

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

Q.DAVRANOV, B.ALIQULOV

NANOBIOTEXNOLOGIYA ASOSLARI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan oliy o'quv yurtlarining biotexnologiya mutaxassisligi
magistrantlari uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya qilingan*

TOSHKENT – 2015

SO‘Z BOSHI

Nanobiotexnologiya sohasidagi ishlanmalar molekular biologiya, hujayra biologiyasi, rivojlanish biologiyasi, genetika, mikrobiologiya va molekular biotexnologiya fanlarining yutuqlari asosida yaratiladi. Oliy ta'limni biologiya yo'nalishida bilim olayotgan magistrlar yuqorida keltirib o'tilgan sohalarni eskirgan yutuqlari bilan tanishishlari uchun yetarli soatlar ajratilmagan. Demak, nanobiotexnologiya fanining mohiyatiga yetib borish, talabalarga bazaviy bilimlarni eslashni taqozo qilib, ushbu o'quv qo'llanma strukturasi va uning mazmunini belgilashda ba'zi bir chegaralanishlarga olib keldi.

Yuqoridagi muammoli tadbirlarni ijobiy o'tkazish maqsadida qo'llanmani har bir bobida, shu bobga tegishli ma'lumotlarni o'zlashtirishni osonlashtirish uchun kerakli bo'lgan ma'lumotlarni keltirish va shundan keyingina nanobiotexnologiyalar haqida zamonaviy, fundamental va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan axborotlar bayon etildi. Talabalarga yengillik tug'dirish maqsadida har bir bobning nihoyasida, shu bobga aloqador bo'lgan atamalar lug'ati, o'zlashtirish darajasini aniqlash uchun savollar hamda tegishli masalalar keltirildi.

Bunday yondashish hamda ushbu qo'llanmani tayyorlash barobarida foydalanilgan materiallarga izoh berish uslubiyati quyidagicha belgilandi:

birinchidan, nanotexnologiyalar yaratilishiga asos bo'lgan biologik hodisalar va jarayonlarni talabalarga chuqur tushuntirib berish;

ikkinchidan, muayyan nanobiotexnologiyalarni yaratishda ishtirok etgan olimlar va muhandis texnik xodimlarning fikrlarini chuqurroq tushunish;

uchinchidan, talabalarda nanobiotexnologik yangi jarayonlar yaratishga va ilmiy-amaliy tadqiqotlar olib borishga ishtiyoq uyg'otish;

to'rtinchidan, har bir talabada tadqiqotchilik, konstruktorklik, loyiha yaratuvchanlik, manbalarni qayta qurish (yaratish) hissini uyg'otishga sabab bo'ladi degan umiddamiz.

Yuqoridagi masalalarni hal qilish, fikrimizcha an'anaviy o'qitish usullariga qaraganda mazmunliroq bo'lib ko'rindi. Quyilgan 4 ta masalalarga javob beraoladigan darajada o'quv qo'llanmada keltirilgan ma'lumotlar nanobiotexnologiyalarda yaratilgan, ya'ni yaratilayotgan

tirik sistemalarning tuzilishi ierarxik darajasiga mos ravishda joylashtirib chiqildi.

Qo'llanma biopolimerlarning molekularini molekular darajasiga izoh berishdan boshlangan va bu masalalar qo'lingizdagi qo'llanmani 2-4 chi boblaridan o'rin olgan. Keyingi 5-8 chi boblarda nadmolekular (subhujayra), hujayra, to'qima va organizm darajalaridagi nanobiotexnologiyalar muhokama qilindi. Oxirgi 9 chi bobda nanobiotexnologiyaga eng kerakli bo'lgan amaliy tarmoq-nanobiotexnologiya yutuqlaridan tibbiyot amaliyotida foydalanishga oid materiallar muhokama qilingan.

KIRISH

XXI asrni biologiya asri deb e'lon qilinishini talab qilib chiqqan olimlarni fikriga ko'ra, biz yashab turgan bu asr yoki biologiya asri bo'lishi kerak yoki u insoniyatni yo'qolish asriga aylanib qolishi mumkin! Ammo XXI asrni oxirgi 10 yilliklarida xitob qilingan «fiziklar asri», estafeta tayoqchasini «biologlar asriga» uzatish lozim degan fikrlari hozircha o'z yechimini topgani yo'q. Oldimizda turgan 30-40 yillarda insoniyat uchun katastrofa bo'lib xizmat qila oladigan darajada 4 ta eng katta xavfni kirib kelayotganligi haqida fikr qilinsa, odamni yuragi orqaga tortib ketishi muqarrar. Xo'sh bu xavfli katastrofalar nimalardan iborat?

1. Infeksiya bilan aloqador bo'lgan immun sistemasini pasayib ketish xavfi. XX asrni o'rtalariga kelib, ishlab chiqarila boshlagan va juda keng ishlatilgan antibiotiklar ikki muammoni paydo bo'lishiga olib keldi: a) antibiotiklar ta'siridan zarar ko'rgan bakteriyalar o'rmini, ulardan ko'ra xavfliroq bo'lgan viruslar egallab olishdi; b) XX asrni oxiriga kelib, insoniyatga keng miqyosda hujumga o'tib olgan viruslarga har xil sabablarga ko'ra antibiotiklar ta'siridan tirik qolgan, ularni ta'siriga o'rganib qolgan bakteriyalarni maxsus antibiotiklarga rezistent bo'lib qolgan shtammlari kelib qo'shildi. Bakteriyalarning chidamliligini oshishiga odamlarni o'zlari yordam qildilar. Chunki, ko'pchilik insonlar antibiotiklar ishlatish zarur bo'lmagan holatlarda ham ulardan foydalandilar, foydalanilganda ham noto'g'ri foydalanadigan bo'lib qoldilar. Shu tarzda bir tomondan juda keng miqyosda (butun sayyoramiz bo'ylab desak ham xato bo'lmaydi) bakteriyalarni antibiotiklarga bo'lgan shtammlarini seleksiyasi amalga oshirildi, ikkinchi tomondan esa, odam o'z organizmini immun himoya tizimini kuchsizlanishiga sabab bo'ldi.

2. Oziq-ovqat katastrofasini sodir bo'lish belgilari. Biz yashab turgan davrda sayyoramizda 1 mlrd dan ko'proq odamlar ochlikdan, tabiat, evolutsiya ularni ovqatlanishga o'rgatib qo'ygan mahsulotlarni yetishmasligidan zahmat tortmoqdalar. Agarda, sayyoramizdagi butun botqoqliklarni quritib, bugungi cho'llarga suv chiqarib, ularni o'zlashtirib, ekin ekib, hosil ko'tarib, oziq-ovqat mahsulotlari

tayyorlanganda ham, yaqin 40-50 yilda bu katastrofa yana insoniyat oldida gavdalanadi.

3. Onkologik katastrofa. Bu muammo XX asr davomida kam harakatli faoliyat olib borish, kaloriyalik ovqatlanishni strukturasi va rejimi yo'qligi, doimiy stress holatda hayot kechirish va boshqa ko'plab sabablar insoniyatga hujum qilishga tayyorgarlik ko'rishi natijasida paydo bo'ldi. O'tgan asr davomida onkologik kasalliklar bilan kasallanish 9 marotabaga oshdi va shunday shiddat bilan davom etmoqdaki, biz yashab turgan asrni o'rtalariga kelib, rak kasalliklari tufayli odamlarni boshiga qirg'in kelish xavfi borligi bashorat qilinmoqda.

4. Global ekologik katastrofa. Ko'p olimlar bu muammo qochib ham bo'lmaydigan katastrofaga olib kelishini xitob qilmoqdalar. Faqatgina uni kirib kelish vaqtigina muhokama qilinmoqda xolos. Atrof-muhitga inson faoliyati bilan bog'liq bo'lgan ta'sir, me'yoridan 10-12 marotaba oshib ketgan. Biosfera o'zini-o'zi boshqarish va o'zini-o'zi tiklash xususiyatini qayta tiklab bo'lmaydigan darajada yo'qotib bormoqda.

Faqatgina biologik tadqiqotlarni juda tezkorlik bilan, har tomonlama o'ylab olib borilishigina, insoniyat oldida turgan bu katastrofalarni butunlay oldini ololmasa ham, uni biroz orqaga surish imkonini beradi. Bunday burilish tibbiyotda, qishloq-xo'jaligida, tabiatdan foydalanishda, atrof-muhit muhofazasida juda katta yutuqlarni ta'minlashga qodir bo'lishi kerak. Biologik tadqiqotlarda kutiladigan bunday burilishni nanobiologiya va nanobiotexnologiya ta'minlansa ajab emas.

Nanotexnologiya deganda, nanostrukturalar (nanotuzilmalar) yordamida manipulatsiya qilishga asoslangan fundamental texnologiyalar tushuniladi. Nanostrukturalar— kattaligi 1 nmdan 100 nmgacha bo'lgan manbalar (obyektlar)dir ($1\text{nm}=10^{-9}$). Nanomasshtab o'ziga xos bo'lgan xususiyatga ega. Chunki, nanodunyoni materiallarini fundamental xossalari, ularni o'lchamiga bog'liq bo'ladi. Bunday xususiyat boshqa, ulardan ko'ra kattaroq bo'lgan obyektlarga xos emas.

Molekular darajada molekular komplekslarni xususiyatlari bilan belgilanadigan yangi xossalalar paydo bo'ladi. Bu xossa va xususiyatlarni tushunish, ularni o'rganish hamda nazorat qilish imkoniyati bir dunyo funksional molekular qurilmalar va texnologiyalarni ochilishiga sabab bo'ladi.

Nanotexnologiyaning yutuqlaridan biologiyada foydalanish — yangi yo'nalish, nanobiotexnologiyani paydo bo'lishiga olib keldi.

Nanobiotexnologiya – nanotexnologiyani bir qismi bo‘lib, u nanobo‘lakchalarni tirik sistemaga ta’sirini o‘rganish hamda biologik nanostrukturalarni, nanohodisalar va nanojarayonlarni modellashtirish, ularni eksperimental biologiya, tibbiyot, ekologiya, qishloq xo‘jaligi va iqtisodiyotning boshqa tarmoqlarida ishlatish usullarini yaratish bilan shug‘ullanadi. Hozirgi vaqtga kelib, nanobiotexnologiyalarni yaratish va rivojlantirishni uchta asosiy yo‘nalishi shakllandi.

Birinchi yo‘nalish – laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitida tirik sistemaning nanohodisalari va nanomexanizmlarini modellashtirish va ularni qayta tiklash masalalari bilan shug‘ullanadi.

Ikkinchi yo‘nalish – tirik organizmlar ishtirokida nanobo‘lakchalar va nanomashinalar yaratish bilan shug‘ullanadi.

Uchinchi yo‘nalish – nanostrukturalar va nanojarayonlarni tirik organizmga kiritish bilan shug‘ullanadi va tirik organizmlarni o‘rganish, ularni holatini diagnoz qilish va davolashni o‘z oldiga maqsad qilib qo‘yadi.

Ushbu kursning asosiy maqsadi – talabalarga nanobiotexnologiyaning biologik tadqiqotlarda, tibbiyot, ekologiya, qishloq xo‘jaligi va sanoatning har xil tarmoqlarida ishlatilib kelinadigan usullarning mohiyatini tushuntirish hamda eng istiqbolli va haqiqiy (original) nanobiotexnologik usullar yaratish yo‘llarini o‘rganishdan iborat.

1-bob. NANBIOTEXNOLOGIYA – BIOLOGIYANING RIVOJLANISHINI YANGI BOSQICHI

Reja:

1. Tirik sistemalarning tuzilishini ko'p bosqichliligi.
2. «Nanostrukturalar», «nanohodisalar», «nanolarayonlar» va «nanotexnologiyalar» tushunchasi.
3. Tirik sistemalarni molekular va subhujayra tuzilishi – nanodunyo darajasi sifatida.
4. Nanodunyoni o'rganishda ishlatiladigan mikroskoplar.
5. Nanobiotexnologiyani rivojlanishining asosiy yo'nalishlari.

1. Tirik sistemalarning tuzilishini ko'p bosqichliligi

Tirik tabiatni evolutsiyasi davomida tirik sistemalarni ierarxiyasi (bir-biriga qaramlilik, tabiiylik) shakllandi. Bu tirik organizmlarni tuzilishini ko'p bosqichliligida namoyon bo'ladi. Yuqoriroq darajadagi hayotiy jarayonlar o'zidan past bo'lgan darajadagi strukturalar bilan ta'minlanadi.

Tiriklikni har bir bosqichi o'zini struktura – funksional birligi bilan xarakterlanadi. Bu birlikni sistemani tarixiy o'zgarishi muayyan darajada evolutsion jarayonlarni mohiyatini aniqlab beradi. Har bir bosqichda hayotni asosiy xususiyatlari namoyon bo'ladi. **Bu bosqichlar va ularni o'ziga xos xususiyatlari nimalar?**

Tiriklikni **boshlang'ich bosqichi** (eng chuqur bosqichi) molekular bosqich hisoblanadi. Bu bosqichni struktura - funksional birligi bo'lib, biomolekula (1-rasm) yoki biopolimerlar (nuklein kislotalar, oqsil moddalar, polisaxaridlar molekulari) hisoblanadi. Bu bosqichda hayot va faoliyatni eng muhim jarayonlari amalga oshadi: irsiy axborotlarni saqlanishi va uzatilishi, modda va energiya almashinuvi, nafas olish va boshqalar. Biomolekulalardan nadmolekular strukturalar shakllanadi.

Subhujayrali bosqich (darajasi) molekular va hujayra bosqichlari (1-rasm) orasidagi o'tuvchi bosqich hisoblanadi. Bu bosqichning birligi – tirik sistemaning nadmolekular strukturalari hisoblanadi (elementar biologik membrana, organoidni sub bo'lakchalari, organoidlar). Bu bosqichda sodir bo'ladigan hayotiy jarayonlarda namoyon bo'ladi.

Hujayra bosqichi (darajasi) – hujayralarga mustaqil organizmlar (bakteriyalar, sodda hayvonlar) hamda ko'p hujayrali organizmlarni hujayralari sifatida qarash bosqichi hisoblanadi. Hujayralar biosintez, oziqlanish, nafas olish, rivojlanish, ko'payish kabi xususiyatlarga ega bo'lganligi tufayli, ular tirik tabiatni tashkil bo'lishida asosiy struktura bo'lib xizmat qiladi (1- rasm).

To'qima bosqichi. Bu bosqich evolutsiya jarayonida ko'phujayralik va hujayralarni spetsializatsiyasi (differensiatsiyasi) paydo bo'lganligi sababli kelib chiqdi. Uning struktura - funksional birligi – to'qima. To'qima – kelib chiqishi, funksiyalari, joylanishi va ko'p holatlarda tuzilishi ham bir xil bo'lgan hujayralarni hamda ularni hosilalarini to'plami hisoblanadi. To'qima darajasida (bosqichida) yangi hosil bo'lgan hujayralarni spetsializatsiyasi, hujayradan tashqaridagi strukturalarni shakllanishi, rivojlanishi, faoliyat ko'rsatishi va to'qimalarni regeneratsiyasi (qayta tiklanishi) sodir bo'ladi.



1-rasm. Hayotni tashkil bo'lish bosqichlarining molekular (o'ngda), subhujayraviy (o'rtada) va hujayraviy (chapda) ko'rinishidagi biologik strukturalari.

Organ bosqichi (darajasi) – murakkab ko'p to'qimali tirik sistema ekanligi bilan xarakterlanadi. Bu bosqichni struktura-funksional birligi – organ. Organ – organizmni bir bo'lagi bo'lib, u ma'lum shaklga ega va o'ziga spetsifik bo'lgan funksiyani bajaradi (2-rasm). Organlar birinchi navbatda, umumiy funksiyaga yoki organizmdagi biologik roliga qarab,

organlar sistemasini (tizimini) tashkil etladi. Tiriklikni sistema darajasidagi organizatsiyasining (ko'rinishining) struktura-funksional birligi organlar sistemasi hisoblanadi. O'z navbatida biologik roli yoki funksiyasi o'xshash bo'lgan organlarni bir-biri bilan bog'laydi. Xuddi mana shu tartibda, organizmda qon aylanishi ta'minlanadi. Qon aylanish sistemasi yurak, qon-tomirlar kabi organlardan tashkil topgan.



2- rasm. Hayotni tashkil bo'lishini to'qima (mushak tolalari), organ (mushaklar) va sistemali (mushak sistemasi - skelet muskulaturasi) darajadagi biologik strukturalari.

Organizm (daraja) bosqichining vakili – tirik organizmlar hisoblanadi. Bu bosqichning struktura-funksional birligi sifatida tirik organizm hayotni barcha ko'rinishi va xususiyatlari namoyon bo'ladi. Bu bosqichda organizmni o'sishi va rivojlanishi, tashqi muhit omillari ta'siriga moslashuvi, xuddi yagona bir butunday namoyon bo'ladi.

Populatsion (daraja) bosqich. Bu bosqichni evolutsion jarayonga kiritilgan vakili sifatida mustaqil hayot kechiruvchi organizmlarni minimal guruhi xizmat qiladi va ularni populatsiyalar deb yuritiladi. Bu bosqichni struktura funksional birligi – populatsiya bo'lib, bir vaqtning o'zida u evolutsiyaning elementar birligi ham hisoblanadi. Alohida organizmlarni populatsiyaga to'planishi, ularni moslashuvini yashab qolishlarini, ko'payishini, umuman olganda evolutsiyadagi o'rnini ta'minlaydi.

Tur (darajasi) bosqichi – mustaqil yashovchi organizm (osob) larni populatsiyadan keyingi, ulardan baland turadigan uyushmasi – biologik turlar hisoblanadi. Populatsiyalar qatori tur – tabiatda mikroevolutsiya jarayonini nihoyasiga yetkazadi.

Tirik sistemalarning tuzilishini ko'p bosqichliligi

Tiriklik bosqichlari	Struktura– funksional– birligi	Amalga oshadigan jarayonlar
Molekular	biomolekula yoki biopolimerlar nadmolekular strukturalar	Irsiy axborotlarni saqlanishi va uzatilishi, modda va energiya almashinuvi, nafas olish
Subhujayrali	biomembrana; organoidlarni subbo'lakchalari	Hujayralarni o'sishi, ko'payishi, ixtisoslanishi, organoidlarni o'sishi va yemirilishi
Hujayra	bakteriyalar, eng soddalar, ko'p hujayrali organizmlarni hujayralari	Biosintez, oziqlanish, nafas olish, rivojlanish, ko'payish. Ular tirik tabiatni tashkil bo'lishida asosiy struktura bo'lib xizmat qiladi.
To'qima	to'qima	Yangi hosil bo'lgan hujayralarni spetsializatsiyasi, hujayra tashqarisidagi strukturalarni shakllanishi, rivojlanishi, funksiyasi va to'qimalarni regeneratsiyasi sodir bo'ladi.
Organ	organ	Organizmi bir bo'lagi. Ma'lum shaklga ega, funksiyasiga qarab organlar sistemasini hosil qiladi. (qon aylanishi: yurak qon-tomirlari).

Sistema	organlar sistemasi	Biologik vazifasi bir xil bo'lgan organlarni bir-biriga bog'laydi.
Organizm	tirik organizmga xos bo'lgan hayotni barcha ko'rinishi va xususiyatlari	Organizmni o'sishi, rivojlanishi, moslashuvi
Populatsiya	Evolutsion jarayondan o'rin olgan mustaqil hayot kechiruvchi organizm (osoblar) ni minimal guruhi-populatsiyalar	Organizmlarni populatsiyaga to'planishi, ularni moslashuvini, yashab qolishlarini, ko'payishi va evolutsiyadagi o'rini belgilaydi.
Tur	Mustaqil organizmlarni populatsiyadan keyingi bosqichi	Mikroevolutsiya jarayonini nihoyasiga yetkazadi.
Biotsenotik	Biotsenoz (har xil turlarni bir-biriga o'zaro bog'liq bo'lgan hamjamiyati)	Evolutsiyada biogeotsenozlar (ekosistemalar) ulardan shakllangan.
Biosfera	Biogeotsenoz – bir-birlari bilan o'zaro bog'liq bo'lgan organizmlar atrof-muhitni abiotik omillari.	Tirik materiyani eng yuqori darajadagi uyushmasi modalarni va energiyani barcha ko'rinishdagi almashinuvi, yagona (global) biosferaga birlashgan.

Biotsenotik daraja (bosqich) ni struktura - funksional birligi har xil turlarni o'zaro bir-biriga bog'liq bo'lgan hamjamiyati – biogeotsenozlar (ekosistemalar) shakllangan.

Biogeotsenoz – bir-birlari bilan o‘zaro bog‘liq bo‘lgan organizmlardan (biogeotsenozlardan) tashqari, atrof-muhitni abiotik omillarini ham o‘ziga qo‘shib oladi.

Biosfera (darajasi) bosqichi (struktura-funksional birligi biosfera) tirik materiyani eng yuqori darajadagi uyushmasi hisoblanadi. Bu bosqichda moddalarni va energiyani barcha ko‘rinishdagi (biogeotsenotik) almashinuvi, yagona biosfera (global) almashinuvga birlashadi.

2. «Nanostrukturalar», «Nanohodisalar», «Nanojarayonlar» va «Nanotexnologiyalar» tushunchasi

Nanostrukturalar – kattaligi (o‘lchami) 1 dan 100 nanometrgacha bo‘lgan obyektlar (manbalar). (Nanometr – metrni milliarddan bir bo‘lagi, 10^{-9} m). Nanostrukturalar nafaqat insonlar yaratgan eng kichik manbalar, balki ular eng mayda qattiq materiallar bo‘lib, ularni alohida ajratib olish, hatto ulardan ba‘zilarini manipulyatsiya qilish, ya‘ni o‘zgartirish ham mumkin (3,4-rasm).

Nanomasshtab juda noyob, chunki nanodunyo elementlarni fundamental xususiyatlari, ularni o‘lchami bilan shunchalik bog‘liqlik, bunday bog‘liqlik boshqa biror masshtabda kuzatilmaydi. Molekular darajada atomlarni, molekullarni va nanokomplekslarni o‘zlarini tutishlari bilan bog‘liq bo‘lgan, yangi fizik-kimyoviy xususiyatlar paydo bo‘ladi. Biologik nanostrukturalarga misol sifatida kattaligi 4-50 nm oralig‘ida bo‘lgan oqsil molekullarini kiritish mumkin (4-rasm). Qalinligi 1-2 nm ga teng bo‘lgan DNK molekullarini ham, ularni uzunligi bir necha millimetrga teng bo‘lishiga qaramasdan, nanostrukturaga kiritish mumkin. Tirik organizmlardan hayotni hujayrasiz shakli bo‘lgan viruslarni nanodunyoga kiritish mumkin. Viruslarni kattaligi 10-200 nm oralig‘ida yotadi.

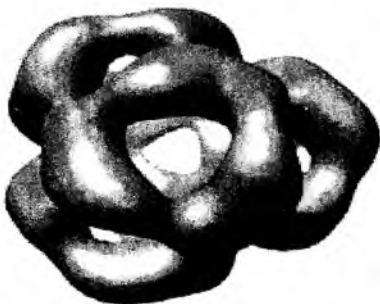
Nanobo‘lakchalar yaratish texnologiyasida moddalarga ishlov berishni bir-biridan tubdan farq qiluvchi ikki yondashuv ma‘lum:

– «**Tepadan pastga**», ya‘ni fizik jismlarga mexanik yoki boshqa xilda ta‘sir ko‘rsatib, ularni kattaligini (o‘lchamini) nanometrga tushirish;

– «**Pastdan tepaga**», ya‘ni yirikroq nanoobyektlarni «pastroq qatorda» turgan elementlardan (atomlar, molekullar, biologik hujayralarni strukturali bo‘laklari va boshqalar) yig‘ish.



3-rasm. DNK ni ikki zanjirli molekulasi.



4-rasm. Oqsil molekulasi – tirik sistemada eng ko'p tarqalgan nanostrukturalar (kattaligi 4-50nm).

Nanostrukturalar (nanobo'lakchalar) ishtirokida bajariladigan jarayonlar **nanojarayonlar** deb ataladi. Tirik organizmdagi eng asosiy nanojarayon – oqsil biosintezi.

Tirik tabiatda nanostrukturalar ishtirokida o'tadigan hodisa (voqea) **nanohodisalar** deb yuritiladi. Ajoyib, ammo Sharqda tozalik belgisi deb yuritiladigan lotos (Nilufar gullar turkumiga kiradigan chiroyli suv o'simligi) barglarini o'z-o'zidan tozalanishini ham nanohodisalariga kiritish mumkin. Lotos barglari balandligi 5-10 mkm ga teng bo'lgan mikro bo'rtmachalar bilan qoplangan bo'lib, ulardan nanotukchalar o'sib chiqadi. Mana shu nanotukchalar tufayli yomg'ir tomchilari birdaniga oqib ketmasdan, barg sirtidan sirpanib o'tadi va o'zlari bilan birga barg sirtida to'planadigan changlarni olib tushadi va bargni tozalab turadi. Bundan ancha qadimiy bo'lgan nanohodisalariga DNK ni autoreplikatsiyasini (o'zidan-o'zi paydo bo'lishi) keltirish mumkin. Bunday o'ta murakkab hodisani bundan 3,5 mlrd yillar avval paydo bo'lgan bakteriyalarda kuzatilgan.

Nanotexnologiya kuzanda – nanostrukturalar (nanobo'lakchalar)ni manipulyatsiyasiga asoslangan fundamental texnologiyalar tushuniladi. Bu haqda keyingi boblarda batafsilroq to'xtalib o'tamiz.

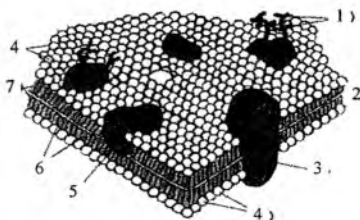
3. Tirik sistemalarni molekular va subhujayra tuzilishi – nanodunyo darajasi sifatida

Tirik sistemani molekular darajadagi tuzilishini belgilovchi strukturalarni eng asosiylari biomakromolekulalar yoki biopolimerlarni molekularlari hisoblanadi. Ular nuklein kislotalari, oqsil va polisaxaridlar molekularlaridan iborat (3,4-rasmlar). Bu molekularlar o'lchami kattaroq bo'lgan nadmolekular biologik strukturalar (nanokomplekslar) hosil qilish xususiyatiga ega.

Nadmolekular biologik strukturalar:

- oqsillar, nuklein kislotalar, karbonsuvlarni makromolekulalari va ularni kombinatsiyalari (murakkab oqsillar, nukleoproteidlar va boshqalar);
- regulator molekularlar (gormonlar, fermentlar, mediatorlar, xilmaxil biologik faol moddalar);
- suv, yog' va boshqa moddalarni molekularlari;
- ionlar;
- mustahkam ionlar va suv molekularlaridan tashkil topgan atom-molekular komplekslar hamda hujayralarni yuqorida keltirib o'tilgan organik moddalarning molekularlari yordamida hosil bo'ladi.

Atom-molekular komplekslar tarkibidagi molekula va ionlarni birgalikdagi xossalari juda ham o'ziga xos, (spetsifik, ya'ni maxsus) ammo hozircha yaxshi o'rganilmagan. Mana shunga o'xshagan nadmolekular nanobiokomplekslarni hosil bo'lishi, faoliyat ko'rsatishi va parchalanishi, balandroq – nadmolekular yoki subhujayra darajasida o'tadi. Bunda biologik membranalar alohida o'rin tutadi (5-rasm). Biologik membranalar barcha tirik organizmlar hujayrasida plazmalemmalar va ko'plab boshqa organoidlar shakllanishida ishtirok etadilar.



5-rasm. Biologik membranalarining chizmasi:

1-murakkab oqsillar-glikoproteinlarni uglevod (karbonsuv) zanjiri;
2-lipidlarni biomolekular qavati; 3-transmembranalik oqsil; 4-lipid molekulalarini gidrofil qismi; 5-yarim integrallangan oqsil; 6,7-lipid molekulalarini gidrofob qismi.

Bu xususiyatlarni o'rganish va nazorat qilish, bir qancha funksional molekulalar qurilmalar ochishga imkon beradi. Ular butun dunyoda jadallik bilan rivoj topayotgan nanobiotexnologiyani predmeti hisoblanadi.

4. Nanodunyoni o'rganishda ishlatiladigan mikroskoplar

Yorug'lik mikroskopi. Ko'plab hayvon hujayralarini o'lchami-10-20 mkm ga teng. Bu odam ko'rishi mumkin bo'lmagan har qanday bo'lakchadan 5 marta kichik (odamni ko'zi to'g'ridan-to'g'ri kattaligi 100 mkm ga teng bo'lgan buyumni ko'ra oladi).

Hayvon hujayrasini oddiy yorug'lik mikroskopi orqali ko'rish mumkinmi? Yorug'lik mikroskopida ko'rish mumkin bo'lgan eng kichik struktura, ruxsat etilgan oraliqni eng qisqasi bilan (d_0)

belgilanadi. Oraliq asosan yorug'lik to'liqini (γ) ning uzunligiga bog'liq. Bu bog'liqlik quyidagi formula bilan izohlanadi:

$$D_0 = \frac{1}{2\gamma}$$

Eslatma: mikroskopni ko'rsatish imkoniyati: $d_0 = 0,61 \gamma / n \sin Q$ formulasi orqali hisoblanadi.

Bu yerda γ – ishlatilgan yorug'likni to'liqin uzunligi (oq rang uchun 0,53 mkm qabul qilingan), n – muhitni sinish koeffitsiyenti. Bu nusxani obyektiv linzasidan yoki kondensatordan ajratib turadi (odatda, havo yoki yog'dan); Q – obyektivni optik o'q (os) bilan obyektivga tushadigan eng ko'p nur orasidagi burchak.

Odatda, yorug'lik mikroskoplarida yorug'lik manbalari sifatida ko'rish spektridagi (400-700 nm) yorug'lik ishlatiladi. Shuning uchun mikroskopni maksimal ko'rsatkichi 200-350 nm (0,2-0,35 mkm) dan oshmaydi. Demak, o'lchami bir necha mikrometrga teng bo'lgan hayvon hujayralarini odatdagi yorug'lik mikroskopi yordamida kuzatish mumkin. Ammo tirik organizmlarni hujayralari rangsiz va tiniq bo'ladi. Shuning uchun ham tabiiy holatda hujayralar yorug'lik mikroskopida ko'rinmaydi. **Shunday ekan, hayvon hujayrasini qanday qilib mikroskopda ko'rish mumkin?**

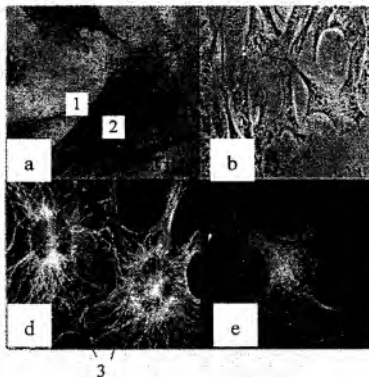
Hujayralarni ko'zga ko'rinarli qilishni har xil yo'llari ma'lum. **Birinchidan**, har xil bo'yoqlardan foydalanib, hujayralarni bo'yash (6a-rasm). Masalan, ishqoriy bo'yoqlar (gematoksilin, azur) hujayrani nordon komponentlarini yadroni (nuklein kislotalarini) spetsifik bo'yaydi. Nordon bo'yoqlar esa (eozin) ishqoriy reaksiyaga ega bo'lgan hujayra strukturalari (sitoplazmaning oqsillari) bilan bog'lanib, keyin rang beradi.

Ikkinchidan, yorug'lik mikroskopiyasining xilma-xilligi ham hujayralarni kuzatishga yordam beradi. Bulardan biri fazo - kontrastli mikroskopiya usuli, tirik bo'lmagan hujayrani kuzatish imkonini beradi. Bo'yalmagan strukturalarni kontrastligi, mikroskopga ulanadigan qo'shimcha optik sistemalar hisobidan kuchayadi. Kontrastlikni ko'tarilishi o'tayotgan yorug'likni sindiradigan xilma-xil hujayra strukturalarini kuzatish imkonini beradi (6b-rasm).

Tirik hujayralarni kuzatishni ikkinchi yo'li, bu **fluorescent mikroskopiya usuli**. Bu usul qator moddalarni qisqa to'liqinli nur ta'sirida yorug'lik berish (fluoressensiyalanish) xususiyatiga asoslangan.

Z.M. BOBUR NOMIDAGI
ANDIJON DAVLAT UNIVERSITETI
AXBOROT RESURS MARKAZI

№ 369031



6-rasm. Fibroblastlar. a) yorug'lik mikroskopiya yordamida olingan surat (1- aktinli mikrofilamenlar, 2-yadro) $\times 1000$ (ming marta kattalashtirilgan); b) fazo – kontrastli mikroskopiya $\times 500$; d) immunofluoessentli mikroskopiya (3-mikrotrubkalar) $\times 980$; e) konfokalen mikroskopiya $\times 1000$ marta kattalashtirilgan.

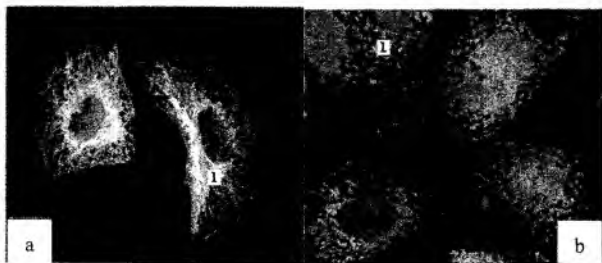
Ko'plab pigmentlar, vitaminlar, gormonlar va qator boshqa moddalar hujayraga qisqa to'liqinli nur tushirilganda, o'z-o'zidan (spontan) fluoressensiyalanish xususiyatiga ega. Xuddi shunday xususiyatga tirik organizmlarni barcha hujayralari ham ega, ammo ko'p holatlarda bu voqeylik juda ham kuchsiz namoyon bo'ladi. Bunday holatlarda ko'plab hujayralar ichidagi strukturalarni kuzatish uchun ikkalamchi yoki yo'naltirilgan fluoressensiyadan foydalaniladi. Bu esa, hujayraga oldindan maxsus fluoroxromlar (fluoressein, rodamin) bilan ishlov berishni talab qiladi.

Fluoroxromlar antitelalarni molekulari bilan bog'lanishlari ham mumkin, bu esa, ularni faqat ma'lum makromolekulalar bilan tanlab bog'lanuvchi yuqori spetsifik reagentlar safiga qo'shib qo'yadi.

Fluoressensiyani bu turini **immunofluoessensiya** deb ataladi. Bunda, avval oqsilga (masalan, tubilinga) antitana saqlagan spetsifik zardob olinadi. Tozalangan antitanalar kimyoviy yo'l bilan fluoressent

mikroskop yordamida, (tekshiriladigan obyektida) hujayrada oqsilni lokalizatsiyasini fluoroxromni nur berishi orqali o'rganiladi(6d -rasm).

Yorug'lik mikroskopidan foydalanib, obyektning ucho'lchovli ko'rinishini aniqlash mumkinmi? Odatda, yorug'lik mikroskopiyasi unchalik katta yorug'lik bera olmaydi. Bu esa, o'rganiladigan obyektning ucho'lchovli ko'rinishini aniqlash imkonini bermaydi. Bu muammo konfokalli skanirlovchi yorug'lik mikroskopi yaratilishi bilan ijobiy hal qilingan. Bunda nur beruvchi sifatida lazer nuridan foydalanilgan. Bu nur birin-ketin preparatni butun qalinligini skaner qilish imkonini beradi. Obyektning zichligi haqida ma'lumot (axborot) skanirlashni har bir liniyasi bo'ylab kompyuterda uzatiladi va bu yerda (kompyuterda) maxsus dastur yordamida obyektning hajmdor ucho'lchovli tasviri rekonstruksiya bo'ladi. Odatda, bunday kuzatishlar uchun fluoroxromlar bilan bo'yalgan obyektlar ishlatiladi (6d-rasm). Konfokalli mikroskop hujayrani shakli, sitoskeleti, yadro va xromosomani strukturalari hamda hujayra ichidagi organellalarni joylanish xarakteri haqida axborot to'plash imkonini beradi (7-rasm).

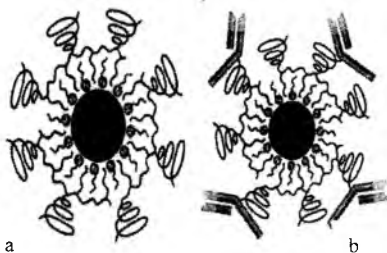


7-rasm. Konfokalli mikroskopiya: a-buyrakni epitelial hujayralari, $\times 1000$, b-odamni shish hujayralari Hela $\times 1000$ (1-mitoxondriyalar).

Biologiyada ishlatiladigan fluoroxromlarni ko'pchiligi, organik birikmalarga kiradilar. Ularni kamchiliklari quyidagilardan iborat: 1- fotostabilligining pastligi; 2-bir necha obyektlarni bir vaqtda ko'rish uchun har xil bo'yoqlardan foydalanish zaruriyati; 3- bo'yoqlarni fluoressensiyasini kuchaytirish uchun tegishli bo'lgan yorug'lik manbalarini tanlash zaruriyati.

Organik fluoroxromlarni bu kamchiliklarini qanday qilib yo‘qotish mumkin? Bu muammo kvant nuqtalari yoki noorganik fluoroxromlar ishlatish orqali yechilgan. Kvant nuqtalar – yarimo‘tkazgich nanokristallar hisoblanadi. Biologik tadqiqotlarda **CdSe** ni **ZnS** bilan qoplanadi. **ZnS** kvant nuqtalarni oksidlanishga chidamliligini oshiradi va fluoressensiyani intensivligini bir necha marotabaga oshiradi.

Nanokristallarning o‘lchamini o‘zgartirish orqali optik spektrni xohlagan joyiga o‘rnashtirilgan, fluoressensiyaga ega bo‘lgan fluoroxromlar olish mumkin. Ammo **CdSe/ZnS** ni nanokristallari juda past gidrofilikka ega bo‘lganliklari sababli, ularni biologik sistemada ishlatilishi chegaralangan. Kvant nuqtalarini solyubilizatsiya qilish (suvli muhitga o‘tkazish) usullaridan biri, ularni sirtida polimer qavat hosil qilish hisoblanadi. Keyin bunday polimerga antitelalar bog‘lash mumkin bo‘ladi. Bu esa, o‘z navbatida nanokristallni biologik nishonga spetsifik va yuqori darajada tanlab bog‘lash imkonini beradi (8-rasm).



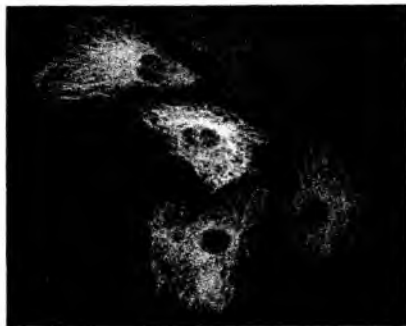
8-rasm. Kvant nuqtani tuzilish chizmasi. a) polimer bilan qoplangan; b) antitelalar bilan qoplangan. 1- yadro (CdSe), 2-ZnS qavat (obolochka), 3 – polimer, 4 – antitana(antitela).

Har xil o‘lchamga ega bo‘lgan kvant nuqtalar keng diapozonli optik spektrga ega bo‘lgan (ultrabinafshadan – yaqin infraqizil qismgacha) nurlarni yuta oladi. Bu esa, bir manba yordamida nanokristallarni har xil rangga kirib tovlanishini ta‘minlaydi.

Nanokristallar organik fluoroxromlarga qaraganda, yuqoriroq fotostabillikka va qisqa spektrli fluoressensiyaga ega. Nanokristallarni yuqori darajada fotostabilligi (bu xususiyat, organik fluoroxromlarga

nisbatan bir necha daraja baland), ularni konfokalli mikroskopiyada ishlatish imkonini beradi (9-rasm). Bu uzoq vaqt davomida (soatlab, hatto bir necha kunlab) real vaqt rejimida, hujayra ichida o'tadigan jarayonlarni kuzatish imkonini beradi.

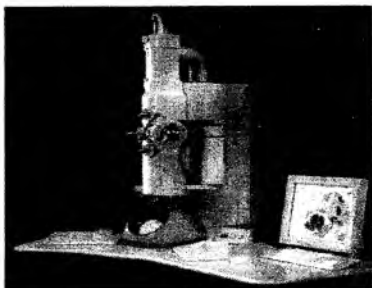
Elektron mikroskopiya. Elektron mikroskopiyada juda keng to'liq uzunligiga ega bo'lgan elektronlar oqimidan foydalaniladi. 50 kVli kuchlanishda elektromagnit tebranishlarni to'liq uzunligi 0,0056 nm ni tashkil qiladi. Bunday sharoitlarda nazariy hisoblab chiqilgan, maksimal oraliq – 0,002 nm ga teng bo'lishi mumkin. Bu yorug'lik mikroskopiga nisbatan 100000 marotaba kichik.



9-rasm. Konfokal mikroskopiya usulida fibroblastlarda kvant nuqtalar yordamida α - tubulin oqsilini topilishi.

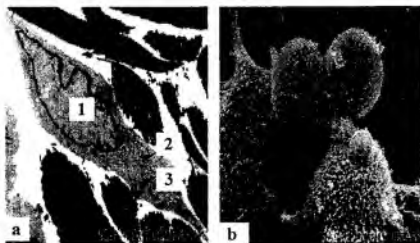
Demak, elektron mikroskopni ko'rish imkoniyati, yorug'lik mikroskopiga qaraganda 100000 marta kattaroq. Zamonaviy elektron mikroskop kattaligi 0,1-0,7 nm ga teng bo'lgan jismni ko'ra oladi, agar biologik obyekt bo'lsa, bu raqam 2 nm atrofida bo'ladi.

Hozirgi vaqtda, biologiyada transmission (yoritib ko'rish) va skanirlovchi elektron mikroskoplardan ko'proq foydalaniladi. Transmission elektron mikroskop yordamida o'rganiladigan obyektning ikkalamchi tasviri olinadi (10-rasm).



10-rasm. Biologik tadqiqotlarda ishlatiladigan transmission (yoritib ko'rsatadigan) elektron mikroskoplarni ko'rinishi.

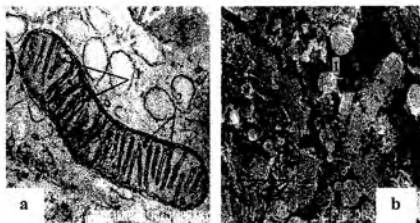
Transmission elektron mikroskopiyada biologik obyektlarni ultranafis (yupqa) kesmalaridan (qalinligi 0.1 mkm ga teng bo'lgan) foydalaniladi va ularni kontrastligi og'ir metallar yoki tuzlari yordamida kuchaytiriladi (11a, 12a-rasmilar).



11-rasm. Fibroblastni yorituvchi (a) va skanirlangan (b) elektron mikrofotografiyalar: 1 – yadro; 2 – endoplazmatik to'ring donador (gramula) kanallari; 3 – lizosoma $\times 10000$.

Elektron mikroskopiya yordamida obyektning fazoviy tasvirini olish mumkinmi? Bunday kuzatishlarni olib borish uchun skanirlovchi elektron mikroskop yaratilgan. Obyekt tasviri shakllanishida, qaytargan elektronlar qatnashadi. Buning uchun obyekt sirtini elektron

o'tkazadigan qilish kerak. Ko'p holatlarda bu nusxa sirtiga nafis metall kukunlarini purkash orqali amalga oshiriladi. Bu usulni eng katta ustuvorlik tomoni – katta aniqlikka egaligi hisoblanadi. Ammo uni ko'rish imkoniyati (biologik obyektlar uchun 3-5 nm ga teng) transmission elektron mikroskopga nisbatan ancha past (11b, 12b - rasmlar).



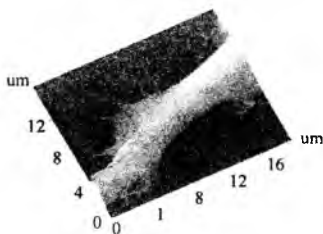
12-rasm. Hujayra organoidlarini transmission (a) va skanirlangan mikrofotografiyalari: 1 – mitoxondriya kristallari. 2- mitoxondriya matriksidagi granular; 3- Goldji apparati, 4- endoplazmatik to'rning kanallari $\times 20000$ marotaba kattalashtirilgan.



13-rasm. O'quv - ilmiy laboratoriyalardagi skanirlovchi-zondli mikroskoplar ko'rinishi.

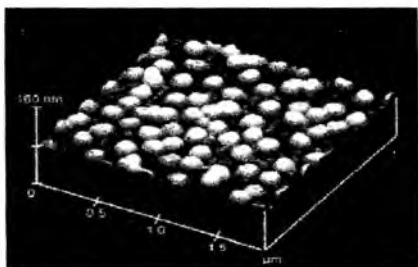
Skannirlovchi elektron mikroskopiya kamchiligi obyektga metallar kukuni bilan ishlov berish zarurligi bo'lib, u hujayra qobig'idagi ba'zi strukturalarni tasvirini aniq chiqmasligiga olib keladi. Bundan tashqari, tadqiqot uchun tayyorlangan nusxalarni hujayralari metallar ta'sirida o'lib qoladilar.

Biologik strukturalarni, tabiiy holatga yaqinroq bo'lgan sharoitda kuzatishni qanday ta'minlash mumkin? Bu muammo skannirlovchi zondli mikroskop yaratilishi bilan o'z yechimini topdi (13-rasm). Bu mikroskop o'zining ko'rish imkoniyatlari bo'yicha (14-rasm) elektron mikroskopdan kam emas.



14-rasm. Skannirlovchi-zondli mikroskop yordamida olingan fibroblastlarning bir qismini tasviri.

Atom-kuchli mikroskopiya. Zamonaviy biologik tadqiqotlarda atom kuchli mikroskopiya keng foydalanib kelinmoqda. **Bu mikroskopni o'ziga xos tomoni nima?** Atom kuchli mikroskopni ishlashi asosida zond bilan o'rganiladigan obyektning sirti orasida sodir bo'ladigan o'zaro ta'sirni har xil turlaridan foydalanish yotadi. Ular orasida Van-der-Vaals kuchlari, elektrostatik, kapillarli, kimyoviy o'zaro munosabatlar va boshqalar. Bu usul nusxani murakkab yo'llar bilan tayyorlashni talab qilmaydi, xususan elektron mikroskopiya ishlatiladigan obyektning kontrastligini metall yordamida oshirishni keragi yo'q. Bu usul yordamida nusxalarni nafaqat havoda, balki suyuqlikda ham o'rganish mumkin. Atom-kuchli mikroskopiya ustuvorligi uni ko'rish imkoniyatlari: atomlar va molekullar darajasida uchlamchi tasvirni olish imkonini beradi (15-rasm).



15-rasm. Atom-kuchli mikroskop yordamida yadro oqsillarni kompleks ko'rinishi.

Hozirgi vaqtda, bu usul hujayra membranalarini o'rganishda, hujayra va viruslar orasidagi o'zaro ta'sirni o'rganishda, bakteriyalarni identifikatsiya qilishda keng ishlatiladi. Bu usul, shuningdek, nuklein kislotalarni o'rganishda va DNK ni strukturasi aniqlashda katta samara beradi. Bu mikroskopdan foydalanish shish hujayralarni sirtini o'rganishda katta samara bilan ishlatilmoqda. Shish hujayralar normal hujayralardan strukturasi, biokimyoviy va fizik-kimyoviy belgilari bilan farq qiladi. Shuning uchun, organ hujayralarini mexanik xossalari o'zgarishi, yomon sifatli o'zgarishlarni aniqlashda marker sifatida ishlatiladi.

5. Nanobiotexnologiya rivojlanishining asosiy yo'nalishlari

Nanotexnologiya sohasidagi fundamental tadqiqotlar nanodunyo-ning biologik, kimyoviy va fizikaviy xossalari va hodisalarini o'rganishga yo'naltirilgan. Bundan tashqari, ular materiallar ishlab chiqarishda va yangi texnologiyalar yaratishda, mana shu xossa va xususiyatlarni mujassamlashtirishni maqsad qiladi. Nanotadqiqotlar asosida erishilgan yutuqlar biotexnologiyada, tibbiyotda, elektronikada, transportda, qishloq xo'jaligida, atrof-muhit muhofazasida va iqtisodiyotning boshqa sohalarida muvaffaqiyat bilan ishlatilib kelinmoqda: Nanotexnologiyalar tabiiy fanlarni barcha yutuqlarini birlashirib, yangi inqilobiy texnologiyalarga asos solib kelmoqda. Yangi inqilobiy texnologiya – moddalar bilan ishlash jarayonlarida alohida