to'planadi va ikkilamchi lizosomalar telolizosomalarga yoki qoldiq tanachalarga aylanadi. Qoldiq jismlar allaqachon kamroq gidrolitik fermentlarni o'z ichiga oladi; tarkibi siqiladi va qayta tartibga solinadi. Ko'pincha qoldiq jismlarda murakkab qatlamli tuzilmalarni hosil qiluvchi hazm bo'lmagan lipidlarning ikkilamchi tuzilishi kuzatiladi. U erda pigmentli moddalar to'planadi. Odamlarda, tananing qarishi bilan, "qarish pigmenti" - lipofussin - miya, jigar va mushak tolalari hujayralarida telolizosomalarda to'planadi.

Avtolizosomalar (autofagosomalar) doimiy ravishda oddiy hayvonlar, o'simliklar va hayvonlar hujayralarida mavjud. Morfologiyasiga ko'ra ular ikkilamchi lizosomalar deb tasniflanadi, ammo farqi shundaki, bu vakuolalar parchalar yoki hatto butun sitoplazmatik tuzilmalarni o'z ichiga oladi, masalan, mitoxondriyalar, plastidlar, ER elementlari, ribosomalar, glikogen granulalari va boshqalar. Avtofagosomalarning hosil bo'lish jarayoni hali yaxshi tushunilmagan. Bir fikrga ko'ra, birlamchi lizosomalar hujayra organellasi atrofida tizilib, bir-biri bilan birlashishi va shu bilan uni sitoplazmaning qo'shni sohalaridan ajratishi mumkin: maydon membrana bilan ajralib, shunday murakkab lizosoma ichiga o'ralgan bo'lib chiqadi.

Avtofagotsitoz jarayoni o'zgartirilgan, "buzilgan" hujayra tarkibiy qismlarini tanlash va yo'q qilish bilan bog'liq degan taxmin mavjud. Bunday holda, lizosomalar nuqsonli tuzilmalarni boshqaradigan hujayra ichidagi tozalovchi sifatida ishlaydi. Jigar mitoxondriyalari shunday avtofagiyaga uchraydi, bunda alohida mitoxondriyaning umri 10 kun. Qizig'i shundaki, normal sharoitda metabolik stressda (masalan, jigar hujayralari faoliyatining gormonal induktsiyasi paytida) autofagosomalar soni ortadi. Hujayralarning turli jarohatlari bilan autofagosomalar soni sezilarli darajada oshadi; bu holda hujayralar ichidagi butun zonalar avtofagotsitozga duchor bo'lishi mumkin.

Lizosomal patologiyalar. Patologik jarayonlarda hujayralardagi lizosomalar sonining ko'payishi odatiy hodisadir. Ushbu kuzatish lizosomalarning hujayra o'limida faol rol o'ynashi mumkinligi haqidagi fikrni keltirib chiqardi. Biroq, aksariyat hollarda hujayra o'limidan oldin lizosomalardan gidrolazalar ajralib chiqmagan. Bundan tashqari, membrana yorilib ketganda ham, lizosomal gidrolazalar neytral pH qiymati bilan sitoplazmaga kirib, faolligini yo'qotishi kerak. Lizosoma fermentlari, shubhasiz, o'lik hujayralarning avtolizida ishtirok etadi, ammo bu, ehtimol, hujayralarning o'limining sababi emas, balki ikkinchi darajali hodisa.

Lizosomal "saqlash kasalliklari" deb ataladigan bir qator tug'ma kasalliklar mavjud. Bu kasalliklarning o'ziga xos xususiyati shundaki, yorug'lik mikroskopi ostida hujayralarda ko'plab vakuolalar kuzatiladi. Masalan, Pompe kasalligi bilan glikogen lizosomalarda to'planadi, u erda bunday bemorlarda kislota a-glikozidaza fermenti yo'qligi sababli parchalanmaydi. Ko'pgina "saqlash kasalliklari" birlamchi gen mutatsiyasi natijasida paydo bo'lib, lizosomalarning ishlashida ishtirok etadigan individual fermentlarning faolligini yo'qotishiga olib keladi.

Endi, afsuski, lizosomal patologiya bilan bog'liq bo'lgan 25 dan ortiq bunday genetik kasalliklar allaqachon ma'lum.

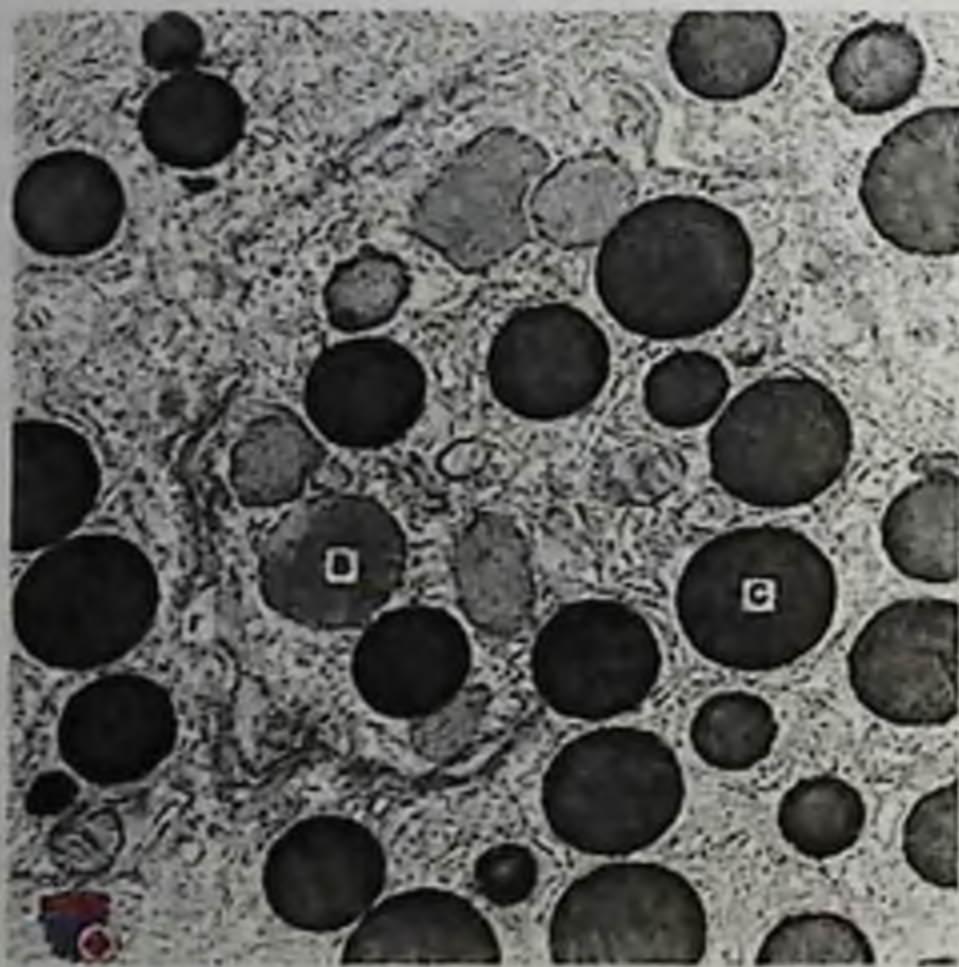
PEROKSIZOMLAR (MIKROTALALAR), SFEROSOMALAR VA VAKUOLLAR O'SIMLIK HUYAYASI

Peroksizomalar. Peroksisomalar (mikrobadalar, glyoksizomalar) diametri 300–1500 nm bo'lgan bir membranali vakuolalardir. Ular donador matritsaga ega bo'lib, uning markazida fibrillyar materialdan tashkil topgan psevdokristalli tuzilmalar joylashgan. Peroksizomalar protozoa hujayralarida va o'simlik va hayvonlarning maxsus hujayralarida mavjud. Jigar hujayralarida, ayniqsa, ko'plab peroksisomalar mavjud bo'lib, ular vodorod peroksid almashinuvida ishtirok etadilar. Jigar peroksizomalari jigar yaqinida joylashgan bo'lib, metabolizmda ishtirok etadigan bir qator fermentlarni o'z ichiga oladi vodorod peroksid tabolizmi - katalaza, urat oksidaz va boshqalar o'simliklar va hayvonlarning peroksizomalarida purin katabolizmi va glyoksalat aylanishi uchun fermentlar ham bo'lishi mumkin. O'simliklarda peroksisomalar ko'pincha mitoxondriya va plastidlar bilan o'zaro ta'sir qiladi. Peroksizomalarning kelib chiqishi va ularning hujayralardagi roli yaxshi tushunilmagan. E'tiborga loyiqki, mexanizmi noma'lum bo'lgan ushbu organellaning yangilanish tezligi yuqori.

Protozoalarda, pastki zamburug'larda, yuqori o'simliklarda, embrion to'qimalarda, jigar va buyraklarda yuqori umurtqali hayvonlarda uchraydi. Lokalizatsiya - ER membranalar yaqinida. O'simlik hujayralarida peroksisomalar mitoxondriya bilan yaqin aloqada bo'ladi. Bular vodorod peroksid, glyoksilat va boshqalarni hosil qilish va ulardan foydalanish uchun fermentativ tizimga ega organellalardir. Peroksizomalar hujayra ichidagi oksidlanish-qaytarilish muvozanatini va reaktiv kislorod turlarining kontsentratsiyasini tartibga soladi. Ular 1960 yilda o'sha De Duve tomonidan kashf etilgan. Bular diametri 0,3 dan 1,5 mkm gacha bo'lgan kichik vakuolalar bo'lib, donador matritsani chegaralovchi bitta membrana

bilan qoplangan, ularning markazida yadro joylashgan. Sutmizuvchilarda peroksisomalar ikki shaklda taqdim etiladi - universal kichik va kattaroq, asosan jigar va buyrak hujayralariga xosdir. Peroksisoma membranalari silliq ER membranalaridan yoki mitoxondriya va xloroplastlar kabi o'sish va bo'linish paytida oldingi peroksisomalardan iborat. Peroksisomalar o'z-o'zini qaytaruvchi organellalardir, ammo ularda nuklein kislotalar ham, replikasiya mexanizmi ham mavjud emas. Peroksisomalarni tashkil etuvchi barcha oqsillar yadro tomonidan kodlangan. Peroksisomada maxsus oqsillar va lipidlar to'planadi, ular sitozolda sintezlanadi va keyin peroksisomaga kiradi. U o'sib boradi va keyin ikkiga bo'linadi (38-rasm).

Peroksisomalarda quyidagilar uchraydi: oksidazalar, oksidaza-d-ammot. Bu fermentlar aminokislotalar uchun markerdir. Bular oksidlovchi deaminatsiya fermentlaridir. Ushbu fermentlar ishlaganda vodorod periks va katalaza hosil bo'ladi, bu esa peroksidni yo'q qiladi.



Rasm. 38. Peroksisomalar

Peroksisomalarni kashf etgan De Dyuv bu organellalar mitoxondriyalar hali shakllanmagan davr qoldiqlari degan xulosaga keldi. Aslida, bu biologik oksidlanish funksiyasini bajaradigan organelladir. Ular hujayraning turli bo'linmalarida sodir bo'ladigan reaksiyalarni yopadigan biokimyoviy yo'llarning chorrahasida joylashgan. Energiyaning chiqishi bilan birga keladigan reaksiyalarni amalga oshirib, peroksisomalar hujayradagi oksidlanish metabolizmini konstruktiv metabolizm bilan bog'laydi va turli birikmalar sintezi uchun yo'llarni hosil qiladi, masalan, yog'larni uglevodlarga aylantirish.

2. Sferosomalar. Bular yuqori sindirish ko'rsatkichiga ega bo'lgan membrana pufakchalari va shuning uchun o'simlik hujayralarida aniq ko'rinadi, ular lipofil bo'yoqlar bilan bo'yalgan va yorug'lik mikroskopiga ega. Sferosomalar endoplazmatik retikulum elementlaridan hosil bo'ladi. ER tankining oxirida osmiofil material to'plana boshlaydi, keyin bu hududdan diametri 0,1-0,5 mikronga yetadigan kichik pufakcha o'sishni boshlaydi.

Vakuolyar tizimning alohida tuzilishi sferosomalardir. Ular o'simlik hujayralarida joylashgan va lipofil bo'yoqlar bilan bo'yalgan, juda yuqori sinishi indeksiga ega. Ular EPR elementlaridan hosil bo'ladi. Sferosomalarning o'sishi va tarkibining qayta tuzilishi ulardagi yog'ning to'planishi bilan bog'liq bo'lib, sferosoma asta-sekin yog' tomchisiga aylanadi. Lipidlarning cho'kishi membrananing osmiofil qatlamlari orasidan boshlanadi. Sferosomalarda yog'lardan tashqari oqsillar va ular orasida lipidlarni parchalovchi lipaza fermenti mavjud. Ko'pik uzilib qolgan. Yagona membranaga ega. Unda yog'ning to'planishi mavjud. U asta-sekin o'sib boradi, unda qayta qurish sodir bo'ladi va oxir-oqibat u membrana bilan o'ralgan yog' tomchisiga aylanadi.

3. O'simlik hujayralarining vakuolalari.

Pastki va yuqori o'simlik organizmlarining hujayralarida sitoplazmada bir qator muhim fiziologik yuklarni ko'taruvchi vakuolalar mavjud.

Yosh hujayralar bir nechta kichik vakuolalarga ega bo'lishi mumkin, ular hujayralar o'sishi va farqlanishi natijasida bir-biri bilan qo'shib, butun hujayra hajmining 90% gacha bo'lgan bir yoki bir nechta yirik vakuolalarni hosil qiladi. Markaziy vakuolalar sitoplazmadan qalinligi bo'yicha plazmalemmaga o'xshash bitta membrana bilan ajratilgan. Markaziy vakuolalarni o'rab turgan membrana tonoplast deb ataladi. Markaziy vakuolalar Golji apparatidan ajralib chiqadigan mayda pufakchalardan hosil bo'ladi. Bunday birlamchi vakuolalar hajmi kattalashib, bir-biri bilan birlashadi va oxir-oqibat bir yoki bir nechta yirik vakuolalarni hosil qilib, sitoplazmani yadro va organoidlar bilan hujayraning chetiga suradi. Vakuola bo'shlig'i hujayra shirasi deb ataladigan suvli eritma bilan to'ldirilgan bo'lib, u turli noorganik tuzlar, shakar, organik kislotalar va ularning tuzlari va boshqa past molekulyar birikmalar, shuningdek, ba'zi yuqori molekulyar moddalar (uchun) masalan, oqsillar) (40-rasm).



Rasm. 40. O'simlik hujayralarining vakuolalari

O'simliklarning markaziy vakuolalari turli va muhim funksiyalarni bajaradi. Uning asosiy vazifalaridan biri hujayra turgor bosimini ushlab turishdir. Vakuol sharbatida erigan molekulalar uning osmotik konsentratsiyasini aniqlaydi. Vakuol shirasining tegishli molekulyar konsentratsiyasi va uning membranasi, tonoplasti va plazmalemmasining yarim o'tkazuvchanlik xususiyatlari vakuolaning osmometr vazifasini bajarishiga yordam beradi va hujayraga kerakli kuch va turgisientlik (kuchlanish) beradi.

Vakuolaning yana bir vazifasi shundaki, vakuola metabolit qiluvchi gialoplazmadan membrana, tonoplast bilan ajratilgan katta bo'shliq bo'lib, yarim o'tkazuvchan xususiyatlarga ega va u orqali plazma membranasi orqali turli molekulalarning faol tashilishi sodir bo'lishi mumkin. Tonoplastda vakuolalarga yo'naltirilgan va shakarlarni tashishda ishtirok etgan ATPga bog'liq H^+ nasosi topildi. Shuning uchun vakuolalar hujayralar tomonidan nafaqat zahira moddalarni cho'ktirish, balki metabolitlarni chiqarish va chiqarish uchun ham saqlash rezervuari sifatida ishlatilishi mumkin. Shunday qilib, barcha suvda eriydigan metabolitlar hujayradan chiqariladi va chiqariladi. Suvda erimaydigan organik komponentlar shakar molekulalari bilan birlashib, eruvchan glyukozidlarga aylanishi mumkin. Vakuolada chiqariladigan metabolitlar ro'yxati juda keng. Bular turli xil alkaloidlar (masalan, nikotin, kofein) va polifenollar. Vakuolalarda antosiyaninlar kabi turli pigmentlarni o'z ichiga olgan ko'plab glyukozidlar to'planadi.

Noorganik moddalardan kaliy, natriy, kaltsiy fosfatlar vakuolyar sharbatda to'planadi, organik kislotalarning tuzlari (oksalatlar, sitratlar va boshqalar) to'planishi mumkin. Bu vakuolyar shiraning aniq kislotali reaktsiyasini beradi (pH 2 dan 5 gacha).

Shunday qilib, tonoplast ekskretsiya jarayonlarida ishtirok etadi deb hisoblash mumkin.

Vakuolalar funksiyalarining yana bir keng doirasi shakar va oqsillar kabi saqlash moddalarining to'planishi bilan bog'liq. Vakuolalardagi qandlar eritmalar shaklida bo'lib, inulin kabi zahira polisaxaridlari ham topiladi. Proteinlar urug'lar uchun xos bo'lgan vakuolalarda saqlanadi. Proteinlarning vakuolalarga kirishi, ehtimol, ER va AG vakuolalarining tonoplast bilan birlashish qobiliyati bilan bog'liq. Don urug'i oqsillarini saqlash albumin va globulinlar bilan to'ldirilgan aleyron vakuolalarida sodir bo'ladi, shundan so'ng vakuolalar suvsizlanib, qattiq aleyron donalariga aylanadi. Urug'lar unib chiqqach, bu donalar sug'oriladi va yana vakuolalarga aylanadi. Bunday yangi hosil bo'lgan vakuolalarda bir qancha fermentlar, kislota fosfataza, α -amilaza, glyukozidaza, proteinaza va RNazning faolligi aniqlanadi. Binobarin, aleyron vakuolalari qisman lizosomalarga o'xshaydi, bu erda saqlash oqsillari urug'ning unib chiqishi paytida hazm qilinadi.

Gidrolitik fermentlar nafaqat aleyron vakuolalarida, balki kichik va katta markaziy vakuolalarda ham topilgan. Invaginatsiya, tonoplastning vakuolalarga kirib borishi qayta-qayta kuzatilgan, "orqaga tortilgan" materialning bir qismi vakuola bo'shlig'ida tugaydi va u erda parchalanadi. Balki, nuqsonli hujayra komponentlarini gidrolizlashda ishtirok etuvchi vakuolalarning avtofagik funksiyasi shunday bajariladi. Xamirturush vakuolalari lizosomal xususiyatga ega. Aniqlanishicha, xamirturush vakuolalarining devorlari ham ichkariga kiruvchi invaginatsiyalar hosil qilishi mumkin, keyin ular tonoplastdan ajralib, vakuola ichida eriydi.

Hujayraning tayanch-harakat tizimi. Sitoskelet.

Sitoskelet. Sitoskeleton hujayraning strukturaviy asosini tashkil etuvchi hujayra ichidagi komponentlar tizimidir.

Biokimyoviy nuqtai nazardan, sitoskeleton nonionik yuvish vositalari bilan ishlov berilgandan keyin hujayrada qoladigan oqsil tuzilmalaridir.

Sitologik nuqtai nazardan, sitoskeleton yorug'lik va elektron mikroskop ostida gialoplazmada aniqlanadigan turli xil fibrillyar materialdir.

Sitoskeletning funksiyalari juda xilma-xil bo'lib, ular hujayralar va hujayra ichidagi tuzilmalarning hajmi va shaklini saqlash, harakatlanuvchi organellalar, hujayralarning qisqarishi va faol harakatini o'z ichiga oladi.

Eukaryotik hujayralarda sitoskeleton mavjudligining to'g'ridan-to'g'ri dalillari 70-yillarning o'rtalarida olingan. XX asr Hujayra harakatini ta'minlovchi oqsillardan biri bo'lgan aktinni immunotsitokimyoviy aniqlash yordamida. Biroq, sitoskeletonning ixtisoslashgan hosilalari bo'lgan ba'zi organellalar sitologlarga ilgari ma'lum bo'lgan. Masalan, hujayra markazini birinchi marta 70-yillarning oxirida E. Beneden va T. Boveri mitotik bo'linuvchi hujayralarda kashf etgan. XIX asr 1891-yilda V.Flemming va M.Xeydenxayn hujayra markazi universal hujayra organellasi bo'lgan bo'linmaydigan hujayralarda ham mavjudligini ko'rsatdi.

Tsitoskeleton haqidagi bayonot birinchi marta XX asr boshlarida taniqli rus sitologi Koltsov tomonidan taklif qilingan va ularni 1920 yilda kashf etgan. Sitoskeletning elementlari barcha eukaryotik hujayralarda uchraydi, ammo prokariotlarda ham bu tuzilmalarning o'xshashlari mavjud. Turli hujayralardagi sitoskeletal elementlarning ifodalanish darajasi har xil. Masalan, terining epidermis hujayralari, ayniqsa, oraliq filamentlarga boy. Mushak tolalarida aktin mikrofilamentlari ko'proq, mikronaychalar esa nerv hujayralari va pigment hujayralari jarayonlarida ko'proq uchraydi. Sitoskeletal elementlarning umumiy xususiyatlari shundaki, ular sirt maydonini oshirish va yo'q qilishga qodir bo'lgan oqsilli tarmoqlanmagan fibrillar polimerlardir. Sitoskeletal elementlarning bunday beqarorligi hujayra harakatlanishiga olib keladi. Masalan, ularning shaklini o'zgartirish uchun. Maxsus qo'shimcha oqsillar ishtirokida tsitoskeletning ba'zi tarkibiy qismlari barqarorlashishi va ramka rolini o'ynaydigan murakkab fibrillyar birikmalarni hosil qilishi mumkin. Dvigatel oqsillari yoki translokatorlar deb tasniflangan boshqa maxsus oqsillar bilan o'zaro ta'sirlashganda, sitoskeletal komponentlar turli xil hujayra harakatlarida ishtirok etishi mumkin.

Sitoskeleton uchta kichik tizimni birlashtiradi. Ular tarkibi, ultrastrukturasi va funksional xususiyatlari bilan farqlanadi. Bular mikrofilament tizimi (aktin-miozin), mikrotubulalar tizimi (tubulin-dinein) va oraliq filament tizimi (10-nm filamentlar).

2. Mikrofilamentlar.

Mikrofilamentlar (aktin filamentlari) Mikrofilamentlar hujayralarning turli sohalarida joylashgan ingichka (7 nm) oqsil filamentlaridir. Ular hayvonlar va o'simliklarning turli xil hujayralarida uchraydi. Ular, ayniqsa,

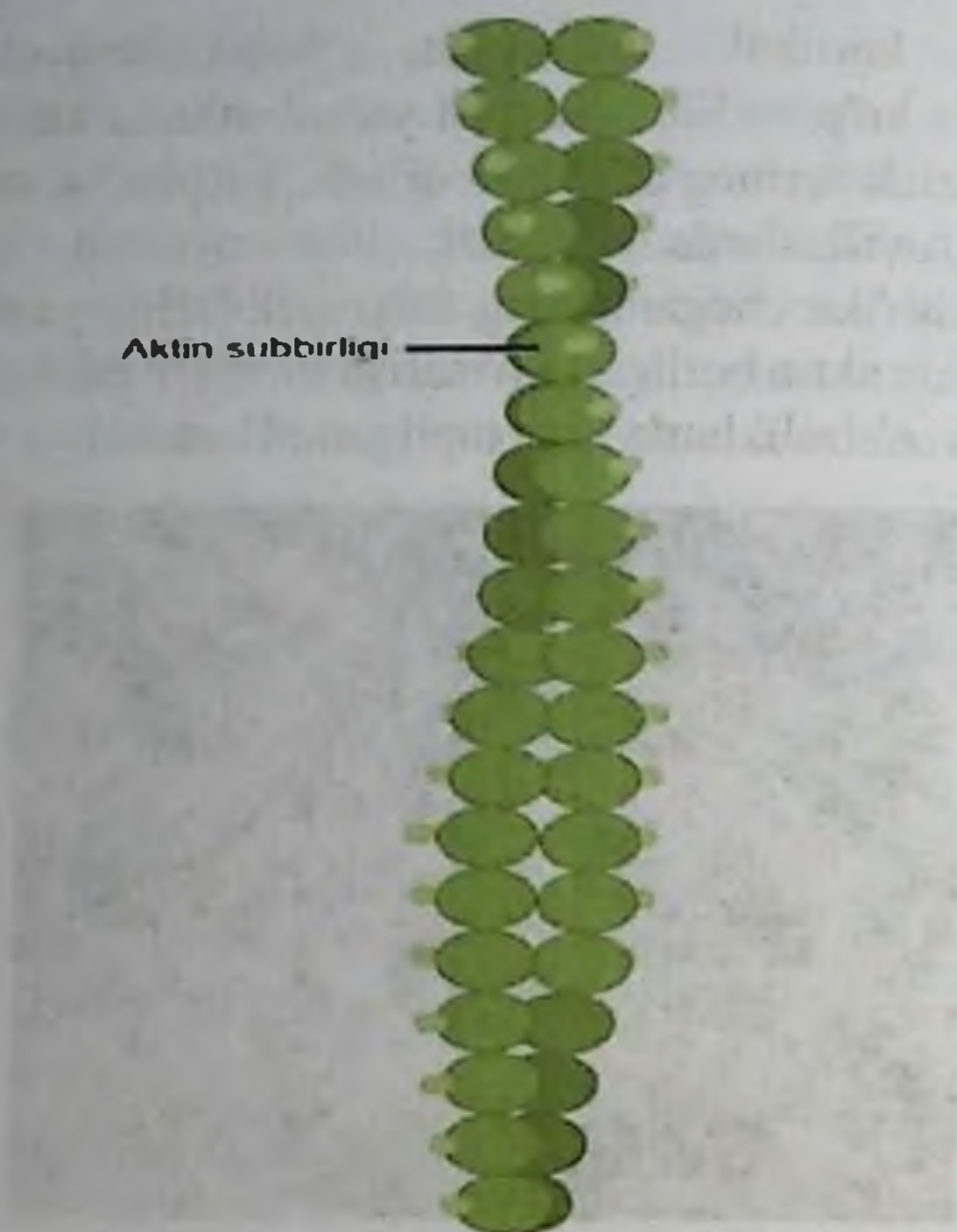
sitoplazmaning kortikal qatlamida, harakatlanuvchi hujayralar psevdopodiyasida ko'p bo'lib, ular turli yo'nalishlarda kesishgan ingichka filamentlarning zich tarmog'ini hosil qiladi. Ko'pincha mikrofilamentlar to'plamlari mikrovilluslarda topiladi, ular ayniqsa ichak epiteliya hujayralarining cho'tka chegarasining mikrovillilarida yaxshi ifodalanadi; Mikrofilamentlarda aktin borligini ko'rsatish mumkin edi va boshqa oqsillar hayvonlarda ham, o'simliklarda ham topilgan (41-rasm).



41-rasm. Mikrofilamentlar (Luminesans mikroskopiyasi).

Mikrofilamentlarning asosiy oqsili aktin ikki shaklda bo'lishi mumkin: globulyar (G-aktin) va fibrillar (F-aktin) (42-rasm). Globulyar aktin (molekulyar og'irligi 42 kDa) ikki valentli kationlar va nukleotidlar uchun bog'lanish joylariga ega. Fiziologik sharoitda ular magniy va ATP bilan band. Aktin monomerlari dimerlar va trimerlarni hosil qilish uchun bir-biri bilan birlashishi mumkin, ammo faqat trimerlar F-aktinga keyingi polimerizatsiya uchun urug' bo'lish uchun etarlicha barqarordir. Ikkala uchi polimerlanishda ishtirok etadi, lekin ularning o'sish sur'atlari har xil. Aktin filamentining tezroq o'sadigan uchi "+" belgisi bilan, sekinroq o'sadigan uchi esa "-" belgisi bilan belgilanadi. Polimerlanish ATP gidrolizi bilan birga kechadi, lekin gidrolizlanmaydigan ATP analoglari ishtirokida ham sodir bo'ladi.

Polimerlanish natijasida qalinligi taxminan 6 nm bo'lgan mikro fibrilla hosil bo'ladi, u monomerlarning bir-biriga o'ralgan ikkita spiral lentasidan iborat. Ushbu struktura erkin aktin monomerlari bilan dinamik muvozanatda bo'lib, mikrofilamentlarning yuqori assotsiatsiya va dissotsiatsiya tezligini va ularning haroratga sezgirligini, ikki valentli ionlar va ATP konsentratsiyasini belgilaydi.



**42-rasm. Mikrofilamentlar: aktin filamentlarining 1-elektron mikrografi;
2-aktirov iplarini tashkil qilish sxemasi.**

Akting polimerlanishida va mikrofilament strukturasi barqarorlashtirishda maxsus omillar ham ishtirok etadi. filamentlar, gelsolin, fragmin yoki villin kabi tez o'sadigan uchida aktin cho'zilishini inhibe qiluvchi mog'orlardan B va D sitoxalazinlari tomonidan qo'zg'atilishi mumkin. Aktinni bog'laydigan oqsillar, aktin filamentlarining polimerizatsiyasi va depolimerizatsiya jarayonlarini tartibga solib, hujayra hajmi va shakli o'zgarganda mikrofilamentlarning qayta joylashishini tartibga soladi. Masalan, eritrotsitlarda plazmalemmaning integral oqsillari bilan bog'langan aktin, spektrin va ankirinning nozik tarmog'i mavjud. Qizil qon hujayralari kichik diametrli kapillyardan o'tganda, aktin mikrofilamentlari hujayraning cho'zilishiga olib keladi. Aktin funksiyasining yana bir misoli epiteliya hujayralari bilan bog'liq. Ularning ko'pchiligi, shu jumladan ichakning so'rilish hujayralari, apikal yuzasida ko'plab mikrovilluslarga ega bo'lib, hujayra va atrof-muhit o'rtasidagi almashinuv maydonini oshiradi. Mikrovillus - balandligi 1 mkm, diametri taxminan 100 nm bo'lgan epiteliy hujayrasi plazmalemmasidan o'simta. Mikrovilluslar ichida qalinligi 7 nm bo'lgan 30 ta aktinli mikrofilamentlar

to'plami mavjud. Mikrovillus cho'qqisida mikrofilamentlar plazma membranasiga α -aktinin yordamida biriktiriladi va mikrofilamentlar to'plamining qarama-qarshi uchi spektrli tarmoqqa o'raladi. Aktin mikrofilamentlari o'rtasida fimbrin va fassin o'zaro bog'liqliklari mavjud. Mikrovilluslar mikrofilamentlarni plazmalemma yoki o'zaro bog'lanishlar bilan bog'laydigan mexanik kimyoviy oqsil minimiyozinni o'z ichiga oladi. Aktin minimiyozin bilan o'zaro ta'sir qilganda, mikrovilluslar balandligini o'zgartirishi mumkin, bu hujayralar almashinuvining sirt maydonini atrof-muhit bilan tartibga solishni ta'minlaydi (21-rasmga qarang).

Mikrofilamentlar nafaqat hujayraning shaklini yoki uning alohida qismlarini o'zgartirishga qodir. Birlashtiruvchi to'qimadagi fibroblastlarning aktin-miozin komplekslari hujayralarning faol harakati uchun javobgardir. Fibroblast sirt bo'ylab, uning oldingi uchida harakat yo'nalishi bo'yicha emaklab yurganda, vaqti-vaqti bilan yupqa qatlamli o'simtalar - lamellipodiyalar paydo bo'ladi va yo'qoladi.

Hujayrada lamellipodiya hosil bo'lishi bilan bir vaqtda, ektoplazmada (plazmalemma ostidagi gialoplazma qatlami) va oldingi chetini hujayraning markaziy qismi bilan bog'laydigan to'plamlarda to'plangan aktin filamentlarining qayta tuzilishi sodir bo'ladi.

Aktin filamentlarining hujayra ichidagi to'plamlari (kuchlanish fibrillalari yoki kuchlanish fibrillalari) fibroblastni biriktiruvchi to'qimalarning hujayralararo moddasining kollagen tolalariga mahkamlashda ishtirok etadi.

Aktin va boshqa mikrofilament oqsillari to'qimalarga va turlarga xosdir. Biroq, sutemizuvchilar aktinining barcha shakllari bir-biridan faqat terminal hududlarida farqlanadi, bu asosan mikrofilament birikmasining parametrlariga ta'sir qiladi.

Aktin o'simlik hujayralarida ham mavjud bo'lib, u erda plazmalemma bilan bog'langan to'plamlarni hosil qiladi. Bu to'plamlar o'simlik hujayrasi sitoplazmasi oqimida ishtirok etadi.

Aktin-miozin komplekslari eng katta murakkablik darajasiga skelet mushaklaridagi mushak tolalarining qisqarishini ta'minlovchi maxsus organellalar - miofibrillarda erishadi. Ularning o'zaro chiziqlari bor, bu ularning supramolekulyar tashkilotida yuqori darajadagi muntazamlik belgisidir.

Hujayralardagi beqaror fibrillyar tizim F-aktin bilan o'zaro ta'sir qiluvchi ko'p sonli yordamchi oqsillar tomonidan barqarorlashtiriladi. Masalan, tropomiozin oqsili bir nechta aktin filamentlarining o'zaro ta'sirini

ta'minlaydi va ularga qattiqlik beradi. Filamin va alfa-aktinin oqsillari Faktin filamentlari o'rtasida o'zaro bog'lanish hosil qiladi, natijada murakkab uch o'lchovli tarmoq hosil bo'ladi. Ushbu tarmoq sitozolga jelga o'xshash holatni beradi. Boshqa yordamchi oqsillar filamentlarni to'plamlarga bog'lashi mumkin. Masalan, fimbrin oqsili. Bundan tashqari, mikrofilamentlarning uchlari bilan o'zaro ta'sir qiluvchi va ularning yo'q qilinishini oldini oladigan oqsillar mavjud. F-aktinning barcha yordamchi oqsillar bilan o'zaro ta'siri mikrofilamentlarning agregativ holatini tartibga solib, ularning bo'sh yoki aksincha, yaqin joylashishini ta'minlaydi. Va ularning boshqa komponentlar bilan o'zaro ta'sirini ta'minlaydi.

Miyozin oqsili aktin bilan o'zaro ta'sir qilishda alohida rol o'ynaydi. Bu yordamchi protein emas. Bu aktin tizimining ikkinchi asosiy komponentidir.

Miyozin o'xshash oqsillar oilasidir. Bu oqsillarning barchasi tarkibida kompleksning ATPaz faolligi uchun mas'ul bo'lgan bosh yoki vosita qismi mavjud. Miyozin oqsillarining ikkinchi komponenti bir nechta tartibga soluvchi oqsillar bilan bog'langan bo'yindir. Uchinchi komponent - bu miyozinning har bir turiga xos bo'lgan va bu oqsilning funktsiyasini aniqlaydigan quyruq qismi.

Bu miyozinlarning butun majmuasi uch turga bo'linadi: miozin I, miozin II va miozin III.

Miyozin I. monomerik molekuladir.

II va III miozinlar dimerlardir. Ularning quyruq qismi alfa super spiral deb ataladigan tuzilmani hosil qiladi. 2 ta miozin II molekulasi o'zaro ta'sir qilishi mumkin birgalikda va fibrilla hosil qiladi.

Miyozin I va III sitoplazma va membrananing o'zaro ta'sirida, masalan, pufakchalarni tashishda ishtirok etadi. Mikrofilament tizimining asosiy oqsillari bo'lgan ushbu oqsillarning o'zaro ta'sir mexanizmi miyozin boshining aktin filamentlari bilan o'zaro ta'siridan boshlanadi, bu miyozin molekulalarining bir qismining egilishiga va keyingi harakatga olib keladi.

Har bir tsikl davomida miyozin boshi bitta ATP molekulasining 5-25 nm ga gidrolizlanishi tufayli aktin filamentining musbat uchiga qarab harakatlanadi. Ya'ni, miozin molekulalariga nisbatan aktin filamentining bir tomonlama siljishi sodir bo'ladi. Ushbu model Huxley modeli deb ataladi. Sirpanuvchi molekulalar nazariyasi.

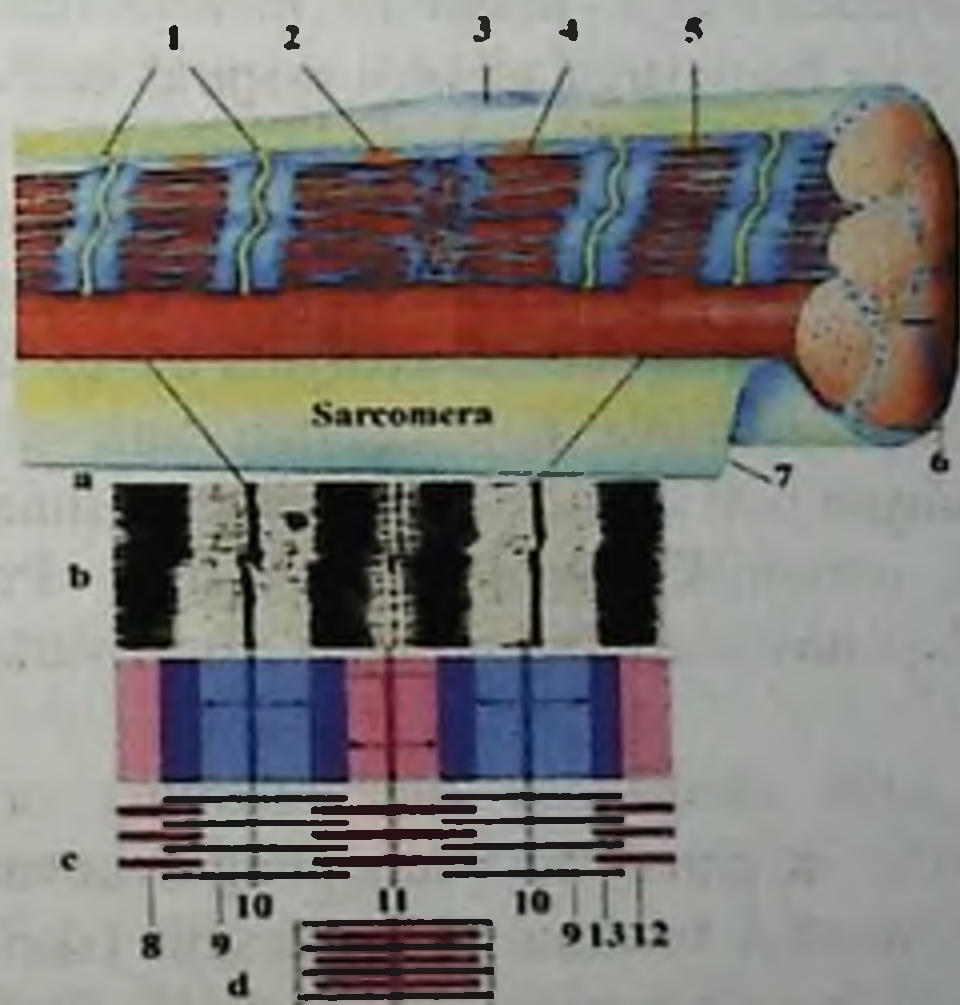
Chiziqli mushak tolalari mikrofilamentning kengaytirilgan modelidir. Miyofibrillalar 1-2 mikron qalinlikdagi ip bo'lib, qorong'u va yorug'lik joylari almashinadi. Miofibril strukturasi birligi sarkomer yoki ikkita Z-

disk yoki oqsil o'rtasida joylashgan hududdir. Z-disklarning vazifasi qo'shni tuzilmalarni bir-biriga bog'lashdir. Z oqsillarining o'zlari kontraktil tuzilmalar emas.

Bo'shashgan holatda sarkomerlarning o'lchami 1,8 dan 2,8 mkm gacha o'zgarib turadi. Sarkomer bo'ylab protofibrillalarning uchta bo'limi mavjud. Yupqa, aktin filamentlari bo'lgan Z-diskga ulangan. Va miyozin molekulalari bilan ifodalangan qalin filamentlar. Qalin filamentlar, xuddi aktin filamentlari orasidagi bo'shliqlarda joylashgan.

Miyozin molekulalarining boshlari aktin filamentlari bilan o'zaro ta'sir qiladi va aktin-miyozin komplekslari ikkita mustaqil oqsilning o'zaro ta'siri natijasida paydo bo'ladi; bu komplekslarning faolligi bitta miyozin oqsilining ATPaz aktivlaridan bir necha baravar yuqori.

Miyofibrillaning qisqarishi Z-disklar orasidagi masofaning pasayishi tufayli yuzaga keladi. Bular, sarkomerning uzunligi taxminan 20 foizga qisqaradi. Qisqartirish mexanizmi miyofibril uzunligi bo'ylab barcha sarkomerlarning kooperativ qisqarishidan iborat. Qisqartirish nozik va qalin filamentlarning bir-biriga nisbatan harakatiga asoslanadi, qalin miyozin filamentlari esa aktin filamentlari orasidagi bo'shliqlarga kirib, Z-diskni bir-biriga yaqinlashtiradi (43-rasm).



43-rasm. Mushak tolalarining tuzilishi: a-sxema; b-elektron mikroskopik fotosurat; c-sarkomerning sxematik tuzilishi. 1-T-naycha; 2-mitoxondriya; 3 yadroli; 4-sarkoplazma; 5-sarkoplazmatik retikulum; 6 miofibrillar; 7-sarkolemma; 8-miozin; 9-aktin; 10-Z tasmasi; 11-M chiziq; 12-qalin filament; 13- yupqa filament.

Sitoskeleton ichidagi mikrofibrillalar tizimi qanday vazifani bajaradi?

1) Hujayraning harakatchanligini ta'minlovchi qisqarish apparatining shakllanishi.

2) Aktinning (Gaktin va F-aktin) polimerlanish va depolimerizatsiya jarayoni tufayli o'z harakatiga qodir bo'lgan skelet tuzilmalarining shakllanishi.

3) Endo- va ekzotsitoz va sitotomiya (hujayra tanasining bo'linishi) jarayonlarida mexanik mexanik harakat.

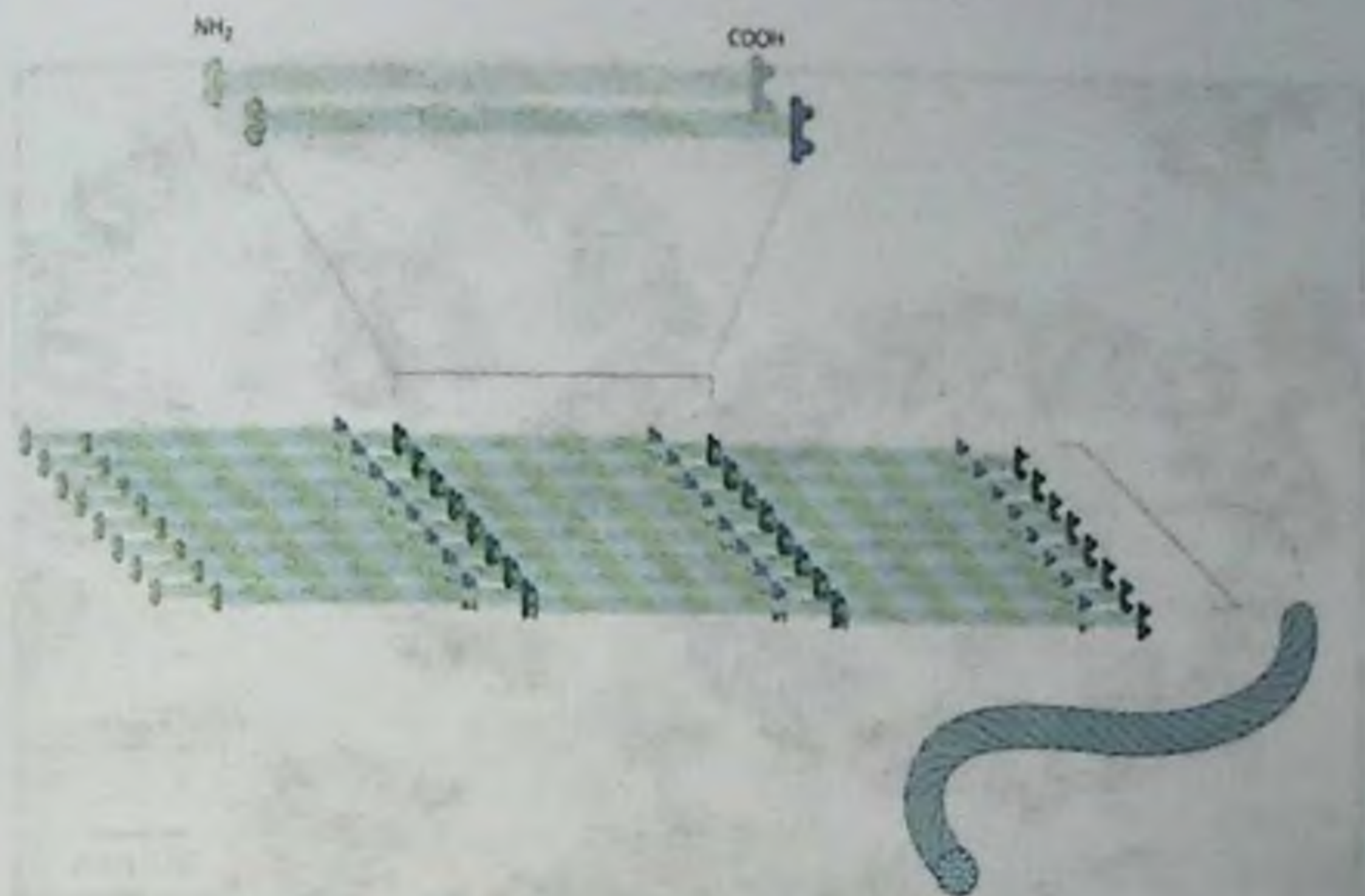
Oraliq filamentlar. Oraliq filamentlar shunday nomlanadi, chunki ularning diametri taxminan 10 nm, bu mikrofilamentlar (6 nm) va mikronaychalar (25 nm) diametrlari orasidagi oraliqdir.

Mikrofilamentlar va mikrotubullardan farqli o'laroq, ular molekulyar polimerlar emas, balki fibrillyar monomerlarning polikondensatlaridir. Oraliq filamentlar barcha hayvonlar hujayralarida uchraydi, lekin ular ayniqsa integumental epiteliyda, asab va mushak to'qimalarida ko'p.

Oraliq filament oqsil molekulasining markaziy qismi α -spiralni hosil qiluvchi 130 ta qoldiqdan iborat bir xil aminokislotalar ketma-ketligini o'z ichiga oladi. Biroq, bu oqsillar to'qimalarning o'ziga xos xususiyatiga ega, bu ularning molekulalarining terminal hududlari bilan belgilanadi. Filament yig'ilishi to'rt xil guruhdan biriga - keratinlar, mezenximal hujayra oqsillari, neyrofibril oqsillari va laminlarga tegishli α -spiral oraliq filamentlarning tartibli kondensatsiyasi orqali sodir bo'ladi (44-rasm).

Keratinlar - epiteliya hujayralariga xos bo'lgan molekulyar og'irligi 40-70 kDa bo'lgan fibrillyar oqsillar oilasi. Oilada o'ttizga yaqin bo'lgan alohida oqsillar aminokislotalar ketma-ketligida bir oz farq qiladi, ammo ularning komplekslari epiteliya hujayralariga turli xil fizik-kimyoviy xususiyatlarni beradigan turli xil supramolekulyar tuzilmalarni hosil qilishi mumkin. Xususan, umurtqali hayvonlarda sochlar, tirnoqlar, patlar va epidermisning boshqa hosilalarining mexanik xususiyatlarini ta'minlovchi keratinlardir.

Mezenximal kelib chiqadigan hujayralarning oraliq filamentlari oqsillari biriktiruvchi to'qima hujayralarining vimentini, qon tomir endoteliyasi va qon, mushak to'qimalarining desmin (skeleti) va astrositlar va boshqa neyrogial hujayralarning glial kislotali fibrillyar oqsili bilan ifodalanadi. Bu oqsillarning molekulyar og'irligi 53-58 kDa bo'lib, hujayralarda tayanch tuzilmalarni hosil qiladi. Xususan, desmin Z-plastinkalarning bir qismi bo'lib, unga aktin filamentlari mushak tolalarining qisqarish organellalari - miofibrillar bilan biriktiriladi.

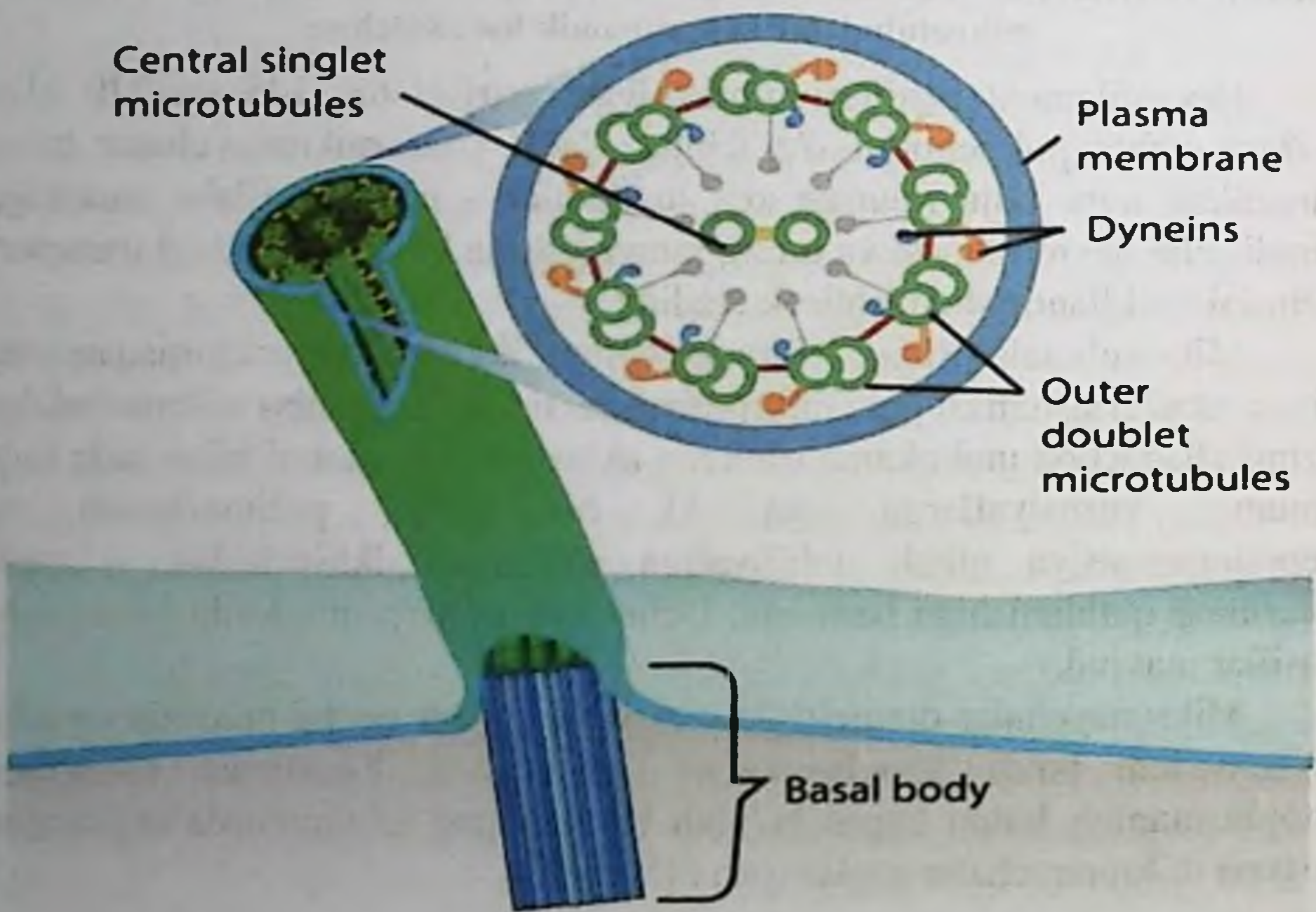


Rasm. 44. Oraliq filamentlar. Oraliq filament tizimi ham mikrofilamentlar va mikrotubulalar kabi dinamik harakatchan.

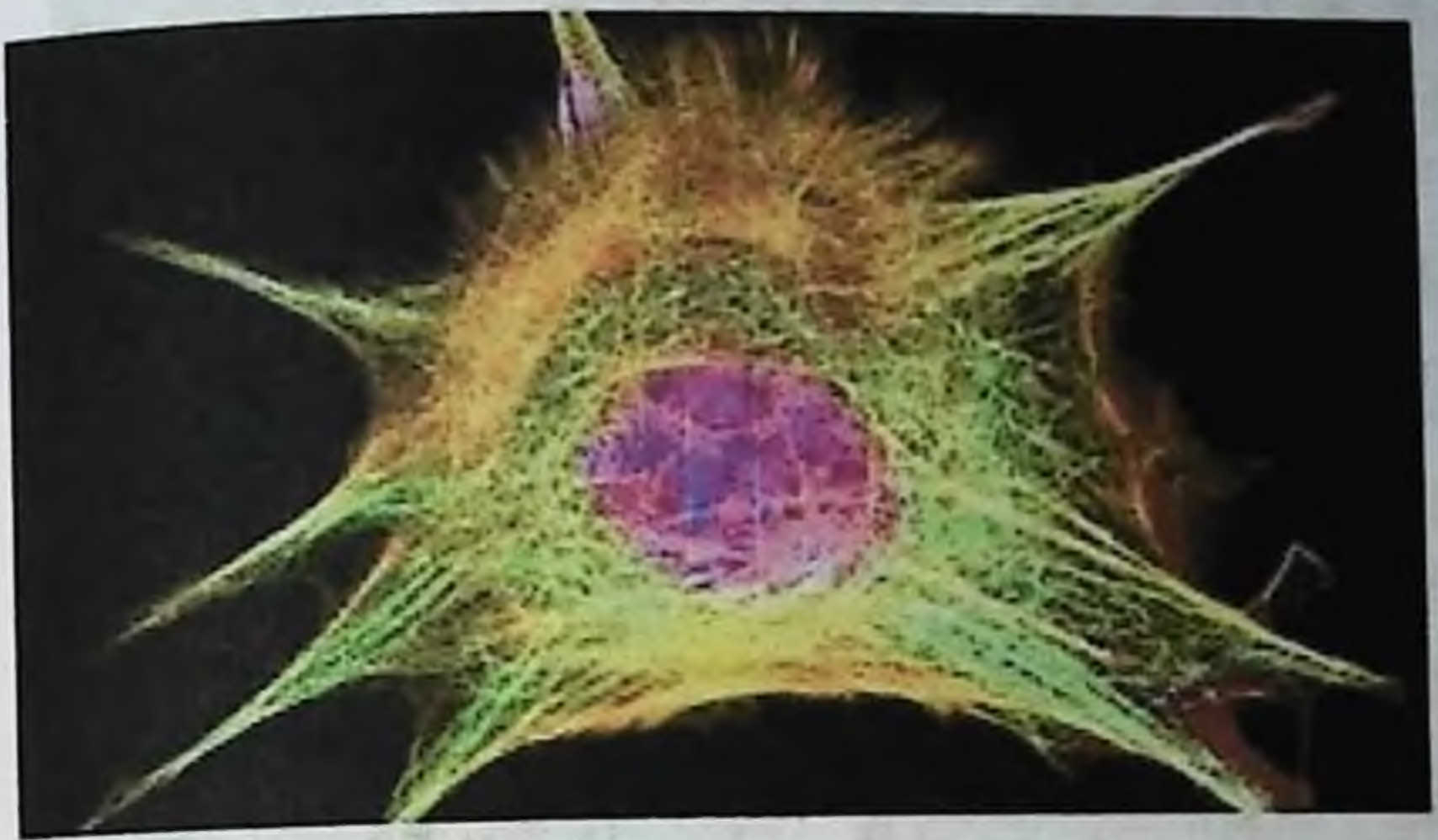
Neyrofilament oqsillari molekulyar og'irligi 68, 145 va 220 kDa bo'lgan uchta polipeptidni o'z ichiga oladi. Ular mikronaychalar bilan birgalikda nerv hujayralariga xos tuzilmalar - neyrofibrillalar tarkibiga kiradi, ular neyron tanasi va uning jarayonlarida hujayra ichidagi transport tizimini shakllantirishda ishtirok etadilar.

Mikrotubulalar tizimi. Sitoskeletning ikkinchi tayanch-qisqaruvchi qismi tubulin sistemasi yoki mikrotubulalar tizimidir. Ushbu mikrotubulalar tizimi allaqachon muhokama qilingan aktin-miyozin tizimi bilan juda ko'p umumiy xususiyatlarga ega. U, birinchidan, polimerlanish va depolimerizatsiya qilish qobiliyatiga o'xshaydi. Ikkinchidan, u oqsil iplarining qutblanishiga ham ega. Uchinchidan, ko'p miqdorda yordamchi oqsillar mavjud.

Mikronaychalar diametri 25 nm, uzunligi bir necha mikrometrgacha bo'lgan ichi bo'sh, shoxlanmagan fibrillalardir. Fazalararo hujayrada sitoplazmaning butun hajmi bo'ylab bo'shashgan to'plamlarda to'plangan yagona mikronaychalar joylashgan (45-rasm).



Rasm 45 (A). Mikronaychalarning tuzilishi



Rasm. 45 (B). Mikrotubulalar (lyuminestsent foto-yashil).



45-rasm B. Mitotik apparatdagi mikronaychalarning joylashishi.



45-rasm D. Sentriolaning tuzilishi.

Mikrotubulalar hujayra markazida, siliya va flagella ichida muntazam tuzilmalarni hosil qiladi. Mitoz yoki meioz yo'li bilan bo'linadigan hujayralarda mikronaychalar bo'linish shpindelini hosil qiladi (45-rasm, B). Mikrofilamentlar singari, mikrotubulalar ham chiziqli polimerlardir. Ular tubulin oqsili molekulalaridan tuzilgan bo'lib, ular ikkita subbirlikdan iborat - a va b. Ikkala tubulin bo'linmasining molekulyar og'irligi 55 kDa ga teng.

Mikrotubulaning polimerizatsiyasi GTP gidrolizi bilan birga keladi va primerning ikkala uchida tubulin molekulalarining o'sishi orqali sodir bo'ladi. Mikrofilamentlarga o'xshab, mikronaychalarning uchlari turli tezlikda polimerlanadi. Mikrotubulaning polimerizatsiyasi gidrolizlanmaydigan GTP analoglari ishtirokida sodir bo'lishi mumkin, ammo kaltsiy va sovuq tomonidan inhibe qilinadi.

Mikrofilamentlar singari, yordamchi oqsillar ham mikronaychalarning polimerizatsiyasida ishtirok etadi va bu jarayonning turli bosqichlarini tartibga soladi. Mikrotubulalar bilan bog'langan oqsillar (MAP) primerlarga bog'lanish orqali tubulin polimerizatsiyasini rag'batlantirishga qodir.

BAM-1 va BAM-2 tomonidan hosil qilingan mikronaychalarning lateral jarayonlari ko'pincha sitoplazma bo'ylab harakatlana oladigan sekretor granular bilan aloqa qiladi. Mikronaychalarni yig'ish va demontaj qilish jarayonlari oqsil kinazlari tomonidan boshqariladi.

Mikrofilamentlardan farqli o'laroq, mikrotubulalar jel hosil qilmaydi. BAM va boshqa tubulin bilan bog'langan oqsillar faqat mikronaychalarni barqarorlashtiradi va ularni o'zaro bog'laydi, shuningdek, mikronaychalarni membranalar va oraliq filamentlarga biriktiradi.

Tsentrion kengligi 150 nm va uzunligi 500 nm gacha bo'lgan ichi bo'sh silindrdir. Sentrion devori to'qqizta uchlik mikronaychalardan iborat. Har bir tripletning birinchi mikrotubulasi (A-

mikronaychalar) atrofi atrofida har birining diametri 5 nm bo'lgan 13 ta tubulin molekulalariga ega va ularga qo'shni B-mikrotubula va C mikronaychalarining har biri 11 ta molekulaga ega. Uchliklar sentrionning perimetri bo'ylab bir tekisda joylashgan va radiusga nisbatan 40° burchak ostida aylantiriladi. A mikrotubulasidan ikkita "tutqich" chiqadi - BAM tomonidan hosil qilingan lateral proektsiyalar. Ulardan biri qo'shni tripletning C mikrotubulasiga, ikkinchisi esa markazga yo'naltirilgan. Uchlik amorf muftaga yoki ramkaga botiriladi (45-rasm D).

Hujayra markazida ikkala sentrion ham bir-biriga qat'iy perpendikulyar bo'lib, diplosomani hosil qiladi. Diplosomal sentrionlar bir xil emas. Ulardan biri, onaning distal uchida "shporlar" deb ataladigan o'simtalar mavjud. Ona sentrion yuzasiga yaqin joylashgan qiz sentrionning proksimal uchida diametri 25 nm bo'lgan "uya" va diplosoma tomon yo'naltirilgan 9 ta "tugma" bor; sentosfera sentrionlardan radial yo'nalishda cho'zilgan mikronaychalardan iborat. . Ular sentrionlar bilan to'g'ridan-to'g'ri aloqada emas, balki ulanish yoki sun'iy yo'ldoshlar bilan bog'langan. Ikkinchisi ona sentrionning uchliklarida joylashgan bo'lib, konus shaklidagi oyoq va yumaloq boshlardan iborat.

Diplosoma atrofida mikronaychalar konvergentsiyasi o'choqlari ham bo'lishi mumkin - diametri 20–40 nm bo'lgan zich jismlar, ularga bir yoki bir nechta mikronaychalar biriktirilgan.

Hujayra markazi yuqori o'simliklar, ba'zi zamburug'lar va protozoa hujayralarida yo'q. Bo'linuvchi hujayralarda hujayra markazi bo'linish shpindelining shakllanishida ishtirok etadi. Bo'linmaydigan hujayralarda hujayra markazi maxsus harakat organellalari - kiprikchalar va flagellalarning bazal tanasiga aylanishi mumkin.

Ushbu tizimning asosiy oqsili tubulindir. Tubulin geterodimerdir. Ikki qismdan iborat - alfa va beta tubulin. Bu subbirliklar birlashganda tubulin oqsilining o'zini hosil qiladi.

Polimerlanish jarayonida tubulin molekulalari shunday birlashadiki, beta sub birligi alfa bo'linmasi bilan, alfa bo'linmasi esa beta bo'linmasi bilan o'zaro ta'sir qiladi.

Bunday molekulalar protofilamentlar deb ataladigan uzun iplar shaklida birin-ketin tiziladi.

Polimerizatsiya jarayonida protofilamentning uzunligini sozlash bilan bir vaqtda, kenglikni sozlash ham sodir bo'ladi. Shaxmat taxtasi shaklida. Kengligida maksimal 13 tagacha protofilament. Uzunlamasına protofilamentlar ichi bo'sh trubaga aylanadi, unda har bir tubulin monomeri 5 nm chiziqli o'lcham bilan tavsiflanadi. Olingan silindrning tashqi diametri taxminan 25 nm. Sitoplazmadagi alohida tubulin molekulalarining polimerlanishi natijasi bo'lgan bu mikronaychalar bitta mikronaychalar deb ataladi. Bu dinamik tuzilmalar. Dinamik beqarorlik quvurning eng sig'imli xususiyati hisoblanadi. Ular tezda ajralib chiqadi va tezda yig'iladi. Bu jarayon hujayradagi yagona va mikronaychalarga tashkil topgan molekulalarning nisbatiga bog'liq.

Bo'linuvchi hujayralarda mikronaychalar maxsus tuzilishga yig'iladi. Ular genetik materialning qiz hujayralar o'rtasida taqsimlanish jarayonlarini ta'minlaydigan akromatik bo'linish shpindelida tashkil etilgan. Ushbu mikronaychalarning akromatik milning bir qismi sifatida ishlash muddati atigi 15-20 soniyani tashkil qiladi. Mikrotubulaning beqarorligi GTP gidrolizining kechikishi bilan bog'liq deb hisoblanadi. Biroq, 20% mikrotubulalar differentsiatsiyalangan hujayralarda 20 soat davomida nisbatan barqaror bo'lib qoldi. Bu barqarorlik tubulinning modifikatsiyasi bilan bog'liq.

Mikronaychalarning o'zi kontraktil emas, lekin ular hujayra ichidagi tashish, ekzotsitoz, endositoz jarayonlari va barcha turdagi transport uchun zarur bo'lgan sitoplazmaning mikronaychalari sifatida siliya, flagella, akromatik shpindel kabi harakatlanuvchi hujayra organellalarining majburiy tarkibiy qismlaridir.

Mikronaychalarning harakatlantiruvchi roli shundaki, ular tartibli vektor harakat tizimini yaratadilar. Mikronaychalarning musbat uchlari hujayra markazidan periferiyaga qaratilgan. Va dininlar bilan mikronaychalarning ushbu ijobiy va salbiy yo'naltirilgan qutb uchlari mavjudligi komponentlarni hujayradagi periferiyadan markazga o'tkazish imkoniyatini yaratadi.

Funksiyalari:

1) Mikronaychalar kiprikchalar, sentriolalar va flagellalarning bir qismi sifatida uyushgan tuzilmalarni hosil qiladi, bu esa kiprikchalarning harakatlanishiga va flagellaning urishiga sabab bo'ladi.

2) Hujayra bo'linishi jarayonida mikronaychalar akromatik shpindel filamentlariga o'ratiladi.

3) Hujayra ichida tashish, harakatlanuvchi membrana, sekretor va transport oqsillari va organellalarni amalga oshiradi.

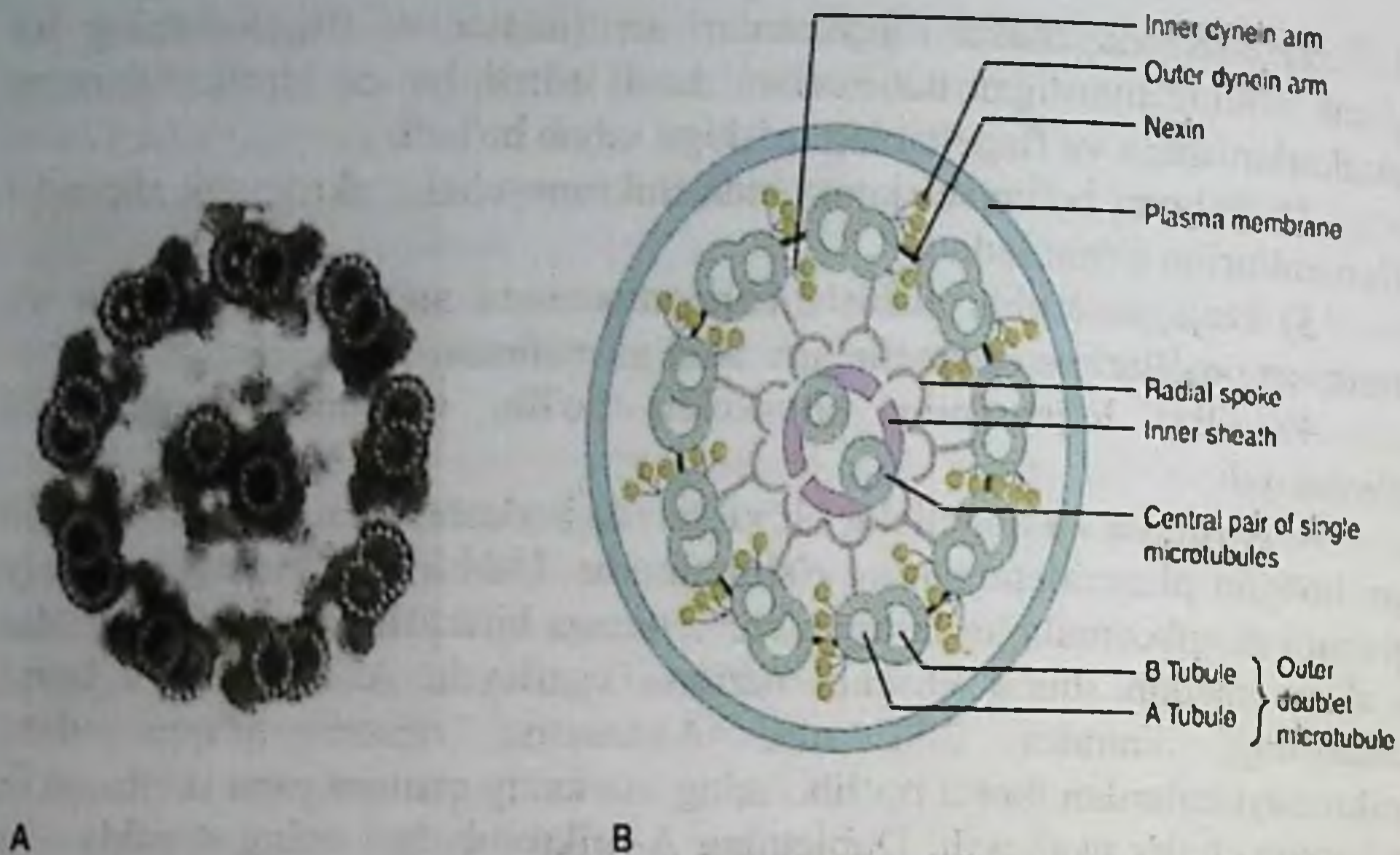
4) Ular hujayraning sitoskeleti bo'lib, shaklning saqlanishini ta'minlaydi.

4. Kirpiklar va flagellalar bir xil tarzda joylashtirilgan va diametri 300 nm bo'lgan plazmalemmaning o'simtalaridir. Ushbu o'simtaning markaziy qismini sitoplazmada joylashgan bazal tanaga biriktirilgan mikronaychalar - aksonemadan iborat aksenel tuzilma egallaydi. Aksonema va bazal tanasining diametri 200 nm. Aksonema devori to'qqiz dubl mikronaychalardan iborat bo'lib, uning markaziy qismini yana ikkita erkin mikronaychalar egallaydi. Dubletning A-mikrotubulasi uning atrofida 13a va qo'shni B-mikrotubulasi - 11 tubulin molekulasini o'z ichiga oladi. A-mikrotubula uchta jarayonga ega: qo'shni dubletning B-mikrotubulasiga yo'naltirilgan ikkita qo'l va radial yo'nalishda cho'zilgan spiral. Spiral diametri taxminan 70 nm bo'lgan markaziy yengga biriktirilgan bosh bilan tugaydi, u bir-biridan 25 nm masofada joylashgan ikkita erkin mikrotubulani o'rab oladi. Dubletlarning o'qlari aksonema radiusiga 100 burchak ostida qiya bo'ladi. Aksonemadan farqli o'laroq, bazal tanasi sentriolnikiga o'xshash tuzilishga ega. Aksonemaning bazal tanasi bilan tutashgan joyida amorf moddaning ko'ndalang plastinkasi joylashgan.

Kiprikchalar va flagellalarning to'lqinga o'xshash harakatlari dubletlarning tutqichlarini tashkil etuvchi dynein oqsili tomonidan ta'minlanadi. Dynein ATPaz faolligiga ega, u molekulyar og'irligi 85 dan 400 kDa gacha bo'lgan 12 polipeptiddan hosil bo'ladi. Mikrotubulalar bilan o'zaro ta'sirlashganda, dubletlar bir-biriga nisbatan uzunlamasına siljiydi, bu esa kiprikning egilishiga olib keladi.

Kirpiklar ikki guruhga bo'linadi: maxsus epiteliya yoki erkin suzuvchi hujayralarga xos bo'lgan kinetotsiliya va birlamchi kiprikchalar.

Kirpik sitoplazmadagi yupqa silindrsimon proyeksiya bo'lib, doimiy diametri 300 nm. Poyadan cho'qqigacha bo'lgan o'simta plazmalemma bilan qoplangan. O'simta ichida asosan tubulin va dineindan iborat aksonema tuzilishi mavjud (46-rasm).



46-rasm. Flagellumning tuzilishi.

Kirpikning pastki proksimal qismi sitoplazmaga botiriladi va u bazal tanasi deb ataladi. Aksonema va bazal tanasining diametrlari bir xil. Aksonema tsilindrining tashqi devorini tashkil etuvchi to'qqiz dubletdan iborat. Mikrotubulali dubletlar aksonema radiusiga nisbatan taxminan 10 graduslik burchak ostida biroz aylantiriladi. Mikrotubulalar dubletlarida 13 ta protofilamentdan iborat to'liq yoki A-mikrotubulalar va to'liq bo'lmagan B-mikrotubulalar 11 ta protofilamentga ega. A-mikrotubula qo'shni dubletdan B-mikrotubula tomon yo'naltirilgan proyeksiyalarga ega. Ushbu tutqichlar dynein deb ataladigan qo'shimcha protein tomonidan hosil bo'ladi. Denein 9-12 polipeptid zanjiridan iborat bo'lgan yirik protein komplekslari bilan ifodalanadi, ular bir-biriga yanada moslashuvchan chiziqli bo'limlar bilan bog'langan 2-3 globulyar boshni o'z ichiga oladi. Har bir dynein boshi ATP molekulasini bilan o'zaro ta'sir qilish uchun faol maydonga ega. Radial qo'shimcha oqsillar A-mikrotubulalardan markaziy silindrning markaziga cho'ziladi, ular markaziy silindrdan cho'zilgan spikerlarni hosil qiladi.

Kirpikning bazal tanasi tsentriola bilan bir xil tuzilishga ega. Bazal tananing pastki qismida tutqichlar, yeng va spikerlar mavjud. Plazmalemmaga tutashgan bazal tananing sohasida har bir uchlikdan plazma membranasiga cho'zilgan va uni hujayra to'qimasi bilan bog'laydigan to'qqizta qo'shimcha mavjud. Shuning uchun bazal tanasi va siliy bir-biri bilan tuzilish jihatdan bog'liq bo'lib, bir butunlikni tashkil

qiladi. Bazal tananing uchliklarida A- va B-mikrotubulalar aksonemalarning dubletlarida A- va B-mikronaychalarda davom etadi. Ammo ichki qismlar bir-biridan farq qiladi va ko'pincha bazal tananing siliyga o'tish zonasida amorf ko'ndalang plastinka kuzatiladi, undan markaziy mikronaychalarning o'sishi aksonema sohasida boshlanadi.

Kirpiklar kichraymaydi. Ular egiladilar yoki urishadi. Ushbu harakatda dynein mototsikl yoki motor oqsilidir. Dinein tubulin bo'linmalari bilan birlashganda, dubletlarning uzunlamasına siljishi bir-biriga nisbatan sodir bo'ladi. Mikronaycha boshlari musbat uchidan manfiy halqaga, qo'shni dublet esa siliyning uchiga qarab harakatlanadi. Mikrotubulalar dubletlari bir-biri bilan markaziy mikronaychalar juftligiga yordamchi oqsillar orqali bog'langan. Dubletlarning cho'qqiga qarab bunday hamkorlikda siljishi kiprikning cho'zilishiga emas, balki uning egilishiga olib keladi. Jarayon energiyaga bog'liq.

Ko'pgina bakteriyalar boshqa organellalar yordamida harakat qilish qobiliyatiga ega. Bu bakterial flagellum yoki flagella (8-rasmga qarang). Bakterial flagella tubdan farq qiladi. Ular murakkab tuzilishga ega. Ular uchta asosiy qismdan iborat: flagellumning tashqi uzun tolali filament, kanca va bazal tanasi. Flagelli filament flagellin oqsilidan qurilgan. Uning molekulyar og'irligi 40 dan 60 minggacha. Flagellin oqsillari harakatga qodir emas. Ular o'z-o'zidan o'ziga xos spiral pog'onaga ega bo'lgan spiral iplarga polimerlanishi mumkin.

Bakteriyalarning hujayra yuzasi yaqinida flagella ilgak deb ataladigan kengroq hududga o'tadi.

Eukariotlarda dubletlarning uzunlamasına harakati tufayli flagella harakatlanadi. Bakteriyalarda flagella harakati bazal tananing plazma membranasi tekisligida o'z o'qi atrofida aylanishi tufayli sodir bo'ladi. Flagella harakati ATP ga bog'liq emas.

6. Hujayra markazi (tsentrosoma)

Sentrosomalar yoki hujayra markazi 1875 yilda Fleming tomonidan kashf etilgan. 1876 yilda - Beneden. Ular hujayraning geometrik markazida joylashgan. Ular hayvonlar hujayralariga xosdir. Ular yuqori o'simliklarda, pastki qo'ziqorinlarda va ba'zi protozoalarda uchramaydi. Hujayra markazida kichik zich sentriol tanachalar mavjud bo'lib, ular odatda juft bo'ladi. Bir juft sentriola diplosomadir. Bu juftlikda sentriolalar bir-biriga perpendikulyar yo'naltirilgan (47-rasm).



47-rasm. Jo'ja embrionining taloq embrion hujayrasining sentriolalari (X60 000). 1,2-tsentriolalar; 3- Golji kompleksi; 4- xromatin; 5- mitoxondriya; 6 - yadro qobig'i 7 - ribonukleoprotein granulari; 8 - perisentriolyar tana; 9,10 - qiz tsentriolalar.

Diplosoma engilroq sitoplazma bilan o'ralgan bo'lib, undan radial yupqa fibrillalar - sentrosfera tarqaladi.

Tsentriolning tuzilishi aylana bo'ylab joylashgan to'qqizta uchlik mikronaychalarga asoslangan. To'qqizta uchlikdan hosil bo'lgan ichi bo'sh silindning kengligi taxminan 0,15 mkm va uzunligi 0,3 - 0,5 mkm.

Tripletning birinchi mikronaychalari a-mikrotubula deb ataladi. U to'liq mikronaychadir. Ikkinchi va uchinchi mikronaychalar to'liq emas. Ular 11 ta protofilamentni o'z ichiga oladi va bir-biriga yaqin joylashgan. Boshqacha aytganda, mikronaychalarni bog'laydigan hudud umumiydir.

Har bir uchlik silindning radiusiga taxminan 40 daraja burchak ostida joylashgan. Mikrotubulalar tubulindan tuzilgan. Tubulinga qo'shimcha ravishda, sentriol protein dinein bilan ifodalangan qo'shimcha tuzilmalarni o'z ichiga oladi.

Odatda, interfaza hujayralarida diplosoma ona sentriola va qiz sentrioladan iborat. Qiz sentriola ona sentriolaning uzunlomasina o'qiga perpendikulyar joylashgan. Tsentriolaning markaziy qismida neksin oqsili bilan ifodalangan markaz deb ataladigan joy mavjud. Neksin har bir uchlik yo'nalishi bo'yicha to'qqizta spiker deb ataladigan proektsiyalarni hosil qiladi. Tsentriol ichida shpikli markaz egallagan hajm $3/4$ dan $1/5$ gacha bo'lishi mumkin. Ona sentrioladan chiqqan diplosoma yonida o'simtalar amorf material shaklida joylashgan bo'lib, ular ona sentriolaning qo'shimchalari yoki yo'ldoshlari deb ataladi. Qizida hech qachon qo'shimchalar yo'q.

Sentriol mikronaychalar tizimi $9+0$ formula bilan tavsiflanadi. Tsentriolalar atrofida yupqa tolali matritsa - mikronaychalar botiriladigan gilza mavjud. Birlashmada sun'iy yo'ldoshlar (resentriolyar yo'ldoshlar) mavjud. Ular uchburchak poyali fibrillyar tuzilmalardan iborat. Oyoq boshni ko'taradi. Kichik jismlar bilan aloqa qilish. Sun'iy yo'ldoshlar mikrotubulalar yig'iladigan markazlardir.

Bu diplosoma morfologiyasi berilmagan. Bularning barchasi juda plastik tuzilishdir. Tsentrosomaning tuzilishi va faoliyati hujayra siklining davriga qarab keskin o'zgaradi.

RIBOSOMALAR VA PROTEINLAR BIOSINTEZI

Ribosomalar hayvonlar hujayralari sitoplazmasida amerikalik tadqiqotchi G.Palade (1955) tomonidan elektron mikroskop yordamida aniqlangan. 1956 yildan 1958 yilgacha bo'lgan davrda. ribosomalar xamirturush, o'simliklar, hayvonlar va bakteriyalardan ajratilgan. Ular sitoplazmatik RNKning asosiy qismini o'z ichiga olgan diametri taxminan 25 nm bo'lgan ribonukleoprotein zarralari bo'lib chiqdi. 1958 yilda Massachusetts texnologiya institutida bo'lib o'tgan simpoziumda R. Roberts bu zarralarni "ribosomalar" deb atashni taklif qildi. Ribosomalar aminokislotalarning yangi oqsillarga qo'shilishi uchun javobgar ekanligi haqidagi birinchi dalil P. Zamecnik (1955) laboratoriyasida olingan. 1959 yilga kelib, ribosomalar oqsil biosintezini ta'minlashi nihoyat isbotlandi.

1. Hujayradagi ribosomalarning lokalizatsiyasi. Ribosomalar eukaryotik hujayraning sitoplazmasida joylashgan. Sekretor hujayralarda ribosomalarning salmoqli qismi gialoplazma tomonida plazmatik retikulum membranalarini bilan birikadi (48-rasm).



Rasm 48. Endoplazmatik retikulum membranalarida ribosomalarning joylashishi. 1 ribosomalar; 2-kanalli ES.

Hujayraning o'z ehtiyojlari uchun oqsillarning sintezi gialoplazma bo'ylab tarqalgan membrana bilan bog'langan emas, balki erkin ribosomalarda sodir bo'ladi (29-rasmga qarang). Hujayradagi ribosomalar soni uning metabolik faolligiga, birinchi navbatda, oqsil sintezi darajasiga mutanosibdir.

Ribosomalar yadroda hosil bo'ladi va shuning uchun ularning tarkibiy qismlari hujayra yadrosida bo'lishi mumkin. Ammo ular hujayra yadrosida hali faol emas va u erda oqsil biosintezi hech qachon kuzatilmaydi. Gialoplazmadan tashqari ribosomalar mitoxondriya va xloroplastlarda ham uchraydi. Bu organellalarning ribosomalari esa sitoplazmatik ribosomalardan bir qator strukturaviy va funksional farqlarga ega.

2. Prokariot va eukariotlarning ribosomalari. Bakteriyalar, ko'k-yashil suv o'tlari va aktinomitsetalar hujayralarida cho'kish koeffitsienti 70S bo'lgan ribosomalar mavjud. Bu koeffitsient seziiy xlorid yoki saxaroza zichligi gradientida santrifujlanganda zarrachalarning nisbiy suzuvchi zichligi o'lchovidir. Suzuvchi zichlik birligi S (svedberg) ultratsentrifuga ixtirochisi shved olimi T. Svedberg sharafiga nomlangan. Sedimentatsiya koeffitsienti zarrachaning massasiga ham, shakliga ham bog'liq. Prokaryotik ribosomalarning molekulyar og'irligi 2,5 mD, o'rtacha diametri 25 nm

bo'lgan yumaloq shaklga ega. Bakterial hujayradagi ribosomalarning umumiy soni uning quruq vaznining 30% ga etadi.

Ulardagi oqsilning nisbiy miqdori RNKdan ikki baravar kam. Sedimentatsiya koeffitsienti 70S bo'lgan prokaryotik tipdagi ribosomalar yuqori o'simliklarning xloroplastlarida ham uchraydi. Biroq, mitoxondrial ribosomalar, garchi bakterial ribosomalarga o'xshash bo'lsa ham, yuqori turlarga xos xususiyatga ega. Xususan, xamirturush mitoxondrial ribosomalari odatdagi prokaryotik ribosomalardan (75S) bir oz kattaroq, sutemizuvchilarning mitoxondrial ribosomalari esa, aksincha, o'simliklar, zamburug'lar va protozoalarga qaraganda ancha kichikroq (55S) bo'lib, cho'kindi koeffitsienti 80S bo'lgan ribosomalarni o'z ichiga oladi. Ularning molekulyar og'irligi 4 mD va o'rtacha diametri 30 nm. Ulardagi oqsilning nisbiy miqdori taxminan RNK miqdoriga teng. Ribosomalarning eukaryotik turida tur farqi yo'q.

3. Ribosomalar morfologiyasi. Elektron mikroskopni past kattalashtirishda (20000x gacha) ribosomalar diametri 25–30 nm bo'lgan elektron zich dumaloq zarrachalarga o'xshaydi. Yuqori kattalashtirishda (100 000x dan yuqori) ular 1: 2 massa nisbati bilan kichik va katta bo'linmani ifodalovchi ikkita teng bo'lmagan qismga tuba bilan bo'linganligi aniq. Fiziologik sharoitda ribosomalar teskari ravishda subbirliklarga ajraladi. Bunda prokaryotik ribosomalar $70S \Leftrightarrow 30S + 50S$, eukariot ribosomalar esa $80S \Leftrightarrow 40S + 60S$ sxema bo'yicha dissotsiatsiyalanadi.

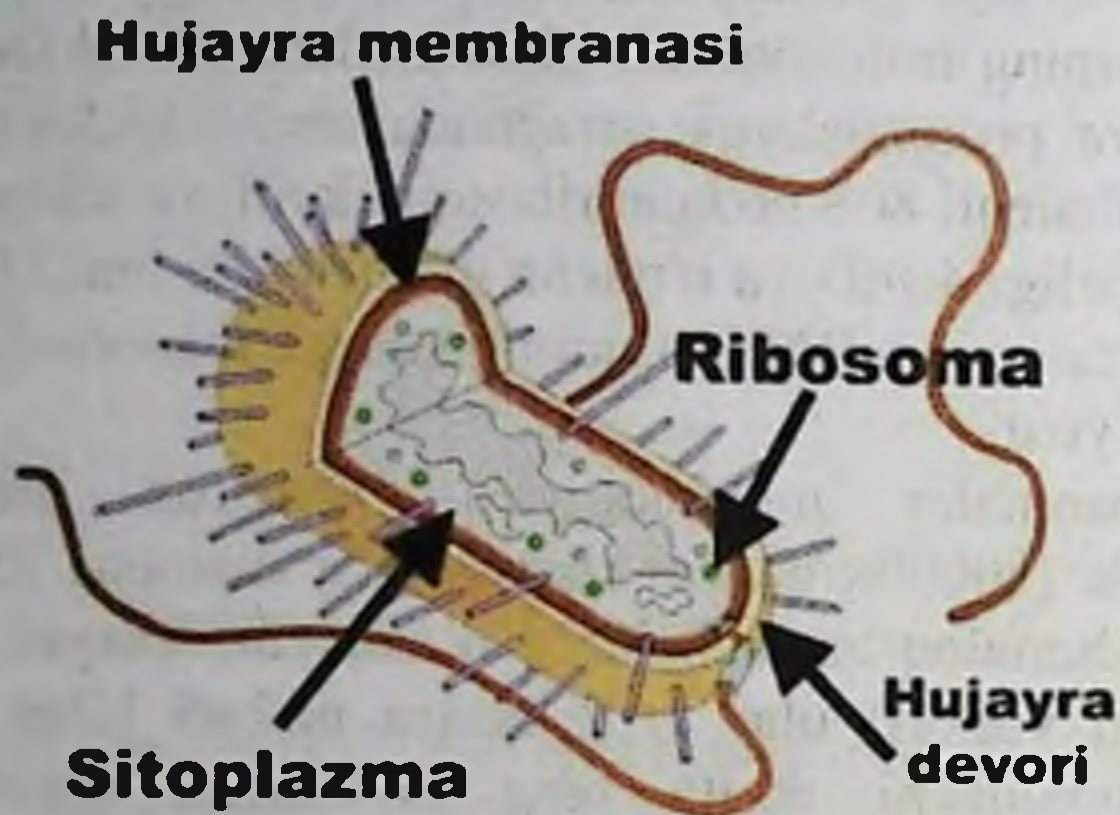
Sedimentatsiya koeffitsientining tanqisligi ribosomalarning suzuvchi zichligi nafaqat subbirliklarning massasiga, balki ularning shakliga ham bog'liqligi bilan bog'liq.

Prokaryotik ribosoma 30S ning kichik bo'linmasi cho'zinchoq shaklga ega, uning uzunligi 23 nm va kengligi 12 nm. U "bosh", "tana" va "lateral protrusion" deb ataladigan loblarga bo'linadi. Eng aniq - bosh va tanani ajratib turadigan ko'ndalang tuba. Eukaryotik ribosoma 40S ning kichik bo'linmasi prokaryotik 30S kichik bo'linmasiga o'xshaydi, lekin ikkita qo'shimcha xususiyatga ega - boshning tananing lateral chiqishiga qarama-qarshi tomondan chiqib ketishi, shuningdek, ribosomaning distal uchining bifurkatsiyasi. tanasi.

Prokaryotik ribosoma 50S ning diametri 25 nm bo'lgan katta bo'linmasi tashqi ko'rinishi bo'yicha eukaryotik ribosoma 60S ning katta bo'linmasi bilan bir xil. Katta bo'linma uchta proektsiyaga ega: o'rta proektsiya yoki "bosh", lateral lob yoki "tutqich" va novda shaklidagi

jarayon yoki "naycha". Umuman olganda, katta bo'linmaning shakli choynakga o'xshaydi.

Subbirliklarning to'liq ribosomaga birikmasi qat'iy muntazam ravishda sodir bo'ladi. Bunday holda, kichik va katta bo'linmalarning boshlari va lateral o'simtalari bir yo'nalishda yo'naltiriladi va bir-birining ustiga chiqadi. Bo'limlarning tekislangan yuzalari ham fazoda bir-birini to'ldiradi (49-rasm).



49-rasm. Ribosomalarning tuzilishi.

4. Ribosomalarning kimyoviy tarkibi. Ribosoma RNK va oqsillardan iborat bo'lib, bu organoidning asosiy strukturaviy va funktsional xususiyatlari ribosoma RNK tomonidan belgilanadi. Prokaryotik ribosomalarda uchta, eukaryotik ribosomalarda to'rtta ribosoma RNK molekulasi mavjud.

Ribosomal RNKlar. Ribosomal RNK larning asosiy vazifasi ribosomaning kichik va katta bo'linmalarining molekulyar skeletini hosil qilishdir. Ribosomalar 50-70 xil oqsillarni o'z ichiga oladi, ularning aksariyati faqat bitta molekula bilan ifodalanadi. Ribosomal oqsillarning molekulyar og'irligi 10 dan 30 kDa gacha, biroq alohida polipeptidlar 70 kDa massaga etadi. Ribosomal oqsillar orasida asosiy polipeptidlar ustunlik qiladi, lekin neytral va kislotali oqsillar ham uchraydi. Prokaryotik ribosomaning kichik bo'linmasida 20 ta oqsil, katta bo'linmasida 30 ta oqsil mavjud. Eukaryotik ribosomalarda sezilarli darajada ko'proq oqsil mavjud: kichik bo'linmada 30 ta, katta bo'linmada 40 ta oqsil mavjud.

Ribosomal oqsillar ribosomaning oqsil biosintezi tashkilotchisi roli bilan bog'liq turli funktsiyalarni bajaradi:

- kichik va katta bo'linmalarning kesimlarini hosil qiladi;
- molekulyar bog'lanish markazlarini hosil qiladi;
- kimyoviy reaksiyalarni katalizlash;
- oqsil biosintezini tartibga solishda ishtirok etish;

Ko'pgina ribosoma oqsillari bir vaqtning o'zida bir nechta funktsiyalarni bajaradi.

Protein biosintezini tirik organizmlarda sodir bo'ladigan oqsil sintezi va etilishning ko'p bosqichli jarayonidir. Protein biosintezida ikkita asosiy bosqich mavjud: mRNK va tRNK molekulalari ishtirokida ribosomalarda yuzaga keladigan aminokislotalardan polipeptid zanjirining sintezi (translyatsiya) va polipeptid zanjirining translatsiyadan keyingi modifikatsiyalari. Protein biosintezini jarayoni katta energiya sarfini talab qiladi (50-rasm).

Irsiy ma'lumot DNKning birlamchi tuzilishida kodlangan bo'lib, u eukaryotik hujayralarda hujayra yadrosida to'plangan. Polipeptidning asosiy tuzilishini kodlaydigan DNK hududlari - strukturaviy genlar - messenjer RNK (va RNK) sintezi uchun shablonlardir. RNK shaklida genlarning funktsional nusxalarini hosil qilish jarayoni transkripsiya deb ataladi.

Birlashma paytida tahrirlangan mRNKlar keyin sitoplazmaga kiradi va u erda ribosomalar bilan bog'lanadi. Ribosomalar mRNKda kodlangan ma'lumotlardan foydalanib, translatsiya deb ataladigan jarayon orqali polipeptidni sintez qiladi. Aminokislotalardan polipeptid sintezi mRNK (kodonlar)dagi aminokislotalarni nukleotidlarning tripletlariga moslashtirish qoidalarini ifodalovchi genetik kodga muvofiq amalga oshiriladi.

Translatsiyani amalga oshirish uchun mRNK va ribosomalardan tashqari bir qator boshqa molekulalar ham talab qilinadi. Ribosomalar tarjimada ishtirok etuvchi molekulalar bilan birgalikda hujayradan tashqarida faoliyat yurita oladigan oqsil sintezlovchi tizimni hosil qiladi.

Minimal tarjima tizimi 8 ta komponentdan iborat. U *Escherichia coli* dan ajratilgan ribosomalariga asoslangan; matritsa sifatida sintetik mRNK yoki prokaryotik hujayralardan ajratilgan mRNK ishlatilishi mumkin. Polipeptid sintezi uchun material RNK (tRNK) - aminoatsil-tRNK molekulalariga biriktirilgan aminokislota qoldiqlari, energiya manbai esa GTP molekulalaridir. Bundan tashqari, maxsus oqsillar talab qilinadi - polipeptid sintezini tartibga solishda ishtirok etadigan cho'zilish omillari, shuningdek, ribosomalarning subbirliklarga ajralishini oldini oluvchi magniy ionlari.

To'liq tarjima tizimi 17 ta komponentni o'z ichiga oladi. U yanada samarali ishlaydi va har qanday shablonni, shu jumladan eukaryotik mRNKni tarjima qilishga qodir. Unda aminokislotalar faollashtirilmaydi, lekin ularni faollashtirish uchun 20 turdagi tRNK va maxsus fermentlar to'plami - aminoatsil-tRNK sintetazalari mavjud bo'lib, ular ATP energiyasini sarflash bilan aminokislotalarni tRNKga biriktiradilar. Uzayish omillariga qo'shimcha ravishda, oqsil sintezi tizimini yig'ish va demontaj qilishni ta'minlaydigan tartibga soluvchi oqsillar bo'lgan boshlash va tugatish omillari qo'shildi. Bir valentli ionlarning konsentratsiyasi va harorat ham oqsil sintez qilish tizimining ishlashi uchun katta ahamiyatga ega.

Protein sintez qiluvchi tizimlarning qisqacha tavsifidan allaqachon eukaryotik tizimda ko'proq tartibga soluvchi oqsillar mavjudligi aniq bo'lib, ularning ko'pchiligini qo'llash nuqtasi tizimni yig'ish bilan bog'liq bo'lgan tarjimaning dastlabki bosqichlari.

Protein biosintezi uch bosqichdan iborat - boshlash, cho'zilish va tugatish. Boshlanish bosqichida protein sintez qilish tizimi yig'iladi. U mRNKning 5' uchiga kichik ribosoma bo'linmasining biriktirilishi bilan boshlanadi. RNK shablonlari strukturaviy genlarning nusxalarini o'z ichiga oladi - 5' uchidan bir oz masofada o'qiladigan ramkalar. Shuning uchun, mRNK ga biriktirilgandan so'ng, ribosomaning kichik bo'linmasi nukleotidlar ketma-ketligini skanerdan o'tkazadi, 5' dan 3' oxirigacha, u o'qish ramkasining boshlanishi - boshlang'ich kodonni topmaguncha. Prokaryotik ribosoma boshlang'ich kodon sifatida AUG kodonidan va kamroq tarqalgan GUG va UUG kodonlaridan foydalanadi.

Eukaryotik ribosoma genetik kodni boshlang'ich kodon sifatida ishlatadi; AUG kodoni metionin aminokislotalariga mos keladi. Biroq, prokaryotik oqsillarni sintez qilish tizimidagi boshlang'ich kodon mutaxassis tomonidan tan olinadi metioninning o'zgartirilgan shakli - formil metionin bilan bog'liq bo'lgan nal tashabbuskor tRNK. Shuning uchun bakterial ribosomalar yordamida in vitro sintez qilingan har qanday polipeptid aminokislota formil metionin bilan boshlanadi. Eukaryotik oqsillarni sintez qilish tizimi ham metionin bilan polipeptidni boshlaydi, ammo bu hujayra oqsillarida har doim N-uchida metionin borligini anglatmaydi. Tarjima tugallangandan so'ng, ular odatda N-terminallarini olib tashlaydigan yoki o'zgartiradigan fermentlarga ta'sir qiladi.

Boshlang'ich kodoni tan olingandan va boshlang'ich tRNKning bog'lanishidan so'ng, subbirlklar to'liq ribosomaga birlashadi. Ribosoma hosil bo'lish jarayoni GTP energiyasini sarflash bilan sodir bo'ladi. Bunday

holda, ribosomada ikkita bog'lanish markazi tiklanadi - aminoatsil va peptidil. Aminoatsil markazi aminoatsil-tRNKni (tRNK bilan komplekslashgan aminokislota qoldiqlari) tanib, bog'lay oladi, peptidil markazida esa peptidil-tRNK (tRNK bilan kompleks sintezlangan polipeptid) mavjud. Polipeptid sintezida peptidiltransferaza va peptidiltransferaza hosil bo'lishini katalizlovchi ribosomaning katta bo'linmasida joylashgan uchinchi peptidiltransferaza markazi ham ishtirok etadi. cii - genetik kod jadvaliga muvofiq polipeptid sintezining haqiqiy jarayoni. U takroriy bog'lanish, transpeptidatsiya va translokatsiya bosqichlaridan iborat.

Bog'lanish bosqichi ribosoma tomonidan "yonca bargi" aminoatsil-tRNKni tanib olish va ushlab turishdan iborat. Bunday holda, raqobat turli xil aminoatsil-tRNKlar o'rtasida sodir bo'ladi, lekin faqat o'sha molekula A-markazda saqlanadi, uning antikodoni (yonda bargining o'rta gulbargi tepasida joylashgan uchlik) A da joylashgan mRNK kodonini to'ldiradi. - markaz. Aminoatsil-tRNKning A-markazga bog'lanishi EFTu cho'zilish faktorini o'z ichiga oladi va GTP energiyasini sarflaydi. Transpeptidlanish bosqichida A markazidagi aminoatsil tRNK P markazidagi peptidil tRNK bilan shunday o'zaro ta'sir qiladiki, polipeptidning C-uchi P markazdan A markazga o'tadi. Bunday holda, polipeptidning C-uchisi peptidil transferaza markazi tomonidan katalizlanadigan reaksiya jarayonida peptid bog'ini hosil qilish uchun aminoatsil-tRNK bilan qo'shiladi. Translokatsiya bosqichida ribosoma EF-G va GTP ishtirokida peptidil-tRNKning A-markazdan P-markazga o'tkazilishini ta'minlaydi, undan avval erkin tRNK chiqib ketadi. Polipeptidning P-markazga qaytishi bilan bir vaqtda mRNK bitta kodon bilan 5' dan 3' uchigacha yo'nalishda harakat qiladi.

Tugatish bosqichi ribosoma mRNKdagi uchta tugatish kodonlaridan biri - UAA, UGA yoki UAG bilan uchrashganda sodir bo'ladi. Bu kodonlar aminokislotalarni kodlamaydi va oqsil biosintezi jarayonining tugashi uchun signal sifatida xizmat qiladi (49-rasm). To'xtash kodoni mRNKning o'qish ramkasini cheklaydi. Ba'zan o'qish ramkasi hatto ikki yoki undan ortiq to'xtash kodonlari bilan chegaralanadi. Ribosoma dissotsiatsiyalanganda, kichik bo'linma mRNKni yanada skanerlashi va polikistronik prokaryotik shablonlarda keyingi o'qish ramkasida tarjimani davom ettirishi mumkin.

Har xil oqsillarni sintez qilishdan tashqari, qo'pol ERda membrana oqsillari sintezi mavjud bo'lib, ular ER membranasiga integral bo'lib, integral bo'ladi.

1) Hujayra membranasi oqsillarining sintezi ER ribosomalarida sodir bo'ladi. Ular boshqa oqsillardan farq qiladi - ular membranalardan ajralib chiqmaydi, lekin ular bilan birlashtirilib, transmembran yoki yarim integral oqsillarga aylanadi.

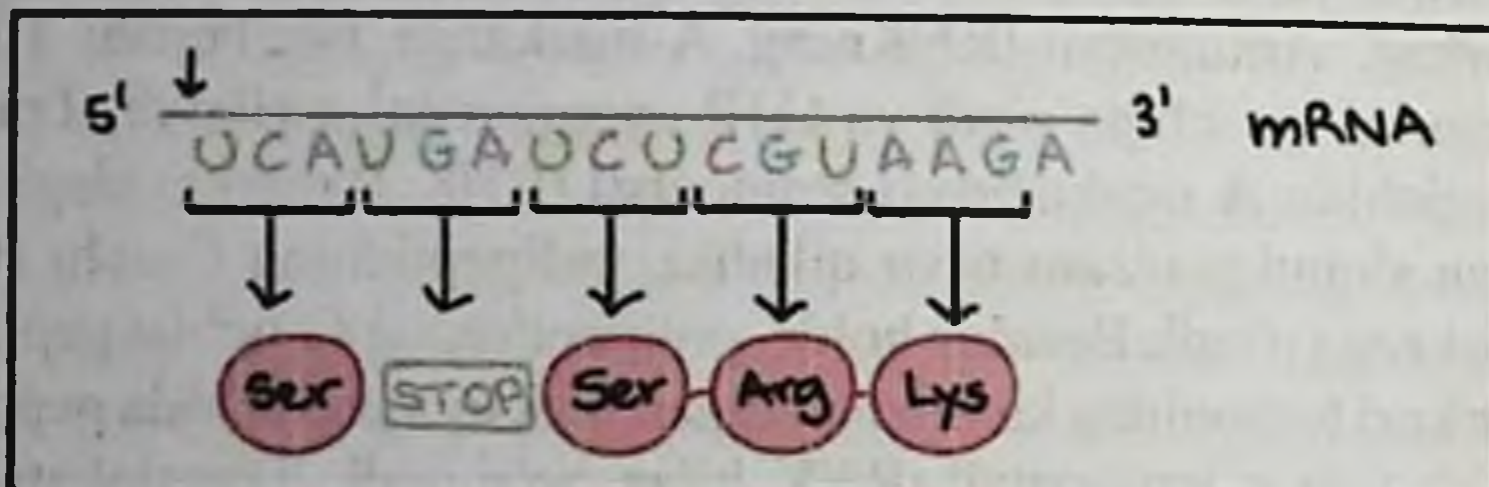
2) Lipidlar nogranular ER membranalarida ham sintezlanadi. Lipidlar ER membranasi sitozolik tomondan kiritiladi, lekin tashuvchilar yordamida boshqa tomonga o'tkaziladi. Shu tufayli membrana o'sadi.

Lipid sintezi jarayoni integral oqsillarning sintezi bilan bir vaqtda sodir bo'ladi va shuning uchun biomembran ikki jarayon orqali quriladi va o'sadi: 1) lipidlarning sintezi va inkorporatsiyasi; 2) membrana oqsillarining sintezi va integratsiyasi.

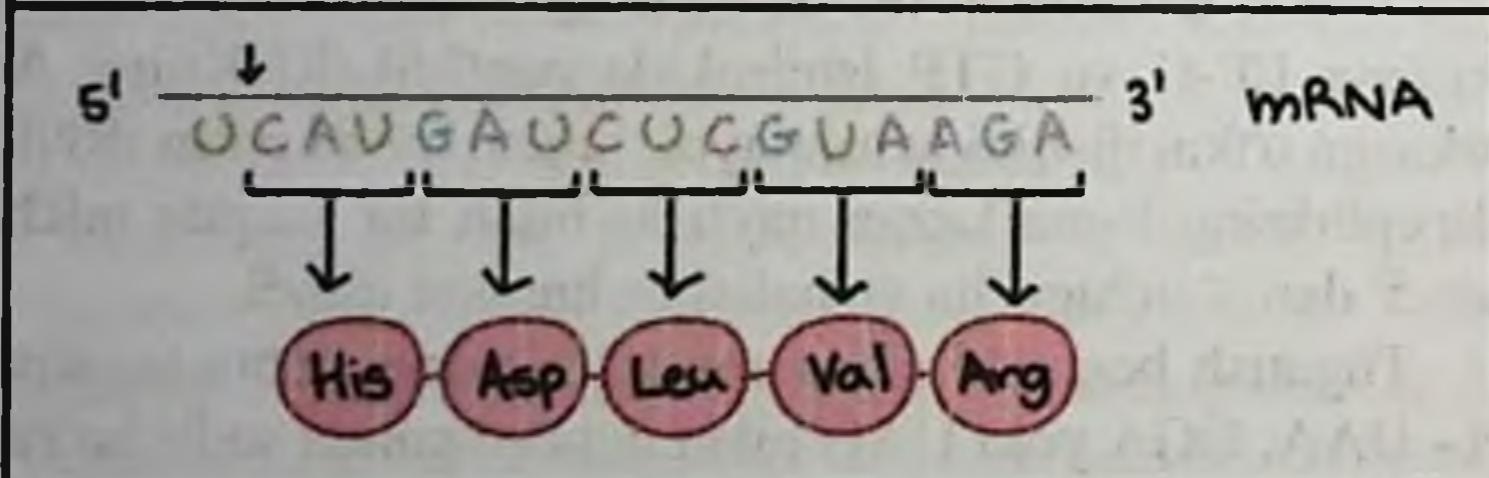
ER, AG va plazmalemmaning membrana oqsillari kelib chiqishi bir xil:

sintezlanadi va qo'pol ERga birlashtiriladi.

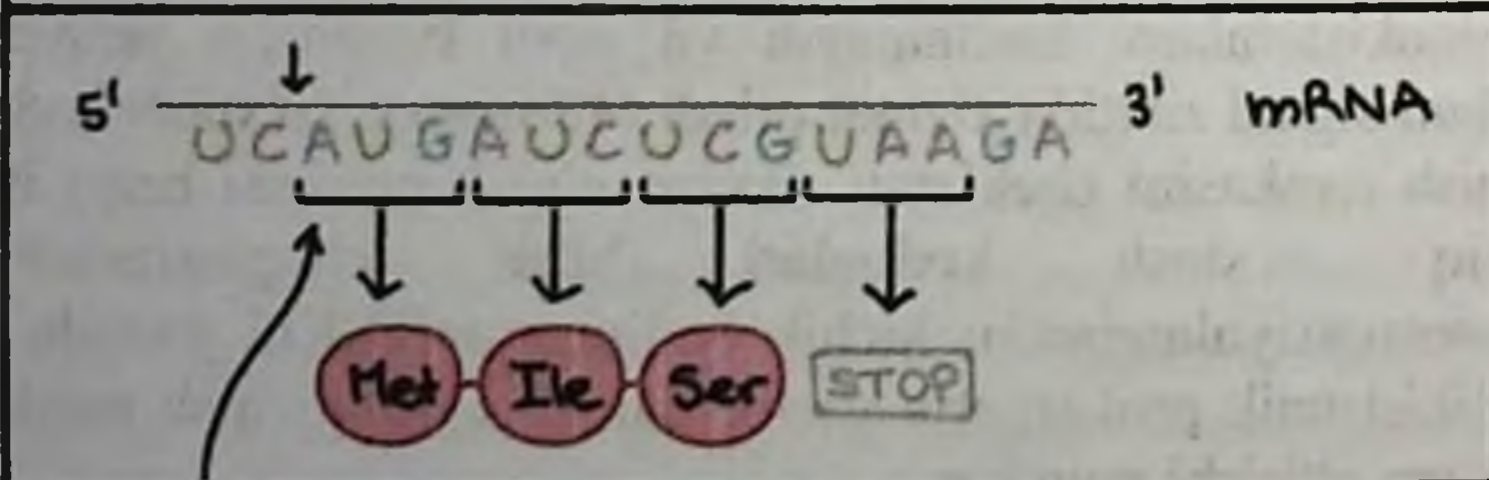
FRAME 1



FRAME 2



FRAME 3



Start codon's position ensures that this frame is chosen



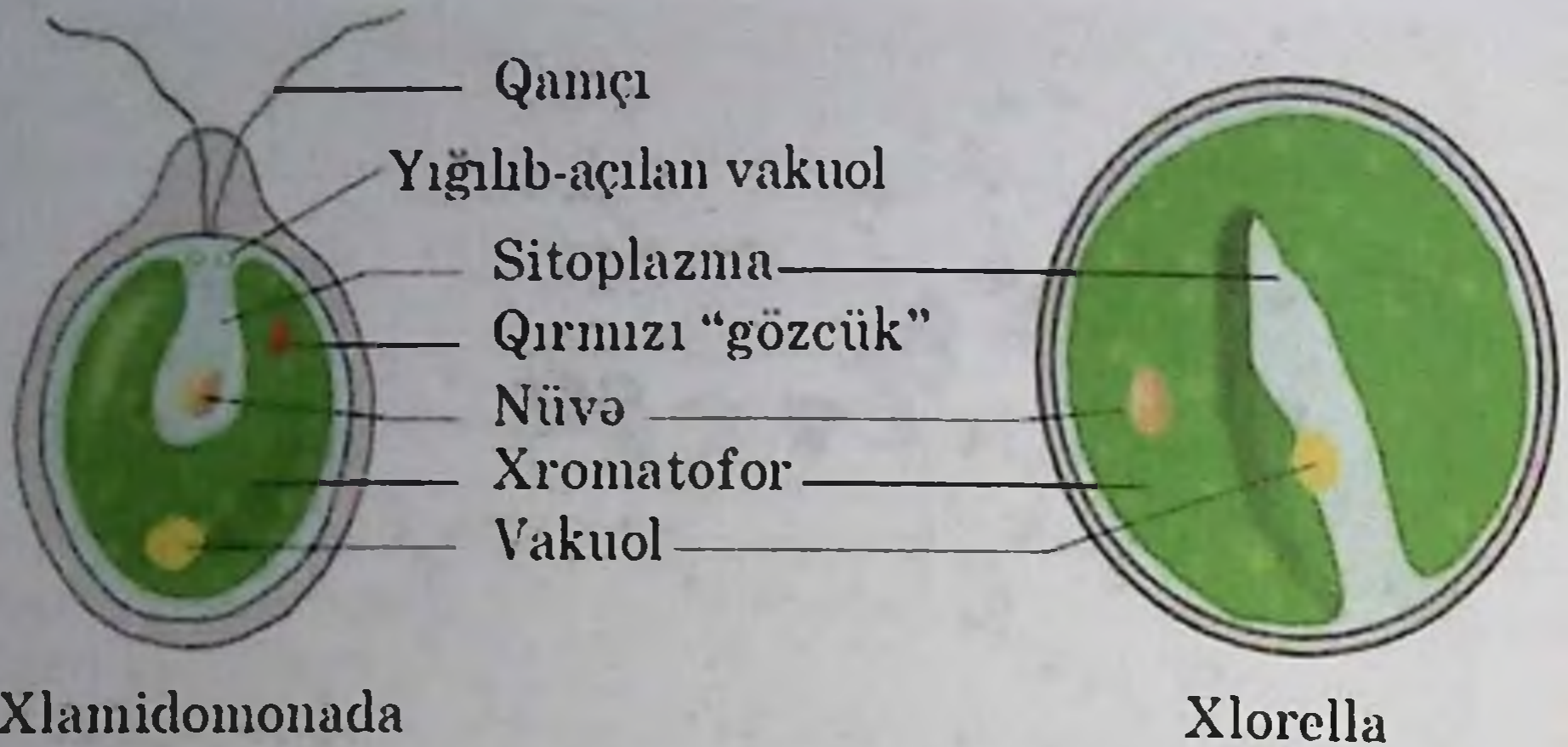
50-rasm. A-ribosomada oqsil sintezining sxemasi; Oqsil sintezining B–elektron mikroskopik surati: 1-ribosomalar; 2-sintezlangan oqsil molekulalari.

PLASTIDLAR

Plastidlar - fotosintetik eukaryotik organizmlarda (yuqori o'simliklar, quyi suv o'tlari, ba'zi bir hujayrali organizmlar) joylashgan membrana organellalari. Mitoxondriya singari, plastidlar ham ikkita membrana bilan o'ralgan; ularning matritsasi o'ziga xos genomik tizimga ega; plastidlarning funktsiyalari fotosintez ehtiyojlari uchun ishlatiladigan hujayrani energiya bilan ta'minlash bilan bog'liq. Yuqori o'simliklarda turli plastidlarning butun to'plami (xloroplast, leykoplast, amiloplast, xromoplast) topilgan bo'lib, ular bir turdagi plastidlarning boshqasiga o'zaro o'zgarishini ifodalaydi. Fotosintetik jarayonlarni amalga oshiradigan asosiy tuzilma xloroplastdir.

Xloroplast

Yuqorida aytib o'tilganidek, xloroplastning tuzilishi, asosan, mitoxondriyaning tuzilishini eslatadi. Odatda bu 2-4 mikron kengligi va 5-10 mikron uzunlikdagi cho'zilgan tuzilmalardir. Yashil suvo'tlar uzunligi 50 mikronga yetadigan ulkan xloroplastlarga (kromatoforlarga) ega (51-rasm).

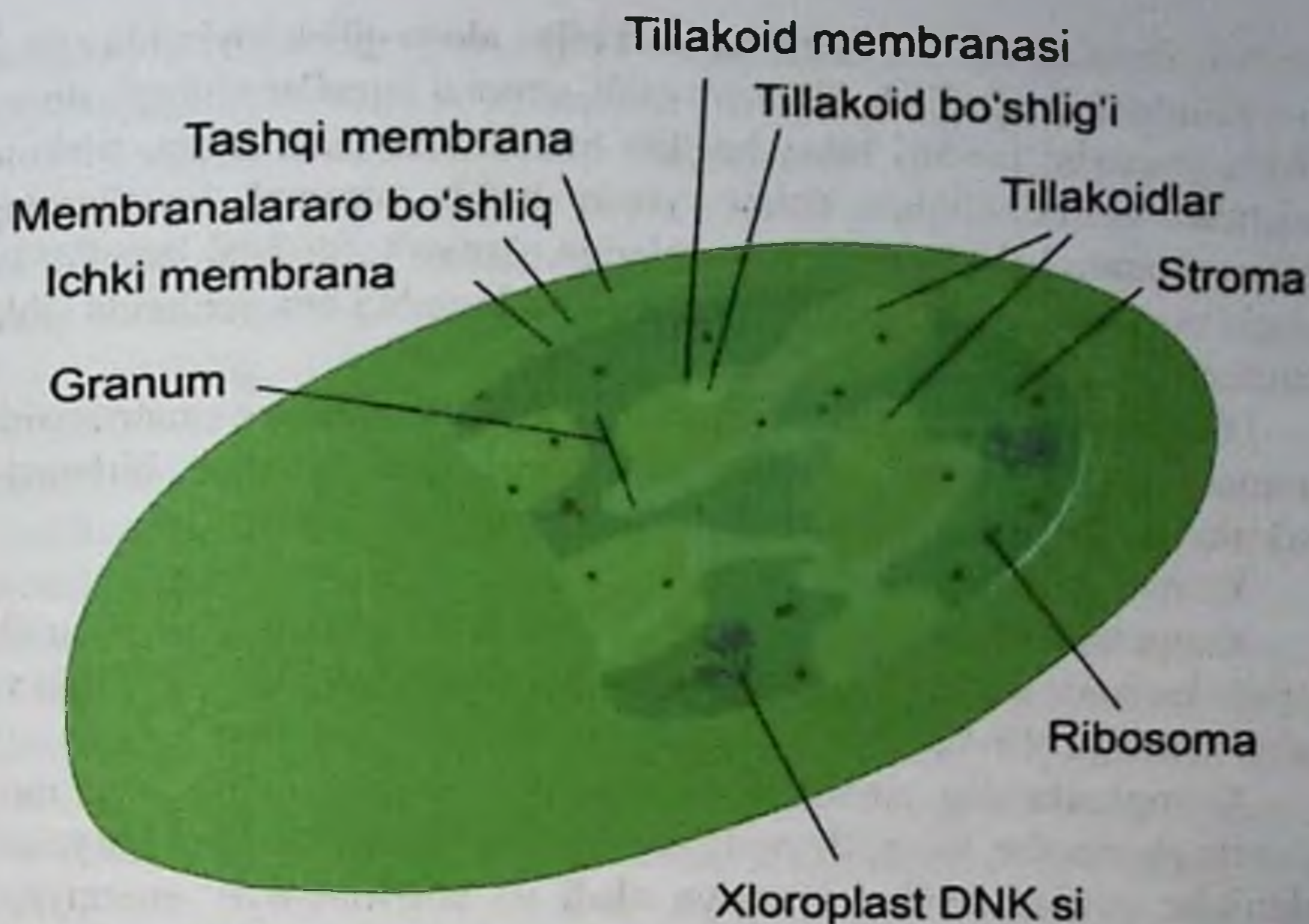


Rasm. 51. Bir hujayrali yashil suvo'tlar Chlamydomonas (a), Chlorella xromatoforlari.

Turli o'simliklar hujayralarida xloroplastlar soni standart emas.

Shunday qilib, yashil suv o'tlari har bir hujayrada bitta xloroplastga ega bo'lishi mumkin. Odatda, yuqori o'simliklarning har bir hujayrasida o'rtacha 10-30 xloroplastlar mavjud. Ko'p sonli xloroplastlarga ega hujayralar mavjud. Masalan, shag'alning palizad to'qimalarining gigant hujayralarida 1000 ga yaqin xloroplastlar topilgan.

Xloroplastlar (52-rasm A) ikkita membrana bilan chegaralangan tuzilmalar - ichki va tashqi. Tashqi membrana, xuddi ichki membrana kabi, qalinligi taxminan 7 mikron, ular bir-biridan 20-30 nm membranalararo bo'shliq bilan ajratilgan. Xloroplastlarning ichki membranasi mitoxondriyal matritsaga o'xshash plastid stromani ajratib turadi. Yuqori o'simliklarning etuk xloroplasti stromasida ikki xil ichki membranalar ko'rinadi. Bu yassi, cho'zilgan stromal lamellarni hosil qiluvchi membranalar va tilakoidlarning membranalari, tekis disk shaklidagi vakuolalar yoki qoplar.



Guruch. 52. Xloroplast (A) va grana (B) ning sxematik tuzilishi.

Stromal lamellar (qalinligi taxminan 20 mkm) tekis, ichi bo'sh qoplar yoki bir xil tekislikda joylashgan tarvaqaylab ketgan va o'zaro bog'langan kanallar tarmog'i ko'rinishiga ega. Odatda, xloroplast ichidagi stromal lamellar bir-biriga parallel ravishda yotadi va bir-biri bilan bog'lanmaydi.

Xloroplastlarda stromal membranalardan tashqari membrana tilakoidlari ham uchraydi. Bu tekis, yopiq, disk shaklidagi membrana sumkalari. Ularning membranalararo bo'shlig'ining kattaligi ham taxminan 20-30 nm.

Bunday tilakoidlar grana deb ataladigan tangalar ustuniga o'xshash stacklar hosil qiladi (52-rasm B).

Granadagi tilakoidlar soni juda katta farq qiladi: bir nechadan 50 yoki undan ko'p. Bunday steklarning o'lchami 0,5 mikronga yetishi mumkin, shuning uchun donalar yorug'lik mikroskopidagi ba'zi ob'ektlarda ko'rinadi. Yuqori o'simliklarning xloroplastlarida donalarning soni 40-60 tagacha yetishi mumkin. Granadagi tilakoidlar bir-biriga yaqin joylashganki, ularning membranalarining tashqi qatlamlari chambarchas bog'langan; tilakoid membranalarning tutashgan joyida qalinligi taxminan 2 nm bo'lgan zich qatlam hosil bo'ladi. Tilakoidlarning yopiq kameralaridan tashqari, grana odatda lamellar bo'limlarini ham o'z ichiga oladi, ular ham

membranalarining tilakoid membranalari bilan aloqa qilish joylarida zich 2 nm qatlamlarni hosil qiladi. Shunday qilib, stromal lamellar xloroplastning alohida granasini bir-biri bilan bog'lab turadi. Shu bilan birga, tilakoid kameralarning bo'shliqlari doimo yopiq bo'lib, stromal lamellarning membranalararo bo'shlig'ining kameralariga o'tmaydi. Stromal lamellar va tilakoid membranalar plastid rivojlanishining dastlabki bosqichlarida ichki membranadan ajralish natijasida hosil bo'ladi.

DNK molekulalari va ribosomalar xloroplastlarning matritsasida (stromasida) joylashgan; Zaxira polisaxarid, kraxmalning birlamchi cho'kishi ham bu erda kraxmal donalari shaklida sodir bo'ladi.

Xloroplastlarning vazifalari.

Xloroplastlar fotosintetik jarayonlar sodir bo'ladigan tuzilmalar bo'lib, natijada karbonat angidridning bog'lanishiga, kislorodning chiqarilishiga va shakar sinteziga olib keladi.

Xloroplastlarning xarakterli xususiyati - yashil o'simliklarga rang beruvchi pigmentlar, xlorofillarning mavjudligi. Xlorofill yordamida yashil o'simliklar quyosh nuridan energiya oladi va uni kimyoviy energiyaga aylantiradi. Ma'lum bir to'lqin uzunligi bilan yorug'likning yutilishi xlorofill molekulasining tuzilishining o'zgarishiga olib keladi, u hayajonlangan, faollashtirilgan holatga o'tadi. Faollashgan xlorofillning bo'shatilgan energiyasi bir qator oraliq bosqichlar orqali ma'lum sintetik jarayonlarga o'tkaziladi, bu ATP sinteziga va elektron qabul qiluvchi NADP (nikotinamid adenin dinukleotid) NADP-H ga qisqarishiga olib keladi, ular CO₂ bog'lash reaksiyalariga sarflanadi va shakar sintezi.

Fotosintezning umumiy reaksiyasini quyidagicha ifodalash mumkin:
 $n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{yorug'lik}} (\text{CH}_2\text{O})_n + n\text{O}_2$ (I) xlorofill.

Shunday qilib, bu erda asosiy yakuniy jarayon karbonat angidridni bog'lash, turli uglevodlarni hosil qilish uchun suvdan foydalanish va kislorodni chiqarishdir. O'simliklarda fotosintez jarayonida ajralib chiqadigan kislorod molekulalari suv molekulasining gidrolizlanishi tufayli hosil bo'ladi.

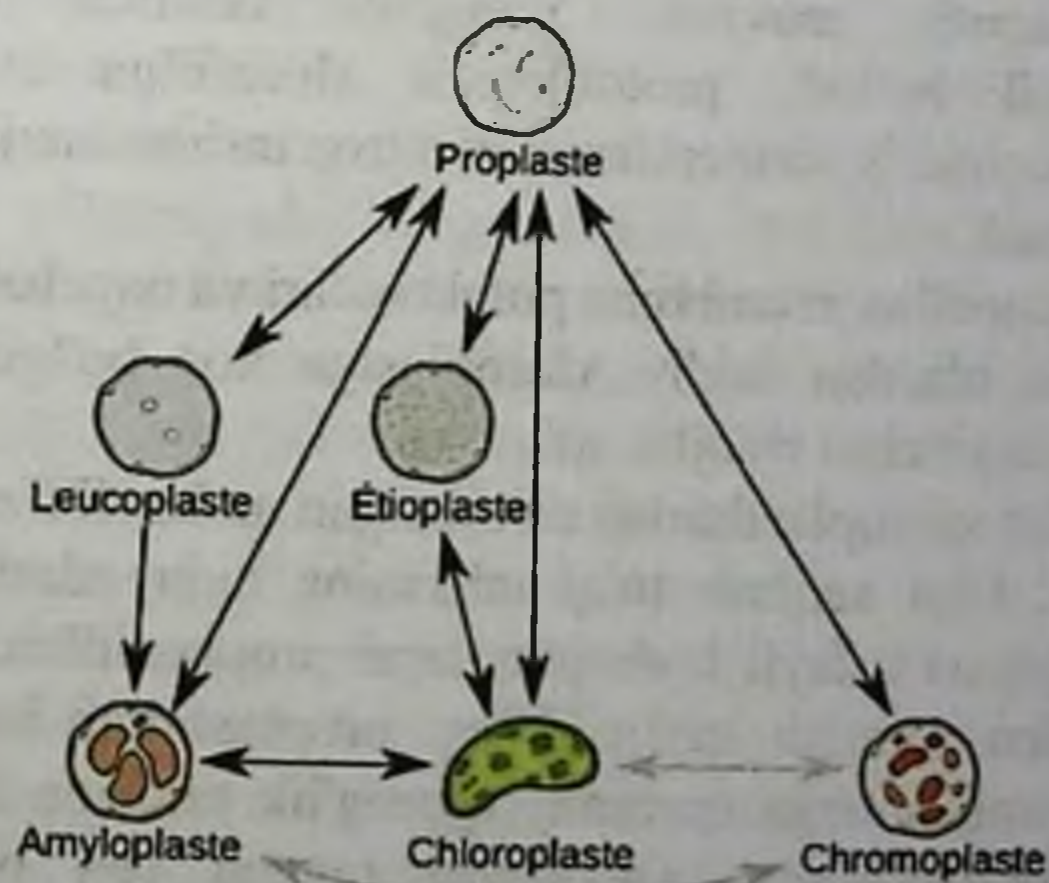
Binobarin, fotosintez jarayoni elektronlar yoki vodorod atomlarining manbalaridan biri bo'lib xizmat qiladigan suvning gidrolizlanishi jarayonini o'z ichiga oladi. Biokimyoviy tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, fotosintez jarayoni ikki bosqichdan iborat murakkab hodisalar zanjiri: yorug'lik va qorong'i. Birinchisi, faqat yorug'likda paydo bo'ladi, yorug'likning xlorofillar tomonidan yutilishi va fotokimyoviy reaksiyaning (Hill reaksiyasi) o'tkazilishi bilan bog'liq. Qorong'ida sodir bo'lishi mumkin

bo'lgan ikkinchi bosqichda CO₂ fiksatsiyalanadi va kamayadi, bu esa uglevodlarning sinteziga olib keladi.

Yorug'lik fazasi natijasida fotofosforlanish, elektron tashish zanjiri yordamida ADP va fosfatdan ATP sintezi, shuningdek gidroliz paytida yuzaga keladigan NADP koenzimining (nikotinamid adenin dinukleotid fosfat) NADP-H ga kamayishi sodir bo'ladi. va suvning ionlanishi. Fotosintezning ushbu bosqichida quyosh nuri energiyasi tilakoid membranalarda joylashgan xlorofill molekulalarida elektronlarni qo'zg'atadi. Ushbu qo'zg'aluvchan elektronlar tilakoid membrnadagi oksidlovchi zanjir komponentlari bo'ylab, xuddi elektronlar mitoxondriyal membranada nafas olish zanjiri bo'ylab tashiladi. Ushbu elektron almashinuvi natijasida chiqarilgan energiya tilakoid membranasini bo'ylab protonlarni tilakoidlarga o'tkazish uchun ishlatiladi, natijada stroma va tilakoid ichidagi bo'shliq o'rtasidagi potentsial farq kuchayadi. Xuddi mitoxondriyal kristall membranalarda bo'lgani kabi, tilakoid membranalarda ham ATP sintetazasining molekulyar komplekslari mavjud bo'lib, ular keyinchalik protonlarni xloroplast matritsasiga yoki stromaga, parallel ravishda fosforilatlangan ADP ni, ya'ni. ATPni sintez qiladi.

Shunday qilib, yorug'lik fazasi natijasida ATP sintezlanadi va NADP kamayadi, keyinchalik ular CO₂ ni kamaytirishda, fotosintezning qorong'i bosqichida allaqachon uglevodlarni sintez qilishda ishlatiladi.

Fotosintezning qorong'i (foton oqimidan mustaqil) bosqichida NADP va ATP energiyasining kamayishi tufayli,



Guruch. 53. Plastidlarning o'zaro konversiyalari.

Proplasiidlar kichik (0,4-1 mkm) ikki membranali pufakchalar bo'lib, ularning ichki tuzilishining o'ziga xos xususiyatlariga ega emas. Ular sitoplazmatik vakuolalardan zichroq tarkibda va ikkita chegaralovchi membranalar mavjudligi, tashqi va ichki (xamirturush hujayralaridagi promitoxondriyalar kabi) bilan farqlanadi. Ichki membrana biroz katlanishi yoki kichik vakuolalar hosil qilishi mumkin. Proplasiidlar ko'pincha o'simlik to'qimalarining bo'linishida (ildiz, barglarning meristema hujayralari, poyalarning o'sish nuqtalari va boshqalar) uchraydi. Katta ehtimol bilan, ularning sonining ko'payishi bo'linish yoki tomurcuklanma, proplastid tanasidan kichik ikki membranali pufakchalarni ajratish orqali sodir bo'ladi.

Bunday proplastidlarning taqdiri o'simliklarning rivojlanish sharoitlariga bog'liq bo'ladi. Oddiy yorug'lik ostida proplastidlar xloroplastlarga aylanadi. Birinchidan, ular ichki membranadan uzunlamasına joylashgan membrana burmalari shakllanishi bilan o'sadi. Ulardan ba'zilari plastidning butun uzunligi bo'ylab cho'ziladi va stromal lamellarni hosil qiladi; boshqalari tilakoid lamellarni hosil qiladi, ular etuk xloroplastlarning granasini hosil qilish uchun yig'iladi.

Plastid rivojlanishi qorong'uda biroz boshqacha tarzda sodir bo'ladi. Etiollangan ko'chatlarda dastlab plastidlar, etioplastlar hajmi ortadi, lekin ichki membranalar tizimi qatlamli tuzilmalarni qurmaydi, balki alohida zonalarda to'planadigan va hatto murakkab panjara tuzilmalarini (prolamellar tanachalar) hosil qila oladigan mayda pufakchalar massasini hosil qiladi. Etioplastlarning membranalarida xlorofilning sariq kashshofi bo'lgan protoklorofil mavjud. Yorug'lik ta'sirida etioplastlardan xloroplastlar hosil bo'ladi, protoklorofil xlorofilga aylanadi, yangi membranalar, fotosintetik fermentlar va elektron tashish zanjirining tarkibiy qismlari sintezlanadi.

Hujayralar yoritilsa, membrana pufakchalari va naychalari tezda qayta tashkil etiladi va ulardan oddiy xloroplastga xos bo'lgan lamellar va tilakoidlarning to'liq tizimi rivojlanadi.

Leykoplastlar xloroplastlardan rivojlangan qatlamli tizimning yo'qligi bilan farq qiladi. Ular saqlash to'qimalarining hujayralarida joylashgan. Noaniq morfologiyasi tufayli leykoplastlarni proplastidlardan, ba'zan esa mitoxondriyalardan ajratish qiyin. Ular, proplastidlar kabi, lamellarda kambag'aldir, ammo shunga qaramay, yorug'lik ta'sirida normal tilakoid tuzilmalarini shakllantirishga va yashil rangga ega bo'lishga qodir. Qorong'ida leykoplastlar prolamellar tanalarida turli xil zahira moddalarni to'plashi mumkin va ikkilamchi kraxmal donalari leykoplastlarning

stromasida to'planadi. Agar vaqtinchalik kraxmal deb ataladigan narsa bu erda faqat CO₂ assimilyatsiyasi paytida mavjud bo'lgan xloroplastlarda to'plangan bo'lsa, leykoplastlarda haqiqiy kraxmal to'planishi mumkin. Ba'zi to'qimalarda (don ekinlari, ildizpoyalari va ildiz mevalari endospermi) leykoplastlarda kraxmalning to'planishi plastid stromasida joylashgan zahira kraxmal donalari bilan to'liq to'ldirilgan amiloplastlarning shakllanishiga olib keladi.

Yuqori o'simliklardagi plastidlarning yana bir shakli xromoplast bo'lib, unda karotinoidlarning to'planishi natijasida odatda sarg'ayadi. Xromoplastlar xloroplastlardan, kamroq esa ularning leykoplastlaridan (masalan, sabzi ildizlarida) hosil bo'ladi. Oqartirish jarayoni va xloroplastlarning o'zgarishi gulbarglarning rivojlanishi yoki mevalarning pishishi paytida osonlik bilan kuzatiladi. Bunday holda plastidlarda sariq rangli tomchilar (globulalar) to'planishi yoki ularda kristall shaklidagi jismlar paydo bo'lishi mumkin. Bu jarayonlar plastiddagi membranalar sonining asta-sekin kamayib borishi, xlorofill va kraxmalning yo'qolishi bilan bog'liq. Rangli globulalar hosil bo'lish jarayoni xloroplastlarning lamellari vayron bo'lganda, turli pigmentlar (masalan, karotinoidlar) yaxshi erigan lipid tomchilari ajralib chiqishi bilan izohlanadi. Shunday qilib, xromoplastlar plastidlarning degenerativ shakllari bo'lib, lipofanerozga - lipoprotein komplekslarining parchalanishiga duchor bo'ladi. Plastid genomi.

Mitoxondriya singari, xloroplastlar ham plastidlarning o'zida bir qator oqsillarni sintezini ta'minlaydigan o'zlarining genetik tizimiga ega. Xloroplast matritsasida DNK, turli RNK va ribosomalar mavjud. Ma'lum bo'lishicha, xloroplastlarning DNKsi yadro DNKsidan keskin farq qiladi. U uzunligi 40-60 mikrongacha bo'lgan tsiklik molekulalar bilan ifodalanadi, molekulyar og'irligi 0,8-1,3x10⁸ dalton. Bitta xloroplastda DNKning ko'p nusxalari bo'lishi mumkin. Shunday qilib, alohida makkajo'xori xloroplastida DNK molekulalarining 20-40 nusxasi mavjud. Xuddi xloroplastlarda bo'lgani kabi, biz yana hujayradagidan farqli maxsus oqsil sintezi tizimining mavjudligiga duch kelamiz.

Ushbu kashfiyotlar xloroplastlarning simbiotik kelib chiqishi nazariyasiga qiziqishni kuchaytirdi. Xloroplastlar geterotrof hujayralarni prokaryotik ko'k-yashil suvo'tlar bilan birlashtirish natijasida paydo bo'lgan degan fikr 19-20-asrlar oxirida ifodalangan. (A.S. Fomintsin, K.S. Merejkovskiy) yana o'z tasdig'ini topadi. Bu nazariya xloroplastlar va ko'k-yashil suvo'tlar tuzilishidagi hayratlanarli o'xshashlik, ularning asosiy

funksional xususiyatlari bilan o'xshashligi va birinchi navbatda fotosintetik jarayonlar qobiliyatiga ega.

Ko'k-yashil suvo'tlarning pastki o'simliklar va protozoa hujayralari bilan haqiqiy endosimbiozining ko'plab ma'lum faktlari mavjud bo'lib, ular mezbon hujayrani fotosintetik mahsulotlar bilan ta'minlaydi. Ma'lum bo'lishicha, ajratilgan xloroplastlar ham ba'zi hujayralar tomonidan tanlanishi va ular tomonidan endosimbiontlar sifatida ishlatilishi mumkin. Xloroplastlarni sun'iy muhitda o'stirishga urinishlar bo'ldi: xloroplastlar fotosintez qila olardi, ularda RNK sintezi sodir bo'ldi, ular 100 soat davomida butunligicha qoldi, hatto 24 soat ichida ham bo'linish kuzatildi. Ammo keyin xloroplastlarning faolligi pasayib ketdi va ular vafot etdi.

Ushbu kuzatishlar va bir qator biokimyoviy ishlar shuni ko'rsatdiki, xloroplastlarga ega bo'lgan avtonomiya xususiyatlari hali ham ularning funktsiyalarini uzoq muddatli ta'minlash uchun etarli emas, balki ularning ko'payishi uchun ham etarli emas.

Yaqinda yuqori o'simliklarning xloroplastlarining tsiklik DNK molekulasidagi nukleotidlarning butun ketma-ketligini to'liq ochish mumkin bo'ldi. Bu DNK 120 tagacha genni kodlashi mumkin, shu jumladan: 4 ta ribosoma RNK genlari, xloroplastlarning 20 ta ribosoma oqsillari, xloroplast RNK polimerazasining ayrim subbirlklari genlari, I va II fototizimlarning bir nechta oqsillari, 12 ta subbirlkdan 9 tasi, ATP sintetaza qismlari. ribuloza difosfat karboksilazaning (CO_2 bog'lovchi asosiy fermenti) bo'linmalaridan biri bo'lgan elektron transport zanjiri komplekslari oqsillari, 30 tRNK molekulalari va yana 40 ta noma'lum oqsillar. Qizig'i shundaki, xloroplast DNKsida shunga o'xshash genlar to'plami yuqori o'simliklarning tamaki va jigar moxi kabi uzoq vakillarida topilgan.

Xloroplast oqsillarining asosiy qismi yadro genomi tomonidan boshqariladi. Ma'lum bo'lishicha, bir qator eng muhim oqsillar, fermentlar va shunga mos ravishda xloroplastlarning metabolik jarayonlari yadroning genetik nazorati ostida. Shunday qilib, hujayra yadrosi xlorofill, karotinoidlar, lipidlar va kraxmal sintezining alohida bosqichlarini boshqaradi. Ko'pgina qorong'u bosqich fermentlari va boshqa fermentlar, shu jumladan elektron tashish zanjirining ba'zi komponentlari yadro nazorati ostida. Yadro genlari DNK polimeraza va xloroplastlarning aminoatsil-tRNK sintetazasini kodlaydi. Ribosomal oqsillarning aksariyati yadro genlari nazorati ostida. Bu ma'lumotlarning barchasi bizni

xloroplastlar, shuningdek, mitoxondriyalar, cheklangan avtonomiyaga ega tuzilmalar haqida gapirishga majbur qiladi.

Bir tomondan, bakteriyalar va mitoxondriyalardagi, ikkinchi tomondan, ko'k-yashil suv o'tlari va xloroplastlardagi struktura va energiya jarayonlarining hayratlanarli o'xshashligi ushbu organellalarning simbiotik kelib chiqishi nazariyasi foydasiga kuchli dalil bo'lib xizmat qiladi. Bu nazariyaga ko'ra, eukariot hujayraning paydo bo'lishi boshqa hujayralar bilan simbiozning bir necha bosqichlaridan o'tgan. Prokaryotik genlarning katta qismining yadroga bu harakati, bu uyali organellalar o'zlarining oldingi avtonomiyalarining bir qismini saqlab, hujayra yadrosining nazorati ostida bo'lishiga olib keldi, bu asosan barcha asosiy hujayra funktsiyalarini belgilaydi.

MITOXONDRIYALARNING TUZILISHI VA FUNKSIYASI

Har bir hujayra murakkab, yuqori tartibli tizim bo'lib, hujayra tarkibi doimiy faol metabolizm holatidadir.

Hujayradagi reaksiyalar ikki guruhga bo'linadi:

1) Energiya sarflanishi bilan yuzaga keladigan yirik molekulyar tuzilmalarni sintez qilish reaksiyalari sintez reaksiyalari, assimilyatsiya yoki anabolizm deyiladi.

2) Katta molekulalarning kichikroq va oddiyroq bo'lganlarga bo'linish reaksiyalari, odatda energiya chiqishi bilan sodir bo'ladi. Dissimilyatsiya yoki katabolizm reaksiyalari.

Assimilyatsiya reaksiyalari metabolizmning plastik deb ataladigan turini hosil qiladi. Dissimilyatsiya reaksiyalari esa energiya almashinuvi reaksiyalaridir.

Plastik va energiya almashinuvining barcha reaksiyalarini metabolizm deb atash mumkin.

Hujayra ichiga kiradigan moddalar hujayra tuzilmalari va hujayra tarkibiy qismlarining biosintezi uchun qurilish materiallari bo'lib xizmat qiladi, ikkinchidan, xuddi shu moddalar kimyoviy energiya manbai hisoblanadi.

Barcha eukaryotik hujayralarda energiya almashinuvi organellalarining uch turini ajratish mumkin. O'simlik hujayralarida bu plastidning tilakoid membranalari, hayvonlarda bu mitoxondriyalarning ichki membranalari va aerob bakteriyalarda bular konjugatsiya qiluvchi membranalaridir. Aslida, plastidlar va mitoxondriyalar interfeys membranasi ega.

Barcha birlashtiruvchi membranalar ushbu membranani eukaryotik hujayralarning boshqa membranalaridan ajratib turadigan xususiyatlar bilan tavsiflanadi:

1) Birlashtiruvchi membranalar tashqi resurslardan foydalangan holda ATP ni sintez qilish qobiliyatiga ega.

2) Birlashtiruvchi membranalar elektron tashish zanjirini olib yuradi.

3) Konjugatsiyalangan membranalarda maxsus "qo'ziqorin shaklidagi" tanalar mavjud bo'lib, ular ATP sintetaza deb ataladigan ATP molekulalarining sintezini ta'minlaydigan fermentni o'z ichiga oladi.

4) Barcha juftlashuvchi membranalarda oqsillarning ko'payishi va xolesterinning past konsentratsiyasi mavjud.

Ushbu membranalarda ustunlik qiluvchi fosfolipid kardiolipin bo'lib, uning mavjudligi juda past selektivlikka olib keladi.

Birlashtiruvchi membranada sodir bo'ladigan ikkita biokimyoviy jarayonning bog'lanishi uchun asos bo'lib, birlashtiruvchi membranada hosil bo'lgan membrana potentsiali hisoblanadi.

Mitoxondriyalarning tuzilishi. 1 da ochilgan 848, Altman.

Deyarli barcha eukariotlarda u mavjud. Bu mikronaychalar yordamida o'z morfologiyasini o'zgartira oladigan, birlasha oladigan va ajraladigan mobil organellalardir. Har xil shaklda.

Mitoxondriyalarning umri qisqa. Odamlarda ular 9 kun yashaydi. Mitoxondriya 10 kundan ortiq yashamaydi, ya'ni yangilanishning yuqori darajasi.

Mitoxondriyaning asosiy vazifasi barcha hayotiy jarayonlarni energiya bilan ta'minlaydigan ATP sintezidir. Mitoxondriyalar parazit amyobalarning ikki turidan tashqari deyarli barcha eukaryotik hujayralarda uchraydi. Mitoxondriyalar harakatchan, plastik organellalar bo'lib, ular ulkan tuzilmalarga birlashishi va aksincha, qulashi mumkin. Hujayradagi barcha mitoxondriyalarning yig'indisi xondriomadir. Hajmi 1 dan 10 mikrongacha o'zgaradi. Shakl juda xilma-xildir. Ammo shakl va o'lchamlarning xilma-xilligiga qaramay, barcha mitoxondriyalar bitta turdagi struktura bilan tavsiflanadi. Mitoxondriya tashqi va ichki ikkita membranadan iborat bo'lib, ular orasida membranalararo bo'shliq mavjud bo'lib, u asosan proton rezervuari hisoblanadi. Intra-mitoxondrial matritsa.

Mitoxondriya tuzilishi diagrammasi

Tashqi membrana. Mitoxondriyaning tashqi membranasini qalinligi taxminan 7 nm, invaginatsiyalar va burmalar hosil qilmaydi va o'z-o'zidan yopiladi. Tashqi membrana hujayra organellalarining barcha membranalari

yuzasining taxminan 7% ni tashkil qiladi. Asosiy vazifasi mitoxondriyalarni sitoplazmadan ajratishdir. Tashqi membrana ko'p miqdordagi transport oqsillari bilan tavsiflanadi. Bu oqsillar porinlarning o'ziga xos nomiga ega. Ular lipid ikki qavatida keng gidrofil kanallarni (diametri 2-3 nm) hosil qiladi, ular orqali molekulyar og'irligi 10000 Daltongacha bo'lgan molekulalar o'tadi. Katta molekulalar tashqi membranaga faqat mitoxondrial membrana transport oqsillari yordamida faol transport orqali kirishi mumkin. Tashqi membrana fermentlarning mavjudligi bilan tavsiflanadi: monooksigenaza, asil-KoA sintetaza va fosfolipaz A₂. Mitoxondriyaning tashqi membranasi endoplazmatik retikulumning membranasi bilan o'zaro ta'sir qilishi mumkin; lipidlar va kaltsiy ionlarini tashishda muhim rol o'ynaydi.

Tashqi membranada lipidlarni reaktiv birikmalarga aylantiruvchi fermentlar mavjud. Proteinlar 20% dan kam. Jismoniy xususiyatlardan shuni ta'kidlash mumkinki, tashqi membranani faqat qaytarib bo'lmaydigan tarzda cho'zish mumkin.

Ichki membrana. Ichki membrana ajinlar va osongina cho'ziladi. U krista deb ataladigan ko'p sonli burmalarni hosil qiladi. Ichki membrananing maydoni tashqi qismdan deyarli besh-etti baravar katta. Kristalar ikki xil bo'ladi - ko'p hujayrali hayvonlar va o'simliklar hujayralarida qatlamli; fermentlarni sintez qiluvchi to'qimalarda quvurli. Kristalar statistik ob'ektlar emas. Mitoxondriyaning uzun o'qiga parallel yoki perpendikulyar joylashgan.

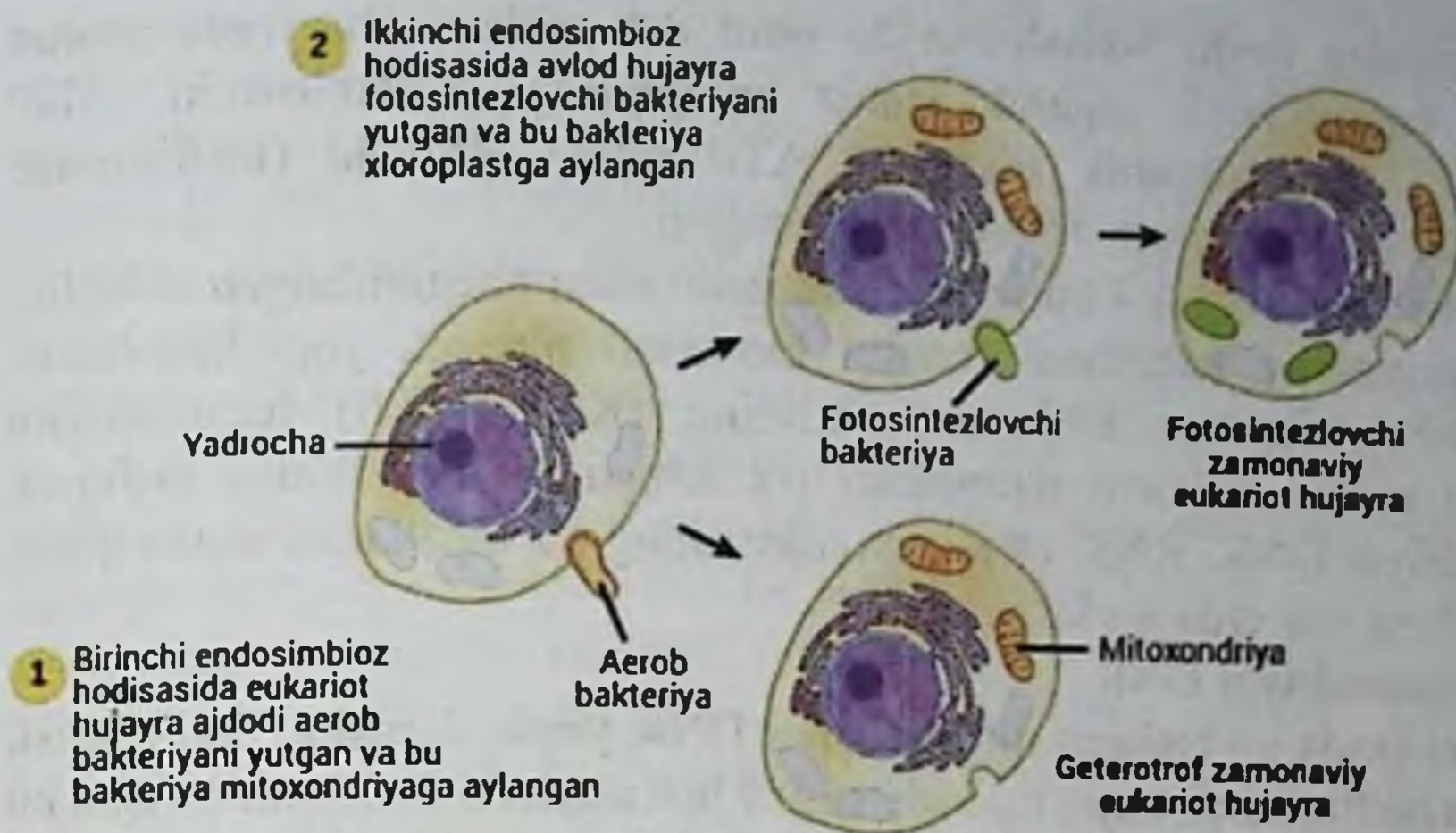
Ichki membrana asosan oqsil komplekslaridan iborat (oqsil/lipid nisbati - 3:1) va ko'p sonli taroqsimon burmalar - kristalarni hosil qiladi, ular uning sirt maydonini sezilarli darajada oshiradi va, masalan, jigar hujayralarida u barchaning uchdan bir qismini tashkil qiladi. hujayra membranalari. Ichki mitoxondrial membrana tarkibining o'ziga xos xususiyati - unda to'rtta yog' kislotasini o'z ichiga olgan va membranani protonlar uchun mutlaqo o'tkazmaydigan qilib qo'yadigan maxsus fosfolipid - kardiolipinning mavjudligi. Ichki mitoxondrial membrananing yana bir xususiyati transport oqsillari, nafas olish zanjiri fermentlari va yirik ATP sintetaza komplekslari bilan ifodalangan juda yuqori protein miqdori (og'irlikning 70% gacha). Mitoxondriyaning ichki membranasi tashqi membranadan farqli o'laroq, kichik molekulalar va ionlarni tashish uchun maxsus teshiklarga ega emas; uning ustida, matritsaga qaragan tomonda bosh, poya va asosdan tashkil topgan maxsus ATP sintaza molekulalari joylashgan. Protonlar ular orqali o'tganda, ATP sintezlanadi.

Membrananing butun qalinligini to'ldiruvchi zarrachalar bazasida nafas olish zanjirining tarkibiy qismlari joylashgan. Ba'zi joylarda tashqi va ichki membranalar bir-biriga tegib turadi; yadroda kodlangan mitoxondriyal oqsillarni mitoxondriyal matritsaga tashishga yordam beradigan maxsus retseptor oqsili mavjud. Membranlararo bo'shliq

Membranlararo bo'shliq mitoxondriyaning tashqi va ichki membranalari orasidagi bo'shliqdir. Uning o'lchami 10-20 nm. Mitoxondriyaning tashqi membranasi kichik molekulalar va ionlarni o'tkazuvchan bo'lganligi sababli, ularning periplazmatik bo'shliqdagi konsentratsiyasi sitoplazmadagidan kam farq qiladi. Katta oqsillarni sitoplazmadan periplazmatik bo'shliqqa olib o'tish uchun ular maxsus signal peptidlariga ega bo'lishi kerak; shuning uchun periplazmatik bo'shliq va sitoplazmaning oqsil komponentlari har xil. Faqat ichki membranada emas, balki periplazmatik bo'shliqda ham mavjud bo'lgan oqsillardan biri sitoxrom c hisoblanadi.

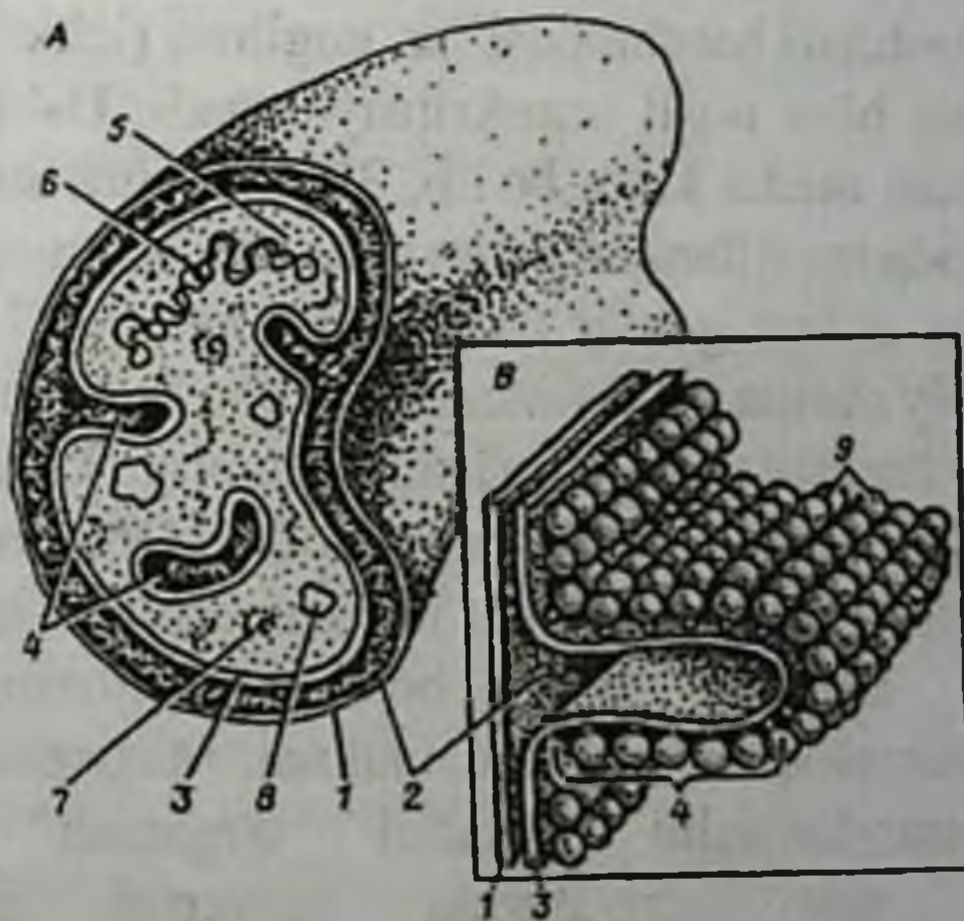
Membranlararo bo'shliq yoki proton rezervuari. Kimyoviy tarkibi sitozol bilan deyarli bir xil (54-rasm A, B).





54-rasm. Elektron mikroskopik (A) va sxematik (B) tuzilishi mitoxondriyalar.

Qo'ziqorin tanasi. Ikki asosiy qismdan iborat bo'lgan oqsil kompleksi: ildiz (proton-harakat kanali) va bosh (birlashuvchi omil). Oyoq ichki membrananing qalinligida joylashgan, hidrofobik xususiyatga ega va asosan proton o'tkazuvchi kanal bo'lib, u orqali membranalararo bo'shliqdan protonlar mitoxondriyal matritsaga qaytadi (55-rasm).



55-rasm. Mitoxondriyal ultrastruktura sxemasi. A-mitoxondriyaning ko'ndalang kesimi; Ko'p sonli qo'ziqorin shaklidagi tanaga ega B-krista. 1-tashqi membrana; 2-membranalararo bo'shliq; 3-ichki membrana; 4-krista; 5-matritsa; 6-DNK; 7-ribosomalar; 8-kaltsiy fosfatli tugun; 9-qo'ziqorin tanasi.

Tananing boshi birlashtiruvchi omil deb ataladi. Bu yerda proton harakati energiyasini organik sintez energiyasiga aylantiruvchi, ADP molekulasi va noorganik fosfatdan ATP sintez qiluvchi (fosforlanish reaksiyasi) ATP sintetaza fermenti joylashgan.

Matritsa. Matritsa - bu ichki membrana bilan chegaralangan bo'shliq. Mitoxondriyaning matritsasi (pushti moddasi) piruvat, yog 'kislotalari, shuningdek, trikarbon kislotalar siklining (Krebs sikli) fermentlarini oksidlash uchun ferment tizimlarini o'z ichiga oladi. Bundan tashqari, mitoxondriyal DNK, RNK va mitoxondriyaning o'z oqsillarini sintez qilish apparati ham shu erda joylashgan.

Mitoxondriyal DNK.

Matritsada joylashgan mitoxondrial DNK yopiq dumaloq ikki zanjirli molekula bo'lib, inson hujayralarida 16569 juft nukleotid o'lchamiga ega, bu yadroda joylashgan DNKdan taxminan 105 baravar kichikdir. Hammasi bo'lib, mitoxondrial DNK 2 rRNK, 22 tRNK va nafas olish zanjiri fermentlarining 13 ta subbirlklarini kodlaydi, bu uning tarkibidagi oqsillarning yarmidan ko'pini tashkil qilmaydi.

Xususan, mitoxondriyal genom nazorati ostida yettita ATP sintetaza, uchta sitoxrom oksidaza va bitta ubiquinol sitoxrom c reduktaza subbirligi kodlangan.

Bunda og'irroq (tashqi) DNK zanjiridan bitta, ikkita ribosoma va oltita transfer RNKdan tashqari barcha oqsillar, engilroq (ichki) zanjirdan esa 14 ta boshqa tRNK va bitta oqsil transkripsiyalanadi. Ushbu fonda o'simlik mitoxondrial genomi ancha katta bo'lib, 370 000 juft nukleotidga yetishi mumkin, bu yuqorida tavsiflangan odam mitoxondrial genomidan taxminan 20 marta katta. Bu erdagi genlar soni ham taxminan 7 baravar ko'p, bu o'simlik mitoxondriyalarida ATP sintezi bilan bog'liq bo'lmagan qo'shimcha elektron tashish yo'llarining paydo bo'lishi bilan birga keladi. Mitoxondriyal DNK interfazada replikatsiyalanadi, bu yadrodag DNK replikatsiyasi bilan qisman sinxronlanadi. Hujayra siklida mitoxondriyalar siqilish yo'li bilan ikkiga bo'linadi, ularning hosil bo'lishi mitoxondriyaning ichki membranasidagi dumaloq trubadan boshlanadi. Mitoxondriyal genomning nukleotidlar ketma-ketligini batafsil o'rganish hayvonlar va zamburug'larning mitoxondriyalarida universal genetik koddan chetlanishlar keng tarqalganligini aniqladi. Shunday qilib, inson mitoxondriyalarida kodon

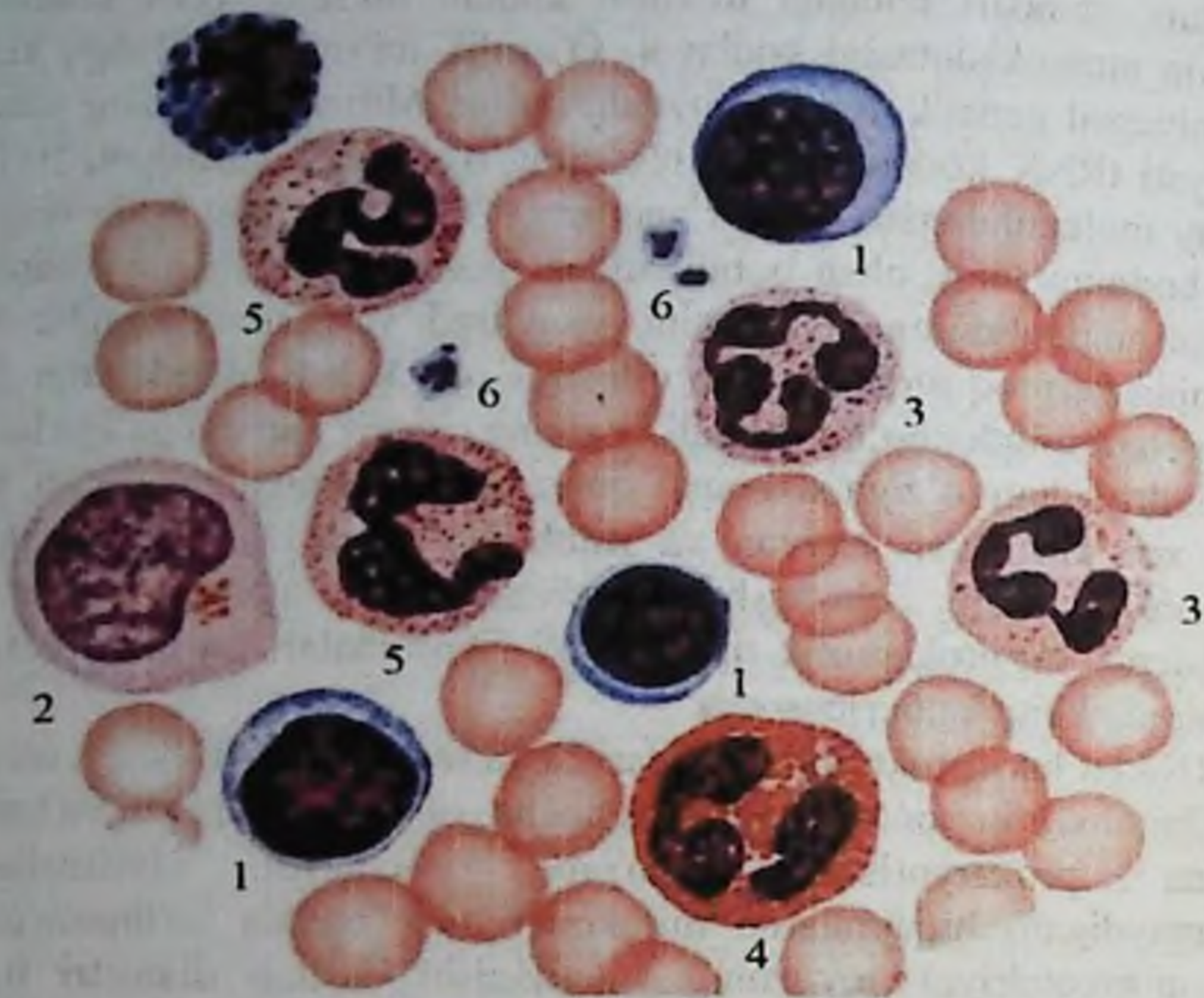
Standart koddagi izolösin o'miga ATA aminokislota metioninni kodlaydi, odatda argininni kodlovchi AGA va AGG kodonlari to'xtash

kodonlari, standart koddagi to'xtash kodoni bo'lgan TGA kodon esa metionin aminokislotasini kodlaydi. O'simlik mitoxondriyalariga kelsak, ular universal genetik koddan foydalanadilar. Mitoxondriyaning yana bir xususiyati tRNK kodonini tanib olishning o'ziga xos xususiyati bo'lib, u shunday molekulalardan biri bir vaqtning o'zida bir emas, balki uch yoki to'rtta kodonni taniy olish qobiliyatidan iborat. Bu xususiyat kodondagi uchinchi nukleotidning ahamiyatini pasaytiradi va mitoxondriyalar tRNK turlarining kamroq turlarini talab qilishiga olib keladi. Bunda atigi 22 xil tRNK yetarli miqdor bo'lib chiqadi. O'zining genetik apparatiga ega bo'lgan mitoxondriya ham o'ziga xos oqsil sintez qilish tizimiga ega bo'lib, uning o'ziga xos xususiyati hayvon va zamburug' hujayralarida juda kichik ribosomalar bo'lib, cho'kish xususiyati bilan ajralib turadi. 55S koeffitsienti, bu prokaryotik tipdagi 70S ribosomalaridan ham past. Shu bilan birga, ikkita katta ribosoma

RNKlar ham prokariotlardan kichikroq, kichik rRNK esa umuman yo'q. O'simlik mitoxondriyalarida, aksincha, ribosomalar hajmi va tuzilishi jihatidan prokaryotiklarga ko'proq o'xshaydi. Ixtisoslashgan (bo'linmaydigan) hujayralarda mitoxondriyalar odatda bo'linmaydi. Bu holda mitoxondriyal hovuzning yangilanishi dastlab diametri 0,1-0,2 mikron bo'lgan protomitoxondriyalardan mitoxondriyalarning kamolotga yetishi orqali sodir bo'ladi. Protomitoxondriyalar qaerdan kelgani noma'lum, ammo ular uchun urug' sitoplazmaga chiqarilgan postmitoxondrial DNK hisoblanadi. Protomitoxondriyalar yuqori nafas olish tezligiga ega, ammo nafas olish nazorati past (Vekshin N.L. va boshq. 2004-2014).

Mitoxondriyal oqsillar. Katta ferment komplekslarining subbirliklarini tashkil etuvchi mitoxondriyal mRNK dan tarjima qilingan oqsillar soni cheklangan. Oqsillarning muhim qismi yadroda kodlangan va sitoplazmatik 80S ribosomalarida sintezlanadi. Xususan, ba'zi oqsillar - elektron tashuvchilar, mitoxondriyal translokazalar, oqsillarni mitoxondriyalarga tashish komponentlari, shuningdek, mitoxondriyal DNKning transkripsiyasi, translatsiyasi va replikatsiyasi uchun zarur bo'lgan omillar shunday shakllanadi.

Bundan tashqari, N-terminalidagi bunday oqsillar maxsus signal peptidlariga ega bo'lib, ularning o'lchamlari 12 dan 80 gacha aminokislota qoldiqlari orasida o'zgarib turadi. Bu joylar amfifil jingalaklarni hosil qiladi va oqsillarning o'ziga xos aloqasini ta'minlaydi



56-rasm. Hujayra yadrolarining xilma-xilligi (odam qoni). 1-limfotsitning yumaloq yadrosi; 2-loviya shaklidagi monotsit yadrosi; 3 ipli neytrofil yadrosi; 4 lobli eozinofil yadrosi; 5-kolbasa shaklidagi bazofil yadrosi; 6 qavatli trombositlar yadrosi.

Interfaza yadrosida xromatin asosiy bo'yoqlar bilan yaxshi bo'yalgan bo'laklar va zaifroq bo'yalgan akromatin tarmog'i shaklida ajralib turadi. Ushbu tuzilmalar DNK oqsilidan iborat, ya'ni. xromosoma moddasi. Boshqa yadro tuzilmalari RNKni o'z ichiga olgan yadrochalar - oqsil va yadro sharbati yoki karioplazmadir (57-rasm).

Yadro hujayrada sodir bo'ladigan ko'plab jarayonlarda etakchi rol o'ynaydi. Uning ta'siri hujayra harakati, o'sishi, ko'payishi va differentsiatsiyasi kabi funktsiyalarga ta'sir qiladi. Yadro genetik materialning tashuvchisi bo'lib, u ma'lum bir hujayraning xususiyatlarini ham, keyingi avlod hujayralarining xususiyatlarini ham, ularning molekulalarining o'ziga xos xususiyatini ham belgilaydi. Yadroning bu genetik roli DNKni RNK qurish va oqsil sintezi kodini aniqlashni o'z ichiga oladi.

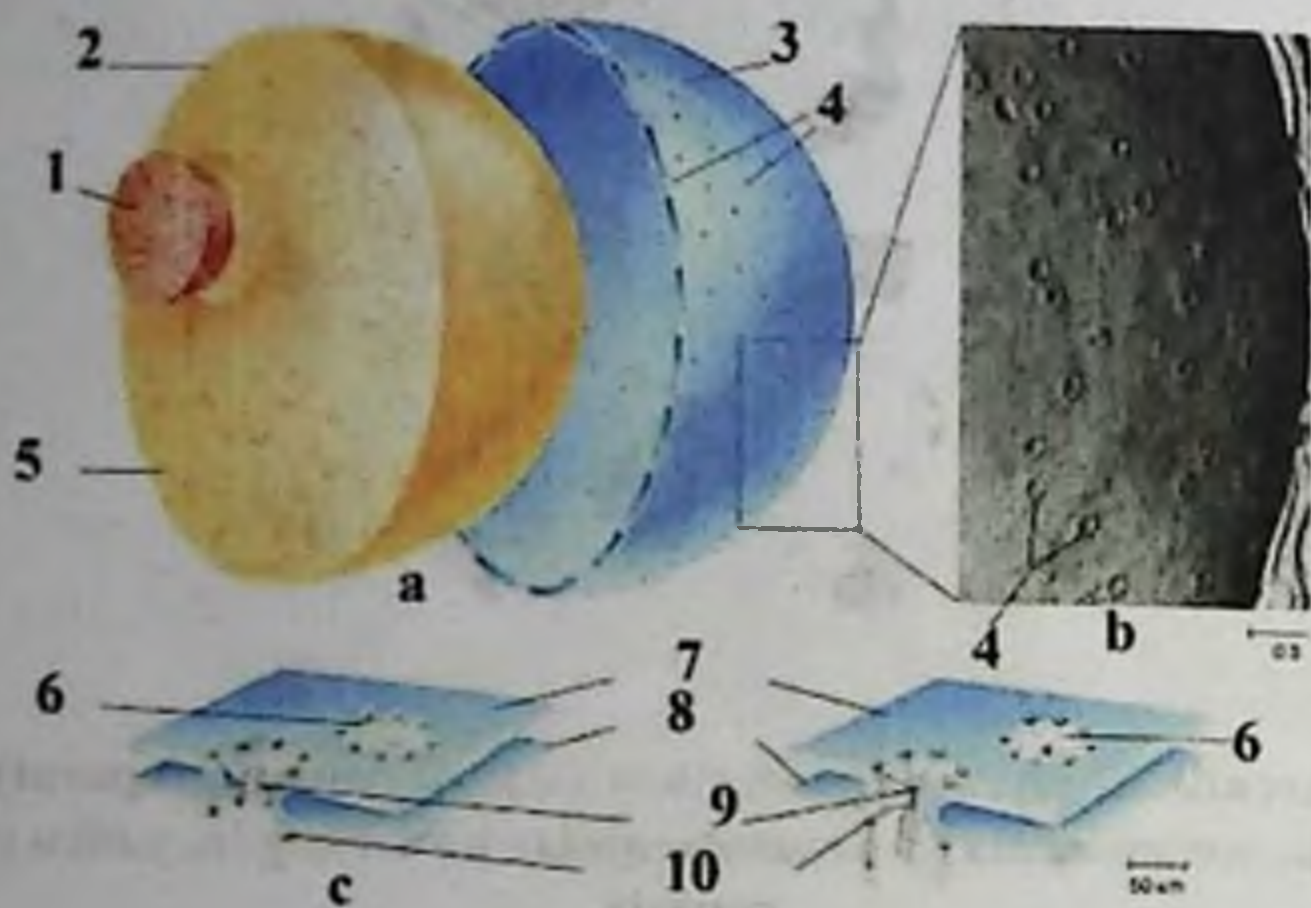


57-rasm. Pankreatik hujayraning interfaza yadrosi (rangli preparat). Yadrocha qizil rangda, xromonema va xromotsentrlar ko'k rangda, yadro plazmasi rangsiz.

Eukaryotik hujayralarning yadro apparati prokaryotik hujayralardan bir qator farqlarga ega. Birinchidan, DNK ni o'z ichiga olgan komponent sitoplazmadan maxsus membrana (yadro konverti) bilan ajratiladi, ikkinchidan, eukariot zaharlaridagi DNK miqdori bakterial nukleoidlarga qaraganda minglab marta ko'pdir, uchinchidan, eukariot DNK murakkab nukleoprotein kompleksidir, eukaryotik xromosomalar hosil bo'lgan maxsus tuzilish - xromatin hosil qiladi. Bundan tashqari, eukariotlarning yadrolari bir nechta jismoniy bog'liq bo'lmagan xromosomalarni o'z ichiga oladi, ularning har birida bitta chiziqli gigant DNK molekulasini mavjud. Har bir xromosoma DNK polireplikon strukturadir,

bular ko'plab avtonom takrorlanadigan hududlarni o'z ichiga oladi. Eukaryotik hujayralardagi transkriptlarning sintezi va shakllanishi ularning ikkilamchi qayta tashkil etilishi jarayonlari, ya'ni "pilish" jarayonlari bilan birga keladi, bu DNKning alohida bo'laklarini parchalanishi (qayta ishlash) va birlashmasini (splaysing) o'z ichiga oladi. Nihoyat, oqsil sintezi yadrolarda sodir bo'lmaydi, ya'ni. Eukaryotik hujayralarda DNK va RNK sintezi jarayonlari oqsil sintezi jarayonidan ajralib turadi.

Hujayra yadrosi, odatda bitta hujayradan (ko'p yadroli hujayralarga misollar mavjud) uni sitoplazma, xromatin, yadro va boshqa sintetik faollik mahsulotlari, yadro oqsili magistral (matritsa) va karioplazmadan (yoki yadro shirasidan) ajratib turuvchi yadro qobig'idan iborat.). Ushbu asosiy komponentlar eukaryotik bir yoki ko'p hujayrali organizmlarning deyarli barcha bo'linmaydigan hujayralarida uchraydi (58-rasm).



58-rasm. Yadroning tuzilishi: a-yadroning sxematik tuzilishi; b-elektron mikroskopik fotosurat; yadro g'ovaklari c-kompleksi: 1 yadro; 2-nukleoplazma; 3 yadroli qobiq; 4-yadro g'ovaklari; 5-xromatin; 6 yadro g'ovak kompleksi; 7-tashqi membrana; 8-ichki membrana; 9 ta markaziy teshik; g'ovak majmuasining 10 ta granulasi.

Yadrolarning asosiy komponenti - xromatin hujayraning genetik funksiyasini bajaradigan tuzilmadir, xromatin DNK deyarli barcha genetik ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

Yadro qobig'i murakkab to'siq-retseptorni, shuningdek, transport va iskala funksiyasini bajaradi. Xromatin bo'lmagan yadro oqsili ramkasi (matritsa) nafaqat yadroda xromosomalarning fazoviy joylashishini ta'minlaydi, balki ularning funksional faolligida ham ishtirok etadi. rRNK sintezi va hujayra ribosomalarining shakllanishini belgilovchi xromosoma mintaqalaridan biri yadrochadir. Bundan tashqari, yadroda, xromatin va matritsa bilan bog'liq holda, turli xil RNK turlarini o'z ichiga olgan turli xil ribonukleoprotein tuzilmalari topiladi. Ushbu komponentlarning barchasi o'rtasida hujayra yadrosining suyuq fazasi - karioplazma joylashgan bo'lib,

unda yadro almashinuvi va oqsillar va RNKning yadro ichidagi tashilishi bilan bog'liq ko'plab jarayonlar sodir bo'ladi.

Ko'pgina tirik hujayralarni, ayniqsa o'simlik hujayralarini yoki hujayralarni fiksatsiya va bo'yashdan keyin kuzatganda, yadro ichida turli xil bo'yoqlarni, ayniqsa asosiy bo'yoqlarni oson qabul qiladigan zich moddalar zonalari aniqlanadi. Yaxshi bo'yash qobiliyati tufayli yadroning ushbu komponenti "xromatin" deb nomlangan (Flemming, 1880).

Xromatinning asosiy (ishqoriy) bo'yoqlarni idrok etish qobiliyati uning kislotali xususiyatlarini ko'rsatadi, bu xromatin tarkibida oqsillar bilan kompleksda DNK borligi bilan aniqlanadi. Mitotik hujayra bo'linishi paytida kuzatilishi mumkin bo'lgan xromosomalar ham bir xil bo'yash xususiyatiga va DNK tarkibiga ega.

Prokaryotik hujayralardan farqli o'laroq, eukaryotik xromatinning DNK o'z ichiga olgan moddasi ikkita alternativ holatda bo'lishi mumkin: interfazada dekondensatsiyalangan va mitoz xromosomalarining bir qismi sifatida mitoz paytida maksimal darajada siqilgan.

Hujayra bo'linishidan keyin mitotik xromosomalar interfaza yadrosining xromatiniga aylanadi va eng muhimi, o'z yaxlitligini yo'qotmaydi va bo'laklarga bo'linmaydi, balki faqat bo'shashgan diffuz holatga o'tib, o'zining jismoniy individualligini saqlab qoladi, degan g'oya ifodalangan. olim Boveri 1887 y.

Bu g'oyalar keyinchalik xromosoma uzluksizligi nazariyasida shakllandi: telofazadagi qiz yadrosiga kiradigan xromosomalar unda saqlanadi, garchi juda o'zgartirilgan shaklda bo'lsa ham, individual tuzilmalar sifatida va keyingi davrda yana xromosomalar shaklida paydo bo'ladi (ko'rinadi). profaza.

Ushbu ma'lumot saqlanadigan yadro bu ikki hodisani juda murakkab tarzda ajratib turadi. Transkripsiya jarayonlari tarjima jarayonlaridan ajralib turadi va bularning barchasi sodir bo'ladigan turli joylar bilan ajralib turadi. Shuning uchun yadroning sirt apparati yadro shaklini oddiygina aniqlamaydi, balki ikkita asosiy biologik jarayonni ajratib turadi.

Bugungi kunda biz eukaryotik hujayralar yadro apparatining xususiyatlarini aniq shakllantirishimiz mumkin:

1) Eukariotlarning yadrosi gialoplazmadan yadroning yuzaki apparati (yadro qobig'i) deb ataladigan maxsus tuzilma bilan ajralib turadi.

2) Eukariotlar yadrolaridagi DNK miqdori prokariot hujayralarning nukleoidlariga qaraganda minglab marta ko'p.

3) Eukaryotik DNK murakkab nukleoprotein kompleksi bo'lib, xromatin deb ataladigan, xromosomalarni tashkil etuvchi maxsus tuzilmani hosil qiladi.

4) Eukariotlarning yadrolari bir nechta fizikaviy bog'liq bo'lmagan xromosomalarni o'z ichiga oladi, ularning har birida bitta chiziqli DNK molekulasi mavjud.

5) Har bir xromosoma DNKsi polireplikon strukturadir, ya'ni. ko'plab avtonom takrorlanadigan hududlarni o'z ichiga oladi.

6) Eukaryotik hujayralardagi transkriptlarning sintezi va shakllanishi ularning ikkilamchi qayta tuzilishi jarayonlari, shu jumladan alohida bo'laklarning parchalanishi (qayta ishlanishi) va birlashishi (splaycing) bilan birga keladi.

7) DNK va RNK sintez jarayonlari oqsil sintezi jarayonlaridan ajratilgan.

Asosiy asosiy elementlar:

1) Yadroning yuzaki apparati. Eng murakkab to'siq retseptorlari, transport va ramka funktsiyalarini bajaradi.

2) Xromatin yadroning asosiy tarkibiy qismi bo'lib, genetik ma'lumotni o'z ichiga oladi.

3) Yadrocha - xromosoma mintaqasi, ribosoma genlarini sintez qilish va ribosoma subzarrachalarini hosil qilish joyi.

4) Yadro oqsili matritsasi xromatin bo'lmagan skelet bo'lib, u nafaqat yadrodagi xromosomalarning fazoviy joylashishini ta'minlaydi, balki faoliyatni amalga oshirishda ham ishtirok etadi.

5) Karioplazma (yadro shirasi) hujayra yadrosining suyuq fazasi bo'lib, unda yadro almashinuvi va RNK va oqsillarning yadro ichidagi tashilishi bilan bog'liq jarayonlar sodir bo'ladi.

Ko'pgina hujayralarda yadro diametri 4–8 mkm, dumaloq shaklga ega va sitoplazmaning markaziy qismida joylashgan bo'lib, uning hajmining 10 dan 40% gacha. Biroq, kamdan-kam hollarda, ayniqsa ixtisoslashgan hujayralarda, yadrodan sezilarli darajada farq qiladigan holatlar mavjud hajmi, shakli va joylashuvi bo'yicha. Masalan, sperma, tuxum, yirik neyronlar, segmentlangan leykotsitlar, qizil suyak iligi megakaryotsitlari va boshqa ko'plab hujayralar. Ba'zi hujayralarda, masalan, sutemizuvchilarning qizil qon hujayralarida yadrolar umuman bo'lmasligi mumkin. Shunday qilib, hujayra yadrosi hujayra va organizm ehtiyojlariga mos ravishda keng doirada o'zgarishi mumkin.

Jigar hujayralarining yadrolarida nukleolema va yadro matritsasining moddasi 3-5%, xromatin - taxminan 70%, yadrochalar - taxminan 7% va kariolimfa - 20%. Biroq, bu nisbatlar hujayraning turiga va uning funksional faolligiga qarab farq qilishi mumkin. Masalan, o'smaydigan hujayralarda xromatin miqdori deyarli 100% ga etadi, tez o'sadigan hujayralarda esa yadrolarning ulushi ortadi. Nukleolema qalinligi 7-10 nm bo'lgan tashqi va ichki membranalardan iborat bo'lib, ular orasida kengligi 15-30 nm bo'lgan perinuklear bo'shliq mavjud. Tashqi membrana ko'pincha plazmatik to'ring sistemalari va tubulalari bilan bog'lanadi. Shuning uchun perinuklear bo'shliq plazma retikulum va hujayra membranasi tizimining boshqa tarkibiy qismlari bilan aloqa qilishi mumkin.

Yadroning tashqi membranasi sitoplazmatik membranalarga juda o'xshaydi. Lipidlar va oqsillardan tashqari, 16% gacha uglevodlarni o'z ichiga oladi. Ribosomalar va poliribosomalar DNK replikatsiyasini sinxron ravishda sintez qilib, unga qo'shilishi mumkin; nukleolemaning yadro membranasi bir qator kimyoviy va strukturaviy xususiyatlarga ega. Ichkarida oraliq filament oqsillaridan tashkil topgan qalinligi 10-20 nm bo'lgan tolali qatlam yoki qatlam unga mahkam yopishgan. Ichki yadro matritsasi lamina bilan chambarchas bog'liq, shuning uchun hatto nukleolema to'liq olib tashlangan bo'lsa ham, yadro o'z shaklini saqlab qoladi. Nukleolemaning tashqi va ichki membranalari bir-biri bilan yadro g'ovaklarida tutashgan bo'lib, ular nukleolemaning diametri taxminan 80 nm bo'lgan teshiklardir. Sitoplazmatik va yadro tomonida g'ovak chetida ikkita halqa joylashgan bo'lib, ularning har biri 8 ta tekislangan bo'linmalardan iborat. Teshikning ichki yuzasida 8 ta radial proektsiyalar yoki "gapiqlar" mavjud bo'lib, ularning lokalizatsiyasi halqalardagi bo'linmalarning joylashishiga to'g'ri keladi. Sitoplazmatik tomonda halqaning har bir bo'linmasi diametri 25 nm bo'lgan zarracha bilan bog'langan. Ko'pincha teshik markazida diametri 10-40 nm bo'lgan boshqa, markaziy granula ko'rinadi. Ba'zida g'ovak ichida boshqa tuzilmalarni ko'rish mumkin. Jumladan, fibrillyar moddasi g'ovakning kirish qismida yadro tomonida, sitoplazmatik tomonida esa donador moddalar topiladi. Umuman olganda, yadro g'ovaklari atrofdagi tuzilmalar bilan birgalikda diametri 100-120 nm ga yetadigan g'ovak komplekslarni hosil qiladi.

Teshik komplekslarining tuzilishi to'qima yoki tur xususiyatlariga ega emas. Ularning yadrodagi soni xromosomalar soniga mutanosib bo'lib, hujayraning metabolik faolligiga qarab o'zgarishi mumkin. Teshik komplekslari moddalarni yadro va sitoplazma o'rtasida tanlab tashishni

ta'minlaydi, ammo bu jarayonning tafsilotlari noaniq bo'lib qolmoqda. Yaqinda g'ovak komplekslari genomning yaqin hududlarida transkripsiya qilingan mRNKlarni qayta ishlashda ishtirok etishi ko'rsatildi. Shuningdek, g'ovak komplekslari sitoplazmadan yadroga kiradigan oqsillarni maxsus taniganligi haqida dalillar mavjud.

Hujayra yadrolarini asosiy bo'yoqlar bilan bo'yaganda, ularda modda aniqlanadi, uni 1880 yilda V.Flemming xromatin deb atagan. Klassik sitologiyada xromatin yadroning chidamsiz moddasi - akromatin yoki linin bilan qarama-qarshi qo'yilgan. Hozirgi vaqtda bu qarama-qarshilik o'z ahamiyatini yo'qotdi, ammo "xromatin" atamasi saqlanib qoldi. Ular yadro hajmining katta qismini to'ldiruvchi "DNK-oqsil" komplekslarini bildiradi. Yadroda Xromatin notekis taqsimlanadi: geteroxromatinning ko'proq kondensatsiyalangan joylari evromatinning kamroq kondensatsiyalangan joylari bilan almashadi.

Shu munosabat bilan doimo kondensatsiyalangan holatda qoladigan konstitutsiyaviy geteroxromatin va vaqtincha kondensatsiyalangan evromatin bo'lgan fakultativ geteroxromatin farqlanadi. Ayniqsa, bo'linmaydigan, etuk hujayralarda juda ko'p fakultativ geteroxromatin mavjud bo'lib, bu yerda o'simlik va hayvonlar hujayralarida 100 m% dan ko'p bo'lmagan geterokromatin faollashadi, hujayra yadrosining geteroxromatik hududlari to'dalar - xromotsentrlar hosil qiladi. Ular yaqinda genomning gomologik bo'lmagan mintaqalarining to'qimalarga xos o'zaro ta'sirining morfologik ko'rinishi - xromosomalarning ektopik konjugasiyasi sifatida talqin qilindi.

Hujayra yadrosida DNK saqlovchi xromatindan tashqari RNK saqlovchi tuzilmalar ham joylashgan - joylashishi, hajmi va shakli bilan farq qiluvchi interxromatin fibrillalari va granulalari, perixromatin fibrillalari va granulalari, Kajal tanachalari va boshqalar. Kattaroq perixromatin fibrillalari va diametri taxminan 20 nm bo'lgan granulalar yadro periferiyasi bo'ylab nukleolema yaqinida joylashgan. Ular turli darajadagi etuklikdagi ribosoma bo'linmalaridir. Diametri 4-7 nm bo'lgan interkromatik fibrillalar va granulalar yadroning ichki evromatik hududlarida lokalizatsiya qilingan va ehtimol morfologik xususiyatdir. mRNK sintezi va qayta ishlashning turli bosqichlarini aks ettiradi. Transkripsiyani tartibga solishda diametri 0,1-1,0 mkm bo'lgan kajal jismlar ishtirok etishi mumkin.

Yadro matritsasi izolyatsiya qilingan hujayra yadrolarini 2M NaCl, DNase va RNase bilan birgalikda noionik yuvish vositalari bilan davolash orqali ajratiladi. U lamina, yadrolarning oqsil skeleti va fibrillar-donachali

tarmoqdan iborat. Yadro matritsasining asosiy komponenti fibrillyar tuzilmalar bilan o'zaro bog'langan diametri 25-30 nm bo'lgan ko'plab granulalar bilan ifodalanadi. Kimyoviy jihatdan yadro matritsasi deyarli butunlay oqsillardan iborat. Ulardan eng ko'p o'rganilganlari A, B va C laminlaridir (molekulyar og'irligi 65-70 kDa). A va C qatlamlari deyarli bir xil aminokislotalar ketma-ketligiga ega, ammo birinchisi ikkinchisidan 82 qoldiq uzunroq. Ushbu oqsillarning markaziy a-spiral domenlari birlamchi tuzilishida keratinlar va sitoplazmaning oraliq filamentlarining boshqa oqsillarining o'xshash sohalariga juda o'xshash. Fiziologik eritmada A va C qatlamlari diametri 10 nm bo'lgan fibrillalar hosil qiladi. B laminasi A va S laminalaridan nafaqat birlamchi tuzilishi bilan, balki g'ovak komplekslar tarkibiga kirgan nukleolema bilan kuchliroq bog'lanishi bilan ham sezilarli farq qiladi. Sitoplazmaning oraliq filamentlari oqsillaridan farqli o'laroq, laminlar fibrillalarni emas, balki ortogonal molekulyar o'rashga ega uch o'lchovli tarmoqlarni hosil qiladi. Laminlarning vazifalari hujayra yadrosining o'lchami va shaklini saqlab turish, shuningdek, hujayra bo'linishi yoki apoptoz bilan o'lishi paytida uning qayta tuzilishi. Xususan, siklinga bog'liq bo'lgan hujayra bo'linishi kinazlari A va C laminlarini fosforlaydi, bu esa nukleolemaning teskari parchalanishiga olib keladi. Apoptoz paytida laminlarga o'ziga xos proteazlar, kaspazalar hujum qiladi, ular yadro matritsasini qaytarib bo'lmaydigan tarzda yo'q qiladi.

Laminlardan tashqari, yadro matritsasi molekulyar og'irligi 10 dan 200 kDa gacha bo'lgan kamida beshta oqsil guruhini o'z ichiga oladi. Ulardan ba'zilari DNKning yadro matritsasiga biriktirilishini ta'minlaydi (MAR oqsillari - matritsa biriktiruvchi hududlar). Kariolimfa (nukleoplazma, yadro sharbati) haqidagi g'oyalar yadroning kimyoviy tarkibi haqida deyarli hech narsa ma'lum bo'lmagan bir paytda paydo bo'lgan. Keyinchalik, u yorug'lik mikroskopida ishlatiladigan asosiy yoki kislotali bo'yoqlar bilan bo'yalmagan va elektron mikroskopik preparatlarda yomon kontrastga ega bo'lgan yadro tarkibidagi oqsilning kolloid eritmasi sifatida ko'rib chiqildi. Biroq, kariolimfa tushunchasi hujayra yadrosining eruvchan qismini belgilash uchun hali ham saqlanib qolgan. U suvni, shuningdek, unda erigan natriy, kaliy, xlor, magniy va kaltsiy ionlarini o'z ichiga olganligi tushuniladi.

Xromatin

Xromatin, shubhasiz, hujayra yadrosining eng muhim tarkibiy qismidir, chunki u hujayra genomini o'z ichiga oladi. Jigar hujayralarining yadrolarida xromatin miqdori kamida 65-70% ni tashkil qiladi. Xromatin

DNK va oqsillardan iborat bo'lib, DNK xromatin massasining 30% va oqsillar 70% ni tashkil qiladi.

Eukaryotik DNKning xossalari. Kimyoviy jihatdan xromatin DNK azotli asoslar - adenin, guanin, sitozin va timin bilan farq qiluvchi dezoksiribonukleotidlarning ikki zanjirli polimeridir. Har bir zanjirning asoslari bir-birini to'ldiruvchi juftlik bilan bog'langan: adenin timin bilan, guanin sitozin bilan. DNK zanjirlaridan biri irsiy ma'lumotni saqlash uchun ishlatiladi, qo'shimcha zanjir esa birinchisini nusxalash uchun shablondir.

Irsiy axborot genetik kodga muvofiq nukleotidlar ketma-ketligi ko'rinishida DNKning sezgi zanjirida qayd etiladi. Nukleotidlar ketma-ketligi DNK molekulasi xususiyatlariga deyarli ta'sir qilmasligi sababli, kimyoviy nuqtai nazardan, bu molekulani butun uzunligi bo'ylab bir hil deb hisoblash mumkin. Eukariotlarning diploid yadrosidagi DNKning umumiy miqdori xamirturushda 0,033 pg dan amfibiyalarda 200 pg gacha (1 pikogram = 10⁻¹² gramm). Odamlarda diploid yadroga DNK massasi 7,3 pg ni tashkil qiladi.

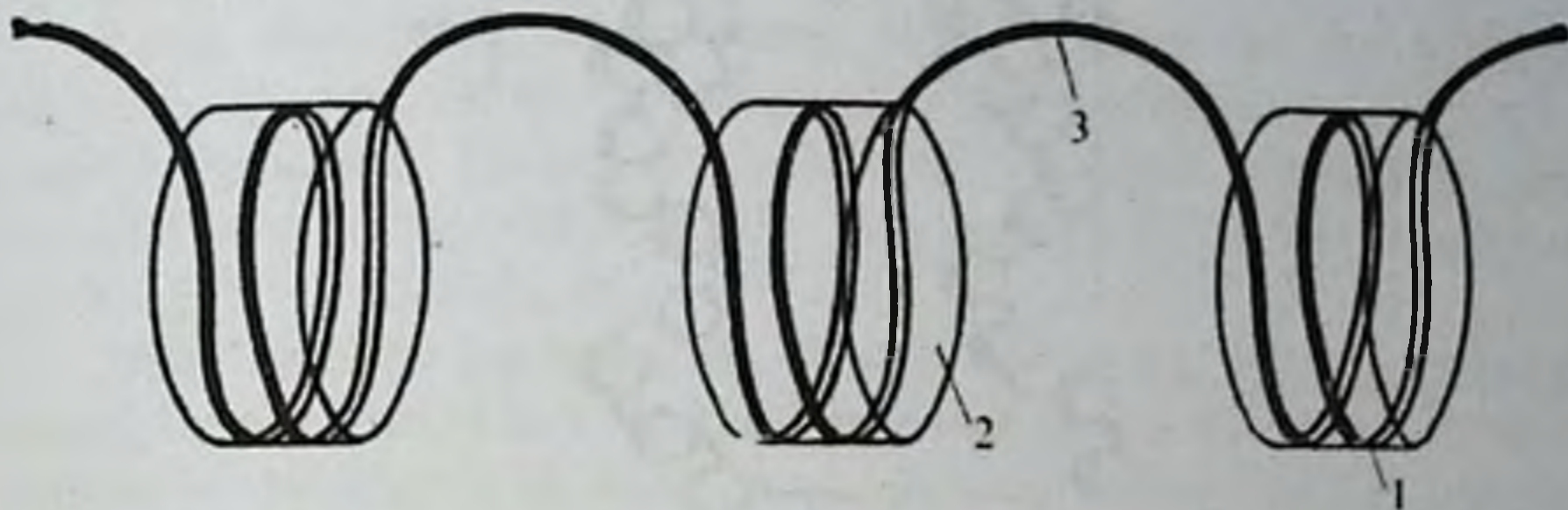
Genetik nuqtai nazardan, eukariotlarning DNK molekulasi juda xilma-xildir. U oqsillarning birlamchi tuzilishini va oqsillarni kodlamaydigan takrorlarni kodlaydigan noyob ketma-ketliklar bilan ifodalanadi. Noyob ketma-ketliklar strukturaviy genlarga tegishli. Eukariotlar genomidagi strukturaviy genlarning umumiy soni umurtqasiz hayvonlarda 10 mingdan sut emizuvchilarda 30 mingtagacha o'zgarib turadi.

Xromatinning strukturaviy tashkiliy darajalari

DNK molekulalarining diametri 2 nm, lekin ularning xromosomalardagi uzunligi bir necha santimetrga yetishi mumkin. Ko'rinib turibdiki, diametri atigi 5–8 mkm bo'lgan hujayra yadrosi hajmida bunday uzun molekulalarning to'planishi juda muntazam bo'lishi kerak. Yadroning cheklangan hajmida DNK molekulalarini qadoqlash muammosi bir vaqtning o'zida DNKni mahalliy ochish va replikatsiya va transkripsiya fermentlari orqali unga kirish imkoniyatini ta'minlash zarurligi bilan yanada murakkablashadi. Shuning uchun hujayra yadrosidagi xromatin bir necha darajadagi tashkiliy tuzilishga ega bo'lgan murakkab fazoviy tuzilmalarni hosil qiladi.

Xromatindagi DNK katlamining birinchi darajasi nukleosomalar tomonidan ta'minlanadi. Ular diametri bo'lgan yumaloq zarralardir 15 nm, ular taxminan 20 nm uzunlikdagi DNK bo'limlari bilan o'zaro bog'langan. Alohida nukleosoma DNK molekulasi o'ralgan oqsil yadrosidan iborat. Nukleosomaning oqsil yadrosi yoki yadro diametri 11 nm va qalinligi 6 nm

bo'lgan disk shakliga ega. U H2A, H2B, H3 va H4 gistonlarining ikkita molekulasini o'z ichiga oladi. Agar siz yadroni ochsangiz, histon molekulalari H2A, H2B, H4, H3, H3, H4, H2B, H2A ketma-ketlikda bog'langanligini topasiz. Yadro burmalanganda, giston molekulalari xuddi spiral zinapoyaga o'xshab ikki qavatda joylashadi (59-rasm).

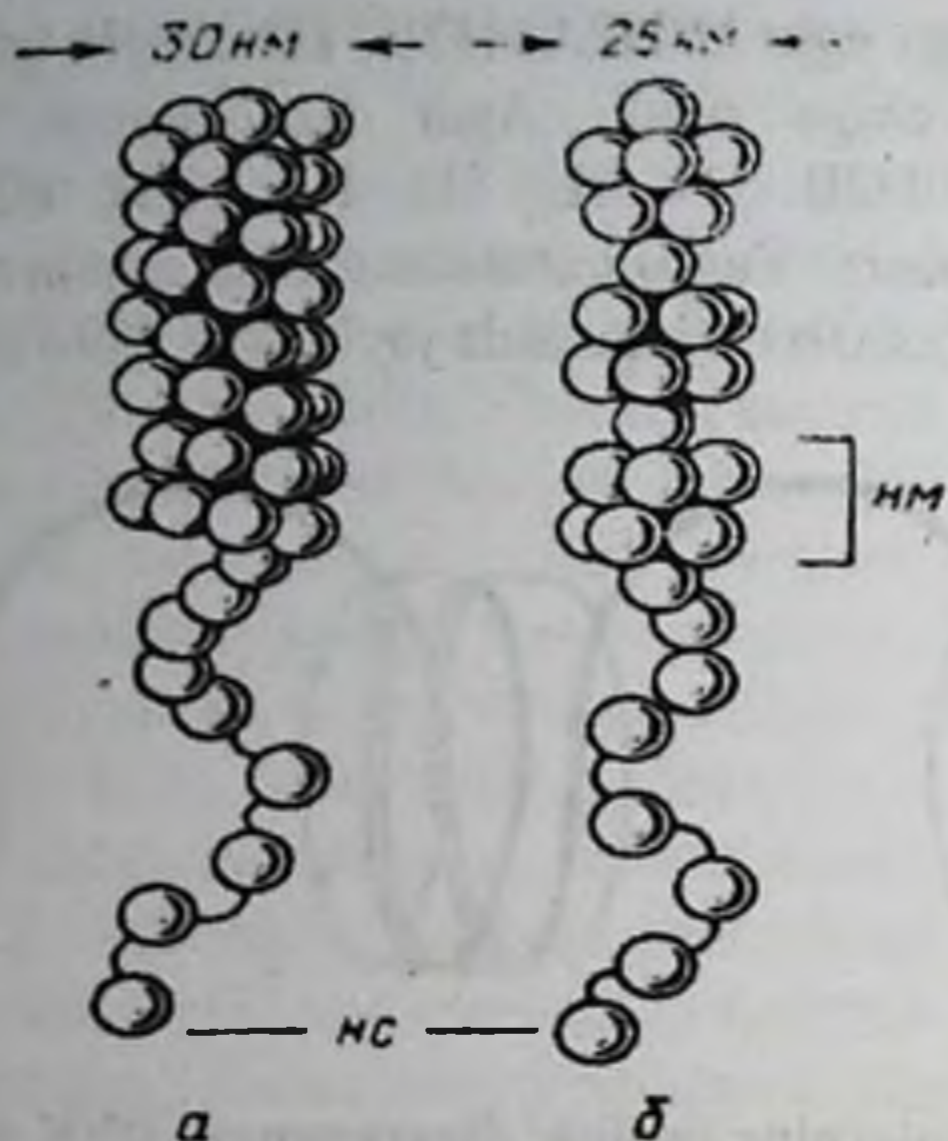


59-rasm. Nukleosomalarning tuzilishi diagrammasi. DNK molekulasi (1) giston oktomeridan iborat bo'lgan har bir oqsil yadrosi (2) atrofida 1,75 burilish qiladi, nukleosomalar orasida birlashtiruvchi DNK bo'limi (3) - "bog'lovchi" mavjud.

Chap qo'l super spiral shaklidagi DNK molekulasi yadro atrofida 1,75 burilish qiladi. Bunda 146 juft nukleotid gistonlar bilan bevosita aloqaga kirishadi. Qo'shni nukleosomalarni bog'laydigan bog'lovchi DNK uzunligi hujayra turiga qarab 40 dan 70 juft nukleotidgacha o'zgarib turadi. Shunday qilib, har bir nukleosomada o'rtacha 200 ga yaqin DNK nukleotid juftlari mavjud.

Nukleosomalar DNK molekulasini taxminan 7 marta qisqartiradi. Ular barcha eukaryotik hujayralarda va hatto DNK viruslarida ham uchraydi. Biroq, bu hujayra yadrosidagi barcha DNK nukleosomalar bilan bog'langanligini anglatmaydi va kodlanmaydigan takroriy takrorlanishlar boshqa burmaga ega bo'lishi mumkin.

DNK buklanishining ikkinchi darajasi o'zaro ta'sir bilan ta'minlanadi (rasm. Giston H1 bilan bog'lovchi DNK. Giston H1 molekulasi o'zining globulyar sohasi bilan nukleosomadagi DNKning ikki burilishi bilan bog'lanadi. Shu bilan birga, C-terminal fibrillar sohasi. giston H1 bog'lovchi DNK bilan aloqa qiladi. Natijada qo'shni nukleosomalar bir-biriga yaqinlashib, diametri 25–30 nm bo'lgan 6–8 zarrachalar - nukleomerlar (super bo'shliqlar) guruhlarini hosil qiladi (60-rasm).



Rasm 60 asolenoid modeli, b-nukleomer modeli: nukleomer (NM) yoki “super boncuk” 8 ta nukleosomadan iborat.

DNK katlamining uchinchi darajasi 30 nm diametrli xromatin fibrillalari bilan ifodalanadi, ular interfaza yadrolari va mitotik xromosomalarda elektron mikroskopda aniq ko'rinadi. Ular o'ta spiral tuzilishga ega va bir-biriga iloji boricha yaqin bo'lgan nukleomerlarni o'z ichiga oladi. Histon H1, shuningdek, HMG domeni bo'lgan giston bo'lmagan oqsillar diametri 30 nm bo'lgan fibrillalarning shakllanishida ishtirok etadilar. H1 gistonining C-terminal domeni birinchi navbatda xromatinning diametri 30 nm bo'lgan fibrillaga kondensatsiyasi uchun javobgardir. Bunda gistonning DNK bilan o'zaro ta'siri emas, balki giston molekulalarining o'zaro bog'lanishlar orasidagi o'zaro bog'lanishi muhim ahamiyat kasb etadi. Va diametri 30 nm bo'lgan nukleomerlar va xromatin iplarning hosil bo'lishi DNKning yanada siqilishiga sabab bo'ladi. 40-50 marta.

DNK katlamining to'rtinchi darajasi 30 nm diametrli fibrillalarning yadro matritsasi bilan o'zaro ta'siri bilan ta'minlanadi. Bunday holda, o'rtacha 90 ming tayanch juftini o'z ichiga olgan halqa domenlari hosil bo'ladi. Kengaytirilganda ularning uzunligi 20 mikronga yetishi mumkin. Bunday halqalarning uchlari yadro matritsasiga MAR (matritsani biriktirish hududlari) yoki SAR (iskela biriktirish hududlari) sifatida belgilangan maxsus nuqtalarda biriktiriladi. Bu nuqtalarda 50-150 juft nukleotid bo'lgan

erkin DNK molekulalari ("forum DNK") mavjud bo'lib, ular nukleazalarga chidamli va yuqori molekulyar og'irlikdagi DNKdan mustaqil ravishda yadro dan ajralib chiqadi. MA RLarda shuningdek, DNK burmalarini hosil qilishda ishtirok etadigan topoizomeraz II mavjud. Yadro matritsasi tomonida xromatin filamentlarining biriktirilishi A laminasi bilan ta'minlanadi.

Loop domenlari xromatinning tipik strukturaviy va funksional birligidir. Domen asosan avtonom, mustaqil ravishda takrorlanadi va transkripsiyalanadi. Domenlar funksional ravishda bog'langan genlar klasterlarini o'z ichiga oladi. Loop domenlari DNK molekulasi ning 700 marta siqilishini ta'minlaydi.

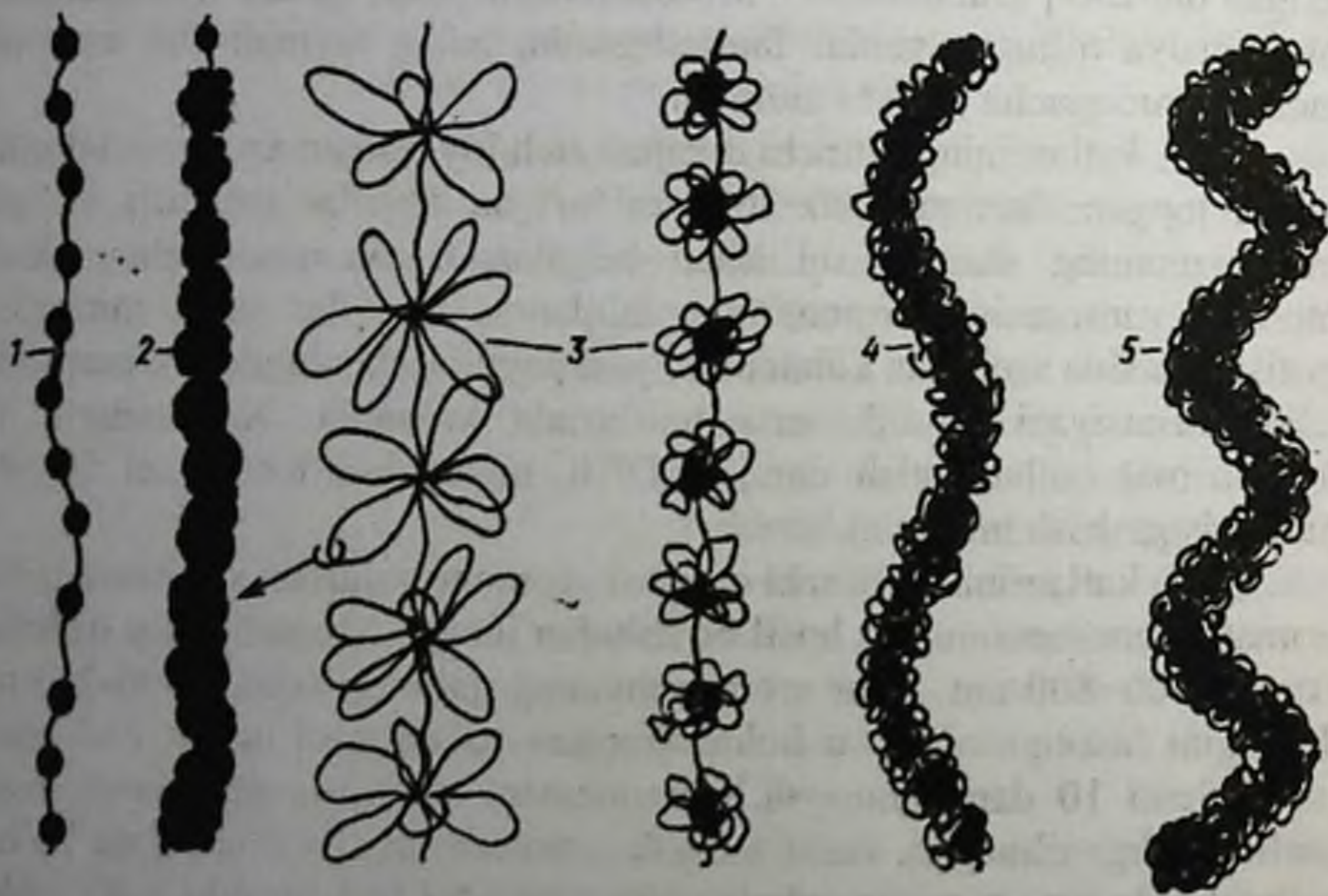
DNK katlamining beshinchi darajasi yadro matritsasi oqsillarining umumiy markaziga rozet shaklida biriktirilgan 18-20 halqa domenlari guruhlarini shakllantirish bilan bog'liq. Loop domenlarining rozetalari xromatinda ixcham holatda joylashgan bo'lib, diametri taxminan 150 nm bo'lgan dumaloq granulalarni - xromomerlarni hosil qiladi. Xromomerada lokalizatsiya qilingan genlar faollashganda, uning qiymati 300 nm yoki undan ko'proqgacha oshishi mumkin.

DNK katlamining oltinchi darajasi zich joylashgan xromomeralardan tashkil topgan diametri 200–300 nm bo'lgan fibrillar struktura bo'lgan xromonemaning shakllanishi bilan belgilanadi. Xromonemalar odatda interfaza yadrosining xromatinida aniqlanmaydi. Ular faqat mitozning profilaktikasida xromatin kondensatsiyasi paytida, shuningdek, xromosoma de kondensatsiyasi paytida erta telofazada ko'rinadi. Xromomerik va xromonemal qatlamlanish darajasi DNK molekulasi uzunligini 10 000 marta qisqartirish imkonini beradi.

DNK katlamining ettinchi darajasi xromonemalardan xromatidlar (bir xromatidli xromosomalar) hosil bo'lishidan iborat. Xromatidning qalinligi o'rtacha 700–800 nm. Agar xromonemaning qalinligi odatda 100-200 nm ekanligini hisobga olsak, u holda xromosoma darajasi uchun qadoqlash koeffitsienti 10 dan oshmaydi. Xromonemani xromosomaga o'rash usuli etarlicha o'rganilmagan. Ba'zi turlarda xromonema spiral shaklida bo'lsa, boshqalarida bir xromosomada bir-biriga parallel bo'lgan ikki yoki undan ortiq xromonemalarni topish mumkin. DNK katlamining xromosoma darajasi boshqa darajalarga qaraganda ko'proq eukaryotik genomni tashkil qilishning turga xos xususiyatlarini aks ettiradi. Har bir tur o'ziga xos xromosomalar to'plamiga ega ekanligi ma'lum. Biroq, xromosomalarni mikroskop ostida faqat hujayralar mitoz yoki meyo z yo'li bilan bo'linganda

kuzatish mumkin. Bo'linmaydigan hujayralar yadrolarida xromosomalar dekonformatsiyalangan holatda bo'lib, xromatin hosil qiladi. Shunga qaramay, hatto interfaza yadrosida ham xromosomalar o'zlarining individualligini saqlab, undagi ma'lum xromosoma hududlarini egallaydi. K.Rabel (1885) ma'lumotlariga ko'ra, xromosomalar telomerik uchlari bilan nukleolemaga birikadi, sentromer mintaqalari esa yadro markaziga yaqinroq joylashgan (61-rasm).

Konfokal mikroskopiya yordamida interfaza yadrosining so'nggi tadqiqotlari bu kontseptsiyani tasdiqlaydi va unga bir qator muhim tafsilotlarni qo'shadi. Xususan, gomologik xromosomalar yadroning qarama-qarshi tomonlarida joylashgan. Gen faollashishi va dekonformatsiya bilan birga xromosomalar uzayadi va yadro markaziga qarab harakatlanadi. Shuning uchun ham hayvonlar va ba'zi o'simliklar hujayralarida geteroxromatin asosan periferiyada to'plangan, evromatin esa yadroning markaziy qismini egallaydi.



61-rasm. Xromatin siqilishning turli darajalari diagrammasi. 1-nukleosoma, 2-nukleomer "super boncuk", 3-xromomer, 4-xromonema, 5-xromosoma.

XROMATIN VA UNING VAZIFALARI.

Yadrolarning asosiy komponenti - xromatin hujayraning genetik funksiyasini bajaradigan tuzilmadir, xromatin DNK deyarli barcha genetik ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Yadro qobig'i murakkab to'siq-retseptomi, shuningdek, transport va iskala funksiyasini bajaradi. Xromatin bo'lmagan yadro oqsili ramkasi (matritsa) nafaqat yadrodagi xromosomalarning fazoviy joylashishini ta'minlaydi, balki ularning funksional faolligida ham ishtirok etadi. rRNK sintezi va hujayra ribosomalarining shakllanishini belgilovchi xromosoma mintaqalaridan biri yadrochadir. Bundan tashqari, yadroda, xromatin va matritsa bilan bog'liq holda, turli xil RNK turlarini o'z ichiga olgan turli xil ribonukleoprotein tuzilmalari topiladi. Ushbu komponentlarning barchasi o'rtasida hujayra yadrosining suyuq fazasi - karioplazma joylashgan bo'lib, unda yadro almashinuvi va oqsillar va RNKning yadro ichidagi tashilishi bilan bog'liq ko'plab jarayonlar sodir bo'ladi.

Ko'pgina tirik hujayralarni, ayniqsa o'simlik hujayralarini yoki hujayralarni fiksatsiya va bo'yashdan keyin kuzatganda, yadro ichida turli xil bo'yoqlarni, ayniqsa asosiy bo'yoqlarni oson qabul qiladigan zich moddalar zonalari aniqlanadi. Yaxshi bo'yash qobiliyati tufayli yadroning ushbu komponenti "xromatin" deb nomlangan (Flemming, 1880). Xromatinning asosiy (ishqoriy) bo'yoqlarni idrok etish qobiliyati uning kislotali xususiyatlarini ko'rsatadi, bu xromatin tarkibida oqsillar bilan kompleksda DNK borligi bilan aniqlanadi. Mitotik hujayra bo'linishi paytida kuzatilishi mumkin bo'lgan xromosomalar ham bir xil bo'yash xususiyatiga va DNK tarkibiga ega.

Prokaryotik hujayralardan farqli o'laroq, eukaryotik xromatinning DNK o'z ichiga olgan moddasi ikkita alternativ holatda bo'lishi mumkin: interfazada dekondensatsiyalangan va mitoz xromosomalarning bir qismi sifatida mitoz paytida maksimal darajada siqilgan.

Bo'linmaydigan (fazalararo) hujayralarda oddiy mikroskopda aniqlangan xromatin yadro hajmini bir tekisda to'ldirishi yoki alohida bo'laklarda (xromotsentrlar) joylashishi mumkin. Ko'pincha u yadroning chetida (parietal, marginal, membranaga yaqin xromatin) ayniqsa aniq ko'rinadi yoki yadro ichidagi ancha qalin (taxminan 0,3 mkm) va uzun iplarning o'zaro to'qnashuvlarini hosil qilib, yadro ichidagi tarmoqqa o'xshaydi. Bunday yadrolar ko'pincha o'simlik hujayralarida uchraydi.

Interfaza yadrolarining xromatini DNK tashuvchi tana (xromosomalar) bo'lib, bu vaqtda o'zining ixcham shaklini yo'qotadi,

bo'shashadi va dekonpensatsiyalanadi. Bunday xromosoma dekonpensatsiyasi darajasi turli hujayralar yadrolarida har xil bo'lishi mumkin. Xromosoma yoki uning bir qismi to'liq dekonpensatsiyalanganda, bu zonalar diffuz xromatin deb ataladi. Xromosomalar to'liq bo'shashmaganda, interfaza yadrosida kondensatsiyalangan xromatin joylari (ba'zan geteroxromatin deb ataladi) ko'rinadi. Ko'pgina tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, xromosoma moddasi, xromatin, interfazadagi dekonpensatsiya darajasi ushbu strukturaning funktsional yukini aks ettirishi mumkin. Fazalararo yadroning xromatini qanchalik keng tarqalgan bo'lsa, undagi sintetik jarayonlar shunchalik yuqori bo'ladi. Shunday qilib, limfotsit hujayralarida xromatin hujayra yadrosining periferiyasi bo'ylab sezilarli to'planishlarni hosil qiladi. Ushbu hujayralar DNKni sintez qilish uchun rag'batlantirilganda, DNK prekursori 3H-timidin kiritilganda, xromatinning asta-sekin dekonpensatsiyasi sodir bo'ladi. Xuddi shu tarzda, RNK sintezi jarayonida xromatinning tuzilishi o'zgaradi. Hujayralarda DNK va RNK sintezining pasayishi odatda kondensatsiyalangan xromatin zonalarining ko'payishi bilan birga keladi. Shunday qilib, pastki umurtqali hayvonlarning eritrotsitlarida yadrolarning deyarli barcha xromatini kondensatsiyalangan holatda bo'ladi va bu yadrolarda na RNK, na DNK sintezi sodir bo'lmaydi. Agar bu hujayralarning yadrolari RNKni sintez qilish uchun rag'batlantirilsa, masalan, geterokarionlarda (pastga qarang), u holda ular diffuz holatga o'tadi.

Xromatin mitotik hujayralar bo'linishi paytida, tanachalar - xromosomalar shaklida topilganda maksimal darajada kondensatsiyalanadi. Bu davrda xromosomalar hech qanday sintetik yuk ko'tarmaydi, ularga DNK va RNK prekursorlari kiritilmaydi.

Shunga asoslanib, biz hujayra xromosomalari ikkita strukturaviy va funktsional holatda bo'lishi mumkinligini taxmin qilishimiz mumkin: ishlaydigan, qisman yoki to'liq dekonpensatsiyalangan holda, interfaza yadrosida transkripsiya va reduplikatsiya jarayonlari sodir bo'lganda va faol bo'lmaganda - metabolik holatda. maksimal energiya kondensatsiyasi bilan dam olish, ular genetik materialni qiz hujayralariga tarqatish va o'tkazish funktsiyasini bajarganda.

Xromatinning tuzilishi va kimyosi. Hujayra yadrosining asosiy komponenti bo'lgan xromatinni izolyatsiya qilingan interfaza yadrolaridan va izolyatsiya qilingan mitotik xromosomalardan olish juda oson. Buning uchun ular past ionli quvvatga ega suvli eritmalar yoki oddiygina deionizatsiyalangan suv bilan ekstraktsiya paytida erigan holatga o'tish

qobiliyatidan foydalanadilar. Bunday holda, xromatinning bo'laklari shishadi va jelga aylanadi. Bunday dorilarni haqiqiy eritmalariga aylantirish uchun kuchli mexanik ta'sirlar talab qilinadi: chayqash 61-rasm. Xromatin siqilishning turli darajalari diagrammasi. 1-nukleosoma, 2-nukleomer "super boncuk", 3-xromomer, 4-xromonema, 5-xromosoma.

XROMATIN VA UNING VAZIFALARI.

Yadrolarning asosiy komponenti - xromatin hujayraning genetik funksiyasini bajaradigan tuzilmadir, xromatin DNK deyarli barcha genetik ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Yadro qobig'i murakkab to'siq-retseptomi, shuningdek, transport va iskala funksiyasini bajaradi. Xromatin bo'lmagan yadro oqsili ramkasi (matritsa) nafaqat yadrodagi xromosomalarning fazoviy joylashishini ta'minlaydi, balki ularning funksional faolligida ham ishtirok etadi. rRNK sintezi va hujayra ribosomalarining shakllanishini belgilovchi xromosoma mintaqalaridan biri yadrochadir. Bundan tashqari, yadroda, xromatin va matritsa bilan bog'liq holda, turli xil RNK turlarini o'z ichiga olgan turli xil ribonukleoprotein tuzilmalari topiladi. Ushbu komponentlarning barchasi o'rtasida hujayra yadrosining suyuq fazasi - karioplazma joylashgan bo'lib, unda yadro almashinuvi va oqsillar va RNKning yadro ichidagi tashilishi bilan bog'liq ko'plab jarayonlar sodir bo'ladi.

Ko'pgina tirik hujayralarni, ayniqsa o'simlik hujayralarini yoki hujayralarni fiksatsiya va bo'yashdan keyin kuzatganda, yadro ichida turli xil bo'yoqlarni, ayniqsa asosiy bo'yoqlarni oson qabul qiladigan zich moddalar zonalari aniqlanadi. Yaxshi bo'yash qobiliyati tufayli yadroning ushbu komponenti "xromatin" deb nomlangan (Flemming, 1880). Xromatinning asosiy (ishqoriy) bo'yoqlarni idrok etish qobiliyati uning kislotali xususiyatlarini ko'rsatadi, bu xromatin tarkibida oqsillar bilan kompleksda DNK borligi bilan aniqlanadi. Mitotik hujayra bo'linishi paytida kuzatilishi mumkin bo'lgan xromosomalar ham bir xil bo'yash xususiyatiga va DNK tarkibiga ega.

Prokaryotik hujayralardan farqli o'laroq, eukaryotik xromatinning DNK o'z ichiga olgan moddasi ikkita alternativ holatda bo'lishi mumkin: interfazada dekondensatsiyalangan va mitoz xromosomalarning bir qismi sifatida mitoz paytida maksimal darajada siqilgan.

Bo'linmaydigan (fazalararo) hujayralarda oddiy mikroskopda aniqlangan xromatin yadro hajmini bir tekisda to'ldirishi yoki alohida bo'laklarda (xromotsentrlar) joylashishi mumkin. Ko'pincha u yadroning

chetida (parietal, marginal, membranaga yaqin xromatin) ayniqsa aniq ko'rinadi yoki yadro ichidagi ancha qalin (taxminan 0,3 mkm) va uzun iplarning o'zaro to'qnashuvlarini hosil qilib, yadro ichidagi tarmoqqa o'xshaydi. Bunday yadrolar ko'pincha o'simlik hujayralarida uchraydi.

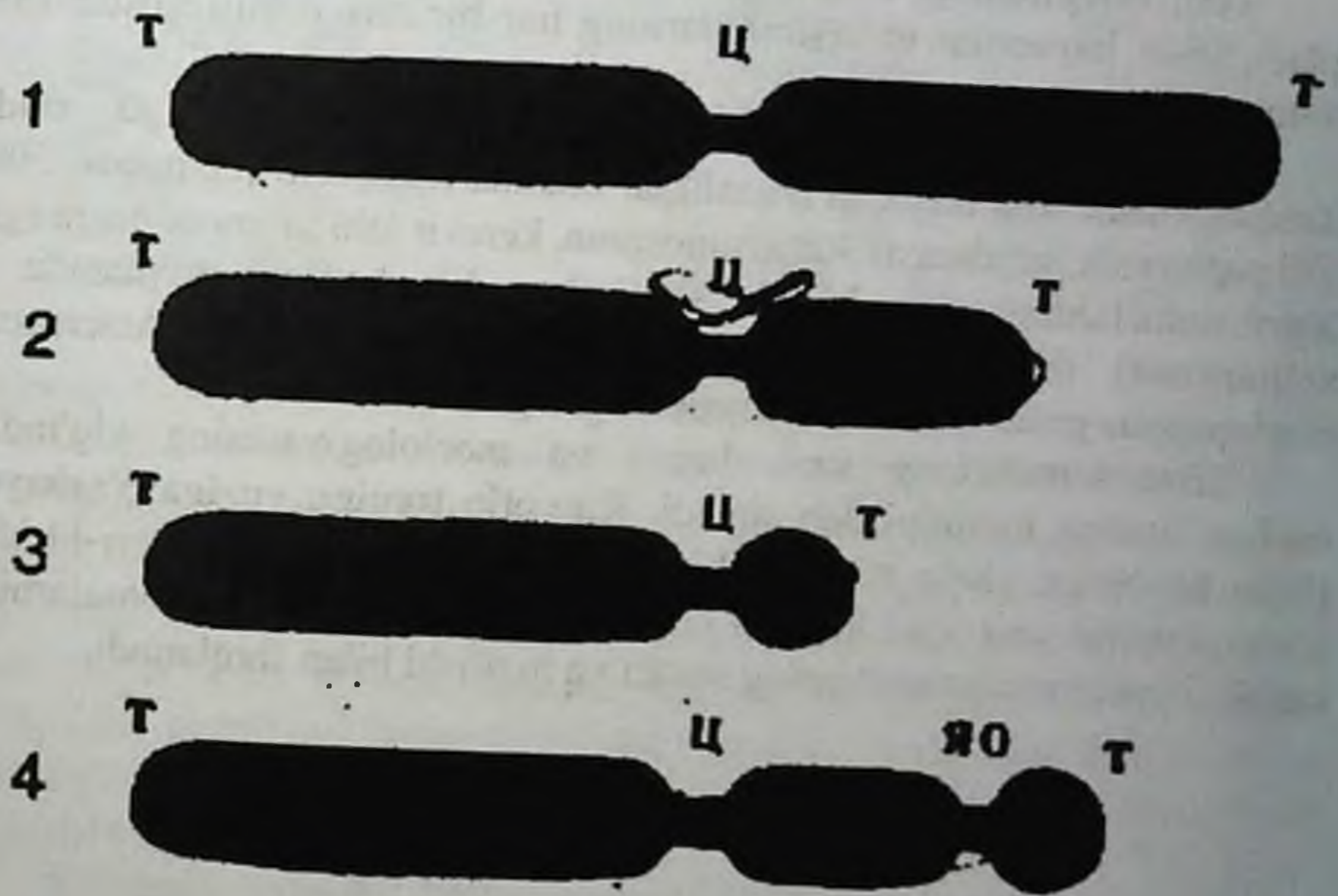
Interfaza yadrolarining xromatini DNK tashuvchi tana (xromosomalar) bo'lib, bu vaqtda o'zining ixcham shaklini yo'qotadi, bo'shashadi va dekonpensatsiyalanadi. Bunday xromosoma dekonpensatsiyasi darajasi turli hujayralar yadrolarida har xil bo'lishi mumkin. Xromosoma yoki uning bir qismi to'liq dekonpensatsiyalanganda, bu zonalar diffuz xromatin deb ataladi. Xromosomalar to'liq bo'shashmaganda, interfaza yadrosida kondensatsiyalangan xromatin joylari (ba'zan geteroxromatin deb ataladi) ko'rinadi. Ko'pgina tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, xromosoma moddasi, xromatin, interfazadagi dekonpensatsiya darajasi ushbu strukturaning funktsional yukini aks ettirishi mumkin. Fazalararo yadroning xromatini qanchalik keng tarqalgan bo'lsa, undagi sintetik jarayonlar shunchalik yuqori bo'ladi. Shunday qilib, limfotsit hujayralarida xromatin hujayra yadrosining periferiyasi bo'ylab sezilarli to'planishlarni hosil qiladi. Ushbu hujayralar DNKni sintez qilish uchun rag'batlantirilganda, DNK prekursori 3H-timidin kiritilganda, xromatinning asta-sekin dekonpensatsiyasi sodir bo'ladi. Xuddi shu tarzda, RNK sintezi jarayonida xromatinning tuzilishi o'zgaradi. Hujayralarda DNK va RNK sintezining pasayishi odatda kondensatsiyalangan xromatin zonalarining ko'payishi bilan birga keladi. Shunday qilib, pastki umurtqali hayvonlarning eritrotsitlarida yadrolarning deyarli barcha xromatini kondensatsiyalangan holatda bo'ladi va bu yadrolarda na RNK, na DNK sintezi sodir bo'lmaydi. Agar bu hujayralarning yadrolari RNKni sintez qilish uchun rag'batlantirilsa, masalan, geterokarionlarda (pastga qarang), u holda ular diffuz holatga o'tadi.

Xromatin mitotik hujayralar bo'linishi paytida, tanachalar - xromosomalar shaklida topilganda maksimal darajada kondensatsiyalanadi. Bu davrda xromosomalar hech qanday sintetik yuk ko'tarmaydi, ularga DNK va RNK prekursorlari kiritilmaydi.

Shunga asoslanib, biz hujayra xromosomalari ikkita strukturaviy va funktsional holatda bo'lishi mumkinligini taxmin qilishimiz mumkin: ishlaydigan, qisman yoki to'liq dekonpensatsiyalangan holda, interfaza yadrosida transkripsiya va reduplikatsiya jarayonlari sodir bo'lganda va faol bo'lmaganda - metabolik holatda. maksimal energiya kondensatsiyasi bilan

dam olish, ular genetik materialni qiz hujayralariga tarqatish va o'tkazish funksiyasini bajarganda.

Xromatinning tuzilishi va kimyosi. Hujayra yadrosining asosiy komponenti bo'lgan xromatinni izolyatsiya qilingan interfaza yadrolaridan va izolyatsiya qilingan mitotik xromosomalardan olish juda oson. Buning uchun ular past ionli quvvatga ega suvli eritmalar yoki oddiygina deionizatsiyalangan suv bilan ekstraktsiya paytida erigan holatga o'tish qobiliyatidan foydalanadilar. Bunday holda, xromatinning bo'laklari shishadi va jelga aylanadi. Bunday dorilarni haqiqiy eritmalariga aylantirish uchun kuchli mexanik ta'sirlar talab qilinadi: chayqash ya qilingan mitotik xromosomalardan olish juda oson. Buning uchun ular uchun ular ionli quvvatga ega past suvli yoki oddiygina deiyshlangan suv bilan ekstraktsiya paytidagi holatga o'tishdan ko'rib chiqiladi. Bunday holda, xromatinning bo'laklari shishadi va jelga aylanadi. Bunday mahsulotlarni haqiqiy chaylarga quvvat uchun kuchli mexanik ta'sirlar talab:



Rasm. 62. Metasentrik (1), submetasentrik (2), akrosentrik (telotsentrik) (3), yo'ldosh xromosomalarning umumiy morfologiyasi sxemasi. (yadroviy) (4). T-telomerlar, C-tsentromeralar (birlamchi siqilishlar), R-yadroviy organizatorlar (ikkilamchi siqilishlar).

Xromosoma qo'llari telomerlarda, terminal hududlarda tugaydi. Xromosomalarning telomerik uchlari boshqa xromosomalar yoki ularning bo'laklari bilan qo'shila olmaydi, telomerik hududlari bo'lmagan xromosomalarning uchlaridan farqli o'laroq (uzilishlar natijasida), ular boshqa xromosomalarning bir xil singan uchlari bilan birlashishi mumkin. Telomerlarda DNK sintezi jarayonida xromosomani qisqarishdan himoya qiluvchi maxsus telomerik DNK mavjud.

Xromosomalarning o'lchamlari turli organizmlarda juda katta farq qiladi. Shunday qilib, xromosomalarning uzunligi 0,2 dan 50 mikrongacha o'zgarishi mumkin. Eng kichik xromosomalar ba'zi oddiylar, zamburug'lar va suv o'tlarida, juda kichik xromosomalar zig'ir va dengiz qamishlarida; ular shunchalik kichikki, ularni yorug'lik mikroskopi bilan ko'rish qiyin. Eng uzun xromosomalar ba'zi ortopteran hasharotlar, amfibiyalar va liliaceaelarda uchraydi. Inson xromosomalarining uzunligi 1,5-10 mikron oralig'ida.

Turli ob'ektlardagi xromosomalar soni ham sezilarli darajada farq qiladi, lekin hayvonlar va o'simliklarning har bir turi uchun xosdir (63-rasm).

Ba'zi radiolariyada xromosomalar soni 1000-1600 ga etadi. Xromosomalar soni bo'yicha o'simliklar orasida rekordchi (taxminan 500) o'tli paporotnik, tut daraxti 308 xromosoma, kerevit 196 xromosomaga ega. Xromosomalarning eng kichik soni (har bir haploid to'plamda 1 xromosoma) dumaloq qurt irqlaridan birida kuzatiladi, Asteraceae Haplopappus gracilis atigi 4 xromosomaga ega (2 juft).

Xromosomalarning soni, hajmi va morfologiyasining yig'indisi ma'lum turning kariotipi deb ataladi. Karyotip turning yuziga o'xshaydi. Hatto bir-biriga yaqin turlarda ham xromosoma to'plamlari bir-biridan xromosomalar soni yoki kamida bitta yoki bir nechta xromosomalarning kattaligi yoki xromosomalarning shakli va tuzilishi bilan farqlanadi.

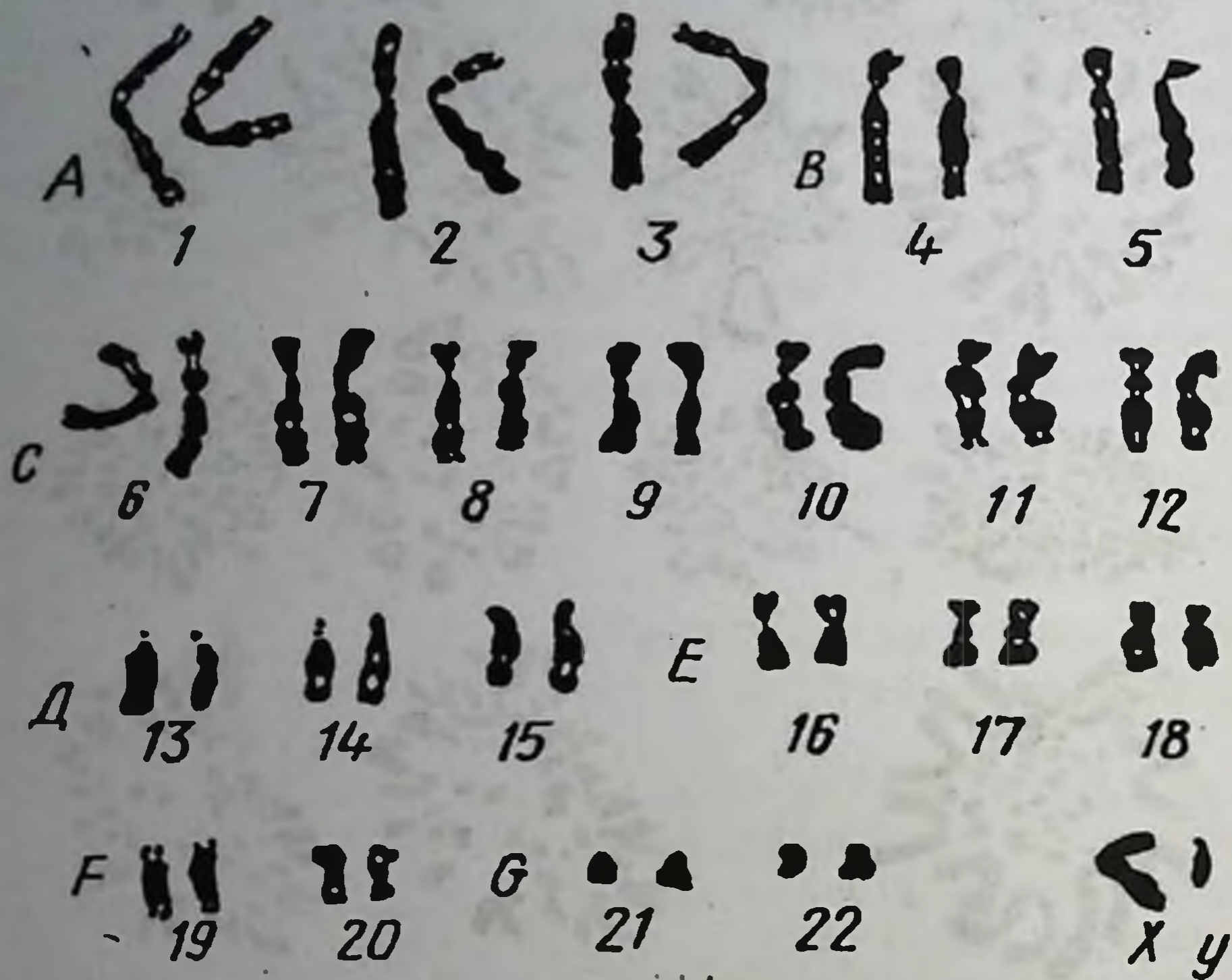


(2n=6), V-payka (2n=18), G-tovuq, D-mushuk (2n=38), E-ot (2n=66), F-buqa (2n=60), Z-salamander (2n=34), I-qo'y (2n=54) (Munzing bo'yicha, 1963).

Muayyan turning kariotipining tuzilishi na hujayra turiga, na hayvon yoki o'simlikning yoshiga bog'liq emas. Bir xil turdagi shaxslarning barcha hujayralari bir xil xromosomalar to'plamiga ega. Oddiy morfologik tahlil hatto yaqin turlar orasida ham karyotiplardagi farqlarni ishonchli tarzda ko'rsatishi mumkin. Shuning uchun karyotip strukturasi hayvonlar va o'simliklar sistemikasida tobora ko'proq foydalaniladigan taksonomik (tizimli) belgi bo'lishi mumkin.

Keyingi yillarda xromosoma tahlili amaliyotida differensial xromosomalarni bo'yash usullari keng qo'llanila boshlandi. Usul birinchi marta Kaspersson tomonidan taklif qilingan bo'lib, u mitotik xromosoma preparatlarini ftorxrom akrilikiniprit yordamida qayta ishlaganda, xromosomalar uzunligi bo'yicha chiziqlar lyuminestsent mikroskopda

ko'rinishini ko'rsatdi. Bunday differentsial bo'yash inson tuzilishini batafsil o'rganish imkonini berdi. xromosomalar (64-rasm).



64-rasm. Differentsial bo'yalgan erkak xromosomalari. Xromosomalar Denver tasnifi tizimiga muvofiq belgilanadi (Prokofieva-Belgovskaya, 1969 yil).

An'anaviy bo'yash usullari bilan 46 ta inson xromosomalarining butun to'plami odatda ularning kattaligiga qarab 7 guruhga bo'linadi (A, B, C, D, E, F, G). Katta (1, 2) xromosomalarni kichikdan (19, 20), metasentrikni akrosentrikdan (13-chi) ajratish oson bo'lsa, guruhlar ichida bir xromosomani boshqasidan ajratish qiyin. Shunday qilib, C guruhida 6 va 7-xromosomalar bir-biriga, shuningdek X xromosomasiga o'xshaydi. Differentsial bo'yash bu xromosomalarni bir-biridan aniq ajratish imkonini beradi. Genetik kuzatuvlar bilan birgalikda sitologik tahlilning bu usuli allaqachon inson xromosoma xaritalarini tuzishni boshlash imkonini berdi, ya'ni. xromosomalarning ayrim qismlarida genlarning joylashishini toping.

Endoreproduksiya va poliploidiya. Agar bo'linuvchi hujayralar bir muddat sovutilsa yoki shpindel mikronaychalarini yo'q qiladigan biron bir modda bilan ishlov berilsa (masalan, kolxitsin), u holda hujayra bo'linishi

to'xtaydi. Shu bilan birga, shpindel yo'qoladi va xromosomalar qutblarga ajralmagan holda o'z o'zgarishlar tsiklini davom ettiradi: ular shishib, yadro membranasiga qo'yiladi. Shunday qilib, barcha ajratilmagan xromosomalar to'plamining birlashishi tufayli katta yangi yadrolar paydo bo'ladi. Tabiiyki, ular dastlab xromatidlar soni $4n$ va shunga mos ravishda DNK miqdori $4c$ bo'ladi. Ta'rifga ko'ra, bu endi diploid emas, balki tetraploid hujayradir. Bunday poliploid hujayralar G_1 bosqichidan S davriga o'tishi mumkin va agar kolxitsin olib tashlansa, yana mitotik tarzda bo'linib, $4n$ sonli xromosomaga ega bo'lgan avlodlar paydo bo'ladi. Natijada, turli xil ploidlilik qiymatlari ($4n$, $8n$, $16n$ va boshqalar) bo'lgan poliploid hujayra chiziqlarini olish mumkin. Ushbu usul ko'pincha poliploid o'simliklarni ishlab chiqarish uchun ishlatiladi.

Ma'lum bo'lishicha, hayvonlar va o'simliklarning oddiy diploid organizmlarining ko'plab a'zolari va to'qimalarida DNK miqdori $2n$ ga ko'p bo'lgan yirik yadroli hujayralar mavjud. Bunday hujayralar bo'linganda, oddiy diploid hujayralarga nisbatan ulardagi xromosomalar soni ham ko'payganligi aniq. Bu hujayralar somatik poliploidiya natijasidir. Ushbu hodisa ko'pincha endoreproduksiya deb ataladi - DNK miqdori ko'paygan hujayralar paydo bo'lishi. Bunday hujayralarning paydo bo'lishi mitozning alohida bosqichlarining yo'qligi yoki to'liq bo'lmasligi natijasida yuzaga keladi. Mitoz jarayonida bir nechta nuqtalar mavjud bo'lib, ularning bloklanishi uning to'xtashiga va poliploid hujayralar paydo bo'lishiga olib keladi. G_2 davridan to'g'ri mitozga o'tish paytida blok paydo bo'lishi mumkin; tutilish profilaktika va metafazada sodir bo'lishi mumkin; ikkinchi holda, bo'linish milining yaxlitligi ko'pincha buziladi. Nihoyat, sitotomiyadagi nuqsonlar ham bo'linishni to'xtatib qo'yishi mumkin, natijada binukleat va poliploid hujayralar paydo bo'ladi.

Mitozning tabiiy blokadasi bilan, G_2 dan profilaktikaga o'tish davrida hujayralar navbatdagi replikatsiya siklini boshlaydi, bu esa yadrodag DNK miqdorining progressiv o'sishiga olib keladi. Bunday holda, bunday yadrolarning morfologik belgilari kuzatilmaydi, ularning katta o'lchamlari bundan mustasno. Yadrolar kattalashganda mitotik tipdagi xromosomalar aniqlanmaydi.

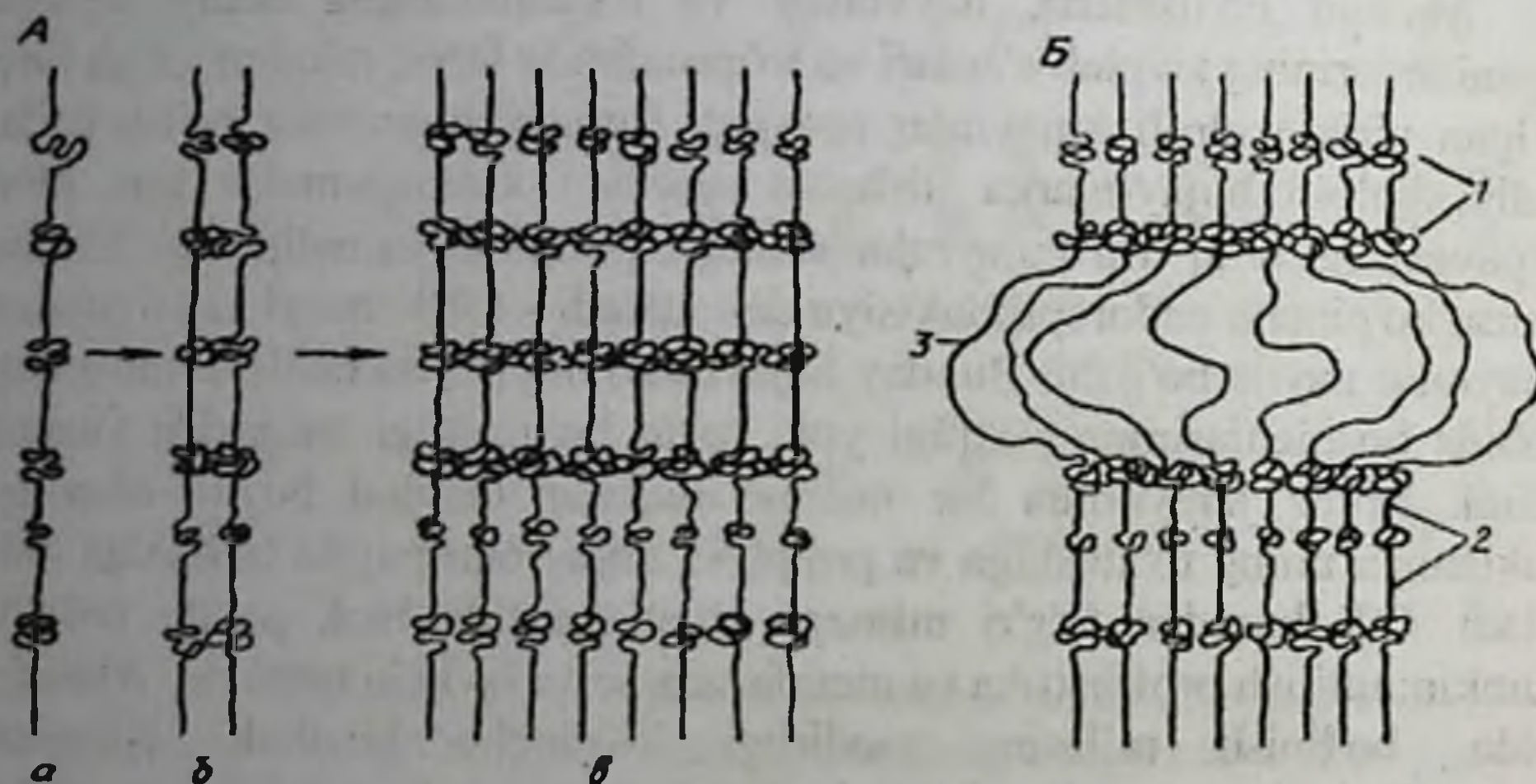
Xromosomalarning mitotik kondensatsiyasiz endoreproduksiyaning bu turi ko'pincha umurtqasiz hayvonlarda uchraydi, umurtqali hayvonlar va o'simliklarda ham uchraydi.

Umurtqasiz hayvonlarda mitozda bloklanish natijasida poliploidlik darajasi juda katta qiymatlarga yetishi mumkin. Shunday qilib, yadrolari

hajmi 1 mm gacha (!) bo'lgan tritoniya mollyuskasining yirik neyronlarida 2×10^5 dan ortiq haploid DNK to'plami mavjud. Ba'zi umurtqasiz hayvonlarda gigant bez va nerv hujayralarida 18-20 tsikli endoreduplikatsiya natijasida 2097152c DNK bo'lishi mumkin.

Hujayralar mitozga kirmasdan DNK reduplikatsiyasi natijasida hosil bo'lgan ulkan poliploid hujayraning yana bir misoli ipak qurti bezining hujayrasidir. Uning yadrosi g'alati tarvaqaylab ketgan shaklga ega va juda ko'p miqdorda DNKni o'z ichiga olishi mumkin. Dumaloq chuvalchangning qizilo'ngach bezining gigant hujayralarida 100 000c gacha DNK bo'lishi mumkin.

Endor ishlab chiqarishning alohida holati politeniya bilan ploidlilikning oshishi hisoblanadi.



65-rasm. Politen xromosomasining (A) hosil bo'lish sxemasi: kondensatsiyalangan xromatin maydonlari bo'lgan interfaza xromosomasining a-tormasi, keyin b-ikki ip. uch kvadratli xromosoma reduplikatsiyasi natijasida -8 yaqin zanjirda reduplikatsiya. B-politen xromosoma bo'limlarining tuzilishi: 1-disklar, 2-disklararo bo'limlar, 3-puf, disk xromatinining decondensatsiyasi natijasida hosil bo'ladi.

DNK replikatsiyasi davrida S-davridagi politeniya davrida yangi qiz xromosomalar despirallashgan holatda qolishda davom etadi, lekin bir-biriga yaqin joylashadi, bir-biridan ajralib turmaydi va mitotik kondensatsiyaga uchramaydi (65-rasm).

Ushbu chinakam interfaza shaklida xromosomalar yana keyingi replikatsiya sikliga kiradi, yana ikki barobar ko'payadi va ajralib chiqmaydi. Asta-sekin, xromosoma iplarining replikatsiyasi va ajratilmasligi natijasida

interfaza yadrosining ko'p zanjirli, politenli xromosoma tuzilishi hosil bo'ladi. Oxirgi holatni ta'kidlash kerak, chunki bunday ulkan politenli xromosomalar hech qachon mitozda qatnashmaydi, bundan tashqari, bular DNK va RNK sintezida ishtirok etadigan haqiqatan ham interfaza xromosomalaridir.

Ular hajmi jihatidan mitotik xromosomalardan keskin farq qiladi: ular mitotik xromosomalardan bir necha marta qalinroq, chunki ular bir nechta ajratilmagan xromatidlar to'plamidan iborat - *Drosophila* politen xromosomalarining hajmi mitotiklardan 1000 marta katta. Ular mitotiklardan 70-250 marta uzunroqdir, chunki interfaza holatida xromosomalar mitotik xromosomalarga qaraganda kamroq kondensatsiyalangan (o'ralgan).

Endor ishlab chiqarishning bu turi hasharotlarda eng yaxshi o'rganilgan. Taxminlarga ko'ra, drozofilada tuprik bezlari hujayralarida 6-8 tsiklgacha reduplikatsiya sodir bo'lishi mumkin, bu umumiy hujayra ploidiyasiga olib keladi 1024. Ba'zi xironomidlarda (ularning lichinkalari qon qurti deb ataladi) bu hujayralardagi ploidlilik 8000-32 000 ga etadi. Politen xromosomalari politen 64-128n ga yetgandan so'ng ko'rina boshlaydi, bundan oldin bunday yadrolar atrofdagi diploid yadrolardan kattaligidan boshqa hech narsa bilan farq qilmaydi.

Politen xromosomalari tuzilishiga ko'ra ham farqlanadi: ular strukturaviy uzunligi bo'yicha heterojen bo'lib, disklar, disklararo maydonlar va puflardan iborat. Disklarning joylashishi har bir xromosomaga xos bo'lib, hatto bir-biriga yaqin bo'lgan hayvonlar turlarida ham farqlanadi.

Disklar kondensatsiyalangan xromatinning joylari. Agar kondensatsiyalangan xromatinning bir interfaza xromosoma sohalari globulyar pihtilar (xromomeralar)ga o'xshab ko'rinsa, u holda ko'plab bir xil fazalararo xromosomalarning lateral joylashuvi bilan bu alohida joylar xromosoma bo'ylab yotgan diskda joylashgan bo'ladi.

Politenli xromosoma disklarining xromomer tuzilishi ushbu xromosomalarni ikki valentli kationlar miqdori past bo'lgan eritmalar bilan sun'iy dekonpensatsiya qilishda aniq namoyon bo'ladi. Bunda disklar (ayniqsa kichiklari) bir qancha xromomeralarga (0,2-0,3 mkm) parchalanadi, ulardan DNP fibrillalari radial tarzda cho'ziladi, xuddi mitotik xromosomalar va interfaza yadrolari xromatinining bir xil dekonpensatsiyasi paytida kuzatiladigan holatga o'xshaydi.

Disklar qalinligida farq qilishi mumkin. Xironomidlarning politen xromosomalarida ularning umumiy soni 1,5-2,5 mingga etadi. Drosophilada 5 mingga yaqin disklar mavjud.

Disklar disklararo bo'shliqlar bilan ajratilgan bo'lib, ular disklar kabi xromatin tolalaridan iborat bo'lib, faqat yumshoqroq o'ralgan.

Dipteranalarning politen xromosomalarida ko'pincha shishlar va puflar ko'rinadi. Ma'lum bo'lishicha, ba'zi diskarning joylarida puflar ularning dekondensatsiyasi va bo'shashishi tufayli paydo bo'ladi. Puflarda RNK aniqlanadi, u erda sintezlanadi. Shuning uchun puf bu interfaza xromosomalarida transkripsiya joyi, disklar esa ifodalangan xromosoma hududlari hisoblanadi.

Politen xromosomalaridagi diskarning joylashishi va almashinish sxemasi doimiy bo'lib, na organga, na hayvonning yoshiga bog'liq emas. Bu tananing har bir hujayrasida genetik ma'lumotlarning bir xil sifatining yaxshi namunasi.

Biroq, puflarni tartibga solishda bunday noaniqlik yo'q. Puflar xromosomalaridagi vaqtinchalik shakllanishlar bo'lib, organizmning rivojlanishi davomida xromosomaning genetik jihatdan turli qismlarida ularning paydo bo'lishi va yo'qolishida ma'lum bir ketma-ketlik mavjud. Turli to'qimalar uchun bu ketma-ketlik boshqacha. Hozirgi vaqtda politen xromosomalarida puflarning hosil bo'lishi gen faolligining ifodasi ekanligi isbotlangan: puflarda hasharotlar rivojlanishining turli bosqichlarida oqsil sintezini amalga oshirish uchun zarur bo'lgan RNK sintezlanadi. Puflar faoliyatining o'ziga xos induktsiyasini keltirib chiqarishi mumkinligi ma'lum bo'ldi. Shunday qilib, lichinkalar rivojlanishining ma'lum bir bosqichida ekdizon gormoni eritishdan oldin o'ziga xos puflarning faollashishiga olib keladi. Agar bu gormon rivojlanishning boshqa bosqichida kiritilgan bo'lsa, unda bu holda xuddi shu puf faollashadi, garchi bu bosqichda u odatda ishlamas.

Uzoq vaqt davomida politen xromosomalaridagi disklararo hududlarning tabiati noaniq bo'lib qoldi. Shu bilan birga, disklararo hududlarda ular faol bo'lmagan disklardagi genlardan farqli o'laroq, dekondensatsiyalangan holatda bo'lgan genlar ham bo'lishi mumkinligi taxmin qilingan. Qishloqda bu taxmin muz vaqti bir qator tasdiqlarni oldi

. Bitta diskda bir yoki bir nechta gen bo'lishi mumkin. Biroq, bir qator belgilar xromosomalarning ma'lum hududlarida lokalizatsiya qilingan.

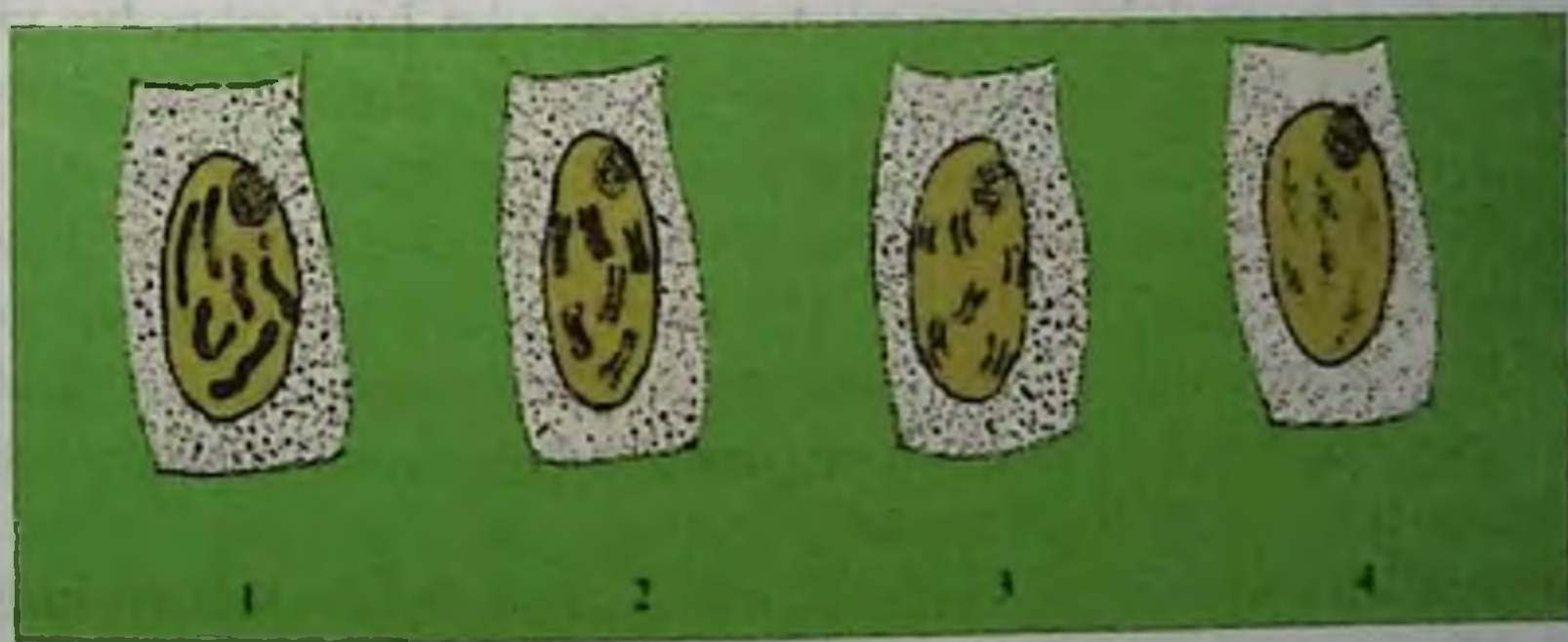
Shunday qilib, biz ikkita holatni, mitotik bo'linishga kirishga to'sqinlik qilganda paydo bo'ladigan poliploid hujayralarni hosil qilishning ikkita usulini tahlil qildik.

Endor ishlab chiqarishning boshqa holatlarida poliploid hujayralar bo'linish apparati - shpindelning buzilishi natijasida paydo bo'ladi: bu holda xromosomalarning mitotik kondensatsiyasi sodir bo'ladi. Bu hodisa endomitoz deb ataladi, chunki xromosomalarning kondensatsiyasi va ularning o'zgarishi yadro ichida, yadro membranasi yo'qolmasdan sodir bo'ladi (66-rasm).

Birinchi marta endomitoz hodisasi suv bug'ining turli to'qimalarining hujayralarida yaxshi o'rganildi - Guerria. Endomitozning boshida xromosomalar kondensatsiyalanadi, buning natijasida ular yadro ichida aniq ko'rinadi, keyin xromatidalar ajralib chiqadi va cho'ziladi. Bu bosqichlar, xromosomalarning holatiga ko'ra, oddiy mitozning profilaktika va metafazalariga to'g'ri kelishi mumkin. Keyin bunday yadrolardagi xromosomalar yo'qoladi va yadro muntazam interfaza yadrosi shaklini oladi, lekin ploiddlikning oshishiga qarab uning hajmi kattalashadi. Keyingi DNK reduplikatsiyasidan keyin endomitozning bu sikli takrorlanadi. Natijada, poliploid ($32n$) va hatto ulkan yadrolar paydo bo'lishi mumkin.

Endomitozning shunga o'xshash turi ba'zi kiprikli va bir qator o'simliklarda makronukleuslarning rivojlanishida tasvirlangan. Shunday qilib, kartoshka ildizlari hujayralarida xromosomalar deyarli har doim spiral holatda bo'ladi, bu erda interfaza vaqti sezilarli darajada qisqaradi.

Poliploid hujayralar paydo bo'lishining keyingi varianti metafaza bosqichida shpindelning yo'qligi bilan bog'liq: bu holda, kolxitsinni qo'llashda bo'lgani kabi, ikkita xromosoma to'plamining birlashishi sodir bo'ladi.



66-rasm. Ismaloq tapetum hujayralarida endomitoz sxemasi: 1-endoprofaza, 2-endometafaz, 3-endoanafaza, 4-endotelofaz (Witcus, 1945 bo'yicha).

Hujayra tanasining bo'linishi blokadasida poliploid somatik hujayralar paydo bo'lishining yana bir jarayoni sutemizuvchilar hujayralarida batafsil o'rganilgan.

Ko'rinib turibdiki, somatik poliploidiyaning asosiy natijasi hujayra hajmining oshishi va shu bilan ularning mahsuldorligini oshirishdir.

Yadrocha

Yadroning bir qismi bo'lgan yadrolar birinchi marta 1774 yilda olim Fontana tomonidan tasvirlangan. Yadrochalar eukaryotik hujayralarning deyarli barcha yadrolarida bo'ladi. Yadroda yorug'likni kuchli sindiruvchi bir yoki bir necha odatda yumaloq jismlar ko'rinadi - bular yadrochalar yoki yadrochalardir. Yadrochalarning umumiy xossalariga ularning har xil bo'yoqlar, ayniqsa asosiy bo'yoqlar bilan kuchli bog'lanish qobiliyati kiradi. Bu bazofiliya yadrochalarning RNKga boyligi bilan belgilanadi. Bu diffuz xromatin tashkiloti fonida zichroq strukturadir. Yadrocha mustaqil tuzilma yoki organella emas.

Hujayradagi yadrolar soni. Yashil suv o'tlari, zamburug'lar va protozoalardan tortib yuqori organizmlargacha, barcha hujayralar majburiy yadro ichidagi tuzilmalarga ega - yadrolar.

Hujayradagi nukleolalar soni har xil bo'lishi mumkin, ammo ularning bir yadrodag soni hujayraning gen muvozanatiga bog'liq. Bu xromosomaning hosilasi bo'lib, uning lokuslaridan biri bo'lib, interfazada faol ishlaydi. Yadrochaning asosiy komponenti oqsildir. U 80% gacha to'g'ri keladi. Yadroda oqsildan tashqari nuklein kislotalar ham mavjud. RNK 5-14%, DNK esa 2-12%. 20-asrning 30-yillarida yadrolarning ko'rinishi doimo ma'lum zonalarga bog'langanligi ko'rsatilgan. Olimlar Makklintok, Neyts va Navashinlar bu zonalarni yadroviy tashkilotchilar deb atashgan. Boshqacha qilib aytganda, bu erda ribosoma genlari joylashgan. Yadro organizatorlari nuqta lokusuning bir turi emas, ular bir nechta bir xil gen mintaqalarini o'z ichiga olgan tuzilishga ega bo'lib, ularning har biri yadro hosil bo'lishi uchun javobgardir. Eukariotlarning genomlarida ribosoma genlari minglab birliklar bilan ifodalanadi. Ular o'rtacha takrorlanadigan DNK ketma-ketligiga tegishli. Ko'pincha yadroviy tashkilotchilar ikkilamchi xromosoma konstriksiyalarida lokalizatsiya qilinadi. Odamlarda yadroviy organizatorlar ba'zi xromosomalarning qisqa qo'llarida joylashgan. Ammo faqat bitta yadro hosil bo'ladi.

Yadrodagi yadrolarning umumiy soni yadro tashkilotchilari soni bilan belgilanadi va yadro ploidliligiga qarab ortadi. Biroq, ko'pincha yadrodagi yadrolar soni yadro tashkilotchilari sonidan kamroq bo'ladi. Bu kuzatishlar

yadrochalarning birlashishi mumkinligini ko'rsatadi. Ayrim hollarda bitta yirik yadro hosil bo'lishida bir nechta xromosomalar ishtirok etadi. Nukleolalarning birlashishi jonli hujayra plyonkasi yordamida qayta-qayta kuzatilgan.

Yadrochalarning ultrastrukturasi. Morfologik jihatdan fibrillyar markaz sifatida ochilgan yadro organizatori rRNK genlari lokalizatsiya qilingan xromatindir. U yadroning eng barqaror qismi bo'lib, hujayra bo'linishi paytida, yadrolarning faoliyati vaqtincha to'xtaganda saqlanadi. Inson hujayralarining yadrolari 30 tagacha fibrillyar markazlarni o'z ichiga olishi mumkin. Elektron mikroskopda fibrillyar markazlar diametri 2-3 nm bo'lgan fibrillalardan hosil bo'lgan past elektron zichlikdagi kichik dumaloq shakllanishlar sifatida namoyon bo'ladi. Bu fibrillalar faol bo'lmagan rRNK genlarini o'z ichiga olgan DNK zanjirlaridir. Faol transkripsiyalangan rRNK genlari fibrillyar markazlarning periferiyasi bo'ylab lokalizatsiya qilinadi. Ribosomal genlar eukariotlarning genomlarida yuzlab va minglab nusxalarda ifodalanadi. Odamlarda ribosoma genlarining 540 nusxasi bor, lekin yadroda 140 dan ko'p bo'lmagani faollashadi. Amfibiyalarda nusxalar soni 20000 ga yetishi mumkin. Ribosomal genlar ikkilamchi xromosoma siqilish joylarida lokalizatsiya qilingan klasterlarda to'planadi.

Fibrillyar markazlar giston H1 ning kamayishi bilan tavsiflanadi va AgNO₃ bilan tanlab singdiriladi. Fibrillyar markazlarning bunday xususiyati dimetilarginin aminokislotasini o'z ichiga olgan va yuqori darajada fosforlangan maxsus oqsillarga bog'liq.

Fibrillyar markazlarni zich fibrillyar komponent o'rab oladi, ulardan elektron zichligi ortishi bilan farqlanadi. U tarkibida RNK bo'lgan diametri 4-8 nm bo'lgan fibrillalar hosil qiladi. Bu fibrillalar yuqori molekulyar og'irlikdagi rRNK prekursoridan (45S pre-rRNK) iborat bo'lib, u fibrillyar markaz chegarasida RNK polimeraza I tomonidan ribosoma genlarining transkripsiyasi natijasida hosil bo'ladi. Ularda birlamchi transkript bilan bog'langan ribosoma oqsillari ham mavjud.

Keyinchalik, rRNK prekursori nukleazlar yordamida qisqaroq bo'laklarga bo'linadi. rRNKni qayta ishlashning o'ziga xos belgilari nukleolin va fibrillarin oqsillaridir.

Donachali komponent 15-20 nm o'lchamdagi granulalardan iborat bo'lib, ular fibrillalar atrofidagi bo'shliqni to'ldirib, yadrochalar hajmining 80% gacha qismini egallaydi. Ushbu granulalar RNK va oqsillarni o'z ichiga oladi va turli darajadagi etuklikdagi ribosoma bo'linmalarining prekursorlari hisoblanadi. Donador komponent fibrillyar komponentning yorilishi

natijasida hosil bo'ladi. Agar siz hujayralarni RNK sintezini inhibe qiluvchi aktinomitsin D antibiotiki bilan davolasangiz fibrillar va granüler komponentlarning ajralishi va ikkinchisining asta-sekin degradatsiyasi sodir bo'ladi. Ba'zan yadrochanning fibrillyar va donador komponentlari kengligi 200 nm gacha cho'zilgan kordonlar majmuasini - nukleolonemani hosil qiladi.

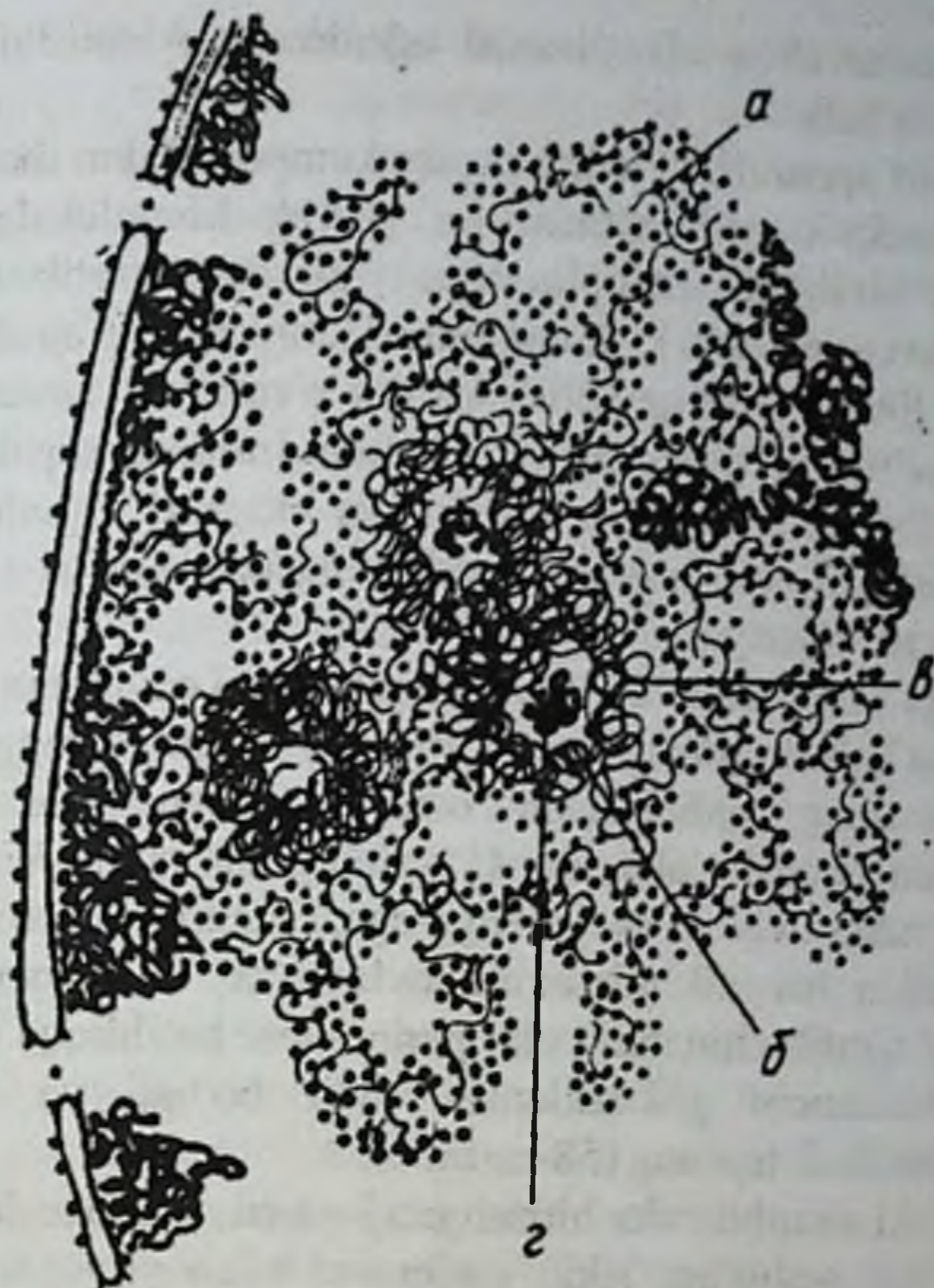
Yadrochanning tuzilishi quyidagi tarkibiy qismlarni o'z ichiga oladi:

- 1) Donador komponent;
- 2) Fibrillyar komponent (fibrillyar markaz va zich komponent bilan ifodalanadi);
- 3) Xromatin;
- 4) Protein matritsasi.

Nukleolalar granüler va fibrillar tarkibiy qismlardan qurilgan va ularning nisbiy joylashuvi har xil. Ko'pincha donador komponent yadroning periferiyasi bo'ylab joylashgan va fibrillar komponent qalinligi taxminan 100-200 nm bo'lgan yadro filamentlarini hosil qiladi. Ular ba'zan nukleolonemalar deb ataladi. Ular tuzilishi jihatidan bir hil emas, ularda granulalardan tashqari nukleolonemalarda alohida kondensatsiyalar hosil qiluvchi ko'plab yangi fibrillalar mavjud.

Ma'lum bo'lishicha, diffuz fibrillyar komponentning tuzilishi ham heterojendir. Yadrochalarda fibrillyar markazlar borligi aniqlandi. Bular elektron zichligi past bo'lgan, yuqori elektron zichlikdagi fibrillalar zonasi bilan o'ralgan fibrillalarning to'planish joylari. Bu zona zich komponent deb ataladi (67-rasm).

Yadro hujayradagi doimiy bo'lmagan strukturadir. Hujayra sikli davomida uning xossalari va tuzilishini o'zgartiradi. Mitozning boshida yadro tuzilmalari biroz zichlashadi, yadro membranasi yorilib ketgandan so'ng, aksincha, ular zichligini yo'qotadi, bo'shashadi, tarkibiy qismlariga parchalanadi va kondensatsiyalangan xromosomalar orasida yadroviiy shaklda tarqaladi. material. Va shuning uchun metafaza va anafazada hujayrada yadrochalar yo'q. Ular mitotik xromosomalar matritsasi shaklida topiladi. Yangi yadrolarning dastlabki belgilari o'rta telofazada, amalda dekondensatsiyalangan xromosomalar va yangi yadro qobig'iga ega bo'lgan hujayralar bilan bir vaqtda, prenukleolalar deb ataladigan zich halqalar shaklida paydo bo'ladi. Ularning soni odatda katta. Hujayra tsiklining G1 davrida prenukleolalar o'sadi, bir-biri bilan birlashadi, ularning umumiy soni kamayadi va umumiy hajmi ortadi. G2 va S davrlarida yadroning umumiy hajmi ikki barobar ortadi.



67-rasm. Yadrochanning tarkibiy qismlari diagrammasi: a-donali komponent (nukleonema), b-fibrillyar markazlar, ribosoma tsistronalarining d-DNKsi.

Shunday qilib, bo'linishdan so'ng, oqsil komponentlari va fermentlar yangi qiz yadrolariga o'tadi, bu ikkala ribosoma va rRNK sintezining sintezi va kamolotini tiklash uchun zarur shart-sharoitlarni yaratadi. Mitotik xromosoma qiz yadrosiga nafaqat DNK xromatini ko'rinishidagi genetik ma'lumotni, balki yangi hujayra siklida transkripsiyani faollashtirishga tayyor bo'lgan zarur miqdordagi sintetik apparatni ham o'tkazadi. Va bu zarur komponentlar mitotik xromosomalarda matritsa shaklida topiladi.

Yadrochanning funktsiyalari:

- 1) rRNK sintezi;
- 2) messenjer RNKlarning yetilishida ishtirok etish;
- 3) Transport RNKlarining yetilishida ishtirok etish;
- 4) Ribosomalarning srp zarrachasi tarkibiga kiruvchi RNK turlari yadrochalarda hosil bo'ladi;

5) Proton tashuvchisi nikotinamid adenin dinukleotidning sintezi yadrochada sodir bo'ladi.

Yadroning sirt apparati. U uchta asosiy komponentdan iborat. Yadro membranalari, periferik zich qatlam va g'ovak komplekslari. Yadro konvertida ikkita bo'linma gialoplazmani yadrodan ajratib turadi, bu biosintez jarayonlari va nuklein kislotalari sintezi jarayonining ajralishiga olib keladi va gen faolligini tartibga solish va uni o'ziga xos sintez shaklida amalga oshirish uchun qo'shimcha imkoniyatlar yaratadi. oqsillar. Yadro qobiqlari selektivligi tufayli yadro importi va eksporti oqimini tartibga soladi. Bundan tashqari, yadro qobig'i yadroning uch o'lchovli tuzilishini yaratishda muhim rol o'ynaydi.

Yadro qobig'i tashqi va ichki ikkita membranani o'z ichiga oladi, ular orasida perinuklear bo'shliq joylashgan. Ushbu bo'shliqning kengligi har bir alohida membrananing qalinligidan oshadi. Tashqi qismi hujayra gialoplazmasi bilan bevosita aloqada. U o'zining ER membrana tizimiga tegishli bo'lgan strukturaviy xususiyatlarga ega, chunki ribosomalar tashqi yadro membranasi har xil miqdorda joylashgan. Ular membrana va sekretor oqsillarni ajratib chiqaradi, ular perinuklear bo'shliqqa o'tkaziladi, ya'ni bu erda birlamchi glikozillanish sodir bo'ladi va keyin ER tsistemalariga yuboriladi (qarang (58-rasm, c).

Tashqi va ichki membranalar birlashgan joylarda yadro teshiklari hosil bo'ladi. Bu dumaloq teshiklar, lekin diafragma bilan yopilgan, diametri taxminan 100 nm va balandligi taxminan 75 nm. Yadro g'ovaklarining g'ovak kompleksining barcha komponentlari tabiatda oqsildir. Teshiklarni hosil qilishda 100 dan ortiq turdagi oqsillar ishtirok etadi. Proteinlar nukleoporinlardir. 100 tur 12 ta subkompleksga bo'lingan. Teshik sakkiz blokdan iborat silindrsimon strukturadir. Periferiyada oqsil globulalari, markazda esa markaziy granular joylashgan. Ular unga fibrillalar tizimi orqali bog'langan. Bu butun silindrsimon kompleks yadro membranalarining integral oqsillari va glikoproteinlari bilan bog'langan.

Teshiklarning kattaligi va tuzilishi barcha eukariotlar uchun bir xil bo'lib, yadro g'ovaklarining soni hujayralarning metabolik faolligiga bog'liq. Hujayradagi sintetik jarayonlar qanchalik yuqori bo'lsa, hujayra yuzasi birligiga to'g'ri keladigan teshiklar shunchalik ko'p bo'ladi. Masalan, gemoglobinning intensiv sintezi va to'planishi paytida eritrotsitlarda 1 mkm ga taxminan 30 ta g'ovak komplekslari mavjud. Qizil qon hujayralarining pishib etishi tugagandan so'ng, teshiklar soni 6-7 marta kamayadi. Yadro yuzasida teshiklar ko'proq yoki kamroq tekis joylashgan.

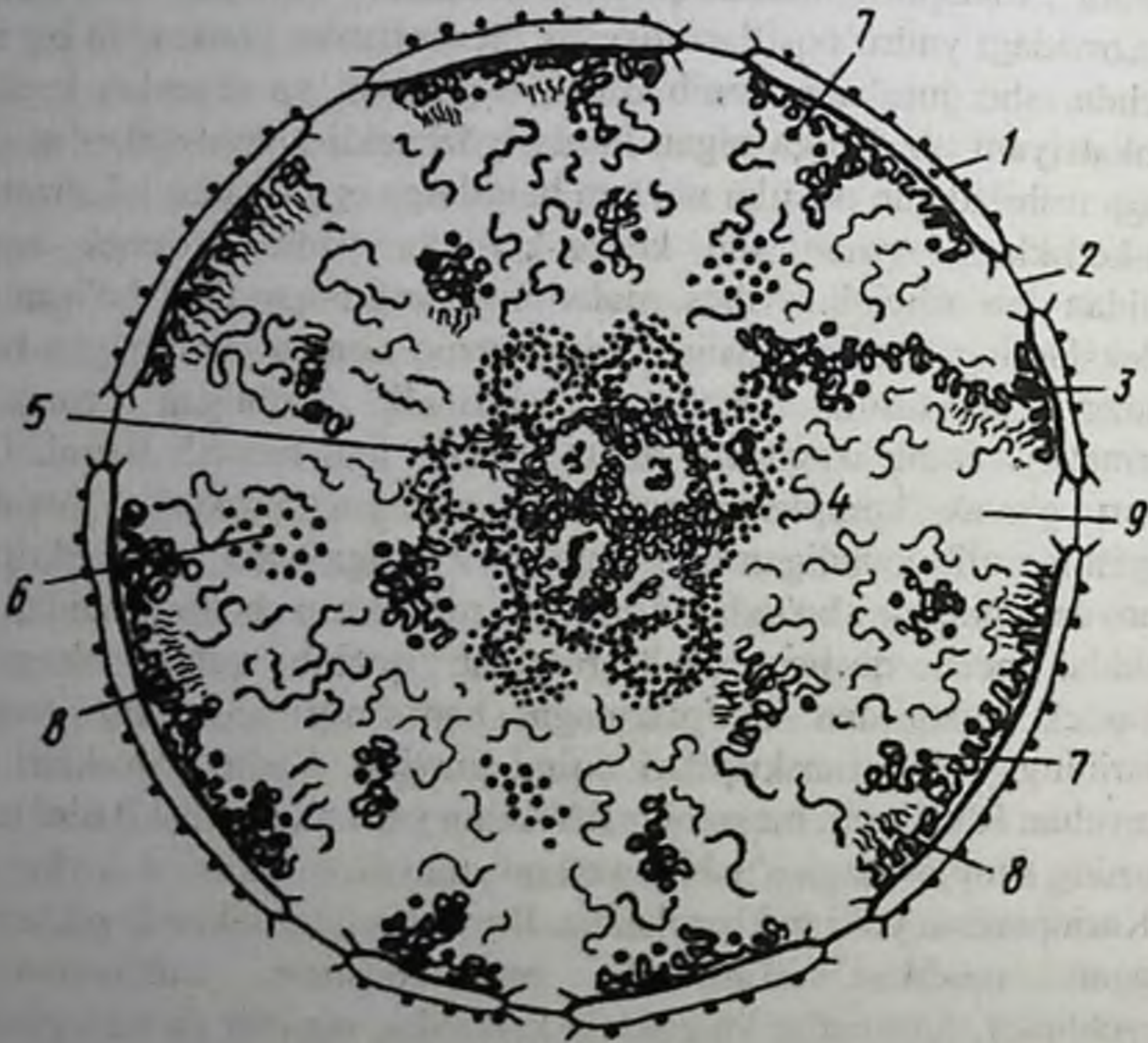
Teshik komplekslarining roli yadro-sitoplazmatik aloqalarni nazorat qilishdir, ya'ni. yadro va sitoplazma o'rtasida mahsulot almashinuvi, chunki Ushbu mahsulotlarning oqimi juda kuchli. Barcha yadro oqsillari sitoplazmadan, RNKning barcha shakllari esa yadrolardan kelib chiqadi. Teshiklar zarrachalarning ham passiv, ham faol o'tishiga imkon beruvchi molekulyar elakning bir turi sifatida ishlaydi, ya'ni. konsentratsiya gradientiga qarshi. Passiv tashish, albatta, molekulyar og'irlik bilan cheklangan. Ionlar, shakar, nukleotidlar, ATP va ba'zi gormonlar passiv tarzda o'tishi mumkin.

Faol transport kattaroq zarrachalarning o'tishini ta'minlaydi. Sitoplazmadagi yadro oqsillari maxsus mexanizmlar yordamida bir necha bosqichda, shu jumladan tanib olish, bog'lanish va shundan keyingina translokatsiyani o'z ichiga olgan holda, gözenekli komplekslardan o'tadi. Yadroga tashiladigan oqsillar ma'lum belgilarga ega - yadro lokalizatsiyasi ketma-ketliklari. Aynan shu ketma-ketliklar yadro gözenek oqsillari tomonidan tan olinadi. Ribosomalarning pastki zarralari bo'lgan yirik komplekslarning sitoplazmasiga tashish uzoq nomga ega bo'lgan boshqa mexanizm yordamida amalga oshiriladi: tashilgan zarrachalar konformatsiyasining o'zgarishi bilan selektiv faol uzatish tizimi. Ushbu transport g'ovak kompleksining o'zini, so'ngra markaziy g'ovakning kengayishiga olib keladigan transkriptni o'z ichiga oladi va transkriptning o'zi novda shaklida bo'ladi. Agar bu mexanizm bo'lmaganida, katta zarrachalar hech qachon oqsil romidan qochib qutula olmas edi. Shuningdek, yadrodan sitoplazmaga ham oqsillar, ham transport RNKlarining yadro transkriptlari oqimi mavjud. Yadro g'ovaklari qisqa o'tkazuvchan RNKlarni, messenjer RNKning yetilmagan shakllarini taniydi va ularning sitoplazmaga o'tishiga yo'l qo'ymaydi. ovqatlanish joylari.

Karioplazma yoki nukleoplazma. Bu yadroning mikroskopik tuzilishi bo'lmagan moddasi. Tarkibida turli oqsillar, nukleoproteinlar, glikoproteinlar, fermentlar va nuklein kislotalar, oqsillar va karioplazmani tashkil etuvchi boshqa barcha moddalar sintezi jarayonlarida ishtirok etadigan birikmalar (68-rasm). Karioplazma xromosomalar va yadrochalar orasidagi yadroning butun ichki bo'shlig'ini to'ldiradi. Uning yordami bilan yadro turgorga ega. Fraksiyonel hissasi bo'yicha karioplazmadagi eng katta hissa RNK bo'lib, u yadrosiz transkripsiya mahsulotlariga tegishli. Bular perixromatin fibrillalari, perixromatin granulalari va interkromatin granulalari.

HUJAYRALARNING KO'PLANISHI.

1. Mitoz. Mitotik hujayra bo'linishi. Mitozning umumiy tashkil etilishi Hujayra nazariyasi postulat qilganidek, hujayralar sonining ko'payishi faqat o'zining genetik materialini ikki baravar oshirgan asl hujayraning bo'linishi tufayli sodir bo'ladi. Bu hujayra hayotidagi asosiy voqea, ya'ni o'z turini ko'paytirishning tugashi. Hujayralarning butun "interfaza" hayoti hujayra bo'linishi bilan tugaydigan hujayra siklini to'liq amalga oshirishga qaratilgan. Hujayra bo'linishining o'zi



Rasm. 68. Hujayra yadrosining tuzilishi sxemasi: 1-yadro membranasi (ikkita membrana - ichki va tashqi va perinuklear bo'shliq), 2-yadro g'ovak, 3-kondensatsiyalangan xromatin, 4-diffuz xromatin, 5-yadrocha (donali va fibrillyar komponentlar, rDNK markaziy yorug'lik zonalarida joylashgan), 6-interxromatin granulalari (INC), 7-perixromatin granulalari (RNP), 8-perixromatin fibrillalari (RPF), 9-karioplazma, yadro shirasi. jarayon tasodifiy bo'lmagan, qat'iy genetik jihatdan aniqlangan, bu erda voqealarning butun zanjiri ketma-ket ketma-ketlikda qurilgan.

Yuqorida aytib o'tilganidek, prokaryotik hujayralarning bo'linishi xromosomalarning kondensatsiyasiz sodir bo'ladi, garchi bir qator metabolik jarayonlar va birinchi navbatda, bakterial hujayraning "oddiy" bo'linishida ishtirok etadigan bir qator o'ziga xos oqsillarning sintezi bo'lishi kerak. ikki.

Barcha eukaryotik hujayralarning bo'linishi zich filamentli tuzilmalar shaklini oladigan dublikatsiyalangan (replikatsiya qilingan) xromosomalarning kondensatsiyasi bilan bog'liq. Ushbu filamentli xromosomalar maxsus tuzilish - shpindel orqali qiz hujayralarga o'tkaziladi. Eukaryotik hujayralar bo'linishining bu turi - mitoz (yunoncha mitos - iplar) yoki karyokinez yoki bilvosita bo'linish - hujayralar sonini ko'paytirishning yagona to'liq usulidir. To'g'ridan-to'g'ri hujayra bo'linishi yoki amitoz ishonchli tarzda faqat siliatlarning poliploid makronukleuslarining bo'linishi paytida tasvirlangan; ularning mikroyadrolari faqat mitotik tarzda bo'linadi.

Barcha eukaryotik hujayralarning bo'linishi maxsus hujayra bo'linish apparatining shakllanishi bilan bog'liq. Hujayralar dublikatsiya qilinganda ikkita hodisa ro'y beradi: replikatsiya qilingan xromosomalarning divergentsiyasi va hujayra tanasining bo'linishi, sitotomiya. Eukaryotlarda hodisaning birinchi qismi mikronaychalardan iborat bo'linish shpindel deb ataladigan narsa yordamida amalga oshiriladi, ikkinchi qismi esa hayvonlardan kelib chiqadigan hujayralardagi konstiksiyalarning shakllanishiga olib keladigan aktomiozin komplekslarining ishtiroki tufayli sodir bo'ladi. o'simlik hujayralarida birlamchi hujayra bo'linmalari bo'lgan fragmoplastlarning shakllanishida mikronaychalar va aktin filamentlarining ishtiroki tufayli.

Barcha eukaryotik hujayralardagi bo'linish shpindelining shakllanishida ikki turdagi tuzilmalar ishtirok etadi: shpindel qutb tanalari (qutblari) va xromosoma kinetoxorlari. Qutbli jismlar yoki sentrosomalar mikronaychalarni tashkil qilish (yoki yadrolanish) markazlaridir. Ulardan "+" uchlari bilan mikronaychalar o'sib, xromosomalarga cho'zilgan to'plamlarni hosil qiladi. Hayvon hujayralarida sentrosomalarga sentriolalar ham kiradi. Ammo ko'pgina eukariotlarda sentriolalar yo'q va mikronaychalarni tashkil qilish markazlari strukturasisz amorf zonalar shaklida mavjud bo'lib, ulardan ko'plab mikronaychalar tarqaladi. Qoida tariqasida, bo'linish apparatini tashkil qilishda mikronaychalardan tashkil topgan murakkab, shpindel shaklidagi tananing qarama-qarshi uchlarida joylashgan ikkita sentrosoma yoki ikkita qutb tanasi kiradi. Mitoz hujayra bo'linishiga xos bo'lgan ikkinchi tuzilish, shpindel mikronaychalarini

xromosoma bilan bog'laydigan kinetoxorlardir. Hujayra bo'linishi paytida xromosomalarning harakatlanishi uchun javobgar bo'lgan mikrotubulalar bilan o'zaro ta'sir qiluvchi kinetoxorlardir.

Ushbu komponentlarning barchasi, ya'ni qutb tanachalari (tsentrosomalar), shpindel mikronaychalari va xromosoma kinetoxorlari xamirturushdan tortib sut emizuvchilargacha bo'lgan barcha eukaryotik hujayralarda mavjud bo'lib, replikatsiya qilingan xromosomalarning murakkab ajralish jarayoniga vositachilik qiladi.

Hujayra sikli (mitotik sikl) - hujayraning bo'linish natijasida paydo bo'lishidan bo'linish yoki apoptoz tufayli yo'q bo'lishgacha bo'lgan butun davri.

Hujayra sikli to'rt davrga bo'linadi:

presintetik G1, sintetik S, postsintetik G2 va mitoz M.

G1, S va G2 davrlari birgalikda interfazani tashkil qiladi, bu davrda hujayra hosil bo'lgan yadroni saqlaydi, mitoz bilan bo'linish paytida esa vaqtincha yo'qoladi. Ushbu sxema, shuningdek, DNK sintezining cheklangan vaqt oralig'ida interfazada sodir bo'lishini nazarda tutadi. G1 davridagi anabolik jarayonlarning ustunligi sitoplazma hajmining oshishiga olib keladi, buning natijasida hujayra o'sishi kuzatiladi.

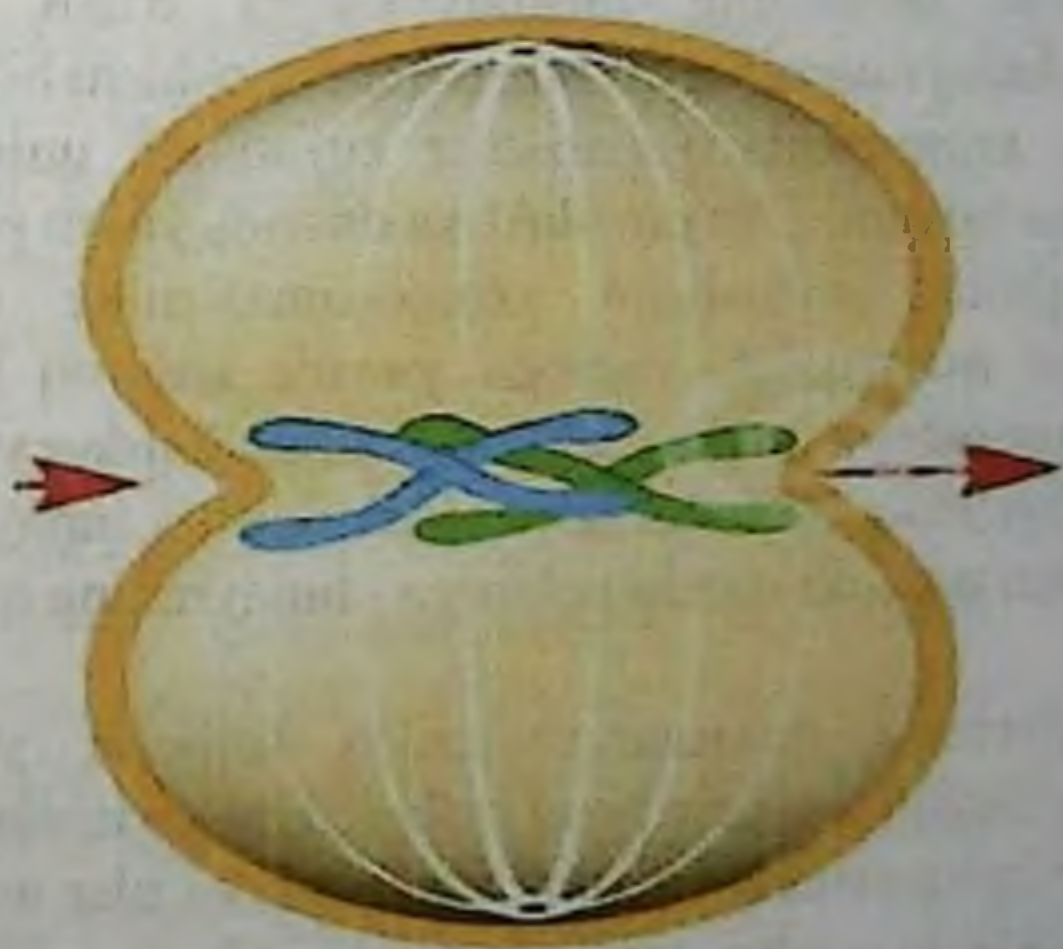
G1 davrining uzunligi juda katta farq qiladi. Demak, masalan, timus limfotsitlarida taxminan 3 soat, ichak epiteliysida - 10 soat, jigarda - 48 soat, terining epidermisida - 64 soat. Noqulay sharoitlarda G1 davrining davomiyligi oshadi. DNK replikatsiyasi eukaryotik genomda parallel ravishda ko'plab mintaqalarda - replikonlarda sodir bo'ladi, ular xromatin halqa domenlariga mos keladi. Replikonlar soni, birinchi navbatda, yadrodag DNK miqdoriga bog'liq va shuning uchun xamirturushlarda 1 mingdan sut emizuvchilarda 40-60 minggacha o'zgaradi. Replikonlar 20 dan 80 gacha boshlash nuqtasini o'z ichiga olgan klasterlarda to'planadi. Berilgan klasterga tegishli barcha replikonlar bir vaqtning o'zida takrorlanadi.

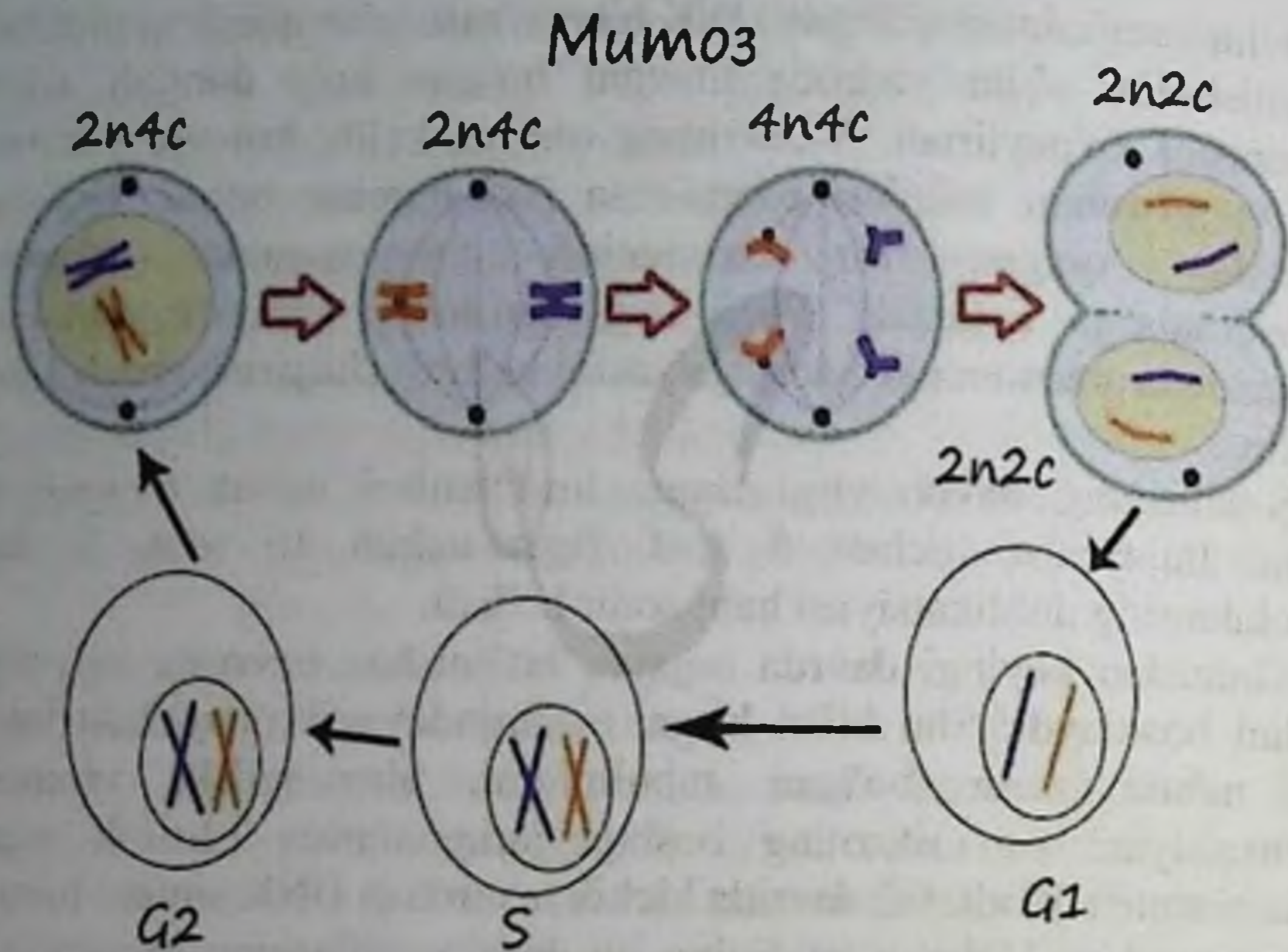
Eukaryotik DNK replikatsiyasida ko'plab fermentlar ishtirok etadi. Ulardan eng muhimlari DNK polimerazalar, primazalar, ligazalar, topoizomerazalar, DNazalar va RNazalardir. DNK replikatsiyasi yarim konservativ mexanizm bo'yicha sodir bo'ladi, boshlang'ich nuqtasida ikkita replikatsiya vilkalari paydo bo'ladi, ular harakatlanadi. qarama-qarshi yo'nalishda daqiqada 1-3 ming tayanch juftlik tezligida harakat qilish. Hujayra yadrosida DNK replikatsiyasi muntazam ravishda sodir bo'lib, evromatindan geteroxromatinga tarqaladi.

Ular yangi sintez qilingan DNK bilan o'zaro ta'sir qiladi va replikasiya boshlanishidan oldin yadroda mavjud bo'lgan ko'p darajali xromatin strukturasi ko'paytiradi. S-davrining oxiriga kelib, hujayra yadrosidagi DNK va gistonlar miqdori roppa-rosa ikki barobar ortadi. Bunda ona hujayradan qolgan bir xromatidli xromosomalar bixromatid xromosomalarga aylanadi. Buni to'g'ridan-to'g'ri osmotik zarba bilan interfazada xromosoma kondensatsiyasini keltirib chiqarish orqali kuzatish mumkin.

S-davrining davomiyligi timus limfotsitlari uchun 6 soat, ichak epitelial hujayralari uchun 8 soat, jigar uchun 16 soat. S davrida sentriolalarning dublikatsiyasi ham sodir bo'ladi.

Sintezdan keyingi davrda hujayra bo'linishga bevosita tayyorgarlik ko'rishni boshlaydi. Shu bilan birga, u shpindel mikronaychalarini hosil qilish uchun zarur bo'lgan tubulinlarni, shuningdek, xromosoma kondensatsiyasi va mitozning boshqa jarayonlarida ishtirok etadigan oqsillarni sintez qiladi. G2 davrida kichik ta'mirlash DNK sintezi ham sodir bo'lishi mumkin. Hujayra tsiklining bu davri oqsillarning translatsiyadan keyingi modifikatsiyasining yuqori darajasi, ayniqsa fosforlanish va atsetillanish bilan tavsiflanadi. Tegishli fermentlar uchun asosiy substratlar sitoskeleton va yadro matritsasining oqsillari hisoblanadi. G2 davrida to'qimalarga xos genlarning faollashuvi ham sodir bo'ladi. Bu davrning davomiyligi turli hujayralar orasida kam farq qiladi, ko'p hollarda 2-4 soatni tashkil qiladi.





Rasm. 69. Mitoz sikli. M-mitoz; G1-postmitotik; sintetik; G2-postsintetik davrlar.

G2 davri tugagandan so'ng, hujayra bo'linishni boshlaydi. Mitoz hujayra bo'linishi to'rt fazadan iborat - profilaktika, metafaza, anafaza va telofaza (69-rasm).

1.1. Profaza

G2 davridan mitozning profilaktikasiga o'tish sitoplazmaning yopishqoqligi va hujayralarning yaxlitlanishining oshishi bilan birga keladi. Shu bilan birga, xromatinda o'zgarishlar kuzatiladi, uning nozik taneli tuzilishi to'plangan bo'ladi. Erta profilaktika davrida yadro perimetri bo'ylab nukleolema yaqinida joylashgan xromosomalarning qizg'in rangga bo'yalgan telomer mintaqalari yadroda yanada aniqroq bo'ladi. Kechki profilaktikada xromosoma qo'llari telomerik hududlardan yadro markaziga qadar cho'zilganligi aniq. Mitozning profilaktikasida hujayra markazining ikkita diplosomalari qarama-qarshi uchlariga - hujayraning qutblariga ajralib chiqadi.

Ularning o'rtasida mikronaychalardan (mitotik yoki akromatin shpindel) iborat bo'linish shpindel hosil bo'ladi. Diplosomalar atrofida radial tarzda joylashgan mikronaychalar soni ko'payadi va ular Astrosferani hosil qiladi. Profaza oxirida yadro ajraladi va sitoplazma va yadro tarkibi

miksoplazmaga birlashadi. Shu bilan birga, lamellar majmuasi vayron bo'ladi. Profazaning davomiyligi 15 dan 60 minutgacha.

1.2. Metafaza.

Metafazaning (prometafaza yoki metakinez) boshida xromosomalar ekvator tekisligiga o'tadi, u shpindelning o'rtasida hujayra qutblarini tutashtiruvchi chiziqqa perpendikulyar joylashgan. Natijada metafaza plitasi yoki ona yulduzi deb ataladigan struktura paydo bo'ladi.

Metafaza plastinkasidagi mitotik xromosomalar xarakterli morfologiyaga ega. Ular odatda diametri 1–2 mkm va uzunligi 1–50 mkm bo'lgan cho'zilgan silindr shakliga ega. Xromosoma markazida birlamchi siqilish yoki sentromera mavjud bo'lib, uni ikki qo'lqa ajratadi. Tsentromera hududida peritsentromerik geterokromatin mavjud. Qo'llarining uzunligi teng bo'lgan xromosomalar metasentrik, qo'llari teng bo'lmaganlari submetasentrik, ikkinchi qo'li juda qisqa bo'lganlari esa akrosentrik deyiladi.

Ayrim xromosomalarda birlamchi siqilishdan tashqari ikkilamchi siqilish ham mavjud. U xromosomaning oxiriga yaqinroq joylashgan bo'lib, uni kichik qismdan - sun'iy yo'ldoshdan ajratib turadi. Ikkilamchi siqilish sohasida rRNK genlari klasterini o'z ichiga olgan va interfaza kromatinida yadro hosil bo'lish joyi bo'lib xizmat qiladigan yadroviy organizator lokalizatsiya qilinadi. Ikkilamchi konstiksiya geteroxromatin bilan o'ralgan.

Xromosomalarning uchlarida maxsus bo'limlar - telomerlar mavjud bo'lib, ular geteroxromatindan iborat. Telomerlar xromosomalarning interfaza yadrosidagi nukleolemaga biriktirilishini ta'minlaydi. Tsentromera va telomera o'rtasida, differentsial bo'yash usullaridan foydalangan holda, xromosomalarda turli xil kenglikdagi geteroxromatin qo'shimchalari - chiziqlar yoki burmalar aniqlanadi. Ular xromosomani alohida bloklarga tuzadilar, ularning joylashishi turga xosdir. Har bir mitotik xromosoma sentromera bilan bog'langan ikkita bir xil opa-singil xromatidlardan iborat. Tanadagi aksariyat hujayralar gametalardagi bitta gaploid to'plamdan farqli o'laroq, juft diploid to'plamda xromosomalarga ega.

Metafaza plitasi murakkab fazoviy kompleks bo'lib, sentriolalar, shpindel mikronaychalari va ulardan cho'zilgan xromosomalardan iborat. Shpindel mikronaychalari sentromeralarga maxsus oqsil tuzilmalari - kinetoxorlar yordamida biriktiriladi. Kinetoxora uchta qatlamdan iborat - xromosomaga tutashgan zich ichki qatlam, bo'sh o'rta qatlam va zich tashqi qatlam. Ko'p sonli mikronaychalar tashqi qatlamdan chiqib, kinetoxora

tojini hosil qiladi. CENP ning zich tashqi qatlamidagi oqsillar yo'ldosh DNKsi bilan maxsus bog'lanishga qodir. Kinetoxoraning ichki qatlamidagi oqsillar opa-singil xromatidlarning ulanishini ta'minlaydi. Kinetoxora shuningdek, xromosomalarning mikrotubulalar bo'ylab harakatlanishida ishtirok etuvchi mexanokimyoviy oqsillarni dininlarni o'z ichiga oladi.

Metafazaning davomiyligi 5-30 minut.

1.3. Anafaza.

Hujayraning metafazadan anafazaga o'tishi juda tez sodir bo'ladi. Bunday holda, metafaza plastinkasining xromosomalardagi opa-singil xromatidlar bir-biri bilan aloqani yo'qotadi va hujayraning qarama-qarshi qutblari tomon sinxron harakatni boshlaydi. Endi mustaqil xromosomalarga aylangan xromatidlarning harakat tezligi 2 mkm/min ga yetishi mumkin. Harakat paytida xromosomalarning yo'nalishi o'zgaradi va sentromerlar telomerlardan oldinda bo'lganligi sababli ular V shakliga ega bo'ladi. Hayvonlarda anafaza ikki jarayondan iborat - xromosomalarning qutblarga siljishi (anafaza A) va qutblarning divergensiyasi (anafaza B). O'simliklarda qutb divergensiyasi kuzatilmaydi.

Xromosomalarning anafazadagi harakati shpindel mikronaychalarining siljishi va dineinning motor funktsiyalari bilan bog'liq. U ATP, kaltsiy va haroratga bog'liq bo'lib, kolxitsin va mikrotubulaning polimerizatsiyasini inhibe qiluvchi boshqa moddalar tomonidan bloklanishi mumkin. Anafaza mitozning eng qisqa bosqichi bo'lib, uning davomiyligi 5 dan 20 minutgacha o'zgarib turadi.

1.4. Mitozning telofazasi umumiy ma'noda Guruch. 69. Mitoz sikli. M-mitoz; G1-postmitotik; sintetik; G2-postsintetik davrlar.

G2 davri tugagandan so'ng, hujayra bo'linishni boshlaydi. Mitoz hujayra bo'linishi to'rt fazadan iborat - profilaktika, metafaza, anafaza va telofaza (69-rasm).

1.1. Profaza

G2 davridan mitozning profilaktikasiga o'tish sitoplazmaning yopishqoqligi va hujayralarning yaxlitlanishining oshishi bilan birga keladi. Shu bilan birga, xromatinda o'zgarishlar kuzatiladi, uning nozik taneli tuzilishi to'plangan bo'ladi. Erta profilaktika davrida yadro perimetri bo'ylab nukleolema yaqinida joylashgan xromosomalarning qizg'in rangga bo'yalgan telomer mintaqalari yadroda yanada aniqroq bo'ladi. Kechki profilaktikada xromosoma qo'llari telomerik hududlardan yadro markaziga qadar cho'zilganligi aniq. Mitozning profilaktikasida hujayra markazining

ikkita diplosomalari qarama-qarshi uchlarga - hujayraning qutblariga ajralib chiqadi.

Ularning o'rtasida mikronaychalardan (mitotik yoki akromatin shpindel) iborat bo'linish shpindel hosil bo'ladi. Diplosomalar atrofida radial tarzda joylashgan mikronaychalar soni ko'payadi va ular Astrosferani hosil qiladi. Profaza oxirida yadro ajraladi va sitoplazma va yadro tarkibi miksooplazmaga birlashadi. Shu bilan birga, lamellar majmuasi vayron bo'ladi. Profazaning davomiyligi 15 dan 60 minutgacha.

1.2. Metafaza.

Metafazaning (prometafaza yoki metakinez) boshida xromosomalar ekvator tekisligiga o'tadi, u shpindelning o'rtasida hujayra qutblarini tutashtiruvchi chiziqqa perpendikulyar joylashgan. Natijada metafaza plitasi yoki ona yulduzi deb ataladigan struktura paydo bo'ladi.

Metafaza plastinkasidagi mitotik xromosomalar xarakterli morfologiyaga ega. Ular odatda diametri 1–2 mkm va uzunligi 1–50 mkm bo'lgan cho'zilgan silindr shakliga ega. Xromosoma markazida birlamchi siqilish yoki sentromera mavjud bo'lib, uni ikki qo'lqa ajratadi. Tsentromera hududida peritsentromerik geterokromatin mavjud. Qo'llarining uzunligi teng bo'lgan xromosomalar metasentrik, qo'llari teng bo'lmaganlari submetasentrik, ikkinchi qo'li juda qisqa bo'lganlari esa akrosentrik deyiladi.

Ayrim xromosomalarda birlamchi siqilishdan tashqari ikkilamchi siqilish ham mavjud. U xromosomaning oxiriga yaqinroq joylashgan bo'lib, uni kichik qismdan - sun'iy yo'ldoshdan ajratib turadi. Ikkilamchi siqilish sohasida rRNK genlari klasterini o'z ichiga olgan va interfaza kromatinida yadro hosil bo'lish joyi bo'lib xizmat qiladigan yadroviy organizator lokalizatsiya qilinadi. Ikkilamchi konstiksiya geterokromatin bilan o'ralgan.

Xromosomalarning uchlarida maxsus bo'limlar - telomerlar mavjud bo'lib, ular geterokromatindan iborat. Telomerlar xromosomalarning interfaza yadrosidagi nukleolemaga biriktirilishini ta'minlaydi. Tsentromera va telomera o'rtasida, differentsial bo'yash usullaridan foydalangan holda, xromosomalarda turli xil kenglikdagi geterokromatin qo'shimchalari - chiziqlar yoki burmalar aniqlanadi. Ular xromosomani alohida bloklarga tuzadilar, ularning joylashishi turga xosdir. Har bir mitotik xromosoma sentromera bilan bog'langan ikkita bir xil opa-singil xromatidlardan iborat. Tanadagi aksariyat hujayralar gametalardagi bitta gaploid to'plamdan farqli o'laroq, juft diploid to'plamda xromosomalariga ega.

Metafaza plitisi murakkab fazoviy kompleks bo'lib, sentriolalar, shpindel mikronaychalari va ulardan cho'zilgan xromosomalardan iborat. Shpindel mikronaychalari sentromeralarga maxsus oqsil tuzilmalari - kinetoxorlar yordamida biriktiriladi. Kinetoxora uchta qatlamdan iborat - xromosomaga tutashgan zich ichki qatlam, bo'sh o'rta qatlam va zich tashqi qatlam. Ko'p sonli mikronaychalar tashqi qatlamdan chiqib, kinetoxora tojini hosil qiladi. CENP ning zich tashqi qatlamidagi oqsillar yo'ldosh DNKsi bilan maxsus bog'lanishga qodir. Kinetoxoraning ichki qatlamidagi oqsillar opa-singil xromatidlarning ulanishini ta'minlaydi. Kinetoxora shuningdek, xromosomalarning mikrotubulalar bo'ylab harakatlanishida ishtirok etuvchi mexanokimyoviy oqsillarni dininlarni o'z ichiga oladi.

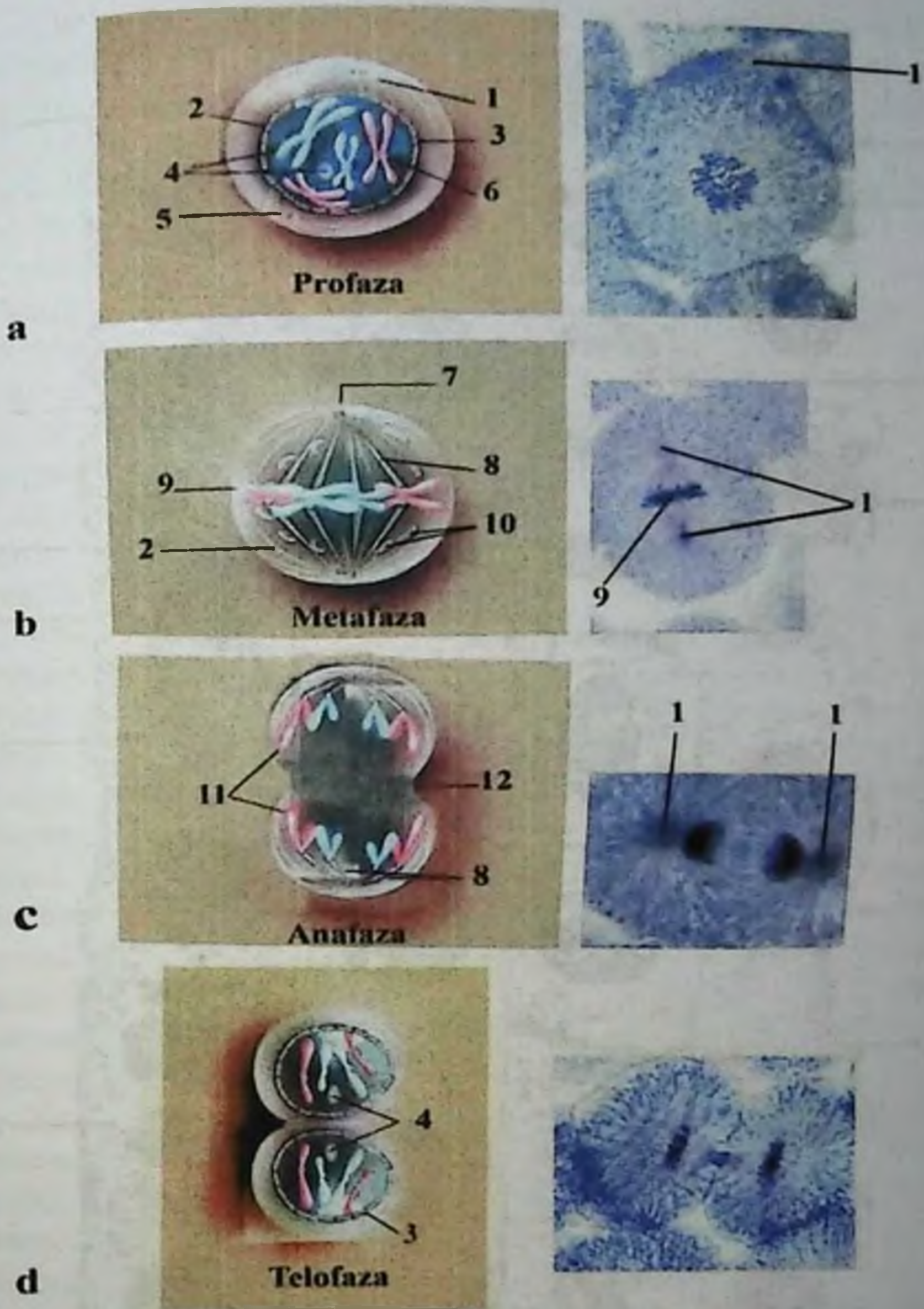
Metafazaning davomiyligi 5-30 minut.

1.3. Anafaza.

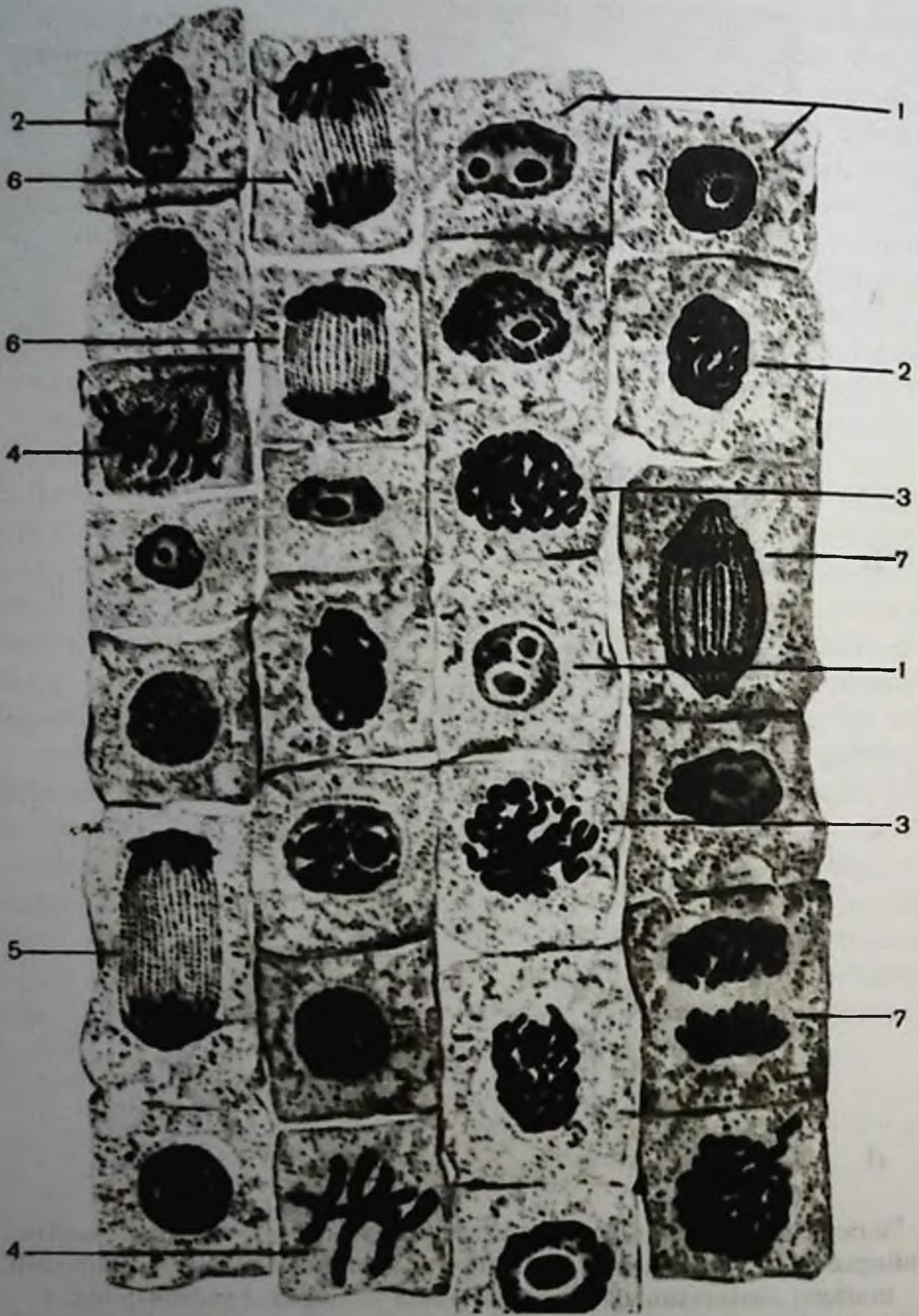
Hujayraning metafazadan anafazaga o'tishi juda tez sodir bo'ladi. Bunday holda, metafaza plastinkasining xromosomalaridagi opa-singil xromatidlar bir-biri bilan aloqani yo'qotadi va hujayraning qarama-qarshi qutblari tomon sinxron harakatni boshlaydi. Endi mustaqil xromosomalarga aylangan xromatidlarning harakat tezligi 2 mkm/min ga yetishi mumkin. Harakat paytida xromosomalarning yo'nalishi o'zgaradi va sentromeralar telomerlardan oldinda bo'lganligi sababli ular V shakliga ega bo'ladi. Hayvonlarda anafaza ikki jarayondan iborat - xromosomalarning qutblarga siljishi (anafaza A) va qutblarning divergensiyasi (anafaza B). O'simliklarda qutb divergensiyasi kuzatilmaydi.

Xromosomalarning anafazadagi harakati shpindel mikronaychalarining siljishi va dineinning motor funktsiyalari bilan bog'liq. U ATP, kaltsiy va haroratga bog'liq bo'lib, kolxitsin va mikrotubulaning polimerizatsiyasini inhibe qiluvchi boshqa moddalar tomonidan bloklanishi mumkin. Anafaza mitozning eng qisqa bosqichi bo'lib, uning davomiyligi 5 dan 20 minutgacha o'zgarib turadi.

1.4. Mitozning telofazasi umumiy ma'noda



70-rasm. Hayvon hujayrasining mitozi. I-sxema; II-gistologik namunadan olingan fotosurat: a-profaza; b-metafaza; c-anafaza; d-telofazasi. 1 hujayralli markaz; 2-mikrotubulalar qutblar tomon yo'nalgan; 3 yadroli qobiq; 4-yadrocha; 5-tsentriol; 6-xromosoma; hujayraning 7 qutbi; 8-mikrotubulalar; 9-ekvatorial plastinka; 10-yadro konvertining qoldiqlari; 11-qizi xromosomalar; 12-bo'lakli jo'yak.



71-rasm. Piyoz ildiz hujayrasida mitoz. 1-interfaza; 2 bosqichli profilaktika; 3 kech profilaktika; 4-metafaza; 5-shpindel; 6-anafaza; 7-telofazali.

Ular hasharotlarning tupurik bezlarida, ayrim o'simliklarda va oddiy hayvonlarda uchraydi. Politheme xromosomalar 10 yoki undan ortiq reduplikatsiya sikllari natijasida paydo bo'ladi, buning natijasida ularning DNK tarkibi ortadi. S davridagi politemiya bilan. DNK replikatsiyasi jarayonida yangi qiz xromosomalari tartibsiz holatda, bir-biriga yaqin bo'lib qolishda davom etadi, bir-biridan ajralib turmaydi va kondensatsiyalanmaydi. Asta-sekin, xromosoma zanjirlarining replikatsiyasi va ajratilmasligi natijasida xromosoma va interfaza yadrosining ko'p zanjirli tuzilishi hosil bo'ladi. Bunday xromosomalar hech qachon mitozda (haqiqiy interfaza) qatnashmaydi, balki DNK va RNK sintezida ishtirok etadi. Ularning xarakterli xususiyati somatik konjugatsiyadir. Spiralli disklar turli darajadagi spiralizatsiyani ko'rsatadi va tushkunlikka tushishi mumkin (Maydon - puf). Ba'zi disklar joyida puflar paydo bo'ladi va intensiv transkripsiya sodir bo'ladigan bo'shashgan fibrillar kromatinni ifodalaydi. Disklarning kengligi o'zgaruvchan (0,11 mkm). Eng katta disklar eng katta puflarni (Balbiani halqalarini) hosil qiladi. Ribonukleoprotein granulari disklararo bo'shliqlarda joylashgan. Lampbrush tipidagi xromosomalar (Rücker), faqat oositlarda, meiozning birinchi bo'linish bosqichlarida. Bo'linishning bu bosqichi eng katta sintezga, sarig'ning shakllanishiga to'g'ri keladi. Lak cho'tkasi xromosomalari ko'plab o'simtalarga ega bo'lib, ularga cho'tkasimon ko'rinish beradi. Bunday xromosomaning markaziy o'qi 4 ta xromatiddan iborat bo'lib, ularga ingichka lateral jarayonlar biriktiriladi. Xromosoma 2 ta gomologik xromosomadan iborat bo'lib, ular maxsus oqsillar bilan aloqa nuqtalarida tutiladi va bu bog'lanish joylarida meioz paytida xromosomalarning kesishishi kuzatiladi. Looplar xromatidlarning cho'zilgan qismlaridir. Qaysi ustida intensiv transkripsiya sodir bo'ladi.

Xromosomalarning ikkala turi ham xromatin tuzilishining xromomerik printsipini ko'rsatadi. Bu tamoyilning mohiyati shundan iboratki, xromosomalar DNKsida transkripsiya qilinmagan vaqtinchalik kondensatsiyalangan DNK bo'limlari - xromomeralar mavjud. Xromomerlar transkripsiyalangan holatga kirishi mumkin, bunda DNKning intensiv sintezi sodir bo'ladigan dekondensatsiyalangan DNK halqalari (yoki puflar) hosil bo'ladi.

Hujayra turli xil bo'linish qobiliyati bilan ajralib turadi. Ko'p hujayrali organizmlarda bo'linish qobiliyatini yo'qotgan hujayralar mavjud. Ko'pincha bu ixtisoslashgan differentsiyalangan hujayralardir. Markaziy asab tizimining hujayralari, kardiomiotsit, ko'z linzalari. Va tanada doimo

yangilanadigan hujayralar mavjud. Bu qon, epiteliya to'qimasi. Bunday to'qimalarda sarflangan yoki o'layotgan hujayralarni almashtiradigan ba'zi hujayralar mavjud. Integumentar epiteliyning bazal qatlamining hujayralari, ichak kriпти hujayralari, suyak iligining gematopoetik hujayralari va boshqalar. 6. Hujayra aylanishi.

Berilgan hujayraning hosil bo'lishi va uning qiz hujayralarga bo'linishi o'rtasida sodir bo'ladigan hodisalar ketma-ketligi hujayra yoki hayot aylanishi deb ataladi. Bu tsikl bir tomonlama jarayondir. Hujayra o'zining turli davrlarini o'tkazib yubormasdan yoki oldingi bosqichlarga qaytmasdan ketma-ket o'tadi va hujayra tsikliga kirgandan so'ng, hujayra uni DNK sintezi va yangi hujayra hosil bo'lishi bilan yakunlaydi. Butun hujayra sikli to'rtta davrdan iborat: Mitozning o'zi Presintetik davr (G1), sintetik (S) va postsintetik (G2). Uning bosqichlari davrlari turli organizmlarda ham, bir xil organizmning turli shakldagi hujayralarida ham katta farq qiladi.

Eng muhimi - sintetik davr. Bu vaqtda DNK sintezi sodir bo'ladi. Barcha DNK sintezi ko'plab individual replikonlarda mustaqil sintez orqali sodir bo'ladi. Buning biologik ma'nosi prokariotlar va eukariotlarning DNK sintezini solishtirganda oydinlashadi. Ya'ni, bakterial nukleoid monoreplikon. Uzunligi taxminan 1600 mikron. Agar sutemizuvchilar xromosomasining santimetrli molekulasi monoreplikon tuzilishi kabi sonini ko'paytirsam, bu taxminan olti kun davom etadi. Ammo bunday xromosomada bir necha yuz replikon bo'lsa, uning to'liq replikatsiyasi faqat bir soatni talab qiladi.

Ba'zi hollarda qo'shimcha replikonlar yoqiladi yoki yangi replikatsiya nuqtalari paydo bo'ladi, bu esa sintezni minimal qisqa vaqt ichida yakunlash imkonini beradi. Drosophila, dastlabki bosqichlarda, butun sintez 3 yarim daqiqa davom etadi va kattalar to'qima hujayralarida 600 daqiqa davom etadi. Katta yoshli hujayralarda ko'proq replikatsiyalar mavjud.

Alohida xromosoma uzunligi bo'ylab DNK sintezi asinxron tarzda sodir bo'ladi, ya'ni. notekis. Shaxsiy xromosomada faol replikonlar replikatsiya birliklari deb ataladigan guruhlariga yig'iladi, ular replikatsiyaning 10 dan 80 gacha kelib chiqishini o'z ichiga oladi. Har bir xromosoma uzunligi va vaqtinchalik parametrlari bo'yicha replikatsiya tartibining yuqori barqarorligi bilan tavsiflanadi. Replikativ birliklar yadro matritsasi oqsillari va replikatsiya fermentlari bilan birgalikda klasterosomalar deb ataladigan maxsus zonalar hosil qiladi, ya'ni. DNK sintezi sodir bo'ladigan zonalar. Tartib bu mintaqadagi xromatin tuzilishi bilan belgilanadi. Masalan, konstitutsiyaviy geteroxrom zonalarini Tina

odatda S davrining oxirida takrorlanadi. Bunday holda, qat'iy deterministik ketma-ketlik mavjud. Barcha DNK sintezi ko'plab individual replikonlarda mustaqil sintez orqali sodir bo'ladi, bu replikatsiya vaqtini qisqartiradi.

G1 - DNK sintezi boshlanishidan oldingi vaqt davri. Sitoplazmaning ustun o'sishi bilan tavsiflanadi. Bu davr tirik organizmlarning katta qismidagi eng uzun davr hisoblanadi. 10 soatdan bir necha kungacha o'zgaradi. Ammo bu G1 davrida tabiiy ravishda quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi - mitoxondriya va xloroplastlar, ER, lizosomalar, Golji kompleksi, vakuolalar, sekretor pufakchalar va boshqalarning shakllanishi. Yadro barcha turdagi RNKlarni sintez qiladi. Ribosomal bo'linmalar hosil bo'ladi. Sitoplazmada to'liq ishlaydigan ribosomalar yig'iladi. Strukturaviy va funksional oqsillar sintezlanadi. Kuchli hujayra metabolizmi kuzatiladi. Hujayra o'sib boradi va hajmi kattalashadi. U hujayra aylanishining barcha boshqa bosqichlarini bostiruvchi yoki rag'batlantiradigan moddalarning kimyoviy reaksiyalari natijasida hosil bo'ladi. Va agar hujayrada keyingi S bosqichiga o'tish sodir bo'lsa, bunday interfaza autosintetik deb ataladi. Agar hujayrada turli moddalarning sintezi sodir bo'lsa, lekin DNK sintezi bo'lmasa, unda bunday interfaza geterosintetik deb ataladi. va hujayraning sikldan bunday chiqishi G0 bosqichi bilan belgilanadi. Dam olish davri deb ataladigan vaqt. Bu qaror qabul qilish bosqichidir va bir muncha vaqt o'tgach, bunday hujayralar yana qaytib kelishi mumkin, lekin ko'pincha ko'p hujayrali organizmlarda bunday hujayralar ko'payish qobiliyatini yo'qotadi.

G0 - qaror qabul qilish bosqichi. Hujayra ko'payadimi? Bu hujayralarni ko'paytirishga undaydigan o'sish omillari majmuasidir. Bu hujayralarning o'z mahsulotlari bo'lishi mumkin, keyin biz avtokrin stimulyatsiya bilan shug'ullanamiz. Yoki boshqa qo'shni hujayralarning mahsulotlari, keyin biz parakrin stimulyatsiya bilan shug'ullanamiz, yoki hatto boshqa organlarning hujayralarining mahsulotlari ham bo'lishi mumkin - gormonal stimulyatsiya. Bu turli xil o'sish omillari hujayralar yuzasida ularning retseptorlari bilan o'zaro ta'sir qiladi va ko'p hujayrali kaskad tizimiga signal uzatadi. Mexanizm universalidir.

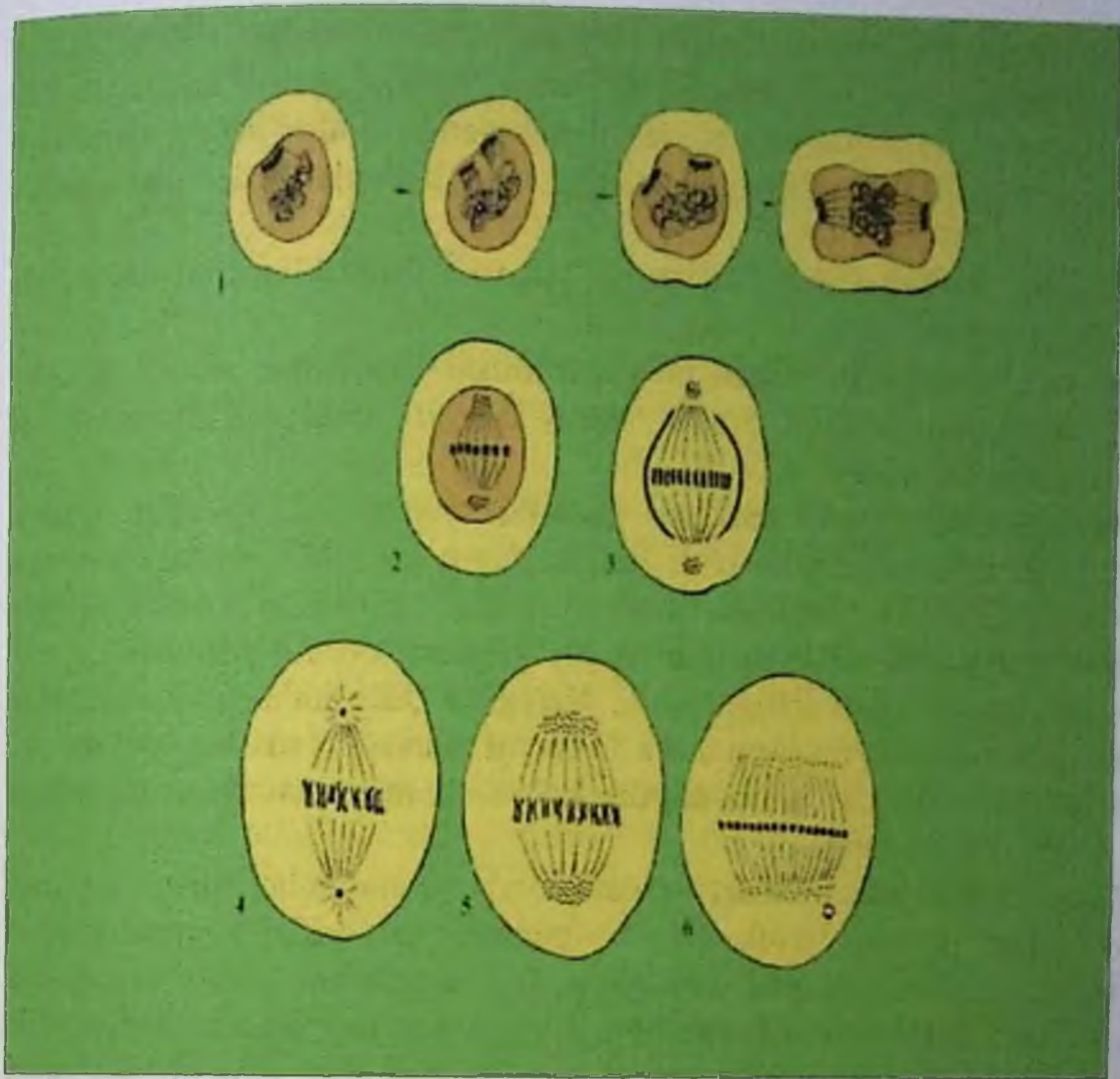
Postsintetik davr G2. U ham yadro, ham sitoplazmaning proliferatsiyasi bilan tavsiflanadi. Yana biosintezning intensiv jarayonlari, mitoxondriyalarning bo'linishi, xloroplastlar ajralib turadi, bo'linish shpindelining shakllanishi uchun barcha kerakli komponentlar hosil bo'ladi.

Protein sintezi alohida e'tiborga loyiqdir. Serin/treonin protein kinazasi oqsillarning fosforillanishini katalizlovchi ferment bo'lgan etilish omilidir. Protein kinaz G2 fazasi tugashidan biroz oldin faollashadi va bu

hujayraning mitozga kirishi uchun signal bo'lib xizmat qiladi. Bu ferment nazorati ostida uchta jarayon: 1) lamina oqsillarining fosforlanishi. Natijada, lamina depolimerizatsiyalanadi va yadro qobig'i yo'q qilinadi. 2) Shpindelning hosil bo'lishida mikronaychalar bilan o'zaro ta'sir qiluvchi oqsillar fosforlanadi. 3) H1 gistoni fosforlangan.

Jarayonning mohiyatini yaxshiroq aks ettiruvchi yana bir atama karyokinezdir. Yoki bilvosita bo'linish. Bu to'liq tarqatish bilan oshirishning yagona yo'li. Mitozning bir necha turlari mavjud - mitozning eng oddiy turi plevromitoz bo'lib, u bir necha turlarga bo'linadi. Yopiq. Diszyunksiya yadro qobig'ini buzmasdan sodir bo'ladi. Yadro membranasining ichki tomonida joylashgan tuzilmalar tashkiliy markaz sifatida ishtirok etadi. Mikrotubulalar chiqadigan qutb jismlari. Bu jismlarning ikkitasi bor, ular yadro membranasini bilan aloqani yo'qotmasdan bir-biridan ajralib turadi va buning natijasida xromosomalar bilan bog'langan ikkita yarim shpindel hosil bo'ladi. Mitoz apparati va xromosoma divergentsiyasining butun hosil bo'lishi jarayoni yadro membranasida sodir bo'ladi, bu turdagi mitoz zamburug'larda keng tarqalgan. Va protozoalarda plevromitozning yana bir shakli paydo bo'ladi - yarim yopiq, shpindel hosil bo'lgandan keyin yadro membranasini qisman vayron bo'lganda. (72-rasm).

Mitozning yana bir shakli ortomitozdir. Bunday holda, COMTlar sitoplazmada joylashgan bo'lib, yarim shpindellar emas, balki ikkita qutbli shpindellar hosil bo'ladi. Ortomitoz uch turga bo'linadi: ochiq, yarim yopiq va yopiq. Yarim yopiq ortomitozda sitoplazmada joylashgan COMMT yordamida bisimmetrik shpindel hosil bo'ladi, yadro qobig'i qutbli COMMTlar bundan mustasno saqlanib qoladi. Mitozning bu shakli yashil suv o'tlari, gregarin uchun xarakterlidir. Yopiq ortomitoz bilan yadro qobig'i to'liq saqlanib qoladi. Uning ostida haqiqiy shpindel hosil bo'ladi.



Rasm. 72. Eukariot organizmlarning mitotik hujayra bo'linish turlari: 1-xamirturush hujayrasining plevromitozi, 2-yopiq ortomitoz, 3-yarim yopiq ortomitoz, 4,6-ortomitoz ochiq, 4-hayvon hujayrasining mitoz, 5-yuqori o'simlik hujayrasining mitoz, 6-amyobaning mitoz.

Karioplazmada mikronaychalar hosil bo'ladi. Bu tip kipriklilarning mikronukleuslari uchun xosdir. Ochiq ortomitoz bilan yadro membranasi butunlay parchalanadi, karioplazma yadrosining tarkibi gialoplazma bilan aralashadi va yagona ichki muhit hosil bo'ladi, bu miksoplazma deb ataladi. Bu turdagi bo'linish yuqori o'simliklar, ko'pchilik hayvon hujayralari uchun xarakterlidir va ba'zi o'simliklarda mavjud. Mitozning bu shakli ikki turga bo'linadi: astral va anastral. Shpindel yoki konvergentning astral turi uning qutblari mikrotubulada birlashadigan kichik lob bilan ifodalanganligi bilan tavsiflanadi.

Astral shpindellarning qutblarida sentriolalarni o'z ichiga olgan sentrosomalar mavjud. Radial mikronaychalar qutblardan nurlanib,

yulduzsimon tuzilmalarni hosil qilib, sistosteralar deb ataladi. Anastral tip hech qachon qutblarda sitosterlarga ega emas. Milning qutbli hududlari bu erda keng bo'lib, ular qutb qopqoqlari deb ataladi. Bunday holda, shpindel tolalari bir nuqtadan uzoqlashmaydi, balki keng jabhada bir-biridan ajralib chiqadi.

Mitotik bo'linishning bu turi yuqori o'simliklarning bo'linish hujayralariga xosdir.

Barcha eukaryotlar uchun bo'linish milini shakllantirish uchun ikki turdagi tuzilmalar ishtirok etadi - qutb tanalari yoki mil qutblari va xromosoma kinetoxoralari.

Sentrosomalar (qutb tanalari) tashkilot markazlari. Ulardan ijobiy uchlari bilan mikronaychalar o'sib, to'plamlar hosil qiladi va xromosoma tomon yetib boradi. Qoidaga ko'ra, bo'linish apparatini tashkil qilish hujayraning qarama-qarshi uchlarida joylashgan ikkita sentrosoma yoki ikkita qutb tanasini o'z ichiga oladi. Ko'pgina eukariotlarda sentriolalar bo'lmaydi va mikronaychalarni tashkil etuvchi markazlar strukturasisz amorf zonalar shaklida mavjud bo'lib, ulardan ko'p sonli mikronaychalar tarqaladi (rasm 45 A, B ga qarang).

Meyoz (yunoncha meiosis — reduksiya) — hujayra bo'linishi, yetilish bo'linishining maxsus usuli bo'lib, buning natijasida xromosomalar sonining qisqarishi (kamayishi) va hujayralarning diploid holatdan gaploid holatga o'tishi kuzatiladi. Meyoz - bu jinsiy hujayralar shakllanishiga olib keladigan hujayra ixtisoslashuvining alohida turi. Bu jarayon ikkinchi meiotik bo'linishda DNK sintezi bo'lmaganda ikkita hujayra tsiklini oladi. Shuni ta'kidlash kerakki, meyozi barcha eukaryotik organizmlarga xos bo'lgan universal hodisadir. Meyoz jarayonida nafaqat xromosomalar soni haploid soniga kamayadi, balki juda muhim genetik jarayon - gomologik xromosomalar orasidagi bo'limlar almashinuvi sodir bo'ladi, bu jarayon krossingover deb ataladi.

Organizmlarning jinsiy ko'payishining negizi bo'lgan urug'lanish jarayoni erkak va urg'ochi jinsiy hujayralar - gametalarning qo'shilishi va urug'langan tuxum - zigota hosil bo'lishidan iborat bo'lib, yangi organizm paydo bo'ladi. Tuxumning hujayrali tabiati T. Shvann tomonidan qabul qilingan, ammo faqat 1870 yilda belgiyalik sitolog E. van Beneden "Tuxumning tarkibi va ahamiyatini o'rganish" asarida butun tuxum hujayra ekanligini isbotladi. , va uning germinal pufakchasi hujayra yadrosidir. 1875 yilda o'sha paytda Yeneda yordamchi bo'lgan O. Xertvig "Hayvon tuxumining shakllanishi, urug'lanishi va bo'linishini bilish uchun

materiallar" asarini nashr etdi. Ekinodermalarning shaffof tuxumlari unga erkak yadrosining spermatozoidning boshidan tuxumga kirib borishini ko'rishga imkon berdi va urug'lanish ayol va erkak pronukleuslarning zigotaning yagona yadrosiga qo'shilishidan iborat ekanligini ko'rsatdi. Urug'lanish jarayonida erkak va urg'ochi pronukleusning birlashishi xromosomalar sonining ikki baravar ko'payishiga olib keladi. Shuning uchun urug'lantirishning poliploidlashtiruvchi ta'siri har bir avlodda xromosomalar sonining ikki baravar kamayishiga olib keladigan jarayon bilan qoplanishi kerak. Bu jarayon meiotik hujayra bo'linishi yoki meiozdir. Jinsiy reproduktsiyaga ega bo'lgan organizmlarda gametalarning etukligi va urug'lanish davrida xromosomalar sonida farq qiluvchi hujayra holatining o'zgarishi sodir bo'ladi. Hujayralari diploid xromosomalar to'plamini o'z ichiga olgan zigotadan rivojlanadigan organizmga diplofaza yoki diplont deyiladi. Agar organizm haploid xromosomalar to'plamiga ega bo'lgan hujayralardan iborat bo'lsa, u gaplofaza yoki haplont deb ataladi.

Meyozning uchta turi mavjud bo'lib, ular organizmlarning hayot aylanish jarayonida o'z o'rnida farqlanadi, bu xromosomalar sonining kamayishini va diplofazaga yoki haplofazaga o'tishni ta'minlaydi:

1. Zigotik (boshlang'ich) meioz urug'lantirilgandan so'ng darhol, zigotaning birinchi bo'linishlari bilan sodir bo'ladi. U ko'plab suv o'tlari va protozoalarda uchraydi. Bu organizmlarning hayot siklida gaplofaza ustunlik qiladi va zigota mavjud bo'lganda diplofaz qisqa vaqtni egallaydi.

2. Gametik (yakuniy) meyozi hayvonlarda, shuningdek, ayrim oddiy va suv o'tlarida kuzatiladi. Bunda meyozi gametogenez jarayonida yuzaga keladi va gaplofaza gametalar - tuxum va spermatozoidlarga mos keladi. 3. Spora (oraliq) meioz o'simliklarga xosdir. Ularning hayot siklida spora bilan ko'payadigan sporofit va gametalar yordamida jinsiy yo'l bilan ko'payadigan gametofit avlodlarining almashinishi kuzatiladi. Meyozi diploid sporofit hujayralarida sporogenez jarayonida sodir bo'ladi, natijada xromosomalarning haploid soniga ega sporalar hosil bo'ladi. Ular urug'lanmasdan rivojlanib, gametofitga aylanadi, bu gametalarni hosil qiladi, ularning zigotaga qo'shilishi natijasida yana diploid sporofit paydo bo'ladi. Shunday qilib, o'simliklarda sporofit diplofazaga (diplont), gametofit esa gaplofazaga to'g'ri keladi. Meyozi mitozga o'xshash ketma-ket ikkita hujayra bo'linishidan iborat.

Meyotik bo'linishning I profilaktikasining xususiyatlari

Birinchi, bu bosqich uzoq vaqtni oladi (kunlardan yillargacha). Ikkinchi, u bir qancha strukturaviy va funksional fazalardan (leptoten,

zigoten, paxiten, diploten, diakinez) iborat. Keyinchalik, bu davrda replikatsiya natijasida ikki baravar ko'paygan gomologik (ota-ona) xromatidlarning birlashishi, konjugasiyasi sodir bo'ladi va xromatidlar deb ataladigan narsa hosil bo'ladi. tetradlar, ya'ni. to'rtta xromatiddan (ikki onalik va qo'sh otalikdan) tashkil topgan xromosoma komplekslari, ular maxsus tuzilish - sinaptinema kompleksi bilan bog'langan. Shu bilan birga, homolog xromosomalarning xromatidalari o'rtasida (lekin bir xil homologning singlisi xromatidalari o'rtasida emas) bo'limlar almashinuvi sodir bo'ladi - kesishish. Bundan tashqari, konjugatsiya va almashinuv jarayonida xromosoma DNKsining taxminan 1,5% sintezlanadi.

Meyozning birinchi bo'linishi (meyoz I) xromosomalar sonini yarmiga qisqartiradi va reduksiya deb ataladi. Ikkinchi bo'linish (meyoz II) opa-singil xromatidlarini mitozga o'xshash mustaqil xromosomalarga aylantiradi va ekvivalentlik deyiladi.

Meyoz boshlanishidan oldin hujayra hujayra tsiklining barcha davrlarini - G1, S va G2 davrlarini bosib o'tadi. Pre-meyotik interfaza esa hujayraning meiozga tayyorlanishi bilan bog'liq bo'lgan xususiyatlarga ega. Jumladan, meyozdin oldingi interfazada gistonlar va boshqa xromatin oqsillari tarkibida mitotik interfazaga xos bo'lmagan o'zgarishlar aniqlangan.

Meyozning ikkita bo'linmasining har biri to'rtta ketma-ket bosqichdan iborat - profilaktika, metafaza, anafaza va telofaza. Meyozning ikki bo'linishi o'rtasida hujayra bir muncha vaqtni tashqi ko'rinishidan interfazaga o'xshash holatda o'tkazadi, lekin u DNKning duplikatsiyasi bilan birga kelmaydi. I va II meyozlarda orasidagi pauza interkinez deb ataladi. Meyozning eng uzun fazasi profilaktika I. Aynan unda xromosomalar sonining kamayishini ta'minlovchi jarayonlar sodir bo'ladi. I profaza besh bosqichga bo'lingan:

- leptoten yoki ingichka filamentlar bosqichi;
- zigoten yoki iplarning qo'shilish bosqichi;
- pachytene, yoki qalin filament bosqichi;
- diploten yoki qo'sh filament bosqichi; • diakinez, yoki iplarning ajralish bosqichi.

Leptoten yuzaki mitozning dastlabki profilaktikasiga o'xshaydi. Biroq, mitozning profilaktikasidan farqli o'laroq, leptoten bosqichidagi xromosomalar ancha yupqaroq va uzunroq bo'lib, ulardagi opa-singil xromatidlarini ajratib bo'lmaydi. Meyotik xromosomalarning butun uzunligi bo'ylab kichik qalinlashuvlar - xromomerlar mavjud.

Xromomeralarning soni, hajmi va joylashishi har bir xromosomaga xosdir. Xromomerlar soni turlarga xosdir: tritonda 2500 ga yaqin, kriketda 200 ga yaqin, sholida 645 ta.

Meyotik xromosomalar muntazam ravishda yadro hajmida joylashgan bo'lib, telomerlarni nukleolema bilan aloqa qiladi. Ba'zi hayvonlarda ular guldastaga o'xshash tuzilish hosil qilishi mumkin. Bu struktura nukleolemaning cheklangan hududi bilan telomerik uchlari bilan tutashgan bir-biriga yaqin yoysimon xromosomalardan iborat. Ba'zi o'simliklarda xromosomalar leptotenning oxirida to'pga to'planadi, bu "sinez" deb ataladi. Leptotenda gomologik xromosomalarning konjugatsiya jarayoni - sinapsis boshlanadi. U yadro bo'shlig'ida joylashgan diploidning gomologik xromosomalarini birlashtirishdan iborat. Bunday holda, bir homolog xromosomaning xromomeralari boshqa homolog xromosomaning mos keladigan xromomeralariga qarama-qarshidir.

Zigoten leptotendan konjugatsiya qiluvchi xromosomalar komplekslari - bivalentlar hosil bo'lishi bilan farq qiladi. Har bir bivalent to'rtta xromatiddan iborat - ikkita opa-singil va ikkita singil bo'lmagan. Opa-singil xromatidalar bivalentda sentromerlar orqali, qardosh bo'lmagan xromatidalar esa maxsus oqsil strukturasi - sinaptonemal kompleks orqali bog'langan.

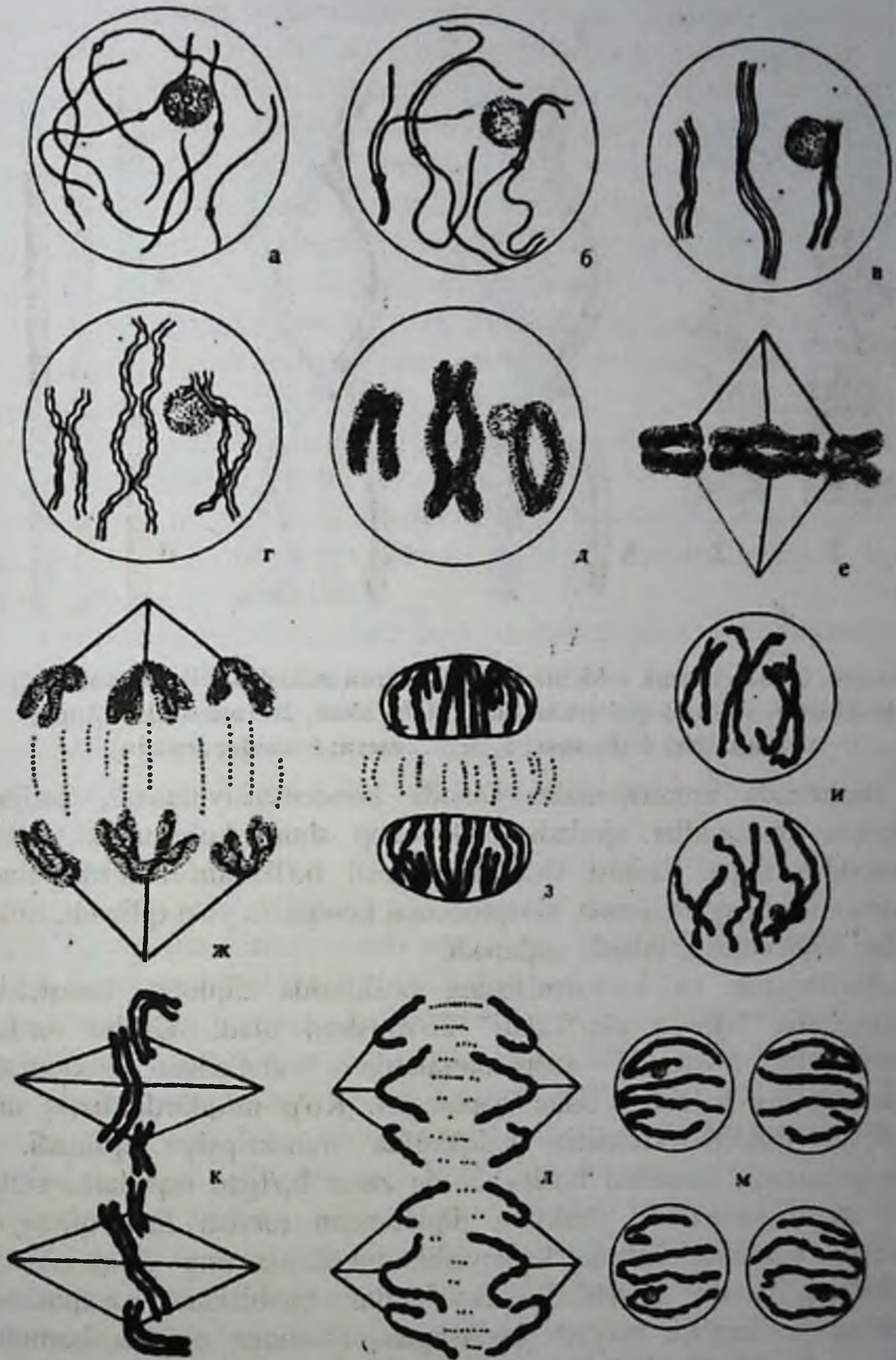
Sinaptonemal kompleksning kengligi 160-240 nm bo'lib, uchta qatlamlardan iborat: qalinligi 30-60 nm bo'lgan ikkita bir xil lateral qatlam bir-biridan 60-120 nm masofada joylashgan va ular orasida markaziy element 10-40 nm qalinligi. Yon qatlamlar qardosh bo'lmagan xromatidlar bilan aloqa qiladi. Bivalentning shakllanishi nukleolema bilan bog'langan xromosomalarning telomerik uchlarida, shuningdek, sentromer mintaqalarida boshlanadi. Keyin ikkita gomologik xromosomaning qolgan qismlari birlashtiriladi. Sinaptonemal kompleksning shakllanishi xromosomalar bir-biriga taxminan 100 nm masofada yaqinlashganda sodir bo'ladi va uning tarkibiy qismlari fermuar kabi bir-biri bilan o'zaro ta'sir qiladi. Zigotenda xromosomalarning butun uzunligi bo'ylab tarqalgan uzunligi 5-10 ming juft nukleotidlarning noyob ketma-ketliklaridan iborat bo'lgan oz miqdordagi DNK (z-DNK) sintezlanadi. Somatik hujayralarda hujayraning umumiy DNKsining taxminan 0,3% ni tashkil etuvchi z-DNK hujayra siklining S davrida DNKning qolgan qismi bilan birga replikatsiya qilinadi. Zigotenda DNK sintezini bostirish gomologik xromosomalarning konjugatsiyasini bekor qilishga olib keladi. z-DNK bivalent hosil bo'lishida

homolog xromosomalarning o'zaro tan olinishida ishtirok etadi, deb taxmin qilinadi.

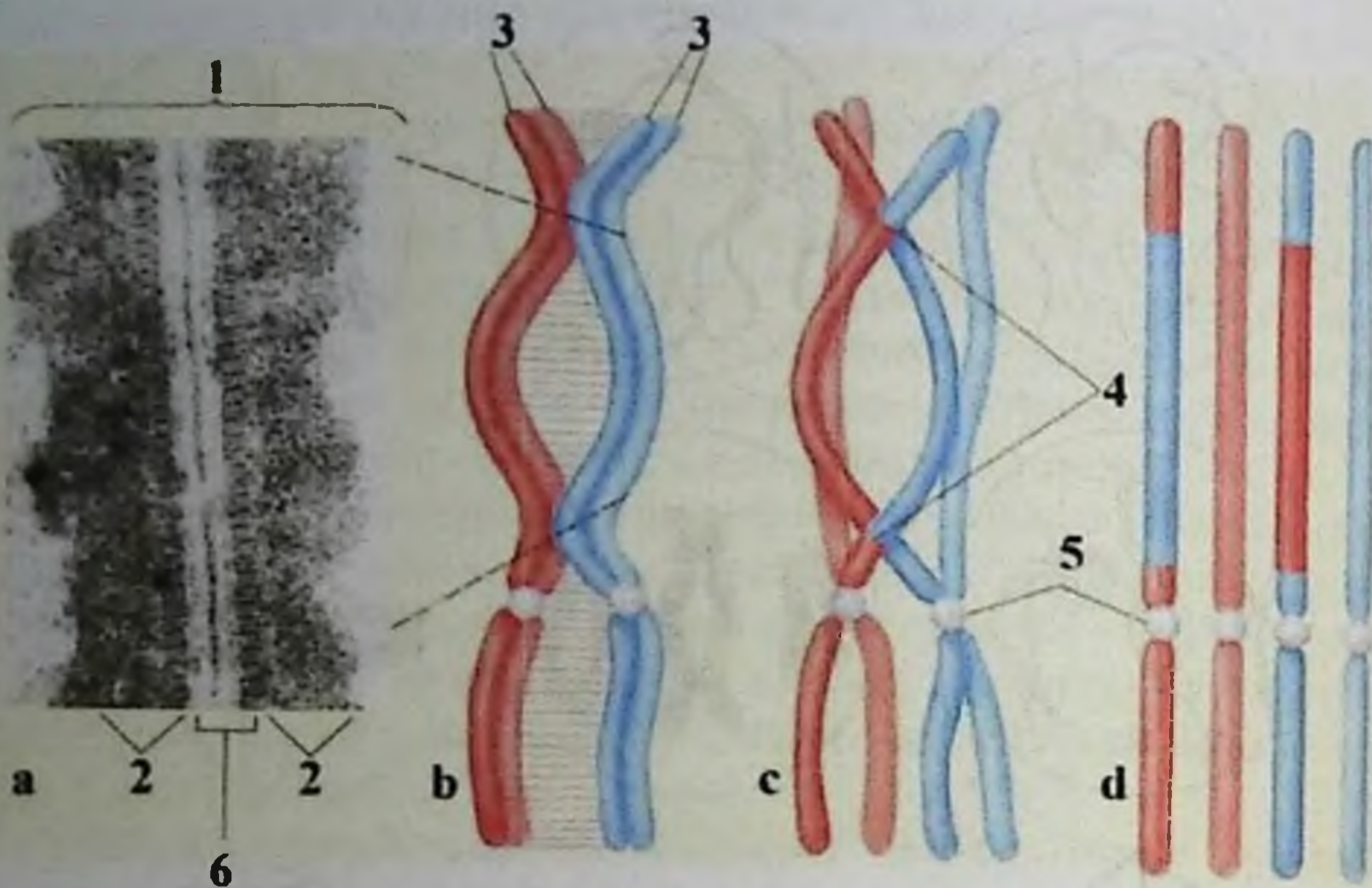
Paxiten bivalentda xromosomalarning maksimal kondensatsiyasi bilan tavsiflanadi. Shu bilan birga, ular shunchalik qisqa va qalin bo'ladiki, bivalentni bitta xromosoma bilan adashtirish mumkin. Pakiten xromosomalarning bivalentlari soni ma'lum turdagi xromosomalarning haploid soniga teng. Ba'zan pakiten xromosomalari bir-biriga nisbatan buralib qolishi mumkin va gomologik xromosomalar o'rtasida bo'limlarning o'zaro almashish jarayoni - krossingover boshlanadi (73-rasm).

Bivalentdagi gomologik xromosomalardan biri onadan, ikkinchisi esa otadan kelganligi sababli, krossingover paytida ikkala ota-onaning allellarini birlashtirgan genetik jihatdan yangi xromosoma variantlari hosil bo'ladi. Krossingover natijasida meyoziq naslning irsiy o'zgaruvchanligini oshiradigan krossover gametalarni hosil qiladi. Pakitenda kam ta'mirlovchi DNK sintezi kuzatiladi.

Pakiten xromosomalarida ko'pincha o'sish bor, bu ba'zi xromomeralarning dekondensatsiyasi bilan bog'liq. Pakiten bosqichida xromomerlarning dekondensatsiyasi gametalar differentsiatsiyasini boshqaradigan genlar faollashuvining morfologik ko'rinishidir. Diploten shunday deb ataladi, chunki bu bosqichda homolog xromosomalarning bir-biridan qaytarilishi boshlanadi va ular bivalentning bir qismi sifatida ajralib turadi. Xromosoma repulsiyasi sentromerik mintaqalarda boshlanadi va bivalent bo'ylab tarqaladi. Shu bilan birga, gomologik xromosomalarning o'zaro kesishish joylari - chiasmata sezilarli bo'ladi (74-rasm).



Rasm 73. Meyoz profilaktika I ning ketma-ket bosqichlari: a-leptoten, b-zigoten, v-paxiten, g-diploten, d-diakinez, e-metafaza I, g-anafaza I, i-interkinez, k-metafaza II, l-anafaza II, m. -telofaz II (Sharpdan keyin, 1953).



74-rasm. O'tish (I faza). a-bivalentning elektron mikroskopik fotosurati; b-bivalent; c-o'tish; d-qizi xromatidlar. 1-bivalent; 2-xromatidlar; 3-qizi xromatidlar; 4-xiazmus; 5-tsentromera; 6-nukleoprotein.

Diplotenda xromosomalar yanada kondensatsiyalanadi, natijada bivalentda xromatidlar ajraladi. Mikroskop shuni ko'rsatadiki, to'rtta xromatiddan faqat ikkitasi chiasmata hosil bo'lishida ishtirok etadi. Xromosomalar qaytarilganda, sinaptonemal kompleks yo'q qilinadi, uning qismlari faqat chiasmatalarda saqlanadi.

Amfibiyalar va hasharotlarning oositlarida diploten bosqichida xromosomalar "chiroq cho'tkalari" ko'rinishini oladi. Ushbu turdagi xromosomalar yuzasi xromomeralardan cho'zilgan xromatin filamentlarining halqalari bilan qoplangan. Ko'p miqdorda uzoq umr ko'radigan mRNK xromatin halqalarida transkripsiya qilinadi, u embriogenezning dastlabki bosqichlarida zarur bo'lgan oqsillarni sintez qilish uchun ishlatiladi. Diakinez diplotendan tubdan farq qilmaydi. Chiasmata sonining yanada kamayishi, bivalentlarning qisqarishi va yadrolarning erishi kuzatiladi. Bivalentlar bir-biridan uzoqlashadi, yadroning periferiyasi bo'ylab joylashgan. Diakinez oxirida homolog xromosomalar bivalentda faqat terminal chiasmata bilan bog'langan holda qoladi. Bunday holda, bivalentlar xromosoma uzunligi va chiasmata soniga qarab, xochlar, halqalar, sakkiz yoki qisqa o'ralgan arqonlar shakllari

shaklida xarakterli raqamlarni hosil qiladi. Diakinez parchalanish shpindelining hosil bo'lishi va yadrolarning parchalanishi bilan yakunlanadi. I metafaza bivalentlarning shpindelning ekvator tekisligiga o'tishi bilan boshlanadi. Shu bilan birga, ular gomologik xromosomalarning sentromeralari hujayraning qarama-qarshi qutblariga qaragan tarzda yo'naltirilgan. Meyozning I metafazasi mitozning metafazasidan tubdan farq qiladi, chunki juftlashgan xromosomalar ekvator tekisligida joylashgan bo'lib, o'z o'qiga nisbatan 90 gradusga aylanadi.

Anafaza I da xromosomalar hujayra qutblariga o'tadi. Biroq, mitozdan farqli o'laroq, qutblarga qardosh xromatidlar emas, balki gomologik xromosomalar harakat qiladi. Opa-singil xromatidlar hali ham sentromeralar tomonidan birlashtiriladi. Anafaza I da gomologik xromosomalarning divergentsiyasi tasodifiy sodir bo'ladi va bivalent xromosomalar teng ehtimollik bilan u yoki bu qutbga o'tishi mumkin. Bu gametalarda ona va ota xromosomalarining barcha mumkin bo'lgan kombinatsiyalarini ta'minlaydi.

I telofazada xromosomalar hujayra qutblariga yetib boradi va har bir qutbda gaploid miqdordagi xromosomalar mavjud. Keyinchalik, meyoziy I telofazasida mitozning telofazasiga o'xshash jarayonlar sodir bo'ladi - xromosoma dekonformatsiyasi, nukleolemaning tiklanishi, yadro va sitokinezning shakllanishi. Bu meyoziy reduksiya bo'linishini yakunlaydi (meyoz I).

Meyozning birinchi va ikkinchi bo'linmalarini ajratib turuvchi interkinez oddiy interfazadan DNK replikatsiyasining yo'qligi bilan farq qiladi. Ba'zan interkinez paytida xromosomalar morfologik xususiyatlarini saqlab, kondensatsiyalangan holatda qoladi.

Meyozning tenglama bo'linishi (meyoz II) mitozga o'xshaydi, lekin gaploid darajasida. Qisqa profilaktika va nukleolemaning erishi natijasida bixromatid xromosomalar mitotik figurani hosil qiladi. Anafaza bosqichida opa-singil xromatidlar erkin xromosomalarga aylanadi va hujayraning qutblariga o'tadi. Telofazadagi hodisalar mitozdagi kabi davom etib, sitokinez bilan tugaydi. Shunday qilib, diploid xromosomalar to'plamiga ega bo'lgan bitta hujayraning meiotik bo'linishi xromosomalarning haploid to'plamiga ega to'rtta hujayraning shakllanishini ta'minlaydi. Ularning keyingi taqdiri ma'lum bir turga xos bo'lgan meioz turiga bog'liq. Eng keng tarqalgan gametalar turida meioz natijasida hosil bo'lgan hujayralar gametalarga ajralib turadi. Xromosomalar sonining kamayishi asosiy, ammo meiozning yagona natijasi emas. Ota-onal xromosomalarining

gametalar o'rtasida tasodifiy taqsimlanishi va krossingover natijasida yuzaga keladigan meoz natijasida hosil bo'lgan kombinatsion irsiy o'zgaruvchanlik turning biologiyasi uchun ham katta ahamiyatga ega.

Meyozning butun jarayoni natijasida ikkita bo'linishdan so'ng bitta hujayradan to'rtta haploid hujayralar hosil bo'ladi, ularning har biri o'zining genetik konstitutsiyasi bilan farq qiladi.

Mitoz davrida ham, meyoznining birinchi va ikkinchi bo'linishlarida xromosomalarning divergentsiyasi paytida ham xromosomalarning qiz hujayralari orasida tasodifiy taqsimlanishi sodir bo'ladi. Bu paydo bo'lgan haploid jinsiy hujayralarda genetik xilma-xillikni yaratadi. Masalan, xromosomalar soni ikkiga teng bo'lgan diploid hujayralarda meozdan keyin 4 xil hujayra hosil bo'ladi. Bular variantlar soni $2n$ bo'ladi. Odamlarda meozdan keyin bir necha million xil hujayralar paydo bo'lishi mumkin, hatto krossing-over chiqarib tashlansa ham, bu xilma-xillikni bir necha barobar oshiradi.

NEKROZ VA APOPTOZ. HUYAYRA O'LIMI

1. Ko'p hujayrali organizmlarda alohida hujayralar yoki ularning butun guruhlarining o'limi (o'limi), shuningdek, bir hujayrali organizmlarning o'limi doimiy ravishda sodir bo'ladi. O'lim sabablari, hujayra o'limining rivojlanishining morfologik va biokimyoviy jarayonlari har xil bo'lishi mumkin. Ammo baribir ularni aniq ikki toifaga bo'lish mumkin: nekroz (yunoncha nekroz - nekroz) va apoptoz (yunonchadan. shu jumladan ildizlar "tushish" yoki "parchalanish" degan ma'noni anglatadi), bu ko'pincha dasturlashtirilgan hujayra o'limi (PCD) yoki hatto hujayra o'z joniga qasd qilish deb ataladi.

2. Nekroz

Hujayra o'limining bu turi odatda hujayra membranalarining o'tkazuvchanligining buzilishi natijasida hujayra ichidagi gomeostazning buzilishi bilan bog'liq bo'lib, hujayradagi ionlar konsentratsiyasining o'zgarishiga olib keladi, mitoxondriyadagi qaytarilmas o'zgarishlar bilan, bu darhol barcha jarayonlarning to'xtashiga olib keladi. hayotiy funktsiyalar, shu jumladan makromolekulalar sintezi. Nekroz plazma membranasining shikastlanishi, ko'plab zaharlar ta'sirida membrana nasoslari faoliyatining bostirilishi, shuningdek kislorod etishmasligi (ishemiya paytida - qon tomirlarining tiqilib qolishi) yoki mitoxondriyal zaharlanish tufayli energiyaning qaytarilmas o'zgarishi natijasida yuzaga keladi. fermentlar (siyanidning ta'siri). Bunda plazma membranasining o'tkazuvchanligi

oshishi bilan hujayra uning sug'orilishi, sitoplazmada Na^+ va Ca^{2+} ionlari konsentratsiyasining oshishi, sitoplazmaning kislotalanishi, vakuolyar komponentlarning shishishi va ularning yorilishi tufayli shishiradi. membranalar, sitozolda oqsil sintezining to'xtashi, lizosomal gidrolazalarning ajralib chiqishi va hujayra lizisi. Sitoplazmadagi bu o'zgarishlar bilan bir vaqtda hujayra yadrolari ham o'zgaradi: dastlab ular siqiladi (yadro piknozi), lekin yadro shishishi va uning qobig'i yorilishi bilan xromatinning chegara qatlami kichik massalarga parchalanadi (karyoreksis), so'ngra karioliz. sodir bo'ladi, yadroning erishi. Nekrozning o'ziga xos xususiyati shundaki, hujayralarning katta guruhlari bunday o'limga duchor bo'ladi (masalan, yurak mushagina bir qismiga kislorod etkazib berish to'xtatilishi tufayli miyokard infarkti). Ko'pincha nekroz hududiga leykotsitlar hujum qiladi va nekroz hududida yallig'lanish reaktsiyasi rivojlanadi. 3. Apoptoz

Organizmlarning rivojlanishi va ularning balog'at yoshidagi faoliyati jarayonida ba'zi hujayralarning o'limi doimiy ravishda sodir bo'ladi, ammo ularning jismoniy yoki kimyoviy zararisiz ularning "asossiz" o'limi sodir bo'ladi.

Hujayra o'limi ontogeneznining deyarli barcha bosqichlarida sodir bo'ladi. Embriogenez jarayonida zararsiz hujayra o'limining ko'plab misollari mavjud. Umurtqali hayvonlarda genitouriya tizimining rivojlanishida Volf va Myuller kanallarining hujayralari shunday nobud bo'ladi, ba'zi neyroblastlar va gonadotsitlar nobud bo'ladi, hasharotlar va amfibiyalarning metamorfozi paytida hujayralar nobud bo'ladi (quyruqda dumning rezorbsiyasi va tritonda gillalar), va boshqalar.

Voyaga etgan organizmda "o'z-o'zidan" hujayra o'limi ham doimo sodir bo'ladi. Millionlab qon hujayralari (neytrofillar), teri epidermis hujayralari va ingichka ichak hujayralari (enterositlar) nobud bo'ladi. Tuxumdonning follikulyar hujayralari ovulyatsiyadan keyin, sut bezlari hujayralari esa laktatsiya davridan keyin nobud bo'ladi. Bunday misollarni ko'p keltirish mumkin. Ayniqsa, turli patologik jarayonlarda bevosita zarar ko'rmasdan hujayra o'limiga misollar ko'p. Masalan, kastratsiya (moyaklarni olib tashlash) prostata bezi hujayralarining o'limiga olib keladi, gipofiz bezining olib tashlanishi esa buyrak usti hujayralarining o'limiga olib keladi. Yana bir misol - akson degeneratsiyasi paytida Schwann hujayralarining o'limi. Voyaga etgan hayvonning shikastlangan periferik nervidagi Schwann hujayralari, shuningdek, yo'ldosh hujayralari va mos keladigan orqa miya ganglionlaridagi hissiy neyronlar nobud bo'ladi.

Ushbu kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, hujayra o'limi turli yo'llar bilan hujayra o'zaro ta'siri bilan tartibga solinadi. Ko'p hujayrali organizmdagi ko'plab hujayralar tirik qolish uchun signallarga muhtoj. Bunday signallar yoki trofik omillar bo'lmasa, hujayralarda "o'z joniga qasd qilish" yoki dasturlashtirilgan o'lim dasturi rivojlanadi. Masalan, neyronal o'sish omili (NGF) bo'lmasa, neyron madaniyat hujayralari nobud bo'ladi, prostata hujayralari moyaklar androgenlari bo'lmasa, ko'krak hujayralari progesteron gormoni darajasi pasayganda nobud bo'ladi va hokazo. Boshqa tomondan, hujayralar maqsadli hujayralarda apoptoz kabi o'limga olib keladigan jarayonlarni qo'zg'atadigan signallarni qabul qilishi mumkin. Shunday qilib, gidrokortizon limfotsitlarning o'limiga olib keladi va glutamat to'qima madaniyatida asab hujayralarining o'limiga olib keladi; o'simta nekrozi omili (TNF) turli xil hujayralarning o'limiga olib keladi. Tiroksin (qalqonsimon gormon) tadpolning quyruq hujayralarining apoptozini keltirib chiqaradi. Bundan tashqari, apoptotik hujayralar o'limiga tashqi omillar, masalan, nurlanish sabab bo'lgan holatlar mavjud.

"Apoptoz" tushunchasi portal venaning to'liq bo'lmagan bog'lanishi paytida ba'zi jigar hujayralarining o'limini o'rganish natijasida olingan. Hujayra o'limining o'ziga xos shakli kuzatilganligi aniqlandi, bu faqat jigar parenximasidagi alohida hujayralarga ta'sir qiladi. Jarayon hujayralar qo'shni hujayralar bilan aloqani yo'qotishi, ular qisqarishi bilan boshlanadi (o'limning bu shaklining asl nomi qisqarish nekrozi - hujayraning siqilishi natijasida yuzaga keladigan nekroz), ularning periferiyasi bo'ylab yadrolarda o'ziga xos xromatin kondensatsiyasi sodir bo'ladi, keyin Yadro alohida qismlarga bo'linadi, keyin esa bu hujayraning o'zini plazma membranasi bilan chegaralangan alohida tanalarga - apoptotik tanalarga bo'linishiga olib keladi. Apoptoz - bu hujayraning parchalanishi yoki erishi emas, balki uning parchalanishi va parchalanishiga olib keladigan jarayon. Taqdir ko'proq apoptotikdir shu jumladan ildizlar "tushish" yoki "parchalanish" degan ma'noni anglatadi), bu ko'pincha dasturlashtirilgan hujayra o'limi (PCD) yoki hatto hujayra o'z joniga qasd qilish deb ataladi.

2. Nekroz

Hujayra o'limining bu turi odatda hujayra membranalarining o'tkazuvchanligining buzilishi natijasida hujayra ichidagi gomeostazning buzilishi bilan bog'liq bo'lib, hujayradagi ionlar konsentratsiyasining o'zgarishiga olib keladi, mitoxondriyadagi qaytarilmas o'zgarishlar bilan, bu darhol barcha jarayonlarning to'xtashiga olib keladi. hayotiy funktsiyalar, shu jumladan makromolekulalar sintezi. Nekroz plazma membranasi

shikastlanishi, ko'plab zaharlar ta'sirida membrana nasoslari faoliyatining bostirilishi, shuningdek kislorod etishmasligi (ishemiya paytida - qon tomirlarining tiqilib qolishi) yoki mitoxondriyal zaharlanish tufayli energiyaning qaytarilmas o'zgarishi natijasida yuzaga keladi. fermentlar (siyanidning ta'siri). Bunda plazma membranasining o'tkazuvchanligi oshishi bilan hujayra uning sug'orilishi, sitoplazmada Na^+ va Ca^{2+} ionlari konsentratsiyasining oshishi, sitoplazmaning kislotalanishi, vakuolyar komponentlarning shishishi va ularning yorilishi tufayli shishiradi. membranalar, sitozolda oqsil sintezining to'xtashi, lizosomal gidrolazalarning ajralib chiqishi va hujayra lizisi. Sitoplazmadagi bu o'zgarishlar bilan bir vaqtda hujayra yadrolari ham o'zgaradi: dastlab ular siqiladi (yadro piknozi), lekin yadro shishishi va uning qobig'i yorilishi bilan xromatinning chegara qatlami kichik massalarga parchalanadi (karyoreksis), so'ngra karioliz. sodir bo'ladi, yadroning erishi. Nekrozning o'ziga xos xususiyati shundaki, hujayralarning katta guruhlar bunday o'limga duchor bo'ladi (masalan, yurak mushagining bir qismiga kislorod etkazib berish to'xtatilishi tufayli miyokard infarkti). Ko'pincha nekroz hududiga leykotsitlar hujum qiladi va nekroz hududida yallig'lanish reaksiyasi rivojlanadi. 3. Apoptoz

Organizmlarning rivojlanishi va ularning balog'at yoshidagi faoliyati jarayonida ba'zi hujayralarning o'limi doimiy ravishda sodir bo'ladi, ammo ularning jismoniy yoki kimyoviy zararisiz ularning "asossiz" o'limi sodir bo'ladi.

Hujayra o'limi ontogeneznining deyarli barcha bosqichlarida sodir bo'ladi. Embriogenez jarayonida zararsiz hujayra o'limining ko'plab misollari mavjud. Umurtqali hayvonlarda genitouriya tizimining rivojlanishida Volf va Myuller kanallarining hujayralari shunday nobud bo'ladi, ba'zi neyroblastlar va gonadotsitlar nobud bo'ladi, hasharotlar va amfibiyalarning metamorfozi paytida hujayralar nobud bo'ladi (quyruqda dumning rezorbsiyasi va tritonda gillalar), va boshqalar.

Voyaga etgan organizmda "o'z-o'zidan" hujayra o'limi ham doimo sodir bo'ladi. Millionlab qon hujayralari (neytrofillar), teri epidermis hujayralari va ingichka ichak hujayralari (enterositlar) nobud bo'ladi. Tuxumdonning follikulyar hujayralari ovulyatsiyadan keyin, sut bezlari hujayralari esa laktatsiya davridan keyin nobud bo'ladi. Bunday misollarni ko'p keltirish mumkin. Ayniqsa, turli patologik jarayonlarda bevosita zarar ko'rmasdan hujayra o'limiga misollar ko'p. Masalan, kastratsiya (moyaklarni olib tashlash) prostata bezi hujayralarining o'limiga olib keladi,

gipofiz bezining olib tashlanishi esa buyrak usti hujayralarining o'limiga olib keladi. Yana bir misol - akson degeneratsiyasi paytida Schwann hujayralarining o'limi. Voyaga etgan hayvonning shikastlangan periferik nervidagi Schwann hujayralari, shuningdek, yo'ldosh hujayralari va mos keladigan orqa miya ganglionlaridagi hissiy neyronlar nobud bo'ladi.

Ushbu kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, hujayra o'limi turli yo'llar bilan hujayra o'zaro ta'siri bilan tartibga solinadi. Ko'p hujayrali organizmdagi ko'plab hujayralar tirik qolish uchun signallarga muhtoj. Bunday signallar yoki trofik omillar bo'lmasa, hujayralarda "o'z joniga qasd qilish" yoki dasturlashtirilgan o'lim dasturi rivojlanadi. Masalan, neyronal o'sish omili (NGF) bo'lmasa, neyron madaniyat hujayralari nobud bo'ladi, prostata hujayralari moyaklar androgenlari bo'lmasa, ko'krak hujayralari progesteron gormoni darajasi pasayganda nobud bo'ladi va hokazo. Boshqa tomondan, hujayralar maqsadli hujayralarda apoptoz kabi o'limga olib keladigan jarayonlarni qo'zg'atadigan signallarni qabul qilishi mumkin. Shunday qilib, gidrokortizon limfotsitlarning o'limiga olib keladi va glutamat to'qima madaniyatida asab hujayralarining o'limiga olib keladi; o'simta nekrozi omili (TNF) turli xil hujayralarning o'limiga olib keladi. Tiroksin (qalqonsimon gormon) tadpolning quyruq hujayralarining apoptozini keltirib chiqaradi. Bundan tashqari, apoptotik hujayralar o'limiga tashqi omillar, masalan, nurlanish sabab bo'lgan holatlar mavjud.

"Apoptoz" tushunchasi portal venaning to'liq bo'lmagan bog'lanishi paytida ba'zi jigar hujayralarining o'limini o'rganish natijasida olingan. Hujayra o'limining o'ziga xos shakli kuzatilganligi aniqlandi, bu faqat jigar parenximasidagi alohida hujayralarga ta'sir qiladi. Jarayon hujayralar qo'shni hujayralar bilan aloqani yo'qotishi, ular qisqarishi bilan boshlanadi (o'limning bu shaklining asl nomi qisqarish nekrozi - hujayraning siqilishi natijasida yuzaga keladigan nekroz), ularning periferiyasi bo'ylab yadrolarda o'ziga xos xromatin kondensatsiyasi sodir bo'ladi, keyin Yadro alohida qismlarga bo'linadi, keyin esa bu hujayraning o'zini plazma membranasi bilan chegaralangan alohida tanalarga - apoptotik tanalarga bo'linishiga olib keladi. Apoptoz - bu hujayraning parchalanishi yoki erishi emas, balki uning parchalanishi va parchalanishiga olib keladigan jarayon. Taqdir ko'proq apoptotikdir n, difteriya toksini va boshqalar), shuningdek, antimetabolitlar apoptoz orqali hujayra o'limiga olib kelishi mumkin. Endoplazmatik retikulumda oqsil sintezi buzilganida, u erda lokalizatsiya qilingan prokaspaza 12 apoptoz rivojlanishida ishtirok etadi, bu esa bir qator boshqa kaspazalarni, shu jumladan kaspaza 3 ni faollashtiradi.

4. Eliminatsiya, apoptoz orqali alohida hujayralarni olib tashlash o'simliklarda ham kuzatiladi. Bu erda apoptoz, hayvonlar hujayralarida bo'lgani kabi, induksiya fazasini, effektor fazasini va degradatsiya fazasini o'z ichiga oladi. O'simlik hujayralarining nobud bo'lishining morfologiyasi hayvon hujayralaridagi o'zgarishlarga o'xshaydi: xromatin kondensatsiyasi va yadro parchalanishi, DNKning oligonukleotid degradatsiyasi, protoplastning siqilishi, uning pufakchalarga bo'linishi, plazmodesmataning yorilishi va boshqalar. Biroq, protoplast pufakchalari pufakchalarning gidrolazalari bilan yo'q qilinadi, chunki o'simliklarda fagotsitlarga o'xshash hujayralar mavjud emas. Shunday qilib, PCD ildiz qopqog'i hujayralarining o'sishi davrida, barglarda teshiklar paydo bo'lishida va ksilema va floema hosil bo'lishida sodir bo'ladi. Barglarning tushishi tananing ma'lum bir zonasida hujayralarning tanlab nobud bo'lishi bilan bog'liq. Apoptoz yoki dasturlashtirilgan hujayra o'limining biologik roli juda katta: bu o'z vaqtini sarflagan yoki ma'lum bir vaqtda keraksiz bo'lgan hujayralarni olib tashlashdir. rivojlanish bosqichi, shuningdek, o'zgartirilgan yoki patologik hujayralarni olib tashlash, ayniqsa mutant yoki viruslar bilan kasallangan.

Ko'p hujayrali organizmda hujayralar mavjud bo'lishi uchun ularning omon qolishi uchun signallar kerak - trofik omillar, signalizatsiya molekulalari. Ushbu signallar masofadan uzatilishi va maqsadli hujayralardagi tegishli retseptor molekulalari tomonidan olinishi mumkin (gormonal, endokrin signalizatsiya), bu signal qo'shni hujayraga uzatilganda (masalan, neyrotransmitter uzatish) parakrin aloqa bo'lishi mumkin. Bunday trofik omillar bo'lmasa, apoptoz dasturi amalga oshiriladi. Boshqa tomondan, apoptoz signalizatsiya molekulalaridan kelib chiqishi mumkin, masalan, tiroksin ta'sirida tadpollarning dumining rezorbsiyasi paytida. Bundan tashqari, hujayra metabolizmining alohida qismlariga ta'sir qiluvchi bir qator toksinlarning ta'siri ham apoptoz orqali hujayra o'limiga olib kelishi mumkin. A. Hujayra proliferatsiyasi va apoptoz.

To'qimalarda hujayralar soni ikkita jarayon bilan tartibga solinadi: hujayra ko'payishi va "dasturlashtirilgan yoki fiziologik hujayra o'limi" (apoptoz). Tanadagi ikkala jarayon eruvchan shaklda mavjud bo'lgan yoki qo'shni hujayralar yuzasida ifodalangan ogohlantiruvchi yoki inhibitiv omillar bilan boshqariladi.

Apoptoz - bu genetik jihatdan dasturlashtirilgan hujayra o'limi bo'lib, hujayralarni "ehtiyotkorlik bilan" qismlarga ajratish va olib tashlashga olib keladi. Ushbu faol jarayonning morfologik belgilari hujayra membranasidagi o'zgarishlar (apoptotik tanachalar deb ataladigan

pufakchalarning "bo'shashishi"), hujayra yadrosining parchalanishi, xromatinning siqilishi va DNKning parchalanishi. Apoptozga uchragan hujayralar makrofaglar va boshqa fagotsitar hujayralar tomonidan tan olinadi va tezda yo'q qilinadi. Apoptoz vaqtida yallig'lanish jarayoni rivojlanmasligi juda muhimdir. Hujayra nobud bo'lishining yana bir turi nekroz apoptozdan farq qiladi, chunki u hujayra membranasining kimyoviy omillar yoki fizik omillar ta'sirida shikastlanishi natijasida rivojlanadi. Nekrozda zararlangan hujayralar shishib, keyin lizisga uchraydi; bu holda ko'pincha yallig'lanish jarayoni rivojlanadi. Apoptoz yordamida ma'lum bir to'qimadagi hujayralar hajmi yoki aniqrog'i soni tartibga solinadi. Bu, ayniqsa, tez ko'payadigan hujayralar, masalan, gematopoetik tizim hujayralari yoki jigar gepatotsitlari uchun to'g'ri keladi. Apoptoz orqali tana keraksiz yoki "sarflangan" hujayralardan xalos bo'ladi, masalan, embrion rivojlanish davrida, asab tizimining shakllanishi va immunitet reaktsiyasi paytida. O'zgartirilgan hujayralar apoptoz orqali yo'q qilinadi, masalan, kanserogen degeneratsiya, virusli infektsiya yoki nurlanish holatida DNKning qaytarilmas shikastlanishi. Apoptozning misoli - quyosh yonishi paytida terining qobig'i.

B. Apoptozni tartibga solish

Apoptoz turli signal yo'llaridan foydalanadigan tashqi signallar tomonidan qo'zg'atiladi; bu yo'llarning aksariyati aslida apoptozni qo'zg'atadi, ammo ba'zi yo'llar uni to'sib qo'yadi.

O'simta nekrozi omili [α -TNF α] TNF 1-toifa retseptorlari bilan bog'lanadi va apoptozni qo'zg'atadi. Interleykin-1 β -konvertaz (IC) bilan bog'liq sistein proteinazalari apoptozni tartibga solishda markaziy rol o'ynaydi. Ushbu proteinazlarning TNF retseptorlari orqali faollashishi oqsil-oqsil o'zaro ta'sirining ko'p bosqichli jarayoni sifatida sodir bo'ladi, deb taxmin qilinadi. IR-o'xshash proteinazalar poli(ADP-ribosil) polimeraza (PARP), sn-ribonukleoprotein kompleks oqsillari, lamin (yadro membranasini oqsili) va boshqa oqsillarni maxsus ravishda parchalaydi. Proteoliz natijasida o'zgargan bu oqsillar apoptoz jarayonini qo'zg'atadi.

Qo'shni hujayralar hujayra membranasining oqsili bo'lgan Fas liganddan signal xuddi shunday tarzda amalga oshiriladi. Trimer ko'rinishidagi Fas ligand Fas retseptorlari bilan bog'lanadi. Keyin, TNF retseptorlari bilan o'xshash tarzda, signal sistein proteinazlariga uzatiladi. TNF va Fas-maxsus retseptorlari uchun xarakterlidir, ular hosil bo'lishi bilan faollashadi. oligomerlar.

Signalning manbai hujayra yadrosi ham bo'lishi mumkin. Shunday qilib, p53 oqsili, o'simtani bostiruvchi genning mahsuloti bo'lib, u sistein proteinazlarini ham faollashtiradi, tuzatib bo'lmaydigan DNK sinishi (DNK) orqali faollashishi mumkin. Hujayra tomonidan p53 oqsilining yo'qolishi o'simta o'sish tezligining oshishiga olib keladi.

Apoptozni faollashtiradigan signallarga apoptozni bloklaydigan boshqa signallar qarshi turadi. Bunday signal bcl-2 oqsili yoki tegishli oqsillar bo'lishi mumkin. Ushbu oqsilning geni ba'zi viruslar genomida mavjud. Ushbu gen mahsulotidan foydalanib, viruslar apoptoz orqali xost hujayraning erta o'limini oldini oladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Abdulov I.A., Xalbekova X. Hujayra biologiyasi. Asboblar to'plami. Toshkent, 2019. 250 b.
2. Badalxo'jaev I., Madumarov T. Sitologiya. Qo'llanma. Andijon, 2019. 252 b.
3. Badalxo'jaev I. Sitologiyadan amaliy mashg'ulotlar. Qo'llanma. Andijon, 2021. 190 b.
4. Badalxo'jaev I. Sitologiyadan ma'ruza matnlari. Qo'llanma. Andijon, 2021. 160 b.
5. Karp G. Hujayra va molekulyar biologiya. AQSH, 2013. - B. 850.
6. Chentsov Yu.S. Hujayra biologiyasiga kirish. M., Moskva davlat universiteti, 2014. II.
7. Zokirov, I. I., Xusanov, A. K. va Kuranov, A. D. (2019). Markaziy Farg'ona sabzavot va poliz ekinlari hasharotlarining faunistik tahlili. ILMIIY XABARNOMA, 45.
8. Xusanov, A. K., Sobirov, O. T., & Shakarboev, E. B. (2018). O'rta Osiyoning janubi-sharqidagi tollarning so'ruvchi zararkunandalari (Insecta, Homoptera). Rossiya parazitologiya jurnali, 12(4).
9. Axmedov, M. X., & Xusanov, A. K. (2017). O'rta Osiyoda qayin shirasi (Homoptera, Aphidinea) faunasi, yashash muhiti xususiyatlari va tarqalishi. Rossiya parazitologiya jurnali, (2 (40)).
10. Xusanov, A. K., Sabirov, O., G'ulomiddinov, A., Olimova, M., & Kuranov, A. (2019). Manzarali o'simliklarning koksidlari (Homoptera, Coccinea) turlarining tarkibi va ularning o'ziga xos sabablari. Ilmiy konferensiyalar xabarnomasida (1-1, 113-115-betlar). MChJ konsalting kompaniyasi Ucom.
11. Xusanov, A. K., Sabirov, O. T., & Yaxshiboeva, G. O. (2018). Sharqiy Farg'ona sharoitida yumshoq to'qmoqli hasharotlar (Coccushesperidum L.)ning morfobiologik xususiyatlari. Ta'lim va fanning dolzarb masalalarida (167-169-betlar).
12. Axmedov, M. X., & Xusanov, A. K. (2011). Qayin shirasi (Homoptera, Aphidinea), ularning biologiyasi va Markaziy Osiyoda tarqalishi. Tabiiy va muhandislik fanlari, (2), 106-110.
13. Xusanov, A. K., Juraev, M. S., Qobiljonova, G. M., Nizomov, J. (2021). SHARBLARNI IXTISOSLASHTIRISH VA KOEVOLUTSIYASI HAQIDA OZIQ-OVQAT O'SIMLARI (HOMOPTERA, APHIDINEA). Nazariy va amaliy fanlar,

(4), 52-57.

14. Xusanov, A. K. (2020 yil, avgust). HASAROTLARDA KOEVOLUTSIYA

Emoptera-Proboscis (INSECTA, HOMOPTERA). "Jahon ilm-fani rivojlanish dinamikasi" 12-xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasida (5-7 avgust, 2020-yil) Perfect Publishing, Vankuver, Kanada. 2020. 430 b. (377-bet).

15. Xusanov, A. K., Sabirov, O., Olimova, M., G'ulomiddinov, A., & G'ulomov, A. (2019). Ajinli psevdoshkali hasharotlarning bioekologik xususiyatlari haqida (*Eulecanium rugulosum* Arch.). Ilmiy konferensiyalar xabarnomasida (1-1, 115-117-betlar). MChJ konsalting kompaniyasi Ucom.

16. Dzhumanova NE, Nazarova FS PROBABLE NEGATIVE IMPACT OF GENETICALLY MODIFIED PRODUCTS ON HUMAN HEALTH // *Thematics Journal of Botany*. - 2022. - T. 6. - No. 1.

17. Djumanova N.E. Maturation and Reproduction of African Catfish in Recirculated System in Uzbekistan Environments // *Texas Journal of Agriculture*. - 2023. №1.p.1-3.

18. Djumanova N. E. et al. CAUSES AND METHODS OF PREVENTION OF CERVICAL CANCER // *Proceedings of International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences*. - 2024. - T. 3. - №. 3. - C. 115-126.

19. Djumanova N. E., Norbekovich T. B., Shavkatovna A. C. CERVICAL CANCER CAUSES AND PREVENTION METHODS // *Proceedings of International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences*. - 2024. - T. 3. - №. 3. - C. 127-137.

20. Djumanova N. E., Sheraliyevich O. A., ODDIY GIJJA (OSTRITSA) NING MORFOLOGIK TUZILISHI, ENTEROBIOZNING SIMPTOMLARI, DIAGNOSTIKASI VA DAVOLASH USULLARI HAQIDA // *Научный Фокус*. - 2024. - T. 1. - №. 11. - C. 347-348.

21. Djumanova N. E., Qaxramon o'g'li A. N. SALTING OF SUCKERS AND THE DISEASES THEY CAUSE LIVERWORM // *World Bulletin of Public Health*. - 2023. - T. 21. - C. 82-85.

22. DJumanova N. E. et al. CHANGES IN THE MORPHOLOGICAL AND MORPHOMETRIC PARAMETERS OF THE GASTRIC WALL IN POLYPRAGMSS WITH ANTI-INFLAMMATORY DRUGS // *World Bulletin of Public Health*. - 2023. - T. 22. - C. 160-164.

23. Djumanova N. E., Muradullayeva B. K. Muscular Dystrophy Disease, Symptoms, Diagnosis, Heritability and Treatments // *Central Asian*

Journal of Medical and Natural Science. – 2023. – Т. 4. – №. 2. – С. 525-527.

24. Toshmamatov B. N. CHANGES IN THE MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF THE GASTRIC MUCOSA AND THE BASE OF THE GASTRIC MUCOSA OF WHITE RATS IN POLYPRAGMA //Proceedings of International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences. – 2024. – Т. 3. – №. 5. – С. 162-171.

25. Тошмаматов Б. Морфологическая характеристика морфометрических параметров слизистой оболочки желудка при полипрагмазии противовоспалительными препаратами //Каталог диссертаций и авторефератов. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 3-119.

26. Toshmamatov B. N., Sh J. T., Xudoyberdiyev D. K. Morphological Characteristics Of Morphometric Parameters Of The Gastric Mucosa In Polypragmasia With Anti-Inflammatory Drugs. – 2022.

27. Toshmamatov B. N. EFFECT OF NON-STEROIDAL ANTI-INFLAMMAYORY DRUGS ON THE MUCOUS MEMBRANE OF THE STOMACH IN EXPERIMENTAL CHRONIC ATROPHIC GASTRITIS //YANGI O'ZBEKISTONDA MILLIY TARAQQIYOT VA INNOVASIYALAR. – 2022. – С. 118-120.

28. Toshmamatov B.N. and coavt. Macroscopic structure of the ileocecal flap in rabbits // International Scientific and Practical Conference “World Science. - POCT, 2017. - С. 5. - No. 5. - С. 58-59.

29. Toshmamatov B.N. and coavt. Macroscopic structure of the ileocecal foramen of rats and rabbits in postnatal ontogenesis // International Scientific and Practical Conference “World Science. - POCT, 2018. - No. 3. - No. 5. - С. 53-54.

30. Toshmamatov B.N. Morphological changes in the stomach with polypharmacy Home page of Science LLC Received 04/04/2021 Received 04/20/2021

31. Toshmamatov B.N., Teshaeв Sh.J., Khudoyberdiev D.K. Consequences of polypharmacy with anti-inflammatory drugs on the morphology of the stomach wall Problems of Biology and Medicine 2022, No. 1 (134) C.157-164

32. Toshmamatov B.N., Teshaeв Sh. J., Khudoyberdiev D.K., Morphological structure of the gastric mucosa in polypharmacy with anti-inflammatory drugs 0, January 2022, pages 32-38

33. Toshmamatov B.N., Teshaev Sh. J. Changes in the morphological structure of the mucous membrane in polypharmacy. (2021). American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research, 3 (08), 51–57.

34. Toshmamatov B.N., Teshaev Sh.J., Khudoyberdiev D.K. Changes in the morphological parameters of the gastric mucosa and the base of the gastric mucosa of squirrels with polypharmacy. Problems of biology and medicine 6. 2022, №3 (136) C.190 -195

35. Teshaev Sh.Zh., B.N. Toshmamatov Histological changes in the stomach during treatment with nosteroid drugs Problems of biology and medicine 2 (34) 2021 / S.260-264

36. Tashmamatov B.N. Morphometric parameters of the gastric mucosa in polypharmacy on anti-inflammatory drugs 9 (47) 2022. A new day in medicine. C.187-195

37. Toshmamatov BN et al. Macroscopic structure of the ileocecal valve in rabbits. //International Scientific and Practical Conference World science. - ROST, 2017. - Vol. 5. - No. 5. - S. 58-59.

38. Toshmamatov B. N. et al. Macroscopic structure of the ileocecal orifice in rabbits and rats in postnatal ontogenesis //International Scientific and Practical Conference World science. - ROST, 2018. - Vol. 3. - No. 5. - S. 53-54.

Axborot manbalari

1. <http://www.bio.bsu.by/phha/>
2. <http://www.ziyonet.uz> 3. <http://www.pedagog.uz>.
4. <http://kutubxona.adu.uz/>

SamDTU 2024-yil 27-mart kuni bo'lib o'tgan

8-son Ilmiy kengash bayonnomasidan

KO'CHIRMA

Qatnashganlar: Ilmiy kengash majlisi raisi universitet rektori, professor J.A. Rizayev. Ilmiy Kengash a'zolari, barcha kafedra mudirlari va kurs rahbarlari (jami 248 kishi).

KUN TARTIBI:

5. Har xil masalalar.

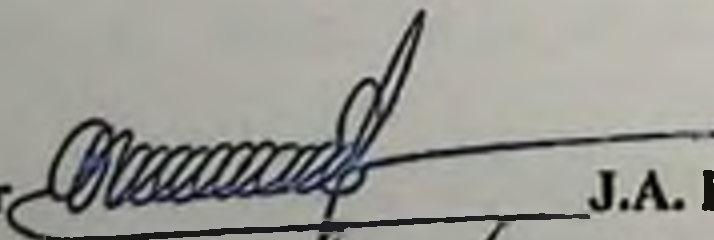
Samarqand davlat tibbiyot universiteti xodimlari F.Sh. Nazarova, N.E. Jumanova, PhD B.N. Toshmamatovlar tomonidan tayyorlangan «Sitologiya asoslari» nomli o'quv qo'llanmani tasdiqlash va chop etishga ruxsat berish.

Taqrizchilar: t.f.d., professor M.A. Yuldashov, t.f.n., dotsent E.U. Xusanov.

ILMIY KENGASH QARORI:

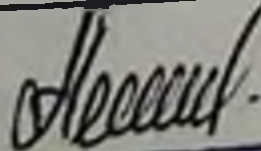
Samarqand davlat tibbiyot universiteti xodimlari F.Sh. Nazarova, N.E. Jumanova, PhD B.N. Toshmamatovlar tomonidan tayyorlangan «Sitologiya asoslari» nomli o'quv qo'llanma tasdiqlansin va chop etishga ruxsat berilsin.

Ilmiy kengash raisi, professor

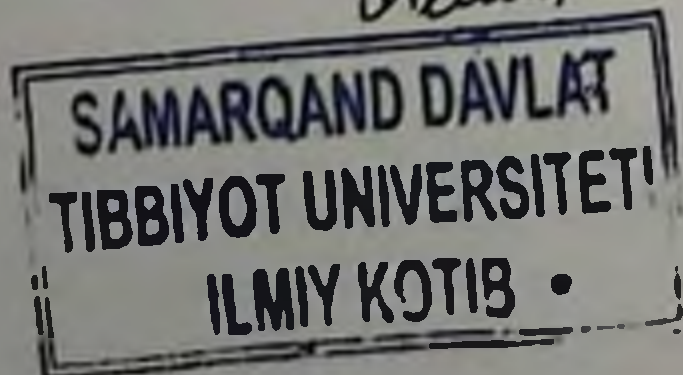


J.A. RIZAYEV

Ilmiy kengash kotibi, dotsent



U.U. OCHILOV



O'QUV ADABIYOTINING NASHR RUXSATNOMASI

Samarqand davlat tibbiyot universitetining
20 24 yil "29" mart dagi "A/F 140"
-sonli buyrug'iga asosan

F.Sh. Nazarova, N.E. Jumanova, B.N. Toshmamatov

(muallif ismi sharifi)

(ta'lim yo'nalishi (mutaxassisligi))

Tibbiyot oliy ta'lim muassasalari

ning

talabalari (o'quvchilari) uchun tavsiya etilgan

Sitologiya asoslari

(o'quv adabiyotining nomi va turi, darslik, o'quv qo'llanma)

O'quv qo'llanma

ga

O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash
vazirligi Samarqand davlat tibbiyot universiteti
tomonidan litsenziya berilgan nashriyotlarda nashr
etishga ruxsat berildi.



REKTOR:

[Signature] .RIZAYEV



Ro'yxatga olish raqami

G/000235-2024

Nazarova F.Sh., DJumanova N.E., Toshmamatov B.N.

SITOLOGIYA ASOSLARI

Ta'lim sohasi – Sog'liqni saqlash – 910 000

“Tibbiy biologiya va genetika” fanidan

SITOLOGIYA ASOSLARI

60910200 – Davolash ishi

60910300 – Pediatriya ishi

ta'lim yo'nalishlari uchun o'quv - qo'llanma

“ARTEX NASHR”

Mas'ul muharrir — Madina Mirzakarimova

Musabbih — Madina Mirzakarimova

Texnik muharrir — Raxmonov Shohimardon

Dizayner va sahifalovchi — Raxmonov Shahzod

“ARTEX NASHR” bosmaxonasida chop etildi.

Alisher Navoiy ko'chasi 186 - uy

Bosishga 27.03.2024 ruxsat etildi. Bayonnoma raqami: 8

Bichimi 60x841/16. "Times New Roman" garniturasida. 9.77 bosma taboq.

Adadi: 200 nusxa. Buyurtma raqami: 8 / 04.05.2024

Tel: (97) 897-80-00



Nazarova F.Sh. Samarqand davlat tibbiyot universiteti Tibbiy biologiya va genetika kafedrasida katta o'qituvchi



Djumanova N.E. Samarqand davlat tibbiyot universiteti Tibbiy biologiya va genetika kafedrasida katta o'qituvchi



Toshmamatov B.N. Samarqand davlat tibbiyot universiteti Odam anatomiya kafedrasida v.v.b. dotsent



9 789910 903922