

Q.D. DAVRANOV, B.S. ALIQULOV

NANOBIOTEXNOLOGIYA
ASOSLARI



TOSHKENT



**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

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

№ 369031

UO'K: 57.08 (075)
KBK 30.18
D-14

D-14 Q.D.Davranov, B.S.Aliqulov. Nanobiotexnologiya asoslari. –I.: «Fan va texnologiya», 2015, 312 bet.

ISBN 978–9943–998–05–6

Ushbu o'quv qo'llanma hozirgi vaqtda tezkorlik bilan rivojlanib borayotgan nanobiotexnologiya fanining asosiy yo'nalishlariga bag'ishlangan bo'lib, undan fundamental biologiya fanining nanobiotexnologiyada ishlatilib kelinayotgan yoki yaqin kelajakda ishlatilishga tayyor bo'lgan eng qiziq va istiqbolli yutuqlari o'rin olgan. Ayniqsa, nanotexnologiyani yutuqlari va usullari bilan tanishishda nazariy asos bo'laoladi degan umid bilan talabalarni diqqat e'tiboriga tirik sistemani molekular, submolekular (nadmolekular) va hujayra darajasidagi tuzilishiga katta e'tibor bilan qaralgan.

Qo'llanmada nanotexnologiyaning biologik tadqiqotlar sohasidagi asosiy yo'nalishlarini nazariy tomonlari hamda ularni natijalarini tibbiyot amaliyotida, atrof-muhitni muhofazasi hamda aniq bir ishlab chiqarish sohaslarida foydalanishga oid materiallar keltirilgan: o'quv qo'llanma oliy ta'lim muassasalarining biologiya ta'lim negizidagi biotexnologiya, mikrobiologiya va biologiya mutaxassisliklari magistratlari uchun mo'ljallangan.

Нанобиотехнология – одно из наиболее сильно развивающееся в последнее время направление биологии. В данном учебном пособии приводятся основные направления, проблемы, современные достижения нанобиотехнологии. Особое место уделяется методам нанобиотехнологии на молекулярном, надмолекулярном и клеточных уровнях.

В учебном пособии приводятся материалы по использованию достижений нанобиотехнологии в области медицины, охраны окружающей среды и сельском хозяйстве.

Настоящее учебное пособие предназначено магистрам, обучающимся по направлению: биотехнология, микробиология и биология.

Nanobiotechnology - one of the most highly developed in recent times the direction of biology. This tutorial provides basic directions, problems, modern advances nanobiotechnology. A special place is given to methods of Nanobiotechnology at the molecular, supramolecular and cellular levels.

The training manual provides materials for your achievements in the field of nanobiotechnology medicine, environmental protection and agriculture.

This manual is intended to masters students in the direction biotechnology, microbiology and biology.

UO'K: 57.08 (075)
KBK 30.18

Mas'ul muharrir:

G.A.MURATOV – O'zbekiston Milliy universiteti professori, biologiya fanlari doktori.

Taqrizchilar:

A.H.VAHABOV – O'zbekiston Milliy universiteti professori, biologiya fanlari doktori;

Z.T.RAJAMURADOV – Samarqand davlat universiteti professori, biologiya fanlari doktori;

F.Z.XALIMOV – Samarqand davlat universiteti dotsenti, biologiya fanlari nomzodi.

ISBN 978–9943–998–05–6

© «Fan va texnologiya» nashriyoti, 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'rni, 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. NANOBIOEXNOLOGIYA – 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 evolyutsion 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 evolyutsiyaning elementar birligi ham hisoblanadi. Alohida organizmlarni populatsiyaga to'planishi, ularni moslashuvini yashab qolishlarini, ko'payishini, umuman olganda evolyutsiyadagi 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 bosqichlilikgi

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 qontomirlari).

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.

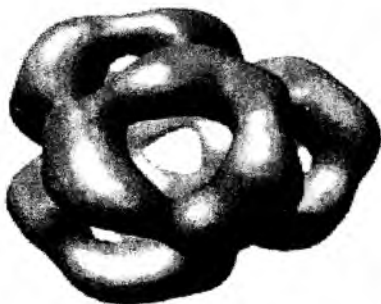
Nanobo‘lakchalar yaratish texnologiyasida moddalarga ishlov berishni bir-biridan tubdan farq qiluvchi ikki yondashuv ma‘lum:

– «**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 molekulası.



4-rasm. Oqsil molekulası – 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.

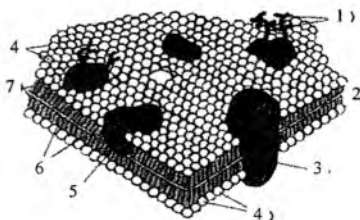
3. Tirik sistemalarni molekular va subhujayra tuzilishi – nanodunyo darajasi sifatida

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?**

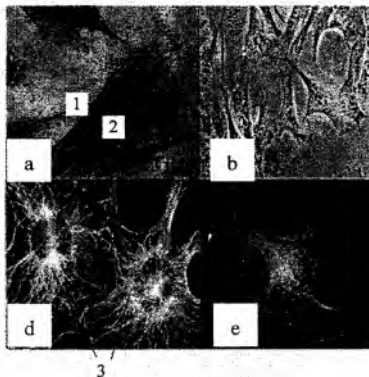
Hujayralarni ko'zga ko'rinarli qilishni har xil yo'llari ma'lum. **Birinchidan**, har xil bo'yoqlardan foydalanib, hujayralarni bo'yash (6a-rasm). Masalan, ishqoriy bo'yoqlar (gematoksilin, azur) hujayrani nordon komponentlarini yadroni (nuklein kislotalarini) spetsifik bo'yaydi. Nordon bo'yoqlar esa (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.

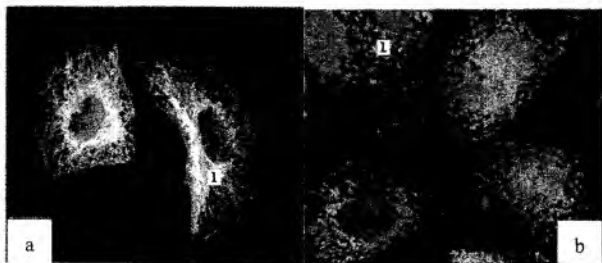
Ko'plab pigmentlar, vitaminlar, gormonlar va qator boshqa moddalar hujayraga qisqa to'liqinli nur tushirilganda, o'z-o'zidan (spontan) fluoressensiyalanish xususiyatiga ega. Xuddi shunday xususiyatga tirik organizmlarni barcha hujayralari ham ega, ammo ko'p holatlarda bu voqeilik juda ham kuchsiz namoyon 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).

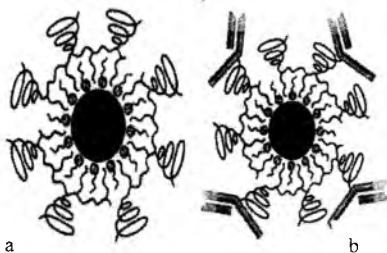


7-rasm. Konfokalli mikroskopiya: a-buyrakni epitelial hujayralari, $\times 1000$, b-odamni shish hujayralari Hela $\times 1000$ (1-mitoxondriyalar).

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‘rnatilgan, 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).



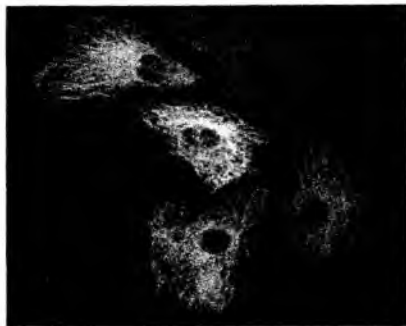
8-rasm. Kvant nuqtani tuzilish chizmasi. a) polimer bilan qoplangan; b) antitelalar bilan qoplangan. 1- yadro (CdSe), 2-ZnS qavat (obolochka), 3 – polimer, 4 – antitana(antitela).

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.

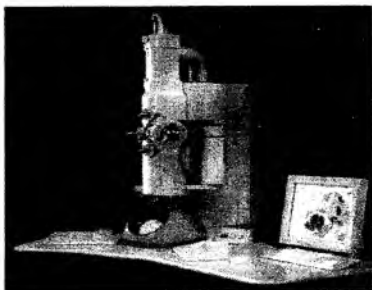
Elektron mikroskopiya. Elektron mikroskopiyada juda keng to'lqin uzunligiga ega bo'lgan elektronlar oqimidan foydalaniladi. 50 kVli kuchlanishda elektromagnit tebranishlarni to'lqin uzunligi 0,0056 nm ni tashkil qiladi. Bunday sharoitlarda nazariy hisoblab chiqilgan, maksimal oraliq – 0,002 nm ga teng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



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

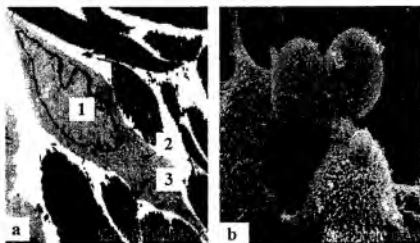
Demak, elektron mikroskopni ko'rish imkoniyati, yorug'lik mikroskopiga qaraganda 100000 marta kattaroq. Zamonaviy elektron mikroskop kattaligi 0,1-0,7 nm ga teng bo'lgan jismni ko'ra oladi, agar biologik obyekt bo'lsa, bu raqam 2 nm atrofida bo'ladi.

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.

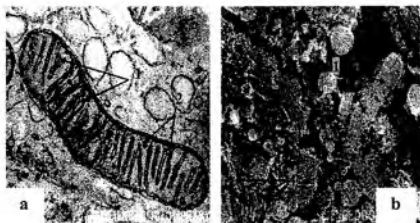
Transmission elektron mikroskopiyada biologik obyektlarni ultranafis (yupqa) kesmalaridan (qalinligi 0.1 mkm ga teng bo'lgan) foydalaniladi va ularni kontrastligi og'ir metallar yoki tuzlari yordamida kuchaytiriladi (11a, 12a-rasmilar).



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).



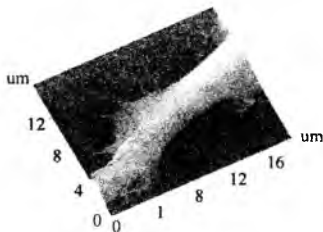
12-rasm. Hujayra organoidlarini transmission (a) va skanirlangan mikrofotografiyalari: 1 – mitoxondriya kristallari. 2- mitoxondriya matriksidagi granular; 3- Goldji apparati, 4- endoplazmatik to'rning kanallari $\times 20000$ marotaba kattalashtirilgan.



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

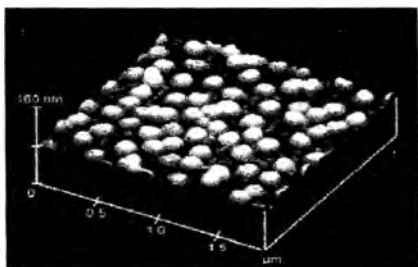
Skanirovchi elektron mikroskopiya kamchiligi obyektga metallar kukuni bilan ishlov berish zarurligi bo'lib, u hujayra qobig'idagi ba'zi strukturalarni tasvirini aniq chiqmasligiga olib keladi. Bundan tashqari, tadqiqot uchun tayyorlangan nusxalarni hujayralari metallar ta'sirida o'lib qoladilar.

Biologik strukturalarni, tabiiy holatga yaqinroq bo'lgan sharoitda kuzatishni qanday ta'minlash mumkin? Bu muammo skanirovchi 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. Skanirovchi-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 molekular 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

atomlar, molekular va ularni komplekslari yordamida manipulatsiya qilishni ko'zda tutadi.

Nanobiotexnologiyaning rivojlanishini asosiy yo'nalishlarini uch guruhga yig'ish mumkin:

- laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitlarida tirik sistemalarni nanohodisalari va nanomexanizmlarini modellashtirish hamda qayta tayyorlash;

- tirik organizmlar ishtirokida nanobo'lakchalar va nanomateriallar olish;

- tirik organizmni o'rganish, uni holatiga tashxis qo'yish va davolash maqsadida nanostrukturalar va nanojarayonlardan foydalanish.

Hozirgi zamon nanobiotexnologiyasining aniq vazifalari quyidagilar:

- an'anaviy sitologik va sitokimyoviy usullar yordamida yechilmagan fundamental biologik muammolarni yechimini topish (biologik jarayonlarni modellashtirish, tirik hujayralarni atom-molekular komplekslarini va biomolekulalarni holatini analiz qilish);

- genetik injeneriyasining yangi usullarini yaratish maqsadida nanobo'lakchalarni DNK molekulasi bilan o'zaro munosabatlarini tadqiq qilish;

- nanobo'lakchalar yordamida moddalarni biologik membranalar orqali transporti mexanizmlarini o'rganish va dori-darmonlarni yo'naltirilgan holda manzilga yetkazish nanotexnologiyasini yaratish;

- atrof-muhit tarkibida yoki odam organizmida ma'lum moddalarni aniqlash, shuningdek, mutatsiyani aniqlash maqsadida biologiya va tibbiyot uchun biosensorli sistema yaratish;

- tibbiyotda ishlatish uchun yangi nanomateriallar sifatida nanobo'lakchalardan foydalanish imkoniyatlarini o'rganish: organizmdan va uni sirtidan keraksiz va zaharli moddalarni chiqarib tashlash uchun sorbentlar (metabolizm mahsulotlari, og'ir metallar, radionuklidlar, ksenobiotiklar) yaratish;

- kasallikni diagnostika qilish va eng boshlang'ich bosqichida samarali davolash uchun yuqori sezgirlikka ega bo'lgan va ishlatishga qulay bo'lgan sistemalar yaratish;

- nanobo'lakchalar asosida oqsillarni ajratish, modifikatsiya qilish va ularni preparatlarini katta miqdorda ishlab chiqarish uchun samarador bo'lgan nanomateriallar hamda nanotexnologiyalar yaratish;

- bioanalolgar - bakteriyalar, viruslar, eng sodda hayvonlar asosida o'z-o'zini ishlab chiqara oladigan sistemalar yaratish;

- nanobo'lakchalarni murakkab tuzilgan organizmlar, jumladan hayvon va odam organizmiga ta'sirini o'rganish;
- nanotexnologiyalar asosida dorivor moddalarni yangi avlodini yaratish;
- tirik organizmga ko'chirib kiritish maqsadida biologik mos bo'lgan (organizm chiqarib tashlamaydigan) meditsina materiallari yaratish;
- immun tizimni qo'zg'atmaydigan (provakatsiya qilmaydigan), organizmdagi kasallangan joyni tuzata oladigan nanorobotlar ishlab chiqish.

Asosiy atamalar lug'ati

Biomakromolekulalar – biopolimerlar (nuklein kislotalar, oqsillar, polisaxaridlar) molekulasini.

Biosfera – tarkibi, strukturasi va energetikasi tirik organizmlarni majmuasining faoliyati bilan belgilanuvchi yerning qobig'i.

Biotsenoz – quruqlikda yoki suvda birgalikda yashovchi hayvonlar, o'simliklar, zamburug' va mikroorganizmlar majmuasi.

Hujayra – barcha tirik organizmlarni asosiy struktura – funksional birligi, uning asosida tiriklikni barcha xossalari namoyon bo'ladi.

Nanokomplekslar – hayotni nadmolekular (subhujayrali) darajada tuzilgan murakkab struktura (hujayra membranasi, ribosomalarni subbirliliklari).

Nanobiotexnologiyalar – nanotexnologiyalarni nanobo'lakchalarni tirik sistemaga ta'sirini o'rganuvchi hamda biologik nanostrukturalarni tibbiyotda, ekologiyada, qishloq xo'jaligida va ishlab chiqarishni boshqa sohalarida ishlatish usullarini o'rgatuvchi bo'limi.

Nanometr – metrni milliarddan bir bo'lagi (10^{-9} m).

Nanojarayonlar – nanostrukturalar, nanobo'lakchalar ishtirokida o'tadigan jarayonlar.

Nanostrukturalar – o'lchami 1 dan 100 nanometr (nm) oralig'idagi obyektlar;

Nanohodisa – tirik tabiatni nanostrukturalar ishtirokida o'tadigan hodisalari (voqealari).

Organ – organizmni anatomik jihozlangan va funksional ixtisoslashtirilgan qismi; organlarni elementlari – hujayralar, hujayralar orasidagi moddalar, qon va limfa tomirlari, nerv va boshqalar bo'lishi mumkin.

Organizm – hayotni real tashuvchisi, uni barcha fundamental xususiyatlari va ko'rinishlariga ega bo'lgan butun tirik sistema.

Ko'rish imkoniyati – asbobning obyektini bir-biriga yaqin bo'lgan nuqtalarini alohida tasvirga olish imkoniyati.

Yorug'lik mikroskopi – ko'z bilan ko'rib bo'lmaydigan obyektlarni (yoki ularni strukturasi qismlarini kattalashtirilgan tasvirini olishga mo'ljallangan optik asbob.

Skanir qiluvchi zondli mikroskop – sirtini va uni aniq xarakteristikasini tasvirga oluvchi asbob. Bunda tasvirga olish jarayoni sirtini zond yordamida skanir qilishga asoslangan.

Tirik sistemaning tuzilish darajasini struktura-funksional birligi – sistemani muayyan darajada tarixiy o'zgarishi, evolyutsion jarayonni mazmunini tashkil qiluvchi diskret birligi.

To'qima – kelib chiqishi, tuzilishi, lokalizatsiyasi va organizmdagi funksiyasi bo'yicha o'xshash bo'lgan hujayralar sistemasi va ularni hosilalari.

Fibroblastlar – hujayralar orasidagi moddalarni (masalan, kollagen, elastik, mukopolisaxaridlar) ishlab chiqaruvchi, birlashtiruvchi (bog'lovchi) to'qimaning hujayralari.

Fluoressensiya – moddani qisqa vaqtli yorug'lik berishi. U energiya yutilishi natijasida kelib chiqadi.

Fluoroxromlar – fluorescent mikroskopiya obyektga ishlov berish maqsadida ishlatiladigan tabiiy yorug'lik berish xususiyatiga ega bo'lmagan modda. Bo'yoqlar (akridin) pigmentlar va ularni hosilalari (xlorofil, porfirinlar), ba'zi bir alkaloidlar va boshqa fluoroxromlar hisoblanadi.

Elektron mikroskop – yorug'lik oqimi o'rnida elektronlar to'plamini ishlatish hisobidan 10^6 taga kattalashtirilgan tasvir beraoladigan uskuna.

Takrorlash uchun savollar

1. Nanotexnologiya nima?
2. Nanobiotexnologiyaning nanotexnologiyaga nisbatan o'ziga xosligi nimada?
3. Nanostrukturalar nima bilan xarakterlanadi?
4. Nanomasshtabni (nanodunyo elementlarini) noyobligi nimada?
5. Nanojarayonlar va nanohodisalar nima?
6. Nanobiotexnologiya nima?
7. Organizmni hayotiy muhim jarayonlari qaysi bosqichdan boshlanadi?
8. Nima uchun tirik sistemani molekular bosqichi (darajasi) nanostrukturalar bilan manipulyatsiya qilishda asosiy hisoblanadi?

9. Subhujayra va hujayra bosqichlari qanday qilib, nanomexanizmlar yaratish va ulardan foydalanishda model bo'lib xizmat qiladi?

10. Tirik sistemani to'qima, organ va organizm darajalarini (bosqichlarini) tavsiflab bering?

11. Tur hosil bo'lish jarayoni qaysi bosqichda amalga oshadi?

12. Tirik sistemani populatsion, tur va biotsenotik darajalarini (bosqichini) tushuntirib bering?

13. Hujayrani o'rganishning ichki tuzilishi va sirtini tadqiq qilishni qanday usullari bor?

14. Yorug'lik va elektron mikroskoplarni ko'rish imkoniyatlari qanday?

15. Yorug'lik mikroskopini zamonaviy markalarini tushuntirib bering?

16. Tirik hujayrani o'rganish uchun qanday usul ishlatiladi?

17. Kvant nuqtalarini organik fluoroxromlarga nisbatan ustuvorligi nimada?

18. Biologik obyektlarni o'rganishda elektron mikroskoplarni qanday turlari ishlatiladi? Ular qanday natijalar olishga imkon beradi?

19. Hujayralarni o'rganishda skanirlovchi zondli mikroskopdan foydalanish istiqbollari qanday? Imkoniyatlarichi?

20. Hozirgi vaqtda nanobiotexnologiyani qaysi asosiy yo'nalishlarini keltirish mumkin?

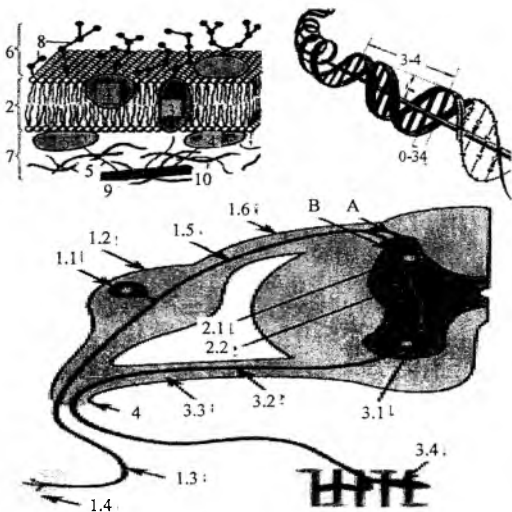
21. Nanobiotexnologiyaning rivojlanishidagi vazifalarni tavsiflab bering?

Vazifalar

1-vazifa. «Tirik sistemalarni tuzilish bosqichlari» jadvalini to'ldiring.

Tuzilish bosqichlari	Bosqichning struktura funksional birligi	Shu bosqichda hayotning asosiy atributlari (ko'rinishi)

2-vazifa. Tasviri keltirilgan biologik struktura tirik sistemani tuzilishini qaysi darajasiga (bosqichiga) to'g'ri keladi? Rasmni daftaringizga chizing va uni tagiga o'zingiz bilgan elementlarni 1-10 raqamlari bilan belgilab keltiring.



3-vazifa. Struktura funksional birligi rasmda keltirilgan, tirik sistemaning tuzilish bosqichini tavsiflab bering. U qanday kimyoviy birikmalar hosil qiladi?

4-vazifa. Rasmda keltirilgan tasvir tirik sistemalar tuzilishini qaysi bosqichiga to'g'ri keladi?

5-vazifa. Tirik sistemalarni tuzilishini hujayra va organizm bosqichlarini taqqoslang? Bu bosqichlar uchun hayotni qaysi ko'rinishi xarakterli? Bu bosqichlarga tirik sistemani struktura-funksional bosqichi ierarxiasining asosiy joylarini kiritish mumkinmi? Hujayra va organizm darajalarini o'xshashlik va farqli tomonlarini tushuntiring?

6-vazifa. Hayotni molekular va subhujayrali darajalarini o'xshashlik va farqli tomonlarini ko'rsating? Molekular darajani asosiy molekulari nimalar? Ular subhujayrali strukturalar tarkibiga kira oladimi? Subhujayra bosqichi nima, u nima uchun «nadmolekular» deb ham ataladi? Qanday moddalarni molekulari hujayrani nadmolekular strukturalari (nadmolekularlar) hosil qiladi? Ulardan qaysilarini biologik

membranalar tarkibida ko'rish mumkin? Qanday moddalar atom-molekular komplekslar tarkibiga kirishlari mumkin?

7-vazifa. Ko'rish yorug'lik diapazoni 200-350 nm ga teng bo'lganda yorug'lik mikroskopining maksimal sezgirlik darajasi nimaga teng? Ultrabinafsha nurlaridan foydalanganda yorug'lik mikroskopini nazariy ko'rish imkoniyatlarini hisoblab chiqing?

8-vazifa. Yorug'lik mikroskopi ko'zni ko'rish imkoniyatini taxminan 1000 marta oshiradi. Bu mikroskopni «foydali» ko'paytirishi hisoblanadi va undan balandroq ko'paytirish zaruriyati bo'lganda, tasvirni konturlari ko'tariladi, ammo bu ko'paytirish tasvir ichida joylashgan maydaroq detallarni ko'rish imkonini bermaydi. Yorug'likni ko'rinadigan oblastidan foydalanilganda, yorug'lik mikroskopida kattaligi 0,2 mkm dan kichik bo'lgan bo'lakchalarni ham ko'rish imkoni bor. Mana shunga qanday erishish mumkin? Bunda qanday samara (effekt) ishlatiladi? Yorug'lik mikroskopini bunday tipi qanday ataladi?

9-vazifa. A- rasmda, X – oqsil kompleksini tuzilish modeli va uni atom-kuchli mikroskop yordamida olingan tasviri ko'rsatilgan (b-rasm), a-rasmda nima ko'rsatilgan? A- rasmda keltirilgan raqamlarni nima ekanligini yozib chiqing. X ni ucho'lchamli modeli yorug'lik o'tkazuvchi va skanir qiluvchi elektron mikroskopda olingan mikrofotografiya asosida olingan. Atom-kuchli mikroskopiya X ni tuzilishi va faoliyat ko'rsatishi haqida qanday ma'lumotlar bera oladi? X ni hujayradagi roli nima? X ni faol miqdori hujayrani tirik hayoti davomida doimiyimi?

10-vazifa. O'simlik hujayralarini fluoressent mikroskopda qaralganda, hujayrani ichidagi tim-ko'k fonda yorqin qizil nuqta ko'rinadi. Bu strukturalar nimalar? Ultrabinafsha nurlarda qaysi organik birikmalar qizil rang berib ko'rinadi? Shunga o'xshaydigan birikmalarni hayvon hujayralarida uchraydiganlariga ham misol keltiring?

11-vazifa. Ko'plab dengiz umurtqasizlari kimyoviy jarayonlarni energiyasini ishlatib, ultrabinafsha nurlari yoki ko'zga ko'rinadigan yorug'lik ta'sirida o'z-o'zidan yorug'lik beradi. Bunday yorug'likning asosida xilma-xil organik birikmalar yotadi. Shunday birikmalardan biri – ma'lum avlodga mansub bo'lgan meduzalarda uchraydigan yashil fluoressentli oqsil (GFP). Yorug'lik yutish va chiqarish uchun, oqsil molekulasining maxsus bir qismi bo'lgan xromofor javob beradi. Ultrabinafsha nurlarida bu oqsil, havorang, yashil rang beradi. Agar GFP genini, qandaydir boshqa genni «dumiga» «tikib» qo'yilsa, mana shu gendan dumida - «fonarcha» tutgan oqsil sintez bo'ladi va mana shu gen

faollashgan butun hujayra (ya'ni muayyan oqsilni sintezi ishga tushgan bo'lsa) yashil rang berib turadigan bo'ladi. Shunday qilib, kiritilgan genning qayerda va qanday intensivlikda ishlayotganligini kuzatish mumkin bo'ladi. Yashil rangli fluoressent oqsil, ko'plab yopiq jarayonlar va strukturalarni kuzatish imkonini beradi. Masalan, neyronlarni o'sishi va ularni aloqalarini xarakteri hamda laboratoriya hayvonlari organizmida rak hujayralarini tarqalishini kuzatish mumkin bo'ldi. 2008-yilda Osamu Simomura, Marin Chal'fi va Radjer Syanlar (yaponiya olimlari) yashil fluoressent oqsilni ochganliklari va undan foydalanish usulini ishlab chiqqanliklari uchun Nobel mukofotiga sazovor bo'ldilar.

Adabiyot ma'lumotlaridan foydalanib, quyidagi mavzulardan qisqacha ma'lumot tayyorlang.

- 1) «Yashil fluoressent oqsil: ochilish tarixi»;
- 2) «GFPga o'xshagan oqsillar: biologiyada ishlatilish imkoniyatlari»;
- 3) «GFP da hayvon organizmlarida fluoressent nishon sifatida foydalanishni ustuvor tomoni va kamchiliklari».

12-vazifa. Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar asosida, hozirgi zamonda nanobiotexnologiyani rivojlantirish bosqichlari haqida o'zingizni bahoyingizni ishlab chiqing. Sizing nuqtayi nazarangizdan nanobiotexnologiyaning vazifalari ro'yxatini yozib chiqing va o'z fikringizni himoya qiling.

13-vazifa. Nanobo'lakchalar yaratish texnologiyasida moddalarga ishlov berishning ikki, bir-biridan tubdan farq qiladigan prinsiplari bor: Birinchisi «pastdan tepaga» ya'ni kattaroq obyektни «past qatordagi» elementlardan (atomlardan, molekullardan, biologik hujayralarni struktura fragmentlaridan va h.k.) yig'ish; ikkinchisi – «tepadan pastga» ya'ni mexanik yoki boshqa turdagi tasvirlar yordamida fizik jinsni nanometrغا teng bo'lgan o'lchamgacha kichiklashtirish. Sizing fikringizcha, mana shu prinsiplarni qaysi birini tabiat tirik hujayralarda nanostrukturalar shakllantirayotganda asosiy (ustuvor) prinsipi sifatida qabul qilgan? Nima uchun Siz tanlagan yondashish faoliyat ko'rsatib kelayotgan tirik sistemalarda asosiy ekanligini tushuntirib bering. Nima uchun tabiat faqat birgina yondashish bilan chegaralanib qolmagan? Har ikkala yondashishni hujayrani hayot faoliyatidagi nanostrukturalarni shakllashtirish bilan bog'liq bo'lgan rolini tushuntirib bering. Har bir yondashishni hujayra faoliyatidagi roli va o'rniga bo'lgan munosabatingizni bildiring.

Adabiyotlar

Артюхов И.В. Применение нанотехнологий в медицине / И.В. Артюхов, В.Н. Кеменов, С.Б. Нестеров // XIII Международная студенческая школа-семинар «Новые информационные технологии» – М : МГИЭМ, 2005 (Режим доступа [http:// nit. Miem.edu.ru /2005/ plenar \(6\)](http://nit. Miem.edu.ru /2005/ plenar (6))).

Белая книга по нанотехнологиям/ под. ред. В.И. Аржанцева и др – М. : Изд – во ЛКИ, 2008. 344 с.

В.М. Говорун. «Системный подход» к живому / В.М. Говорун (Режим доступа <http:// nanosvit. Com/ o, be/15-1-0-113>).

Кирпечников М.П. О развитии нанобиотехнологии / М.П. Кирпечников, К.В. Шайтан// Инновации. -2007. - №12 (Режим доступа http:// www. Vechnayamolodost.ru/orticle_nanotechnologii/O/o-razvti-nanobiotechnologii.html).

Нанобиотехнологии. Азбука для всех/ под ред. акад. Ю.Д. Третьякова. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2008-368 с.

Internet-saytlar:

www.strf.ru
www.portalnano.ru
www.scincephoto.com
www.ntmdt.ru
www.microscop.ru
www.vechnayamolodost.ru/article_nanotehno-gii/0/o_razvitii_nanobiotehnologii.ntml
www.sibupk.nsk.su/new/05/sem/2007/1
nit.miem.edu.ru/2005/plenar/63danimation.e-spaces.com/royalty-free-images.html
www.internovosti.ru/technologies/?cal=1-3-2008&page=200

2-bob. NANODUNYONI TASHKIL QILUVCHI BIOMAKROMOLEKULALAR

Reja:

1. Biomakromolekulalar (biopolimerlar): nuklein kislotalar, oqsil moddalar va polisaxaridlar.
2. DNK - hujayrada genetik axborotni tashuvchi va saqlovchi sifatida.
3. RNK strukturasi va o'ziga xosligi va sayyoramizni eng qadimgi nanosanoatidagi roli.
4. Oqsil moddalarni tuzilishi va funksiyalari.
5. Oqsillarni modifikatsiyasi.
6. Oqsillarni oligomerizatsiyasi va agregatsiyasi. Oqsilli komplekslarni hosil bo'lishi.
7. Oqsillar asosida nanostrukturalar konstruksiyasini hosil qilish.
8. Transport oqsillar: hujayrada joylanishini va faoliyat ko'rsatishini o'ziga xosligi.
9. Oqsil -- retseptorlarni tuzilishi, hujayrada joylanishi va funksiyasi.
10. Membranalarni retseptorlik funksiyasini o'rganish va yangi nanobiotexnologiyalar yaratish.
11. Nanobiosensordan kasalliklarga tashxis qo'yish va davolash amaliyotida foydalanish.
12. Tirik hujayralarda oqsilli «nanomotorlar».

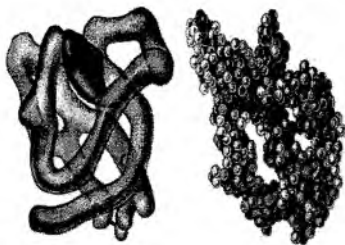
1. Biomakromolekulalar (biopolimerlar): nuklein kislotalar, oqsil moddalar va polisaxaridlar

Tirik sistemani molekular darajada tashkil bo'lishida asosiy rolni biomakromolekulalar (biopolimerlarni molekulari) bajaradilar. **Bu molekularni o'zi nima? Biomakromolekularni o'ziga xos bo'lgan strukturalari va xususiyatlari qanday?**

Biomakromolekula – bu biopolimerlarni ko'plab qaytariladigan birliklaridan tuzilgan juda katta molekulasidir (16-rasm).

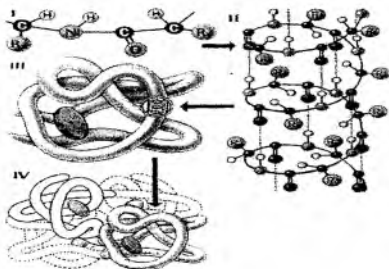
Nuklein kislotalarining molekulari (DNK va RNK) genetik axborotni tashuvchilari bo'lib, ularsiz tirik hujayralarni hayot kechishi va ko'payishi mumkin emas. Oqsillar hujayrada kechadigan xilma-xil

kimyoviy reaksiyalarni kataliz qiluvchi fermentlarni asosini tashkil qiladi. DNK, RNK va oqsillar genetik axborot uchun javob beradigan va ularni ustida har xil operatsiyalarni (nusxalanish, saqlash, o'zgarish, sanash, bajarish) bajaruvchi biomakromolekulalar sistemasini tashkil etadi.



16-rasm. Polimer zanjir (gemoglobinni polipeptid zanjiri; o'ng tomonda polipeptid zanjirni bir bo'lagi).

Makromolekulalarni 3 tipi faoliyat ko'rsatadi: **oqsillar, nuklein kislotalar va polisaxaridlar**. Ular uchun manomerlar bo'lib, tegishli ravishda aminokislotalar, nukleotidlar va monosaxaridlar hisoblanadi (17 - 18-rasmlar).

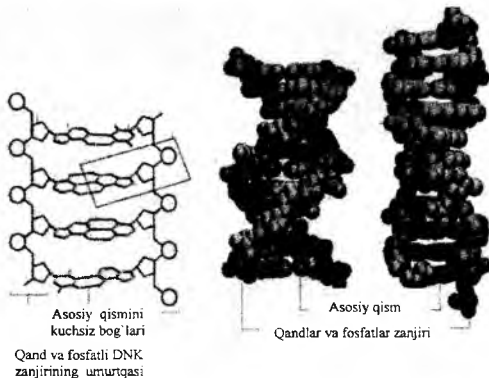


17-rasm. Gemoglobin oqsili molekulasini shakllanish bosqichlari: I – monomer molekularidan (aminokislotalardan) polipeptidlarni hosil bo'lishi; II – o'ngga qayrilgan polipeptidli alfa-spiralni hosil bo'lishi; III - alfa-spiralni globulaga joylanishi; IV – 4 ta polipeptidli globuladan gemoglobin molekulasini shakllanishi.

2. DNK hujayrada genetik axborotni tashuvchi va saqlovchi sifatida

Nasliy (genetik) axborotni tashuvchisiz hayotni to'xtovsiz davom etishi va ajdoddan avlodga o'tishi mumkin emas. Faqat mana shu tashuvchi tufayli tirik organizmni tuzilishi, rivojlanishi va hayot faoliyati ajdoddan avlodlarga o'tadi. Genetik axborotni asosiy tashuvchisi DNK hisoblanadi (18-rasm). Viruslarda bu rolni DNK bilan bir qatorda RNK ham bajaradi.

DNK nima? DNK (dezoksiribonuklein kislota) – monomerlardan (nukleotidlardan) shakllanadigan polimer (polinukleotid). DNK molekulası – o'ng tomonga qayrilgan 2 komplementar polinukleotid zanjirchalardan tashkil topgan makromolekulalardir. DNK spiralini qalinligi 1-2 nm, uzunligi – 3,4 nm bo'ladi. Polinukleotidli zanjirlar komplementar azotli asoslar: adenin - timin, guanin- sitozin orasidagi vodorod bog'lari bilan ushlab turiladi. Tabiat qanday qilib genetik axborotni yozish muammosini hal qilganligi kishida hayajon uyg'otadi.



18-rasm. DNK molekulası fragmentini kimyoviy (chapda) va fazoviy (o'ngda) strukturasi.

Genetik axborot DNK da alfavitni 4 ta harfi (A,G,T,S) bilan yozilgan va 4 tipdagi azotli asoslar (adenin, guanin, timin, sitozin) saqlagan nukleotidlarni ketma-ketligi orqali aks ettirilgan. Bir xil oqsil (RNK) molekulasini kodlovchi DNK ni bir bo'lagi «gen» deb ataladi. Genetik axborot polipeptid molekulalaridagi aminokislotalar ketma-ketligini belgilaydi va shu orqali oqsil molekulasining birlamchi strukturasi belgilab beradi. DNK hujayrani yadrosida (yadro DNK si yoki xromosoma DNK si) va sitoplazmada (yadrodan tashqaridagi DNK) joylashadi. Sitoplazma organoidlarini DNK si (xloroplastlar, mitoxondriylar) yadrodan tashqarisidagi yoki sitoplazmatik DNK deb nomlanadi. U ko'proq analitik liniyasi orqali uzatiluvchi irsiy axborotni tashiydi.

3. RNK strukturasi o'ziga xosligi va uning sayyoramizni eng qadimgi nanosanoatidagi roli

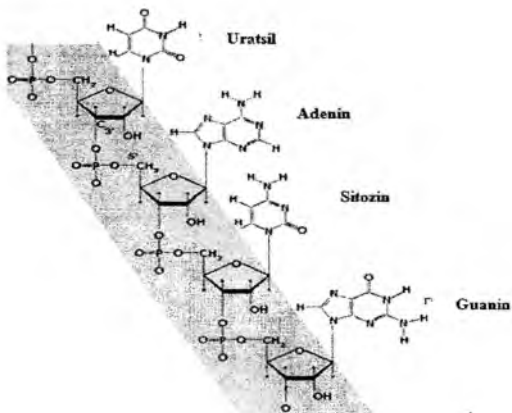
Tirik organizmlar nuklein kislotalar DNK bilan bir qatorda RNK (ribonuklein kislota) ham saqlaydi. **RNK bilan DNK orasidagi farq nimada?**

Eng avvalo, ikki zanjirli DNK dan farqli ularoq RNK bir zanjirdan iborat bo'lgan makromolekuladir (19-rasm).

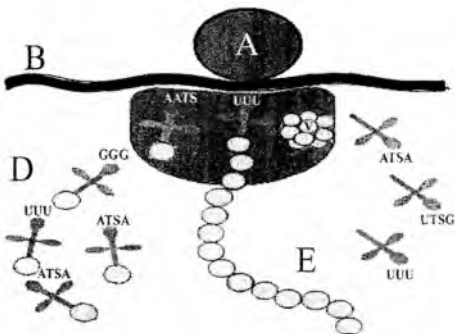
RNK – DNK molekulasida sintez bo'ladi va DNK zanjirlaridan birini uchastkasini komplementar nusxasi hisoblanadi. RNK ni kimyoviy tarkibini o'ziga xosligi shundan iboratki, RNK – DNK molekulasidagi **timin** o'rniga **uratsil** deb nomlangan azotli asosni saqlaydi (19-rasm). Bu ikkala makromolekularni yana bir farqi, DNK da nukleotid tarkibida dezoksiriboza bo'lsa, RNK da riboza joylashadi. Molekulalarni kattaligi hujayrada joylanishi va funksiyalari bo'yicha farqlanadigan RNK ni har xil tiplari ma'lum. Pastmolekular og'irlikka ega bo'lgan – transport RNK (tRNK) hujayradagi umumiy RNK ni 10 % ini tashkil etadi.

Genetik axborotni realizatsiyasi davrida har bir tRNK ma'lum aminokislotalarni o'ziga bog'lab oladi va ribosomaga, ya'ni oqsil sintez bo'ladigan joyga tashib boradi (20-rasm).

Ribosomal RNK (rRNK) hujayra RNK larining 85 % ni tashkil qiladi. rRNK ribosomalar tarkibiga kirib, strukturali funksiyani bajaradi. Bundan tashqari, rRNK ribosomaning faol markazini shakllanishida qatnashadi. Ribosomani faol markazida oqsil biosintez jarayonida aminokislotalar molekulalari orasida peptid bog'lari hosil bo'ladi. Informatson yoki matritsali RNK (iRNK, mRNK), hujayrada sintez bo'ladigan barcha turdagi oqsillar sintezini ifodalaydi.



19-rasm. RNK ni kimyoviy strukturasi.



20-rasm. Ribosomada (A) polipeptid biosintez jarayonida (D) ishtirok etadigan matritsali RNK (B) va transport RNK (E) lar.

Ribosomalar yer yuzida bundan 3 mlrd yillar oldin paydo bo'lgan va eng qadimgi **nanofabrika** deb tan olingan. Odam organizmi o'zida mana shunga o'xshagan nanofabrikalarni bir necha yuz trillionlarini saqlaydi. Ribosomalarda hujayra yadrosidagi iRNK olib kelayotgan loyihalarni nusxalari asosida organizm uchun zarur bo'lgan oqsillarni barchasi sintez bo'ladi.

Ribonuklein kislotalarni xilma-xilligi va funksiyalari

Ribonuklein kislotalarini nomlari	Hujayradagi miqdori, %	Funksiyalari
Transport RNK (t RNK)	10	Ma'lum aminokislotani o'ziga bog'lab olib, ribosomaga yetkazib beradi.
Ribosomal RNK (rRNK)	85	Ribosoma tarkibiga kiradi, struktura funksiyani hamda ribosomani faol markazini shakllanishida ishtirok etadi.
Informatsion yoki matritsali (i RNK, m RNK)	5	Hujayradagi barcha ko'rinishdagi oqsillarni sintezini dasturlaydi.

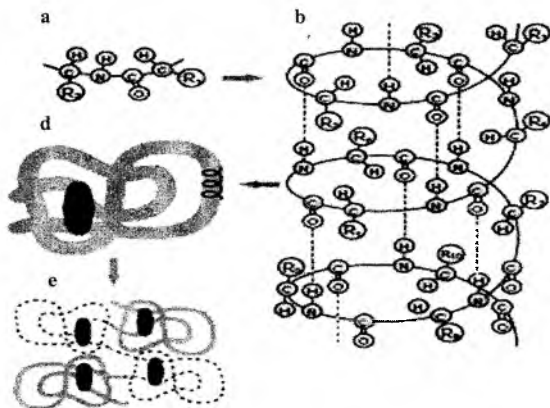
4. Oqsil moddalarni tuzilishi va funksiyalari

Hayot – «oqsil moddalarni faoliyat ko'rsatish usuli». **Nima sababdan oqsillar hujayrada va butun organizmda eng ko'p tarqalgan molekulalardan biri bo'ldi?**

Bu savolga javobni, oqsil molekulalari bajaradigan funksiyalarni ko'pqirraligidan izlash kerak. Oqsillar bajaradigan funksiyalarni asosiy sifati quyidagilarni keltirish mumkin: plastiklik (quruvchilik), katalitik (fermentativ), transportlik (tashuvchilik), gormonal, himoya qiluvchilik, harakatga keltiruvchilik, ustun va shakl beruvchilik, energetik, retseptorlik (sezgirlik), zaxiralik, antibiotiklik, toksinlik.

Mana shunday funksiyalarni ko'pqirraligi oqsillarni strukturasi va xususiyatlari bilan bog'liq. **Ular nimalardan iborat? Oqsil molekulalarini kimyoviy strukturalari qanday? Oqsil molekulalari fazoda qanday tuzilgan?**

Oqsil molekulari – polimerlar. Ularni monomerlari – aminokislotalar. Tabiatda 100 ga yaqin aminokislotalar bor. Shulardan faqat 20 tasi tirik organizmlarni oqsillari tarkibiga kiradi. Aminokislotalar eng kamida bitta amino ($-NH_2$) va bitta karboksil ($COOH$) guruhga ega. Oqsil molekulasini shakllantirayotganda aminokislotalar birin-ketin, bir-birlari bilan peptid bog'lari orqali bog'lanadi. Peptid (kovalent, azot-uglerod) bog'i – bir aminokislotalani aminoguruhi bilan, ikkinchi aminokislotalani karboksil guruhi orasidagi o'zaro ta'sir natijasi sifatida hosil bo'ladi. Aminokislotalar bir-birlari bilan peptid bog'lari orqali bog'lanib, har xil uzunlikka ega bo'lgan peptidlar (dipeptidlar, tetrapeptid) hosil qiladi. Ko'plab aminokislotalarni o'zaro bog'lantirishidan polipeptid hosil bo'ladi. Oqsillarni ko'pchiligi yuqori molekullali polipeptidlar hisoblanadi. Ularni tarkibida yuzdan bir necha mingga yaqin aminokislotalar bo'lishi aniqlangan.



21-rasm. Gemoglobin molekulasini birlamchi (a), ikkalamchi (b), uchlamchi (d) va to'rtlamchi (e) strukturalarini birin-ketin shakllanishi.

Polipeptid zanjiri tarkibidagi aminokislotalarni ketma-ketligi oqsilni birlamchi strukturasini tashkil qiladi. Oqsil molekulasini shakli, xususiyatlari va funksiyalari ularni birlamchi strukturalariga bog'liq. Ammo

birlamchi struktura bilan oqsil molekulasini shakllanishi tugamaydi.
Oqsillarni strukturasi shakllanishi qanday qilib nihoyasiga yetadi?

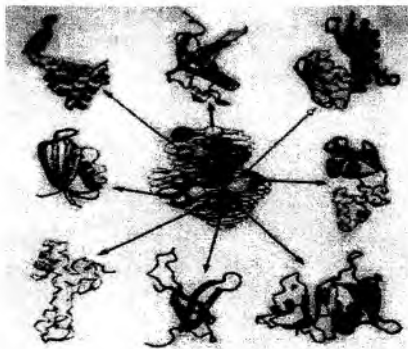
Ikkalamchi struktura – polipeptid zanjirini o'ng tomonga qarab buralgan α - spiraldan shakllanadi. Bu struktura har xil aminokislotalarni – CO – NH – guruhlari orasida shakllangan vodorod bog'lari natijasida kelib chiqadi (21-rasm).

Ko'p oqsillarda polipeptid zanjirlar qiyshayib, o'ziga xos ravishda o'raladi va noto'g'ri dumaloq strukturaga – globulaga aylanadi. Mana shunday tartibda oqsilni **uchlamchi strukturasi** shakllanadi. Globulani mustahkamligi aminokislotalarni radikallari orasida shakllanadigan har xil bog'lar (disulfid, ion, vodorod va gidrofob) bilan ta'minlanadi.

Oligomer (multimer) oqsillar **to'rtlamchi strukturaga** ega bo'ladi. Bunday oqsillar bir necha polipeptid bog'laridan iborat bo'ladi. Polipeptidlar o'zaro gidrofob munosabatlar, vodorod va ion bog'lari orqali bog'lanadi.

5. Oqsillarni modifikatsiyasi

Oqsillarni murakkab kimyoviy moddalar sifatida noyob bo'lgan xususiyati, ularni o'z-o'zidan tashkil bo'lish xususiyatlari bilan bog'liq. Oqsil molekulari o'z-o'zidan tabiiy (nativ) uchlamchi struktura holatiga kirib olishi, ularni faoliyat ko'rsatishida katta ahamiyatga ega (22-rasm).



22-rasm. Ribosoma oqsillarining tabiiy strukturasi xilma-xilligi.

Shunisi ajablanarliki, oqsil molekulari o'z-o'zidan ma'lum holatda aylanish xususiyatiga ega. Bu holat nafaqat tirik hujayrada, balki undan tashqarida sun'iy (in vitro) sharoitda ham amalga oshadi. Oqsilni ma'lum holatga o'tishi spontan ravishda (tashqi ta'sir natijasida emas), hatto energiya manbalarini va fermentlarni ishtirokisiz ham amalga oshadi.

Oqsil molekularini o'z-o'zidan ma'lum holatga kirishi (samoorganizatsiya) ning asosida qanday mexanizmlar yotadi? Oqsil molekularini o'z-o'zidan ma'lum holatga kirishi uning tarkibidagi aminokislota qoldiqlarini ketma-ketligi hamda bu aminokislotalarni funksional guruhlari bir-birlari bilan o'zaro munosabatga kirish xususiyati bilan bog'liq. Har bir aminokislota qoldig'i 10 ga yaqin variantda uchlamchi tuzilishga (konformatsiyaga) ega. 100 aminokislota qoldig'idan tashkil topgan polipeptid zanjiri 10^{100} ga bo'lgan konformatsiya hosil qilishi mumkin.

Oqsil molekulasini ko'plab trillionlardan iborat bo'lgan molekular orasidan o'zini fazoviy strukturasi «axtarib topishga» majbur bo'lishini xayolga keltirish qiyin. Ammo shunday bo'lganda ham xayolga keltirib bo'lmaydigan tezlikda sodir bo'ladi. Oqsilni biosintez jarayoni ham, uni o'z-o'zidan ma'lum strukturaga kirishi ham (samoorganizatsiya) ribosomada bor - yo'g'i 1 daqiqa orasida sodir bo'ladi.

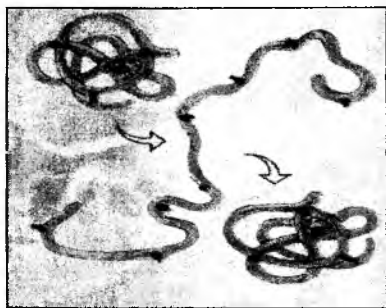


23-rasm. Oqsil molekulasini birlamchi globula hosil qilishining oraliq bosqichi (dumaloqlar – polipeptid uchastkalarini kuzatish maqsadida nishonlangan).

Globulyar oqsillarni o'zini-o'zi tashkil qilish (samoorganizatsiya) jarayoni bir necha bosqichdan iborat: o'ng tomonga qarab qayrilgan spiral uchastkalarni (alfa spirallarni) hosil bo'lishi polipeptidlarni

ilgaksimon ko'rinishda (beta-ilkaklar) shakllanishi, spirallarni va ilgaklarni birlamchi globulaga (noto'g'ri shaklga) yopishishi hamda globula strukturasi ushbu oqsil uchun tabiiy bo'lgan shaklga kirishi (23-rasm). Oqsilni mana shu tartibda ma'lum strukturaga kirishi (samoorganizatsiya) jarayonida birin-ketin ikkalamchi va uchlamchi struktura ham shakllana boradi.

Oqsil molekulasini o'zini-o'zi tashkil qilish jarayonida hosil bo'lgan tabiiy strukturasi buzilsa nima bo'ladi? Nahotki, u o'z xususiyatini yo'qotib, hujayradagi vazifasini bajarmasdan qo'yadi? Olimlar laboratoriya sharoitida denaturatsiyaga uchragan oqsillarni (o'zini tabiiy konformatsiyasini yo'qotgan oqsil) boshqatdan o'z xususiyatiga ega bo'lishi mumkin ekanligini ko'rsatib berganlar (24-rasm).



24-rasm. Oqsil molekulasini denaturatsiyasi (chapdagi strelka) va renaturatsiyasi (o'ngdagi strelka).

Bu renaturatsiya (denaturatsiyaga teskari bo'lgan jarayon) jarayoni natijasida amalga oshadi. Oqsil molekulasini renaturatsiyasida yuqorida keltirilgan barcha bosqichlardan iborat bo'lgan jarayonlar sodir bo'ladi va nihoyat oqsil molekulasini o'zini tabiiy ko'rinishida namoyon bo'ladi. Ko'rinib turibdiki, (24-rasmga qarang) renaturatsiya oqsilga – ikkalamchi hayot baxsh etadi.

1973-yilda rossiyalik oftalmolog E.G. Rapis shikastlangan ko'zni o'rgana turib, qon zardobi quriganda shishada ajoyib simmetrik shakllar qoldirishini kuzatgan. Bunday shakllar keyingi tajribalarda ham doimo

qaytarilavergan. Keyinchalik bu hodisa, oqsillarni sun'iy sharoitda (in vitro) muvozanat bo'lmagan holatda o'z-o'zidan strukturaga kirishi deb nomlangan. Bu hodisa davomida molekular darajadan ustun bo'lgan oqsil komplekslari (agregatlari) hosil bo'ladi. Xususan, oqsil eritmalarini kondensatsiyasida ko'p qavatli oqsil plyonkalarini hosil bo'lishi mumkin. Natijada, nanodarajadan mikro - va hatto makro darajagacha bo'lgan turli xil oqsil strukturalari shakllanadi. Oqsillarni bunday murakkab nadmolekular arxitekturasini tabiiy nanotexnologik davomiylikdan kelib chiqadi. Bu hodisa nafaqat biologlarni, balki nanomateriallar va nanoqurilmalar bilan ishlaydigan ko'plab boshqa mutaxassislarini ham diqqatini o'ziga tortdi. Mana shunday qilib, oqsil agregatlarini va ko'p qavatli oqsil plyonkalarini nanobiotexnologiyada ishlatish bo'yicha istiqbolli loyihalar paydo bo'ldi.

Oqsil molekularini strukturalarini o'zgarib turishi, ularni o'z-o'zidan ma'lum strukturaga kirishi bilan tugallanadimi? Strukturalarni maksimal darajada ko'proq xilma-xillikka ega bo'lishiga, harakat qilib turadigan tirik tabiat bunga yo'l qo'ymaydi.

Oqsil molekularini o'zgarib turishini ikkinchi tabiiy yo'nalishi – ularni modifikatsiyasidir. Modifikatsiya yoki sintezlangan oqsil molekularini yoki ribosomada endigina sintezlanadigan polipeptid zanjirlarni kimyoviy o'zgarishi natijasida paydo bo'ladi.

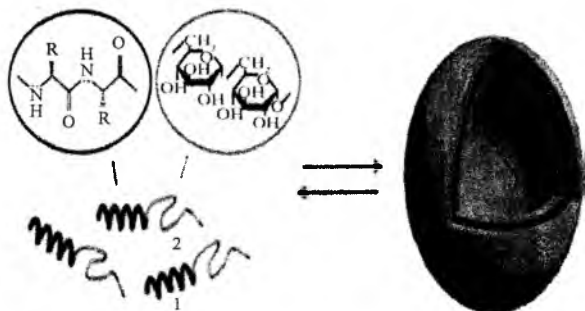
Polipeptidlarni modifikatsiyasi asosida quyidagilar yotadi:

- polipeptid molekularini fragmentlarga kesilishi;
- polipeptidlarni alohida fragmentlarini yangi molekulaga tikilishi;
- oddiy oqsillarni xilma-xil moddalar bilan birlashib, murakkab oqsillar (glikoproteinlar, lipoproteinlar, metalloproteinlar) hosil qilishlari;

- polipeptid tarkibidagi ba'zi aminokislotalarni kimyoviy o'zgarishlar (oksidlanishi, disulfid va vodorod bog'lari hosil qilishi)ga uchrashi.

Hujayra tomonidan sekretsiyaga uchraydigan oqsillarni ko'pchiligi modifikatsiyaga uchraydi. Oqsil molekularini o'z-o'zidan ma'lum holatga (shaklga) kirishidan oldin ularni modifikatsiyasi sodir bo'ladi. Demak, oqsil dastlab modifikatsiyaga uchraydi va undan keyin ma'lum shaklga ega bo'ladi. Modifikatsiyaga uchraydigan oqsillar nanokonstruktoral va nanotexnologlarni diqqatini o'ziga tortmoqda. Fransiyaning Bordo shahrida faoliyat ko'rsatayotgan olimlarni diqqat - e'tiborini glikoproteinlar o'ziga tortgan. O'z-o'zidan savol tug'iladi, **murakkab modifikatsiyaga uchragan oqsillar–glikoproteinlar nimasi bilan olimlarni e'tiborini o'ziga tortdi?**

Glikoproteinlarni molekulasi gidrofob (oqsil) va gidrofil (uglevod) qismlardan tashkil topgan. Bunday molekularlar suvga tushganida o'z-o'zidan dumaloq shakldagi nanostrukturaga aylanib qoladi (25-rasm).



25-rasm. Modifikatsiya qilingan glikoprotein oqsilini molekulasi (rasmda chap tomonda) gidrofob (1) va gidrofil (2) uchastkalarga ega. Bunday molekularlar suvli eritmada o'z-o'zidan membranali nanopufakchalarga yig'ilib oladi (rasmda o'ng tomonda).

Glikoproteinlarni mana shu xususiyatlarini ishlatib, olimlar sun'iy membranali nanopufakchalar sintez qilishga erishdilar. Bunga o'xshagan nanopufakchalar tirik organizmda moddalarni maqsadli yo'naltirish uchun yetkazuvchilar sifatida ishlatilishlari mumkin.

6. Oqsillarni oligomerizatsiyasi va agregatsiyasi. Oqsilli komplekslarni hosil bo'lishi

Polipeptidli molekularlar o'zaro bir-birlari bilan bog'lanib, oligomer strukturalar hosil qilish xususiyatiga ega. **Polipeptidlarni (protomerlar, subbirliklar) qo'shib oligomer strukturalar (oligomer molekular) hosil qilish jarayonini oqsillarni oligomerizatsiyasi deb ataladi.** Membranada lokalizatsiya bo'ladigan ko'plab fermentlar va boshqa oqsillar oligomer tabiatga ega (26-rasm).

Oligomer strukturalar bir xil (26-rasm. a, b, d) va har xil (26-rasm. e) protomerlar (subbirliklar)dan tuzilishi mumkin. Oligomerizatsiya

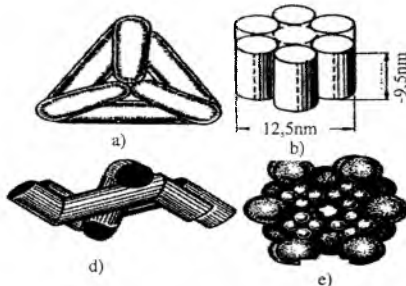
jarayonida protomerlar (subbirlıklar) o'zaro nokovalent bog'lar bilan bog'lanadi. Shuning uchun ham oligomerli komplekslar, dastlabki protomerlarga yengillik bilan tarqalib ketishlari mumkin.

Savol tug'iladi: oligomerizatsiya – alohida protomerlarni (polipeptidlarni) xususiyatlariga ta'sir ko'rsatadimi? Olimlarni ko'rsatishlaricha, oligomerizatsiya polipeptidlarning ularni parchalovchi fermentlar (proteinazalar) va boshqa kimyoviy agentlar ta'siriga chidamliligini oshirar ekan.

Oligomerizatsiya – oqsil molekularini qo'shilishini yagona yo'li emas. Shunday usullardan yana biri oqsillarni agregatsiyasi deb ataladi.

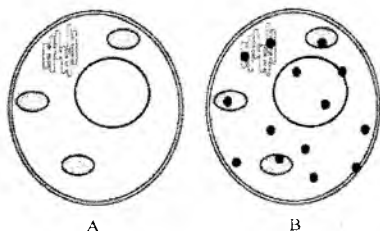
Oqsillarni agregatsiyasi – oqsil molekularini o'ngga buralgan alfa spiral uchastkalari orqali o'zaro munosabatlarga kirishib, nadmolekular agregatlar hosil qilishidir.

Agar oqsil molekulasida α -spiral uchastkalar (ikkalamchi strukturalar) bo'lmasa, ular agregatsiya shakliga kira olmaydi. Faqat oqsil globulasini «eritib» (tarqatib yuborilib) α – spiral uchastkalar hosil qilgandagina, oqsil molekulari agregatsiyaga kirisha oladi. Nadmolekular oqsil agregatlari tarkibini keng miqyosda o'zgarib turishi va kattaligining har xil bo'lishi bilan farqlanadi. Aynan mana shu xususiyatlari bilan ular oligomer oqsil komplekslaridan farq qiladi.



26-rasm. Oligomer tabiatga ega bo'lgan fermentlarni tuzilish modeli:
 a) – protomerlarni 6 subbirlıkları birlashib glutamatdehidrogenaza fermenti molekulasini hosil qilgani; b) –RNK – polimeraza fermentining molekulasi;
 d) –katalazaning yarim molekulasi; e) – piruvatdehidrogenaza fermentining molekulasi.

Ma'lumki, oligomer komplekslar doimiy tarkibga ega bo'ladi. Oqsillarni tabiiy agregatsiyasi hujayrani tinchlik holatidan faol holatga o'tishida kuzatiladi. Masalan, mushaklar qisqarganda, hujayralar bezovtalanganda va boshqa hodisalarda. Tinch turgan hujayra juda kam miqdorda nadmolekular oqsil agregatlarini saqlaganliklari uchun ularni sitoplazmalari tiniq bo'ladi. Faollashgan hujayrani sitoplazmasi loyqalangan (tiniq emas) bo'ladi, chunki ularda oqsillarni tabiiy agregatsiyasining mahsulotlari to'plangan bo'ladi (27-rasm).



27-rasm. Tinch turgan hujayra (A) optik tiniq sitoplazma saqlaydi, faollashgan hujayra (B) – loyqalangan (tiniqligi kam bo'lgan) sitoplazmasi bilan farq qiladi, chunki ularda agregatsiyaga uchragan oqsillar hosil bo'ladi (rasmda qora dumaloqlar bilan belgilangan).

Ba'zi kasalliklarda (ko'z kataraktasi, mollarni qutirishi) hamda organizmni qarish jarayonida tabiiy bo'lmagan oqsillar agregatsiyasi (patologik) kuzatiladi. Tabiiy agregatsiyadan farqli o'laroq, ular qaytmas xarakterga ega bo'ladi.

Oligomer oqsil komplekslari va nadmolekular oqsil agregatlari, o'ziga xos bo'lgan tabiiy komplekslar hisoblanadi. Ularni hosil bo'lishi va tirik organizmdagi roli oxirigacha o'rganilmagan.

Ammo ularni o'rganish natijasida olingan ma'lumotlar asosida, nanomateriallar va nanotexnologiyalar yaratish mumkinligini ko'rsatib turibdi. Masalan, akademik G.I. Ilizarov nomidagi Rossiyaning «qayta tiklovchi travmatologiya va ortopediya» ilmiy markazida, shikastlangan suyak to'qimalarini qayta tiklanishini kuchaytiruvchi oqsilli nanokomplekslar yaratish ustida ilmiy va amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda. Bunday tadqiqotlarni va urinishlarni originalligi, zarar

ko'rgan organizmni mana shunday nanokomplekslarni mustaqil ravishda o'zining zaxiralari hisobidan ishlab chiqarishga majbur qilish mumkin ekanligi bilan bog'liqligidadir.

7. Oqsillar asosida nanostrukturalar konstruksiyasini hosil qilish

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar nisbatan oddiy molekularlar (polipeptidlar)dan murakkab oqsil molekulari va nadmolekular nanostrukturalar shakllantirish imkoniyatlari juda katta ekanligini ko'rsatadi. Tabiiy sharoitda tirik organizmlar oddiy oqsillardan (proteinlardan) murakkab oqsillar (nukleoproteinlar, glikoproteinlar, lipoproteinlar va boshqalar), oqsillarni oligomer strukturalarini, nadmolekular oqsil agregatlarini, minglab xilma-xil nanostrukturalar va nanokomplekslarni hosil qilaoladi.

Hosil bo'ladigan nanostrukturalar shakli (uchlamchi strukturasini) va kattaligi bilan juda ham xilma-xildir. Oqsilli nanostrukturalarni bunchalik xilma-xil bo'lishiga sabab nima?

Birinchidan, polipeptid molekulari tarkibidagi aminokislotalarni miqdorini ko'pligi.

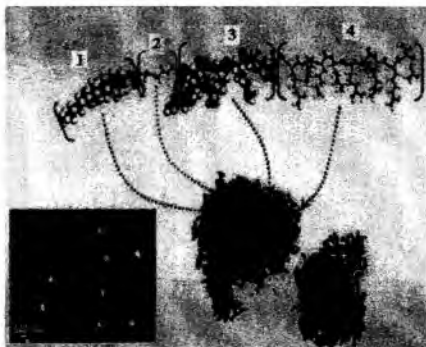
Ikkinchidan, har bir aminokislota qoldig'ini 10 ga yaqin fazoviy konfiguratsiyaga kira olishi va ularni oqsil tarkibidagi boshqa molekularlar bilan turli xil aloqaga kira olishidir.

Shunisi ajablanarliki, tirik organizmda daslabki oqsilli nanoblok-larni shakli va o'lchami tabiiy sharoitdagiga nisbatan, nadmolekular komplekslarni shakli va strukturasini qattiqroq belgilaydi. Bu holat, nanokonstruktorlarni va nanotexnologlarni e'tiborini o'ziga tortgan. Sun'iy sharoitda oqsil molekularlarini xususiyatlarini bunday o'zgarishidan foydalanib, oqsillar asosida har qanday kerak bo'lgan nanostrukturalar (nanokomplekslar), hattoki tirik organizmlarda hech qachon uchramaganlarini ham olish mumkin. Hosil bo'lgan oqsilli nanostrukturalarni muhitdan ajratib olish, tozalash va kristallizatsiya qilish ham mumkin. Keyin ularni fizik va kimyoviy usullar yordamida o'rganish ham kerak bo'ladi. Oqsilli nadmolekular strukturalar o'zlarini xususiyatlariga qarab, laboratoriya yoki ishlab chiqarish sharoitlarida turli xil nanokomplekslar va nanoagregatlar konstruksiya qilish uchun ishlatiladi. Bu sohada erishilgan yutuqlardan ba'zilarini ko'rib chiqamiz.

Oqsil molekulari yordamida nanobol'akchalarni avtomatlashtirilgan holda yig'ish mumkinmi? Bu savolga birinchilardan bo'lib Rossiya Fanlar Akademiyasining bioorganik kimyo instituti

olimlari javob berishdi. Ular **barnas** va **barstar** deb atashgan oqsil molekulari yordamida nanobo'lakchalarni avtomatik yig'ish texnologiyalarini yaratdilar. Bu oqsillar tayoqchasimon bakteriyalardan ajratib olingan. Bu oqsillarga yig'ish liniyasida ishlaydigan «Robot»lar roli berilgan. Shunday tartibda yig'ilgan nanobo'lakchalar tibbiyot amaliyotida hamda yangi biotexnologiyalarda katta ahamiyatga ega. Nanobo'lakchalarga rak kasalligiga tashxis qo'yish yoki uni davolash uchun dorivor moddalar, radioaktiv izotoplar ulash mumkin. Shuningdek, ularga (nanobo'lakchalarga) radioaktiv izotoplar, fluoressent bo'lakchalar, dorivor moddalar, toksinlar kiritish ham mumkin.

Oqsilli nanobo'lakchalar qanday qilib antibiotiklarni almashtirishlari mumkin? Birinchi navbatda, mikroorganizmlarda antibiotiklarga nisbatan chidamlilik xususiyati paydo bo'lgan. Bu muammoni hammadan oldin Singapur biomuhandislik va nanobiotexnolog instituti olimlari yechishga kirishganlar. Ular kationli oqsillarga, ya'ni eritmada musbat zaryad hosil qiladigan oqsillarga diqqat-e'tibor bilan qaraganlar. Bu oqsillarni molekulari asosida, olimlar o'z-o'zidan yig'iladigan nanobo'lakchalar yaratdilar (28-rasm).



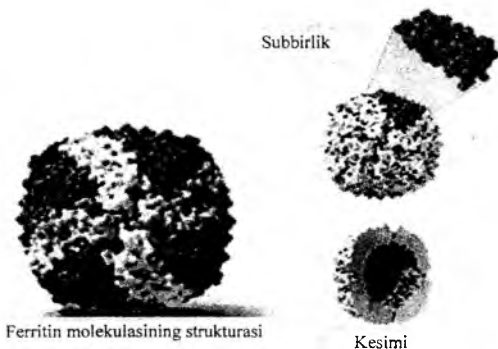
28-rasm. Antimikrob xususiyatga ega bo'lgan oqsilli nanobo'lakchalarni hosil bo'lishi: xolesterol gidrofob yadro (1) hosil qiladi, eritmada musbat zaryadlanadigan oqsillar (2, 3, 4) ularni o'rab oladi. Kesmada (chapdagi past burchakda) – elektron mikrofotografiya keltirilgan bo'lib, u hosil bo'lgan nanobo'lakchalarni o'lchamini baholab bera oladi (100 – 150 nm).

Bunday nanobo'lakchalar antimikrob ta'sirga egalar va an'anaviy antibiotiklarni o'rnini bosa oladi. Bunda oqsilli nanobo'lakchalar ko'plab mikroorganizmlarga birdaniga ta'sir qiladi va hatto zamonaviy antibiotiklarga nisbatan chidamlilik paydo bo'lgan mikroorganizmlarga nisbatan ham faollikka ega.

Antimikrob oqsilli nanobo'lakchalarni ta'sir mexanizmlari qanday? Oqsilli nanobo'lakchalar bakteriyalarni hujayra qobig'ini ko'p joydan teshib tashlaydi va bunday mikroorganizmlar o'lib qoladi. Oqsilli nanobo'lakchalar antibiotiklar oldida ikki ustuvorlikka ega:

- hujayra va to'qima to'siqlardan bemalol o'tadi;
- ishlatilganda qo'shimcha salbiy samara bermaydi.

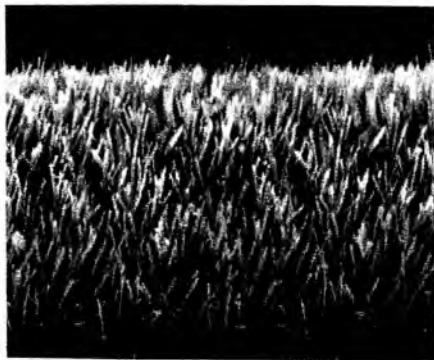
Antimikrob xususiyatga ega bo'lgan oqsil nanobo'lakchalari tajriba o'tkaziladigan hayvonlarda laboratoriya sinovlaridan muvaffaqiyatli o'tkazilgan. Oqsil molekulari asosida nanokonstruksiyalar yaratish bilan shug'ullanadigan olimlarni diqqatini **ferritin** o'ziga tortgan. Bu oqsil temirni organizmda saqlanishini ta'minlaydi. Ferritin molekulasida 12 nm ga teng bo'lgan shar shaklida bo'lib, 24 ta polipeptid subbirliklardan tashkil topgan (29-rasm). Sharni ichida diametri 8 nm ga teng bo'lgan bo'shliq bo'lib, u temir oksogidroksidining ($FeOOH$) nanobo'lakchalari bilan to'ldirilgan.



29-rasm. Ferritin oqsilini tuzilish sxemasi.

Ferritinni bitta molekulasida o'zining bo'shlig'ida 4000 temir atomini saqlaydi. Kerak bo'lganida oqsilli qobig'idagi teshikchalar orqali kattaligi 5 nm ga teng bo'lgan temir oksogidrooksidi tashqariga chiqadi va qonga tushib, ular gemoglobin sinteziga sarflanadi. Ferritinni tuzilishini va xossalari modellashtirib, olimlar sun'iy nanomateriallar yaratish bilan shug'ullanmoqdalar. Sun'iy nanomateriallarda temir oksogidroksidining bo'lakchalari g'ovak matritsalar tarkibiga kiritiladi.

Yuqorida keltirilgan materiallardan ko'rinib turibdiki, oqsillar, ayniqsa, murakkab oqsillar nanobiotexnologiya sohasida eng keng tarqalgan obyektlardan biriga aylangan. O'z-o'zidan savol tug'iladi: **Eng oddiy oqsil strukturalari – peptidlardan nanotexnologiyada foydalanish mumkinmi?** Bu savolga birinchilardan bo'lib, Isroilning Tel-Aviv universiteti olimlari javob berganlar. Ular shisha sirtida peptidli nanostrukturalardan tashkil topgan panjara yaratish usulini ishlab chiqdilar (30-rasm). Bunda olimlar **peptidlarni o'z-o'zidan yig'ilish xususiyatlaridan foydalandilar.** Olingan peptidli nanostrukturalar – ikki xil aminokislotalardan yig'ilgan struktura hisoblanadi. Peptidli nanotrubkalar yasalgan materiallar gidrofob xususiyatga ega (ular suvni o'zidan qochiradilar). Suvni u bilan birga mexanik changlarni ham o'zidan qochirib, ular shisha sirtini hamisha toza saqlaydi.



30-rasm. O'z-o'zidan yig'iladigan peptidli nanotrubkalar.

Oqsil molekullari nanobiotexnologiyaning obykti sifatida

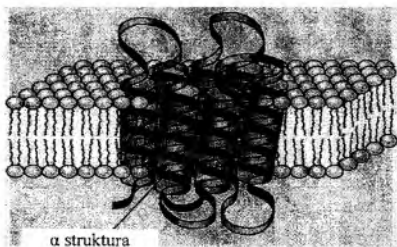
Oqsil turlari	Funksiyasi	Ishlatish sohasi
Glikoproteinlar	sun'iy membranali nanobo'lakchalar hosil qilish protomerlarni proteazaga chidamliligini oshiradi.	nanoyetkazuvchilar
Oligomer strukturali oqsillar	d=12 nm, 24- ta subbirlilik (subbirlilik), sharni ichida 8-nm g'ovak 4000 FeOOH	tabiiy nano-komplekslar (G.I. Ilizarov) yangi nanomateriallar
Oqsillar agregatsiyasi (faqat α - spiral uchastkasi bo'lgan polipeptidlarda sodir bo'ladi)	gidrofob (suvni o'zidan itaradi)	nanoyetkazuvchilar
Ferritin, Peptidlar		quyosh batariyalari tayyorlashda

Shuning uchun ham bunday materiallarni quyosh energetikasi bilan shug'ullanadigan mutaxassislar juda ham qiziqib qolishgan. Mana shu materiallar tufayli quyosh batariyasi hamisha toza va quruq turadi.

Bu esa, o'z navbatida quyosh elektrostansiyalarini samaradorligini oshirish imkoniyatini beradi va ulardan foydalanishni tan narxini tushirishga sabab bo'ladi. Shuningdek, olimlar «peptidli nanotrubkalardan superkondensatorlar yaratishda ham foydalansa bo'ladi» - degan fikrga kelishgan. Noyob elektrik tavsifga ega bo'lgan bunday kondensatorlar kelajakda, zamonaviy akkumulatorli batariyalarni o'rnini oladi degan bashoratlar ham bor.

8. Transportoqsillar: hujayrada joylanishini va faoliyat ko'rsatishini o'ziga xosligi

Plazmalemmalarni (hujayra membranalarini) lipidli qavatini o'zidan polyarli molekullarni o'tkazmaydi. Mana shu xususiyati tufayli u hujayra uchun foydali bo'lgan moddalarni saqlaydi, ularni sitoplazmadan chiqib ketishini oldini oladi. Shuning bilan birga, lipidli qavat hujayraning hayot-faoliyati uchun zarur bo'lgan polyarli moddalarni atrof-muhitdan kirib kelishini qiyinlashtiradi. Savol tug'iladi: **Tabiat – polyarli moddalarni hujayraning ichiga kirib kelish muammosini qanday qilib yechgan?** Evolutsiya davomida polyarli moddalarni hujayra membranalarini orqali transport bo'lishining maxsus mexanizmlari shakllangan. Bunday mexanizmlarning asosida transport oqsillari yotadi. Ular hujayra membranalarida shunday joylashganlarki, ularni polipeptid zanjirlari lipidlarni bimolekular qavatini bir necha marotaba teshib o'tgan (31-rasm). Shuning uchun ham transport oqsillari transmembranali oqsillar hisoblanadi.

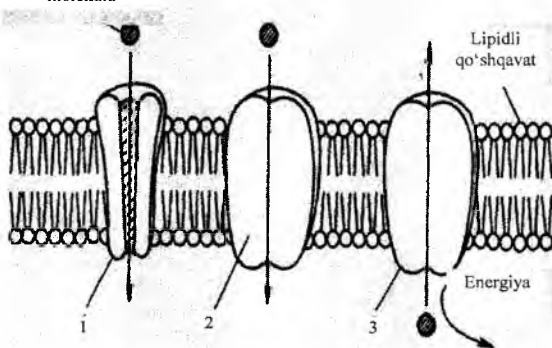


31-rasm.
Transport oqsil polipeptid zanjirlarini hujayra membranalarini lipidlarining biomolekular qavatida joylanishi.

Transmembranali oqsillar ikki guruhga bo'linadi. Bular tashib o'tkazuvchi oqsillar va kanal hosil qiluvchi oqsillardir (32-rasm).

Tashib o'tkazuvchi oqsillar moddalarning molekullarini lipidli qavat orqali tashib o'tkazadi. Birinchi navbatda, tashib o'tkazuvchi oqsil molekulasini, tashib o'tkazilishi kerak bo'lgan modda molekulasini bilan spetsifik bog'lanadi. Barcha tipdagi tashib o'tkazuvchi oqsillarni molekullarida tashib o'tkazilishi lozim bo'lgan moddani bog'lab olishga mo'ljallangan ma'lum qismlari bo'ladi.

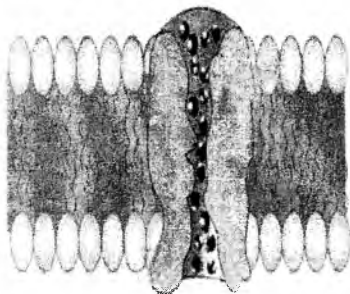
Transport qiluvchi
molekula



32-rasm. Hujayra membranasini transport oqsillari: 1 – kanal hosil qiluvchi oqsillar; 2-3 - tashib o'tkazuvchi oqsillar.

Keyin tashib o'tkazuvchi oqsilni molekulasi o'zining konformat-siyasi (uchlamchi strukturasi)ni shunday o'zgartiradiki, u bilan bog'lan-gan molekulada membranani lipid qavatidan o'tib olish imkoniyati tug'iladi. Ular bu jarayonga membrana bilan bog'langan fermentlar sifatida ishtirok etib, passiv yoki faol membrana transporti mexanizmlari asosida ishlaydi. Kanal hosil qiladigan oqsillar teshikchalarni shakllantiradi va ular orqali ionlar hamda boshqa noorganik moddalar o'tib turadi (33-rasm).

Suv qanday qilib hujayraga kiradi? Suv ikki sabab bilan gidrofob lipidli qavat orqali bimalol o'ta oladi: birinchidan, molekulasida elektrik zaryad bo'lmaganligi uchun; ikkinchidan, molekulani o'lchami katta bo'lganligi uchun. Transport oqsillari ishtirokida o'tadigan tashish jarayoni ko'proq energiya sarflash orqali amalga oshadi. Energiya manbai bo'lib esa ATF xizmat qiladi. ATF energiyasini ishlatib, ionlarni o'tkazuvchi oqsilga misol sifatida natriy, kaliy nasosni ko'rsatish mumkin. U hayvon hujayralarini plazmatik membranalarida membrana potentsiali hosil qilishda hal qiluvchi rol o'ynaydi.



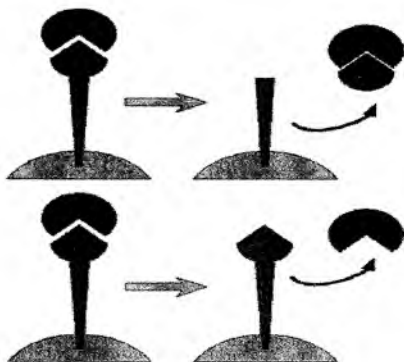
33-rasm. Kanal hosil qiluvchi oqsil molekulasini hujayra membranalarini lipidlarining bimolekular qavatida joylanishi.

9. Oqsil – retseptorlarni tuzilishi, hujayrada joylanishi va funksiyasi

Tirik organizmni hujayrasi tashqi signalga yoki qo'zg'atuvchiga nisbatan mustaqil ravishda munosabat bildiradi (sezadi). Mana shu signalni qabul qilish funksiyasini hujayra sirtida yoki organoidida joylashgan molekular bajaradi.

Oqsil molekulari, qanday qilib, hujayra retseptoriga o'xshagan o'ta murakkab funksiyani bajara oladi? Oqsil molekulasini (retseptor) unga gormon yoki boshqa moddalar (dorivor moddalar, zahar va h.k.) bog'langanda, o'zini fazoviy (uchlamchi) strukturasi o'zgartiradi. Retseptor bilan spetsifik bog'lanadigan modda **ligand** deb ataladi (34-rasm). Ligand – tashqi boshqaruv signalini retseptorga uzatadi. Har qanday **retseptor-oqsil eng kamida (minimum) ikki qismdan tashkil topadi: birinchi qism – ligandni tanishni ta'minlaydi; ikkinchisi esa, qabul qilingan signalni o'zgartirib, uni hujayraga yetkazib beradi.** Retseptor bilan ligandni bog'lanish jarayoni, fermentni substrat bilan bog'lanish jarayoniga o'xshaydi hamda retseptor va ligandni bir-birlariga mos kelish darajasi bilan belgilanadi. Spetsifik kimyoviy moddaning molekulasini va retseptor molekulasini orasida elektrostatik va gidrofob o'zaro ta'sirlar amalga oshadi. Bu ta'sirlar oqsil - retseptorni fazoviy konfiguratsiyasini

o'zgartiradi, natijada esa, ligand bilan oqsil - retseptor kompleksi faollashadi. Faollashgan holatda oqsil - retseptor hujayrani qabul qilingan signalga nisbatan javob reaksiyasini chaqirishi mumkin.



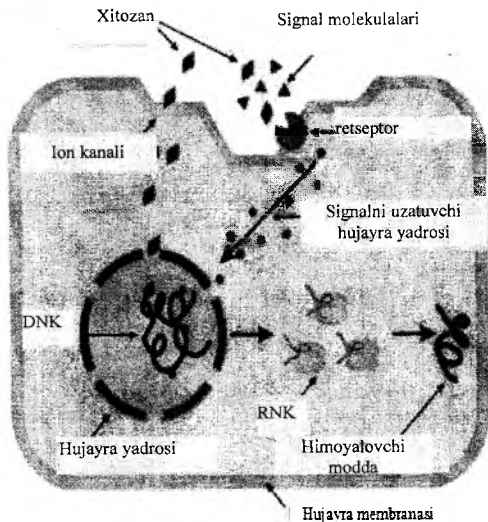
34-rasm. Retseptor bilan ligandni spetsifik bog'lanishi.

Retseptorlar faqat ma'lum moddalarga nisbatan sezgir bo'lib, ular hujayra sirtida tarqalgan holatda yoki kichik zonalarda to'plangan holatda bo'ladi. Hujayra membranasida, odatda 100 ga yaqin xilma-xil retseptorlar uchraydi va ularni har biri ma'lum ligandni «taniydi». Hujayra retseptorlarini roli nafaqat spetsifik moddalarni bog'lab olish, balki signallarni hujayra sirtidan uni ichkarisiga yoki organoidlariga yetkazish bilan ham bog'liq. Retseptorlarni xilma-xilligi va spetsifligi o'ziga xos «markerlarni» murakkab tizimini shakllantiradi, bu esa, hujayraga «o'zini» «begonadan» ajratish imkonini beradi.

Hujayra retseptorlarini asosiy ikki xili ma'lum: birinchisi, hujayra membranasida lokalizatsiyalangan membranali retseptorlar, ikkinchisi, hujayra organoidlarining sirtida joylashgan hujayra ichidagi retseptorlar (35-rasm).

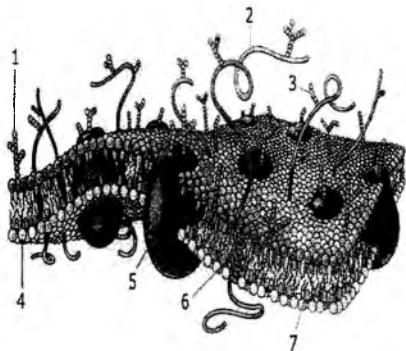
Ionotrop retseptorlar – ligand bilan bog'langanda ochiladigan membranali kanallar hisoblanadi. Bunda hosil bo'ladigan ionli toklar, hujayrani sezgirligini, sitoplazmada ionlarni konsentratsiyasini o'zgartiradi, hujayra ichidagi ma'lum strukturalarni faollashtiradi.

Metabotrop retseptorlar hujayra ichidagi vositachilar bilan bog'langan bo'lib, hujayra ichida signalni tarqalishini ta'minlaydi.



35-rasm. Hujayraning membranali retseptorlarini xilma-xilligini ionotrop retseptor (ion kanali) va metabotrop retseptor. «Retseptor – hujayra yadrosi» tizimida signalni uzatishda ikkalamchi vositachilar (posredniklar) ishtirok etadilar.

Membranali retseptorlarni ko'pchiligi uglevod zanjirlar bilan bog'lanib, glikoproteinlar hosil qiladi. Bunday retseptorlar bir necha monosaxarid qoldiqlari saqlaydi. Monosaxaridlar esa, har xil shaklga ega bo'lib, ularni ba'zilar (shoxlanganlari) antennalarni eslatadi (36-rasm). Bunday «antennalarni» funksiyasi – tashqi signalni tanib olishdir. Ikki qo'shni hujayralarni «antennalari» bir-birlari bilan bog'lanib, hujayralarni yopishishlarini ta'minlab beradi.



36-rasm. Hujayra membranasi strukturasiidagi membranali retseptorlar (plazmalemmalar): 1 - membranalarni lipidlari bilan bog'langan uglevodlar (glikolipidlar); 2 - glikoproteid tabiatli retseptorlarni bo'sh uchlari; 3 - antennalar; 4 - lipidlarni bimolekular qavatidagi gidrofil uchastkalar; 5,6 - retseptorlar; 7 - lipidlarni bimolekular qavatidagi gidrofob qismlar.

10. Membranalarni retseptorlik funksiyasini o'rganish va yangi nanobiotexnologiyalar yaratish

Hujayra membranalarini retseptorlik funksiyasini o'rganishda, transmembranalik oqsillarni (ularni GPCR deb ham ataladi) o'rganish alohida istiqbolli hisoblanadi. Bu ishlab chiqariladigan dorivor moddalarni uchdan bir qismi, hujayraga faqat GPCR oqsil-retseptorlar bilan o'zaro munosabatga kelishishlari bilan bog'liq. Shuning uchun ko'plab dorivor moddalarni samaradorligi ularni hujayra membranasida lokalizatsiya bo'lgan GPCR oqsillar orqali bog'lana olishi bilan bog'liq.

Yaratilgan dorivor moddalarni retseptor – oqsillar GPCR bilan bog'lanishlarini qanday ta'minlash mumkin? Boshida bu muammoni yechish unchalik katta muammo bo'lib ko'rinmadi. Chunki, dorivor moddalar ligand vazifasini bajaradi, asosiy muammo ular bilan retseptorlarda bo'lgan ligandlarni tanish «uchastkalari» oralig'idagi bog'lanishni tashkil qilishdan iboratdek tuyuladi. Buning uchun oqsil-retseptorni fazoviy strukturasi bilish shart. Ammo oqsil-retseptorlarni konfiguratsiyasini o'rganish juda qiyin va natijasiz bo'lib chiqdi.

Hujayra membranasidan transmembranali oqsil-retseptorlar ajratib olingandan keyinroq, ular o'zlarini fazoviy strukturalarini o'zgartirib yubordi. Uchlamchi strukturalarini aniqlash mumkin bo'lgan, **oqsil-retseptorni fazoviy konfiguratsiyasini aniqlashda uchraydigan muammolarni yechishni boshqa yo'li bormi?** Bu savolga javob AQSH ni Djordjiya shtatidagi Texnologiya institutining biologik sistemalar laboratoriyasida topildi. Djefri Skolnik boshchiligida ishlaydigan bir guruh tadqiqotchilar kompyuterdan foydalanib, oqsil-retseptorni modelini yaratdilar. Buning uchun olimlarni o'zlari 2004-yilda yaratgan maxsus kompyuter Dasturi TASSER dan foydalanildi.

TASSER dasturi oqsil molekulasini tarkibidagi aminokislotalar ketma-ketligi asosida, yuqori aniqlikda uni fazoviy (uchlamchi) konfiguratsiyasini aniqlash imkonini berdi. Dastlabki ma'lumotlar sifatida uzunligi 500 aminokislotalardan oshmagan 907 ta GPCR oqsillarini genetik kodlaridan foydalanildi. Ulardan 820 tasi uchun keyingi tadqiqotlarda ishlatishga yaroqli bo'lgan ma'lumotlar olishga erishildi. Hozirgi paytda, bu laboratoriyada har xil dorivor moddalarning molekularini modellashtirish va ularni transmembranali oqsil-retseptorlar bilan o'zaro munosabatlarini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda.

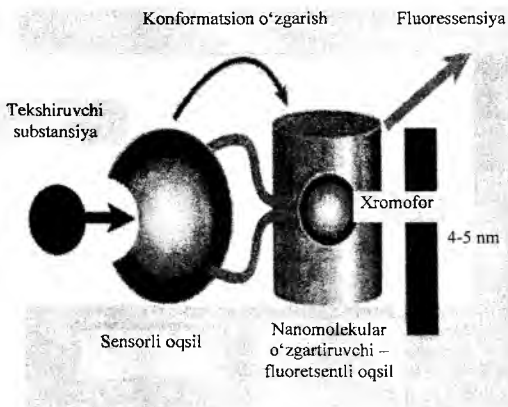
11. Nanobiosensordan kasalliklarga tashxis qo'yish va davolash amaliyotlarida foydalanish

Tashuvchi oqsillar va retseptor - oqsillarni faoliyat ko'rsatish mexanizmlari asosida nanobiosensordan yaratilgan. Ular maxsus (spetsifik) oqsillarni, viruslarni yoki DNK ni organlarda, to'qimalarda, hujayrada va biologik suyuqliklarda yuqori sezgirlikda aniqlash imkonini yaratdi. Nanobiosensordan - bir-biri bilan qattiq kontaktda turgan ikki (biokimyoviy va fizikaviy) o'zgartiruvchidan tashkil topgan kombinirlangan usqurmadir (37- rasm).

U bilan analiz qilinuvchi modda o'zaro munosabatga kirishadi, natijada oqsil-retseptorni konformatsiyasi o'zgaradi. Bu esa, fazoviy o'zgartiruvchida o'zgarish paydo qiladi, natijada fluoressent oqsil ishga tushadi. Fluoressensiyani intensivligiga qarab, o'rganiladigan moddani miqdori aniqlanadi. Nanosensordan biologik suyuqlik (so'lak, qon) da u yoki bu kasallikni rivojlanish darajasini indikator bo'lgan oqsil kompleksini aniqlashga dasturlangan bo'lishi mumkin. Olimlarni fikricha, nanobiosensordan kasalliklarni tashxis qo'yishda inqilobiy o'zgarishlarga olib kelishlari mumkin.

Yaratiladigan nanobiosensordagi oqsillarni qanday xususiyatlari ulardan foydalanishga turtki bo'ldi? Avstriyaning Vena shahridagi nanomarkazda faoliyat ko'rsatayotgan mutaxassislar ba'zi bir oqsillarni kristall panjara ko'rinishida strukturalar hosil qilganliklariga e'tibor berishgan (37- rasm). Ko'p bakteriyalar ham o'zlarini sirtlarida kristall holatdagi oqsilni bir molekular qavatini hosil qiladi (38- rasm). Bu qavat ilmiy adabiyotlarda S–qavatlar deb keltirilgan.

Kristall oqsillarni qanday qilib nanobiosensordagi ishlatish mumkin? Tadqiqotlar natijasida bakteriya sirtidagi oqsilli S – qavatga maxsus sensorli molekularlar qo'shilganda, ular aniq bioanalitik sensorlar shakllantirganliklari kuzatilgan. Avstriyalik tadqiqotchilar S – qavat va glukozaoksidaza fermenti asosida glukoza sensorini yaratishga muvaffaq bo'ldilar. Ferment bilan glukoza o'rtasidagi reaksiya vaqtida nanobiosensor orqali elektr toki o'tadi. Tokni o'lchanadigan kattaligi glukozani miqdorini xarakterlaydi.



37-rasm. Nanobiosensorni tuzilish sxemasi: Biokimyoviy o'zgartiruvchi – sensorli oqsil (oqsil – retseptor).



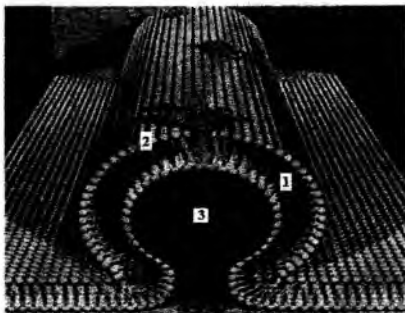
38- rasm. Kristallizatsiyaga tushgan oqsilni CCH 3211 relyeflarni (bo'rtmalarini) skanirlovchi elektron mikroskop yordamida olingan fotografiyasi. Panjaralarni markazidagi oraliq masofa 13,1 nm ga teng.

Nanoo'tkazuvchilarni sirtiga oqsil - retseptorlar joylashtirilganda ularni xossalariga qanday ta'sir ko'rsatadi? Bu savolga javob qidirib, olimlar boshqa tipdagi nanobiosensordlar yaratishga erishdilar (39 - rasm). Bu nanobiosensorda nanoo'tkazuvchini sirtiga maxsus oqsil-retseptorlarni (sensor molekularlar) bir qavat qilib surib chiqilgan. Bu retseptor – oqsillar biologik makromolekulalar bilan spetsifik bog'lanish xususiyatiga ega. Mana shunday bog' hosil bo'lishi natijasida nanoo'tkazgichlarni elektr o'tkazuvchanligi oshadi. Bunday o'zgarishlar esa, ma'lum moddani paydo bo'lganligi haqida signal beradi.

Hozirgi vaqtda nanoo'tkazuvchilar asosida noyob nanobiosensor yaratilgan bo'lib, u juda kam miqdorda viruslarni aniqlash imkonini beradi. Viruslarni nanoprovod sirtiga o'rmashtirilgan spetsifik oqsil – retseptor (antitelo) bilan bog'lanishi, elektr o'tkazuvchanlikni sezilarli darajada o'zgarishiga olib keladi.

Bir vaqtning o'zida bir necha xil (tur) viruslarni aniqlash imkoniyatiga ega bo'lgan nanobiosensornlarni konstruksiya qilish mumkinmi? Bu savolga javob qidirib, olimlar bitta nanoprovodni sirtiga har xildagi viruslarga sezgir bo'lgan bir nechta oqsil-retseptorlar joylashtirib chiqdilar. Bu viruslarni har biri oqsil-retseptorlar bilan

bog'langanlarida, nanoprovodni o'tkazuvchanligi o'zgarganligi ro'yxatga olinadi. Shunday qilib, virusni bor ekanligi aniqlanadi. Bunday usqurma shubhasiz tibbiyot diagnostikasida keng ishlatiladi. Ayniqsa, DNK molekulasidagi nukleotidlarning ketma-ketligini sezadigan nanosensorlar diqqatga sazovordir. Mana shunga o'xshab yaratilgan usqurmalarda, nanoprovodlarga joylashtirilgan retseptorlar mukovisitoz kasalligini chaqiruvchi mutant genni aniqlash xususiyatiga ega.



39-rasm. Hujayra membranalari lipidlarini bimolekular qavati (1) va oqsil-retseptor molekulari (2) bilan qoplangan nanoprovod (3)ning ko'rinishi.

Nanobiosensorlar yordamida unchalik ko'p bo'lmagan miqdorda yomon sifatli o'sma hujayralarni aniqlash imkoniyati bormi? Bu savolga javob, uglerodli nanotrubkalar asosida yaratilgan nanobiosensorlar bo'ldi. Ma'lumki, organizmda begona moddalar paydo bo'lishiga javoban (bunday moddalarni antigenlar deb ataladi) immun sistemasi antitana ishlab chiqaradi. Antitanalar – spetsifik globulyar oqsillardir. **Antitanalarni har bir turi ma'lum antigenlar (oqsil retseptorlar) bilan tanlab o'zaro ta'sirga kirishadi.** Olimlar rak hujayralarining membranalarini retseptorlariga (antigenlariga) spetsifik bo'lgan antitanalarni ishlatishga urinib ko'rishdi. Ular bilan (antitanalar) uglerodli nanotrubkalarni yopib chiqdilar. Hosil bo'lgan nanobiosensorlar organizmdagi yomon sifatli o'smalarni sezish (topish) va shishning turini aniqlash imkoniyatiga ega bo'ldi.

Nanobiosensorlar kasalliklarga tashxis qo'yishdan tashqari, dorivor moddalarni nishon - hujayraga yo'naltirish maqsadida ham ishlatilishlari mumkin. Hozirgi vaqtda, sirti maxsus sensor molekular bilan qoplangan (o'ziga xos antitanalarga o'xshagan) nanoyetkazuvchilar (liposomal, mitsellalar, polimerli nanobo'lakchalar) yaratish ustida tadqiqotlar olib borilmoqda. Bunday nanoyetkazuvchilar organizmni har qanday qismida bo'lgan nishon - hujayrani topish imkoniyatiga ega bo'ladi. Nanoyetkazuvchilarni ichiga dorivor moddalarni molekulari yoki hujayrani o'zini-o'zi yo'qotib yuborishini ishga soluvchi oqsilni kodlovchi gen joylashtirish ham mumkin bo'ladi. Antitanalar «kasal» hujayralarning retseptorlari bilan bog'langanda, yetkazuvchidagi moddalar hujayrani ichiga kirib oladi, bu esa, kasal hujayralarni «sog'lomlanishiga» yoki rak hujayralarni o'limiga olib keladi.

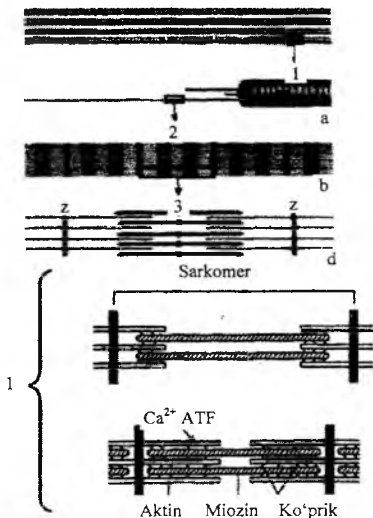
Shunday qilib, **tibbiyot uchun nanobiosensordan** foydalanishni ikki yo'nalishi katta qiziqish uyg'otadi: **birinchidan**, kasal hujayra antigenlariga spetsifik bo'lgan antitanalar topish; **ikkinchidan**, to'g'ridan-to'g'ri kasal hujayralarga dorivor moddalarni tanlab olib borish. Nanobo'lakchalar bilan bog'langan dorivor moddalardan foydalanish ularni (dorilarni) kasal organga yetib borishgacha bo'lgan yo'lda sodir bo'ladigan parchalanishini va faolligini yo'qotishini minumumga yetkazish imkonini beradi. Bunda keraksiz bo'lgan qo'shimcha hodisalarni oldi olinadi va preparatni samaradorligi oshadi.

12. Tirik hujayralarda oqsilli «nanomotorlar»

Hozir yashab turgan organizmlarda tabiat 3,5 mlrd yil avval konstruksiya qilgan nanomotorlar ishlab turganiga ishonish qiyin. Oqsilli «motorlar» hujayrada sodir bo'ladigan tabiiy nanojarayonlarda ishtirok etadi. Masalan, hujayradagi energiyani universal manbai bo'lgan ATF ni sintezi oqsilli nanostruktura - ATF sintetaza fermenti ishtirokida o'tadi. Bu ferment birgalikda ishlovchi ikkita rotorli nanomotorlardan tuzilgan mexanik ustqurmadir. Motorlardan chiqadigan mexanik energiya ATF molekulasini sintezida ishlatiladi.

Rotorli motorlardan tashqari, tirik organizmlarni hujayralarida yuzdan ko'proq nanomotorlar uchraydi. Bu nanomotorlar to'g'ri chiziqli harakatni ta'minlab turadi. Ular hujayralarni har xil qismlarida joylashgan bo'lib, bir-biridan funksiyalari bilan farq qiladi. Ba'zi nanomotorlar bir necha yuzlab qadamlardan iborat bo'lgan murakkab ta'sirlarni amalga oshiradi, ba'zilari esa, faqat birgina ta'sirini bajarishga

mo'ljallangan. Oqsilli motorlar bir-birlaridan nafaqat ta'siri bilan, balki og'irligi bilan ham farq qiladi.

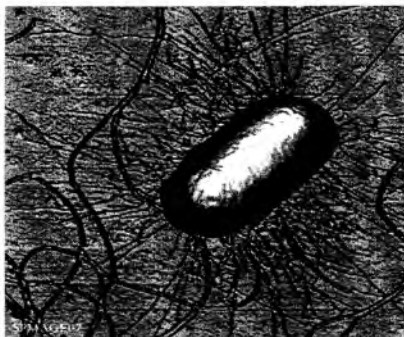


40-rasm. Mushaklarni qisqartirish sxemasi, unda miozin oqsili asosidagi to'g'ri chiziqli harakatlanuvchi oqsilli motor ishtirok etadi: 1 – mushak tolalari; 2 – mushak tolasining maxsus organoidining fragmenti – miofibrillar; 3 – miozin molekulasini aktin molekulalariga nisbatan $1/2$ doira to'g'ri chiziqli harakati shunday aks ettirilganki, unda molekulalarni bir-birlarini vaqtinchalik bog'lar - ko'prikchalar hosil qilib «qoplashi ko'payadi».

Hozirgi vaqtda, oqsillarni uchta katta sigmentga: miozin, dinein, kinezinga kiruvchi to'g'ri chiziqda harakatlanuvchi motorlar jadallik bilan o'rganilmoqda. Miozin oqsili 1864-yilda ochilgan bo'lsada, faqat XX asrni ikkinchi yarmiga kelib, uning mexanik energiya ishlatishi aniqlangan. Miozin molekulasini oddiy mexanik qo'l bo'lib, u bir xil

harakatlanishni amalga oshirib, keyin harakat jarayonidan chiqib ketadi (40-rasm).

Kinezin oqsilini ikki qo‘lli nanorobot sifatida qarash mumkin. Bu qo‘llar yordamida u yo‘lboshi bo‘yicha harakatlanadi. Yo‘lboshi – oqsil ketma-ketligi hisoblanadi. Bu ketma-ketlik oxirida polyarlangan. Kinezin bo‘ylab manfiydan musbat qutbga qarab harakatlanadi. Kinezinli nanorobotlar har xil tipdagi hujayralarda katta miqdorda uchraydi. Bakteriyalarda, masalan, ichak tayoqchasida (41-rasm) mexanik oqsilli nanoqurilmalarni yana bir qiziq misoli uchraydi.



41-rasm. Ichak tayoqchasi E. Coli ni harakatga keltiruvchi ustqurma – xivchinlar - rotorli nanomotorlar hisoblanadi.

Bu mexanik robotlar guruhi bo‘lib, ular o‘zlarini «qo‘l-oyoqlarini» harakatlanishi yordamida hujayrani suzib yurishini ta‘minlaydi. Bunday robotlarni diametri taxminan 45 nm. Ularni faoliyati hayotiy muhim funksiyani ta‘minlaydi, chunki unchalik qulay bo‘lmagan muhitdan yaxshiroq muhitga tomon harakatlanish ichak tayoqchasiga o‘xshagan organizmlarni tirik qolishini ta‘minlab beradi. Olimlarni aniqlashlariga ko‘ra, mexanik robotlarda harakatga keltiruvchi asosiy ustqurma rotorli nanomotorlar hisoblanar ekan. Bunda robotlarni tarkibiga boshqa qiziq mexanizmlar, masalan, bo‘lakchalarni hisobga oluvchilar, o‘lchovli uskunalar kiradi. Bu robotlarni strukturasi o‘rganish uchun ko‘p ishlar

qilish kerak. Eng avvalo, bunday nanorobotlarni shakllantiradigan 20 xil oqsillar qanday o'zaro munosabatlarga kirishini aniqlash zarur.

Asosiy atamalar lug'ati

Oqsillar agregatsiyasi -- oqsil molekularini ikkilamchi strukturalar (o'ngga qayrilgan L-spiral uchastkalar) orqali o'zaro munosabatga kirishib, nadmolekular agregatlar hosil qilishi.

Oqsil – aminokislota qoldiqlaridan tuzilgan va barcha tirik organizmlarni hayotiy jarayonlarida eng asosiy rol o'ynovchi yuqori molekularli organik birikmalar.

Tashuvchi oqsil – transmembrana oqsili o'zini fazoviy strukturasi o'zgartirib, moddalarni membrananing lipidli qavatidan o'tishini ta'minlovchi oqsil.

Oqsil-retseptor – hujayra membranasida lokalizatsiya bo'lgan spetsifik oqsil bo'lib, u signalli moddalar (ligandlar) bilan bog'lanib, ular uzatadigan tashqi signalni qabul qilish xususiyatiga ega.

Biopolimerlar – strukturalari bir xil bo'lgan past molekular birikmalar (monomerlar) dan tashkil topgan, tirik organizmlarni struktura qismi bo'lgan va ularni hayotiy jarayonlarida muhim rol o'ynaydigan yuqori molekularli tabiiy birikmalar (oqsillar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar va ularni hosilalari).

Kanal hosil qiluvchi oqsillar – o'zini fazoviy strukturasi o'zgartirib kanallar shakllantiruvchi oqsillar. Bu kanallar orqali ionlar va boshqa organik moddalar o'tib turadi.

Oqsillarni modifikatsiyasi – polipeptidlarni kimyoviy o'zgarishi; molekularni fragmentlarga bo'linishi; polipeptidlarni alohida fragmentlarini yangi molekulaga tikilishi; oddiy oqsillarni xilma-xil moddalar bilan birikib, murakkab oqsillar – glikoproteinlar, lipoproteinlar, metalloproteinlar va boshqalar hosil qilishi; polipeptid tarkibidagi alohida aminokislotalarni kimyoviy o'zgarishi (oksidlanishi, disulfid va vodorod bog'lar hosil qilishi).

Monomerlar – strukturasi o'xshash va o'zaro bir-birlari bilan munosabatga kirishib, yuqori molekularli birikmalar – polimerlar hosil qiluvchi monomerlar.

Nanobiosensor – sun'iy nanoqurilma bo'lib, undagi retseptorlar sezgir qavat (antitanalar, fermentlar va h.k.) to'g'ridan-to'g'ri biologik materialda ma'lum komponent borligiga reaksiya qiladi. Bunda u ushbu moddani konsentratsiyasi bilan funksional bog'langan signalni tiklaydi. Nanobiosensor konstruksiyasi bo'yicha bir-biri bilan mustahkam

kontaktda turgan ikki – biokimyoviy va fizik o'zgartiruvchilardan tashkil topgan qurilma.

Nuklein kislotalar – polinukleotidlar, nukleotid qoldiqlaridan tashkil topgan fosfor saqlovchi yuqori molekularli organik birikmalar; nukleotid ketma-ketligi ko'rinishida «yozilgan» irsiy axborotlarni saqlanishini amalga oshirishini (realizatsiya) va uzatilishini ta'minlaydi.

Nukleotidlar – nukleozidfosfatlar, nuklein kislotalari, ko'plab kofermentlar va boshqa biologik faol birikmalarni hosil qiluvchi birikmalar; har bir nukleotid azotli asosdan (purinli va pirimidinli), uglevodan (riboza va dezoksiriboza) va fosfor kislotasini qoldig'idan tuzilgan.

Oqsillarni oligomerizatsiyasi – polipeptidlarni (protomerlar, subbirliklar) oligomer strukturaga (oligomer molekulaga) qo'shilish jarayoni.

Polipeptid – ko'plab aminokislotalarni (monomerlarni) peptid (azot – uglerod) bog'lar orqali bog'lanishi natijasida hosil bo'lgan polimer.

Membranali retseptorlar – hujayra membranasida lokalizatsiya bo'lgan retseptorlar.

Hujayra ichidagi retseptorlar – hujayra organoidi sirtida joylashgan retseptorlar. Oqsillarni o'z-o'zidan bir shaklga kirishi (samoorganizatsiya) oqsil molekularini tabiiy (nativ), uchlamchi strukturaga o'z-o'zidan yig'ilishi va o'z-o'zidan qadoqlanishi.

Sensorli oqsil – signalni tushinish funksiyasini bajaruvchi oqsil ko'proq hujayra membranasida joylashgan retseptor – oqsil.

Transmembranali oqsil – molekulari hujayra membranasini teshib o'tadigan oqsil.

Takrorlash uchun savollar

1. Biomakromolekulalar nima?
2. Sizga tanish bo'lgan biomakromolekulalarni monomerlarni tavsiflab bering.
3. Hujayrada genetik axborotlarni saqlanishi va undan foydalanish uchun qaysi makromolekulalar javobgar bo'ladi?
4. DNK molekulasining tuzilishini tushuntirib bering.
5. DNK molekulasini qaysi qismi genom deb ataladi?
6. Qanday molekularni qoldiqlarini ketma-ketligi DNK ni genetik kodini belgilaydi?
7. RNK molekulasini tuzilishini o'ziga xosligi nimada?

8. RNK ni qanday turlarini bilasiz? Ularni hujayradagi biologik roli nimalardan iborat?

9. Oqsilni kimyoviy tarkibini xarakterlab bering. Peptid bog'i hosil bo'lishini mexanizmi qanday?

10. Oqsillar hujayrada qanday funksiyalarni bajaradi?

11. Oqsillarni ikkilamchi, uchlamchi, to'rtlamchi strukturalari nima?

12. Oqsillarni o'z-o'zidan shaklga kirishi (samoorganizatsiyasi) ning mohiyati nimada?

13. Birgina polipeptid molekulasini ko'plab fazoviy konfiguratsiyasiga ega bo'lishiga sabab nima?

14. Globulyar oqsillarni o'z-o'zidan shaklga kirishini qanday bosqichlarini bilasiz?

15. Oqsillarni modifikatsiyasiga misollar keltiring.

16. Oqsillarni oligomerizatsiyasining mohiyatini tushuntirib bering.

17. Nima sababdan oligomerli oqsil komplekslari yengil tarqalib, yana dastlabki protomerlarga aylanib qoladi?

18. Oqsillarni agregatsiya jarayoni nima?

19. Nadmolekular oqsil agregatlari bilan oligomerli oqsil komplekslarini farqi nimada?

20. Oqsillarni agregatsiya jarayoni tinch yotgan hujayralarda kuchliroq kechadimi yoki faol hujayralardami?

21. Oqsillarni tabiiy agregatsiyasi ularni patologik (notabiiy) agregatsiyasidan nima bilan farq qiladi?

22. Tabiiy oqsil nanokomplekslariga nimalarni kiritish mumkin?

23. Hujayra membranalarini qanday xususiyatlari evolutsiya jarayonida ular orqali transport bo'lishni maxsus mexanizmlarini kelib chiqishiga sabab bo'lgan?

24. Plazmatik membranalar tarkibidagi transmembrana oqsillarini roli nimada?

25. Hujayra membranasida transport oqsillar qanday joylashadi?

26. Tashuvchi oqsillarni faoliyat ko'rsatishini o'ziga xos bo'lgan xususiyatlari nimada?

27. Kanal hosil qiluvchi transport oqsillarni hujayradagi roli nimada?

28. Oqsil-retseptorlar qanday tuzilgan?

29. Membranali oqsil-retseptorlar hujayra ichidagi oqsil retseptorlardan qanday farq qiladi?

30. Muayyan retseptorni (ligandi) bog'lovchisi sifatida qanday modda xizmat qilishi mumkin?

31. Ionotrop va metanotrop retseptorlarni funksiyalarini o'ziga xosligi nimada?

32. Olimlar hujayra membranalarining oqsil-retseptorlarini fazoviy konstruksiyasini (uchlamchi strukturasi) o'rganish uchun qanday yondashishlardan foydalanganlar?

33. Nanobiosensornlarni ishlashi, tashuvchi oqsillar va retseptorlar - oqsillarni tuzilishlari hamda ularning funksiyalari qanday xususiyatlarga asoslangan?

34. Kasalliklarni diagnostikasi uchun nanobiosensornlar qanday qilib ishlatiladi?

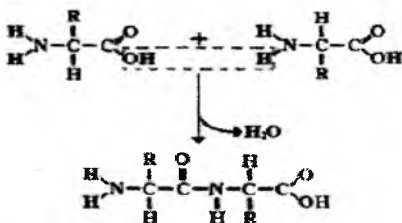
35. Dorivor moddalarni yo'naltirilgan transporti nimaga asoslangan?

Masalalar

1-masala. Keltirilgan chizmani yozib, peptid bog'ini kvadrat shaklda o'rab oling. Qanday moddalar o'zaro munosabatga kirishadi?

– Molekulasi pastda keltirilgan moddani qanday atash mumkin (dipeptid, oligopeptid, polipeptid)?

– Bunday tipdagi reaksiyaga qatnashuvchi dastlabki moddalarni molekularini maksimal miqdori qancha bo'lishi mumkin?



2-masala: Oqsil molekularining o'zgarishini quyida keltirilgan jadvalga to'g'ri joylashtirib chiqing:

- polipeptid molekularini fragmentlarga kesish;
- polipeptid fragmentlarini tikish;
- polipeptidlarni fosforlanishi, o'ngga qayrilgan α - spiralni shakllanishi;
- polipeptid molekulasini lipid molekulasini bilan birikishi;
- polipeptidlarni beta - ilmak shakliga kirishi;

- polipeptid molekulasini metallar atomlari bilan bog'lanishi;
- α - spirallarni va beta - ilmaklarni birlamchi globulaga qo'shilishi;
- polipeptid molekularini uglevod molekulasi bilan qo'shilishi;
- tugallangan (tabiiy) globulani shakllanishi.

Oqsillarni o'z-o'zidan shakliga kirishi quyidagilarni o'z ichiga oladi	Oqsillarni modifikatsiyasi quyidagilarni o'z ichiga oladi
--	---

Oqsil molekulasini o'zgarishini ikki tipini taqqoslang. Ular orasidagi farqni analiz qiling. Oqsil molekularini o'zgarishining har bir tipini hujayra hayotidagi rolga baho bering.

3-masala: Hujayrani tuzilish sxemasini daftaringizga ko'chirib oling va unda quyidagi strukturalarni ko'rsatib chiqing:

1-membranali retseptorlar;

2 -hujayra ichidagi retseptorlar;

3-ligandlar; Retseptorni qaysi qismi bilan ligand o'zaro munosabatga kirishadi?

4-masala: Hujayra retseptorlari funksiyasini bajaruvchi oqsil molekulari hujayra membranasi lokalizatsiyalanadi. Hujayra membranasi oqsil-retseptorlarini birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi strukturalarini aniqlashdagi qiyinchiliklarni tushuntirib bering. Bu qiyinchiliklarni yechimini topish yo'llarini ko'rsatib bering.

5-masala: DNK va RNK molekularining qiyosiy xarakteristikasi jadvalini to'ldiring.

Xususiyatlari	DNK	RNK
Azotli asos		
Karbonsuvlarni (uglevodlarni) tiplari		
Polinukleotid zanjirining miqdori		
Hujayrada joylashishi (lokalizatsiyalanishi)		
Hujayradagi biologik roli		

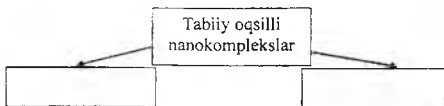
6-masala: Daftaringizga «hujayra membranasi bir bo'lagi» rasmni chizib chiqing va unda ko'rsatilgan strukturalarni ko'rsatgan

liniyalarini raqamlar bilan belgilab chiqing. Transmembranali oqsil va hujayra membranasining retseptor oqsillari orasidagi farqni aniqlang.

7-masala. Oqsillarni oligomerizatsiyasi va agregatsiyasini taqqoslang. Ular orasidagi farq va o'xshashlikni ko'rsating. Sizga nadmolekular oqsil agregatlari olish vazifasi qo'yilganligini ko'z oldingizga keltiring. Sizing ixtiyoringizda faqat har biri 4 ta globulyar oqsil molekulasidan iborat bo'lgan oqsilli oligomer kompleks bor xolos. Oqsilli agregatlar yaratish bo'yicha bajarishingiz lozim bo'lgan ishlarni rejasini tuzing.

8-masala. Sxemada qanday jarayon aks ettirilgan? Qizil rang bilan retseptor - oqsillar (sensorli oqsillar) aks ettirilganligini e'tiborga olib, bunda qanday nanokonstruksiya ishtirok etayotganligini tushuntirib bering. Nima uchun o'ng tomondagi rasmda retseptor-oqsillar, rasmning chapda keltirilganiga qaraganda boshqa fazoviy strukturaga (konformatsiyaga) ega ekanligini tushuntirib bering. Sxemada nanokonstruksiyaning qaysi qismi keltirilmagan? Rasmni daftaringizga ko'chirib oling va nanokonstruksiyaning yetmagan qismini qo'shib chizing.

9-masala. Quyida keltirilgan sxemani oxirigacha yetkazing:



10-masala. Ko'rsatilgan jarayonlarni vaqt kesimida ketma-ketligini (o'zgarishi) e'tiborga olgan holda, quyida keltirilgan jarayonlarni strelka ishlatib sxemasini chizing (tetrapeptid sintezi → polipeptid sintezi →): oqsil modifikatsiyasi, polipeptid sintezi, oqsil molekulasining alfa-spiralini shakllanishi, dipeptid sintezi, oqsilni oligomerizatsiyasi, oqsil molekulasini shakllanishi, tripeptid sintezi.

11-masala. Sizing oldingizda globulyar oqsilning konfiguratsiyasini (uchlamchi strukturasi) qurish vazifasi qo'yilgan. Konfiguratsiyani laboratoriya usullari yordamida tadqiq qilish imkoni yo'q. Laboratoriyada faqat molekulani birlamchi strukturasi o'rganilgan. Kompyuter model yasash yagona variant hisoblanadi. Oqsilni uchlamchi strukturasi modelini yasash uchun laboratoriyadan qanday xarakteristikalar (birlamchi ma'lumotlar) so'rash kerak?

12-masala. Oqsillar va oqsilli nanokomplekslar asosida yaratiladigan nanokonstruksiya va nanotexnologiyalar haqida axborot bazasi yaratilg.

Adabiyotlar

Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение: пер. с англ./Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002, 589 с.

Грин Н. Биология: в 3 т: пер с англ./ Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлер: под ред. Р. Сопера. – М.: Мир, 1996.

Говорун. В.М. «Системных подход « к живому / В.М. Говорун (Режим доступа [http:// panosvit. com/ publ/15-1-0-113](http://panosvit.com/publ/15-1-0-113)).

Давранов Қ. Биотехнология: илмий, амалий ва услубий асослари. – Тошкент, «Патент пресс», 2008, 504 б.

Евдокимов Ю. М. Нуклеиновые кислоты, жидкие кристаллы и секреты наноконструирования / Ю.М. Евдокимов // Наука и жизнь. 2005, №4 (Режим доступа [http:// www.nkj/ ru/ archive/ articles/604](http://www.nkj.ru/archive/articles/604)).

Егорова Т.А. Основы биотехнологии: учебное пособие для высш. Пед. Учеб. Заведений / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина – М.: Издательский центр «Академия», 2005, 208 с.

Кирпечников М.П. О развитии нанобиотехнологии / М.П. Кирпечников, К.В. Шайтан// Инновации. -2007. - №12 (Режим доступа [http:// www. Vechnyamolodost.ru/orticle_ nanotechnologii/ O/o-razvti-nanobiotechnologii.html](http://www.Vechnyamolodost.ru/article_nanotechnologii/O/o-razvti-nanobiotechnologii.html)).

Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию: пер. с ЯП. /Н. Кобаяси. – М.: БИНОМ., Лаборатория знаний, 2008, 134 с.

Нанобиотехнологии. Азбука для всех/ под ред.акад, Ю.Д. Третьякова. – М: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 368 с.

Сыч В.Ф. Основы биологической терминологии / В.Ф. сыч. – Ульяновск: УлГУ, 2003, 456 с.

Сыч В.Ф. Структурно - функциональная организация эукариотической клетки / В.Ф. Сыч, Н.А. Цыганова, Г.В. Абдулкин. – Ульяновск: УлГУ, 2006, 84 с.

Сыч В.Ф. Общая биология: учебник для высшей школы/ В.Ф. Сыч. –М: Академический Проект, 2007, 330 с.

Сыч В.Ф . Введение в нанотехнологии. Элективный курс в программу биологии: учебное пособие для 10 – 11 классов средней общеобразовательной школы/ Сыч В.Ф, Дрохдина Е.П., Курносова Н.А. и др. – Ульяновск: УлГУ , 2008, 100 с.

Хартманн У. Очарование нанотехнологии пер с нем. / У. Хартманн. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008, 173 с.

Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию./ Ю.С. Ченцов. –
М: ИКЦ «Акадек книга», 2004 –495 с.

Internet – saytlar

www.nkj.ru/archive/articles/604

nanosvit.com/publ/15-1-0-113

[www.science.uva.nl/research/its/molsim/research/.](http://www.science.uva.nl/research/its/molsim/research/)

3-bob. DNK MOLEKULASINING STRUKTURASI VA XOSSALARI ASOSIDA NANOBIOTEXNOLOGIYA

Reja:

1. Nanobiotexnologiyada ishlatiladigan DNK ni xossalari. DNK ni o'z-o'zidan ikkilanishi (autoreplikatsiya).
2. Nuklein kislotalarini gibrizatsiyasi va uni amaliy ahamiyati.
3. Nuklein kislotalar molekularini amplifikatsiyasi va uni amaliyotda ishlatilishi.
4. Nuklein kislotalar asosida nanokonstruksiyalar yaratishga asosiy yondashish.
5. DNK va oqsillar asosida yaratilgan nanokonstruksiyalar.
6. DNK asosida sun'iy nanomateriallar.
7. Biochiplar va ularni DNK strukturasi o'rganishda ishlatilishi.
8. Nanoustqurmalar ishlatib DNK ni sekvenlash (ketma-ketligini aniqlash).

1. Nanobiotexnologiyada ishlatiladigan DNK ni xossalari. DNK ni o'z-o'zidan ikkilanishi (autoreplikatsiya)

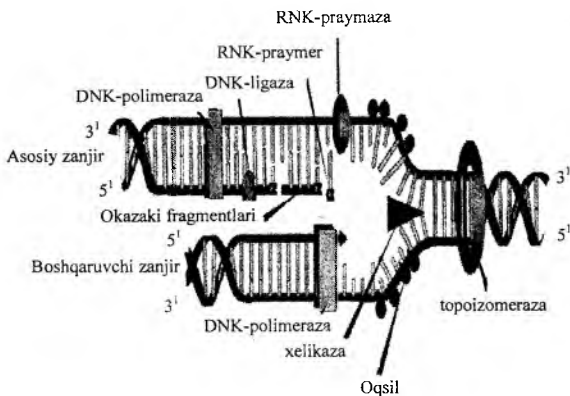
Tirik organizmlarni ikkita asosiy xususiyati: – irsiyat va o'zgaruvchanlik, DNK ni nodir xossalarga asoslanadi. **DNK ni bu xossalari nimalar?** Birinchidan, **DNK molekulasi o'z-o'zidan tiklanish xususiyatiga ega.** O'z-o'zidan ikkilanish yo'li bilan o'zini-o'zi tiklay oladigan yagona biologik makromolekula – bu DNK molekulasidir. Mana shu xususiyati tufayli DNK – hayotni barcha hujayrali shakllarida irsiy axborotlarni tashishdek o'ta mas'uliyatli vazifani bajaradi. Ikkinchidan, **har xil turlarni DNK molekulari, gibrizatsiya uchrash imkoniyatiga ega** – har xil turlarining DNK zanjirini bo'lakchalari yagona ikkizanjirli DNK molekulasiga yig'ilishi mumkin.

DNK ni bu xususiyatlari, nanotexnologiya muammolari bilan shug'ullanadigan tadqiqotchi va muhandislarni e'tiborini o'ziga tortmasdan qolmadi. Albatta, DNK ni nafaqat tirik hujayralarda, balki undan tashqarida, ya'ni laboratoriya sharoitida (in vitro) ham namoyon bo'layotgan bunday xususiyatlari barchani hayratga solmasdan qo'ymaydi. Bunday xususiyatni asosida, o'ta tartibli ketma-ketlikda sodir bo'ladigan jarayonlar va hodisalar yotadi. Bu jarayon va

hodisalarni mohiyatini tushunmasdan turib, ularni modellashtirish hamda in vitro va ishlab chiqarish sharoitida qaytarish mumkin emas.

Tiriklikni o'z-o'zidan qayta tiklash muammosini tabiat qanday yechdi? Qanday qilib DNK molekulasi o'zini-o'zi qayta tiklashi mumkin? Mana shu o'z-o'zidan qayta tiklanish jarayonining asosida, DNK ni o'z-o'zidan ikkilanishi (autoreplikatsiya) yotadi. U quyidagicha amalga oshadi (42-rasm).

Maxsus fermentlar (topoizomeraza va xelikaza) DNK ni dastlabki (ona) molekulasini tarqatadilar va ikki polipeptid zanjirga ajratadi. **Ona DNK ni har bir zanjiri DNK-polimeraza fermenti yordamida, DNK ni yangi zanjirini yig'ish uchun matritsa bo'lib xizmat qiladi.**



42-rasm. DNK ni o'z-o'zidan ikkilanishi (autoreplikatsiya).

DNK-polimerazani o'ziga xos xususiyati shuki, u qiz DNK ni sintezini noldan boshlay olmaydi. DNK-polimeraza polinukleotid zanjirini 3'-uchi bo'sh bo'lganda, ularga nukleotidlar qo'sha (ulay) oladi. Shuning uchun avval boshqa ferment-RNK-praymaza, RNK-zatravka quradi va undan keyingina, DNK-polimeraza qiz zanjirini uzaytiradi (o'stiradi). Bunda bitta qiz zanjir (yetakchi) to'xtovsiz sintez

bo'lib turadi (42-rasm). Boshqa qiz zanjir (quloq) mayda fragmentlardan (Okazaki fragmentlaridan) yig'iladi. Shundan keyin, **DNKni bitta qiz va bitta ona zanjiri ulanib, DNKni qiz molekulasini hosil qiladi.**

Nihoyat, tuzilishi ona DNK dan farq qilmaydigan ikki zanjirli qiz molekulalar paydo bo'ladi. Ularni har biri, dastlabki ona DNK molekulasining bir zanjiridan va bitta yangi sintez bo'lgan qiz zanjiridan tashkil topgan bo'ladi (42-rasm). Bir avloddan keyingi avlodga, ona DNK molekulasidan faqat birgina zanjir o'tadigan, DNK replikasiyasini mexanizmi yarim konservativ mexanizm deb nom olgan.

2. Nuklein kislotalarini gibrizatsiyasi va uni amaliy ahamiyati

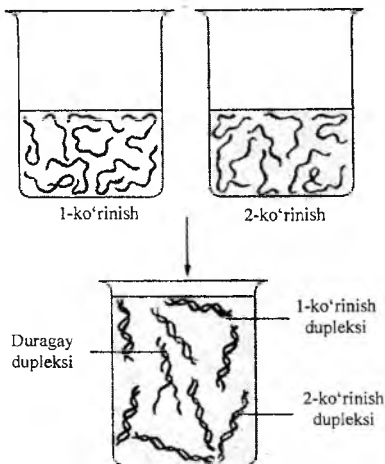
DNK molekulasining ikkinchi unikal xususiyati – gibrizatsiya-lanish qobiliyati – uning strukturasi o'ziga xosligiga asoslangan (2-bobga qarang). **Har xil turlar (organizmlar) DNK molekulasini alohida zanjirlari qo'shib, yagona ikki zanjirli DNK molekulasini hosil qilishiga gibrizatsiya deb ataladi.**

Agar har ikki zanjirdagi nukleotidlarni hammasi bir-biriga to'liq komplementar bo'lsa, qo'shilish yengil va tez o'tadi. Agar komplementarlik to'liq bo'lmasa, zanjirlarni bir-biriga qo'shilishi va ikki zanjirli (dupleks) molekula hosil qilish sekinlashadi. Mana shu qo'shilishni tezligini baholash asosida, dastlabki zanjirlarni komplementarlik darajasi haqida xulosa qilinadi.

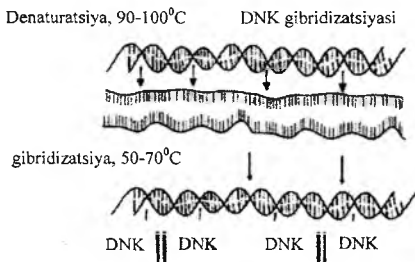
Barcha tirik organizmlarda faqat ikki zanjirli DNK faoliyat ko'rsatganligi sababli, «**qayerda va qanday sharoitda DNK ni bitta zanjiri hosil bo'lishi mumkin?**» – degan savol paydo bo'ladi. **In vitro** (probirkada) sharoitidagi eksperimentlarda DNK ni alohida zanjirlari olingan. DNK molekulasini bufer eritmasida eritib 100°C da qizdiril-ganda, komplementar asoslar orasidagi vodorod bog'lari uziladi va DNK molekulasi ikki alohida polinukleotid zanjirga ajraladi (43-rasm). Bu jarayon DNK ni denaturatsiyasi («erishi») deb nom olgan.

Ikki har xil tipga mansub bo'lgan DNK zanjirlarini arlashtirgandan keyin, eritmani sovutib, 65 °C da ushlab turilsa, zanjirlar boshqatdan bir-birlari bilan qo'shib, ikkizanjirli DNK hosil qiladi. Ikkilamchi spiralni qaytarilishi (gibrizatsiyasi yoki bu jarayon «otjig» deb atalgan) sodir bo'ladi. Bunda gibrizatsiya molekular (duplekslar) ham har bir dastlabki turga spetsifik bo'lgan molekular hosil bo'ladi (43-rasm). **Bir zanjirli DNK ni otjigining tezligini analiz qilish orqali, dastlabki DNK molekularini orasidagi farqni va o'xshashlikni baholash mumkin.**

Mana shu usul asosida «DNK-DNK» tipidagi duplekslarni va «DNK-DNK» tipidagi birikmalarni shakllantirish mumkin (44-rasm).



43-rasm. DNK molekulasini gibrizatsiyasi bo'yicha o'tkazilgan tajriba sxemasi.



44-rasm. DNK gibrizatsiyasining sxemasi.

DNK/RNK gibrizatsiyasi natijalarini analiz qilish U.Gilbertga genni mozaik tuzilishini ko'rishga yordam berdi va bu XX asrda molekular biologiyada yirik yangilik sifatida tan olindi.

DNK ni bu ikki unikal xususiyatlari: o'z-o'zidan ikkilanish va gibrizatsiyadan amaliyotda qanday foydalanish mumkin? Hozirgi vaqtda bu xususiyatlar quyidagi sohalarda ishlatilmoqa:

– DNK da ma'lum nukleotid ketma-ketlikka ega bo'lgan nukleotidlar (genlar) sonini topish uchun;

– hujayrada bitta genni (yagona genni) borligini yuqori aniqlikda ko'rsatib berish uchun;

– hujayrada matritsa RNK sini alohida turlarini aniqlash uchun;

– murtak rivojlanishi davomida genlarni saralash faolligini o'rganish uchun;

– DNK da sanaladigan (transkripsiya bo'ladigan) va sanalmaydigan (transkripsiya bo'lmaydigan) nukleotidlarni ketma-ketligini aniqlash uchun;

DNK ni replikatsiyalanish va gibrizatsiyalanish imkoniyatlari asosida, olimlar DNK ni amplifikatsiya (ko'p marotaba nusxalanish) usulini ishlab chiqishga erishdilar va bu usul amaliyotda keng ishlatilib kelinmoqda.

3. Nuklein kislotalar molekularini amplifikatsiyasi va uni amaliyotda ishlatilishi

DNKni strukturasi aniqlash (nukleotid ketma-ketligini) biologiya, tibbiyot, qishloq xo'jaligi, arxeologiya, paleontologiya, kriminalistikada kundan-kunga keng ishlatilib kelinmoqda. DNK strukturasi aniqlash maxsus laboratoriya usullari yordamida olib boriladi va tadqiqot obyekti sifatida bir organizmdan ajratib olingan katta miqdordagi DNKni talab qiladi.

Agar tadqiqotchi ixtiyorida atigi bir necha yoki bitta DNK molekulasini bo'lsa, nima qilish kerak? 1983-yilgacha DNK ni strukturasi aniqlash muammosi hal qilinmagan edi. O'sha (1983) yili amerikalik olim K. Myullis bu muammoni DNKni unikal xususiyatlari: o'z-o'zidan ikkilanish va gibrizatsiyalanish xususiyatlaridan foydalanib, hal qilishga erishdi. K. Myullis – polimeraza zanjirli reaksiyani PZR amalga oshirdi va bu reaksiya asosida DNK molekulasini «nusxalanish» usuli yaratildi. Bu usulni ilmiy nomi nuklein kislotalarini amplifikatsiyasi (nusxa sonini ko'paytirish) usuli deb ataladi. Bu usul tufayli bir necha soat davomida molekularni

(genlar, DNK bo'laklari) millionlab nusxalarini olish imkoni tug'ildi. Nusxalar soni ko'paygandan keyin, ularni oddiy laboratoriya usullari yordamida o'rganish osonlashadi.

Amerikalik olim yaratgan PZR usullarini eslab o'tishga urinib ko'ramiz. Birinchi masala, bu usulni amalga oshirish uchun qanday birlamchi (dastlabki) komponentlar tayyorlash kerakligini aniqlash. Bunday komponentlarga quyidagilar kiradi:

1). DNK – matritsa – DNK molekulasini yoki uning bir qismi (bu virus yoki bakteriyani atigi birgina DNK molekulasini bo'lish mumkin);

2). Praymerlar (20-30 juft nukleotiddan tashkil topgan, unchalik kattalikka ega bo'lmagan fragmentlar). Bu praymerlar o'rganiladigan genni oxirida joylashgan nukleotidlar ketma-ketligiga komplementar bo'lish kerak. Praymerlar ikki maqsadda xizmat qiladi: birinchidan, erkin 3¹-uchli ketma-ketlik taqdim etilib, DNK – polimerazani ishga tushirib yuboradi; ikkinchidan, fermentni DNK ni faqatgina nusxalanishga tanlangan qismi doirasidagina ishlashga majbur qiladi, ferment faoliyatini ikki tomondan chegaralab qo'yadi;

3). DNK ni yangi komplementar zanjirini sintez qilish uchun material hisoblangan nukleotidlar aralashmasi;

4). DNK – polimeraza fermenti;

5). Bufer eritmalar (Mg^{2+} , saqlagan reaksiyon muhit, bu muhit fermentni faolligini ushlab turish uchun kerak).

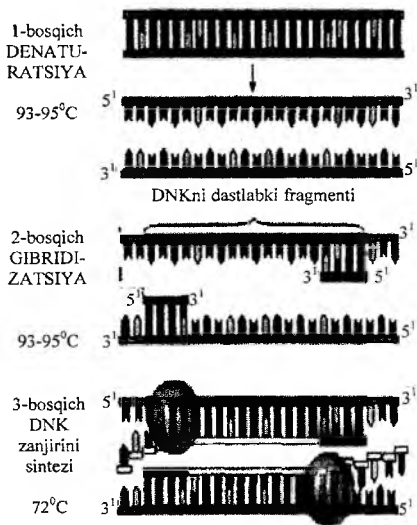
Yana savol tug'iladi: **qanday qilib yuqorida keltirib o'tilgan komponentlar aralashmasidan, 4-5 soat orasida birgina DNK molekulasidan trillionlab nusxa olish mumkin?** Polimeraza –zanjirli reaksiya bir-biriga o'xshagan ko'plab sikllar (qaytarishlar) ko'rinishida o'tadi. Har bir sikl **3 bosqichda** o'tadi (45-rasm).

1-bosqich. DNK ni denaturatsiyasi (qo'sh bog'li spiralni, alohida polinukleotidlar zanjirlariga ajralishi). Bu jarayon 93-95 °C da 30-40 sekund davom etadi. Yuqori harorat ta'sirida azotli asoslar orasidagi vodorod bog'lari uziladi va DNK zanjirlari bir-biridan ajraladi.

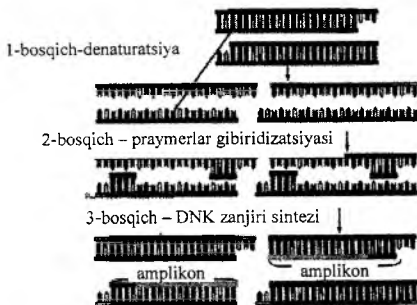
2-bosqich. Praymerlarni bog'lash (gibridizatsiya). Harorat pasaytiriladi va praymerlar o'rganiladigan genlar chegarasidagi o'ziga komplementar bo'lgan DNK uchastkasi bilan bog'lanadilar. Gibridizatsiya 20 dan 60 sekundgacha davom etadi.

3-bosqich. DNK zanjirini sintezi. Bu jarayon DNK – polimeraza yordamida amalga oshadi. Bu ferment, zatrovka sifatida praymerni 3¹-uchini ishlatadi. DNK – polimeraza doimo zanjirni 5¹ dan 3¹-uchga qarab tugab (cho'zilib) boradi. DNK ni yangi zanjirini sintezi uchun

material bo'lib, eritmaga qo'shiladigan nukleotidlar xizmat qiladi. Bu jarayon 70 -72 °C da o'tadi va 20-40 sekund davom etadi. PZR ni 1-sikli oxirida, eritmada 2 ta ikki zanjirli DNK fragmentlari hosil bo'ladi. Ulardan har biri, 1 ta dastlabki zanjir va 1 ta yangi hosil bo'lgan praymer bilan bog'langan zanjirdan iborat bo'ladi. Ikkinchi siklda amplifikatsiyani yuqorida aks ettirilgan 3- bosqichni barchasi qaytariladi. DNK zanjirini denaturatsiyasi amalga oshadi. Keyin to'rtta zanjirni har biri yana praymerlar bilan o'zaro munosabatga kirishadi va nihoyat qidiriladigan genga mos keladigan ikki tomondan chegaralangan fragment paydo bo'ladi. Bu fragmentlar – **amplikonlar** deb atalgan. PZR ni 2-siklini oxirida 2 ta amplikon paydo bo'ladi(46-rasm).

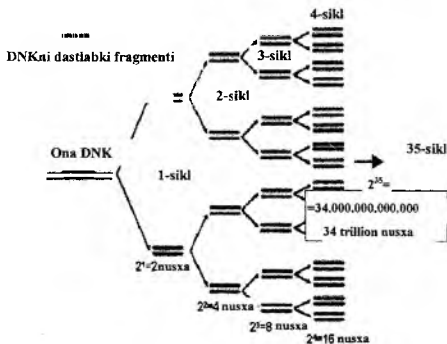


45-rasm. PZR ni birinchi siklining sxemasi.



46-rasm. PZR reaksiyasining ikkinchi siklining sxemasi.

PZR jarayoni zanjirli xarakteriga ega ekanligi bilan farq qiladi: sintez bo'lgan amplikonlar, keyinchalik o'zlarini matritsa bo'lib xizmat qiladi. Ularda nusxalanish jarayoni o'tadi. Mana shuning uchun ham, har bir yangi siklda DNK nusxasini soni geometrik progressiya bo'yicha oshib boradi (47-rasm).



47-rasm. PZR ni umumiy sxemasi.

Shuning uchun ham, agarda dastlabki eritmada, boshida faqat 1 ta ikki zanjirli DNK molekulasi (masalan, qandaydir virusni DNK si) bo'lgan bo'lsa, 30-40 sikldan keyin (bu 4-5 soat vaqt egallaydi) eritmada kerakli darajada ko'p nusxa shakllangan bo'ladi. Bu esa, ularni oddiy laboratoriya usullari yordamida o'rganish imkonini beradi. Hozirgi paytda PZR maxsus laboratoriyalarda alohida dasturlangan termostatda (amplifikator) o'tkaziladi (48-rasm).

Berilgan dastur asosida, termostat avtomatik ravishda amplifikatsiya sikllarini soniga mos ravishda haroratni o'zgartiradi.



48-rasm. PZR o'tkazishga mo'ljallangan laboratoriya.

DNK amplifikatsiyasi yordamida erishilgan natijalar, bu usulga fundamental xarakterga ega bo'lgan ilmiy tadqiqot ishlarida ham, amaliyotda foydalanishda ham ko'rinarli joyni egallash imkonini berdi. Hozirgi paytda PZR ko'plab virusli va bakterial kasalliklarni diagnostikumida keng ishlatilib kelinmoqda. Shuningdek, PZR kriminalistikada (shaxsni aniqlashda), veterinariyada (kasalliklarga tashxis qo'yishda), genetikada (genlarni faolligini aniqlashda), molekular biologiyada (nuklein kislotalar nusxalarini ko'paytirish uchun) keng ishlatilib kelinmoqda.

4. Nuklein kislotalar asosida nanokonstruksiya yaratishga asosiy yondashish

Evolutsiya jarayonida biologik molekularlar (biomolekularlar) shunday xususiyatlarga ega bo'ldilarki, bu xususiyatlar tufayli ular nanometr o'lchamidagi strukturalar yaratish uchun qulay materiallar bo'lib qoladi. **Nima sababdan shunday bo'ldi?**

Birinchidan, biomolekularlar tezkorlik bilan murakkab nadmolekular strukturalar hosil qilish (o'z-o'zidan yig'ilishga) xususiyatiga ega. **Ikkinchidan**, bunday biologik strukturalarni shakllanishini (o'z-o'zidan yig'ilishi) o'ta nafislik bilan boshqarish mumkin. Bu esa, o'zi-o'zidan yig'ilishni har xil yo'llarga yo'naltirish imkonini beradi. Demak, xilma-xil nanokonstruksiya va nanomateriallar yaratish uchun keng imkoniyatlar ochib beradi.

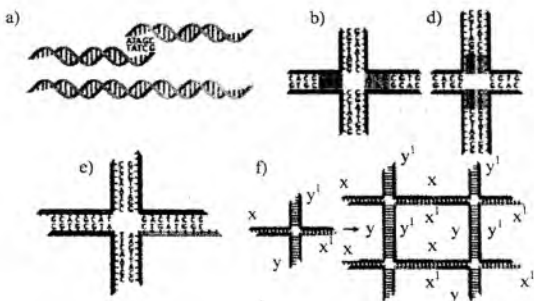
Xilma-xil biologik birikmalar orasida nuklein kislotalar alohida o'rin tutadi. Ular nanokattalikka ega bo'lgan materiallar yaratishda juda katta ustuvorlikka ega. Kichikkina (uzunligi 50-100 nm) ikki zanjirli DNK molekulari qalinligi bor-yo'g'i 1-2 nm bo'lishiga qaramasdan juda yuqori qattqlikka ega. Shu uchun ham undan «qutilish bloklari» sifatida foydalanish juda qulay. Shuning bilan birga bir zanjirli nuklein kislotaga egiluvchanlikni saqlagan holda, o'ziga komplementar bo'lgan zanjirni tanish imkoniyatiga ega. Mana shunday ikki zanjir osongina bir-biriga vodorod bog'lari bilan bog'lanib, ikki zanjirli strukturani (DNK molekulasini) hosil qiladi.

DNK ni ikki zanjirli molekulasini yoki ularni fragmentlarini uzun qatorga bog'lash muammoli bo'lib chiqdi. Balki busiz DNK asosida nanokonstruksiya yaratish imkoniyati qisqarar. **Qanday qilib ikki zanjirli DNKning shoxlanishini yoki uning ma'lum bir joyidan DNK fragmentini olib tashlashni yo'lga qo'yish mumkin?** Chunki mana shunday tadbirlarni o'tkazmasdan turib, nanostrukturalarni uchlamchi holatining xilma-xilligini ta'minlash juda katta muammo.

Biolog-olimlar bu muammoni hal qilishni juda ajoyib yo'lini taklif qilganlar. Ular DNK zanjirining yuqorida ko'rsatib o'tilgan imkoniyatlari (komplementar azotli asoslar orasida vodorod bog'lari orqali bog'lanish xususiyati)dan foydalangan holda, ikki zanjirli DNK molekulasiga qisqa bir zanjirli «dum» ulashni taklif qilishdi. Keyinchalik bunday «dumchalar» DNK molekulasining «yopishqoq uchi» deb ataldi. Agar ikki zanjirli DNK molekulasini oxirida bir zanjirli «dumlar» bo'lsa, ularga boshqa zanjirlar ulash va shu tartibda shoxlangan molekularlar

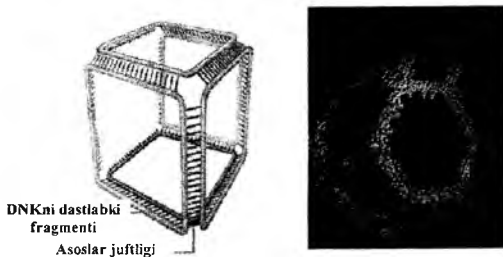
shakllantirishni ko'rsatib berdilar. Bu esa, yupqa panjaralar va murakkab fazoviy strukturalar yaratish imkonini berdi. Nuklein kislotalardan tuzilgan ikkilamchi va uchlamchi strukturalarni o'z-o'zidan yig'ilish jarayoni sodir bo'ladigan erituvchini o'zgartirish orqali yengil boshqarish mumkin ekanligi aniqlandi. Bugungi kunda nuklein kislotalar asosida nanokonstruksiyalar yaratishni ikki yo'nalishi shakllangan: «qadam va qadam» va «birdaniga hammasini» konstruksiya qilish.

«Qadam va qadam» konstruksiya qilish – dastlabki DNK molekulasini yoki sintez qilingan polipeptidni ketma-ket modifikatsiya qilishga asoslangan. Bu usul 1982-yilda amerikalik olim N. Siman tomonidan nazariy asoslab berilgan. Konstruksiya yig'ishni birinchi qadami «yopishqoq» uchga ega bo'lgan DNK fragmentini olish. Ikkinchi qadam – DNK ni har xil fragmentlarini vodorod bog'lari yordamida bir-biriga yopishtirib chiqish (49-rasm). DNK zanjirida nukleotidlarni ma'lum ketma-ketligini tanlash orqali molekulani **«shoxlanish nuqtasini»** yaratish mumkin. «Shoxlangan nuqta» DNKni krestsimon fazoviy strukturasini shakllantirish imkonini beradi (49,d -rasm). Mana shu sun'iy yaratilgan krestsimon DNK molekulasiga «yopishqoq uchlar» ulash mumkin. Krestsimon DNK molekulalarini «yopishqoq» uch orqali birin-ketin tikish natijasida tekis nanopanjara hosil bo'ladi. «Shoxlanish nuqtasi» DNK molekulasiga yana bir ajoyib xususiyat in'om etdi.



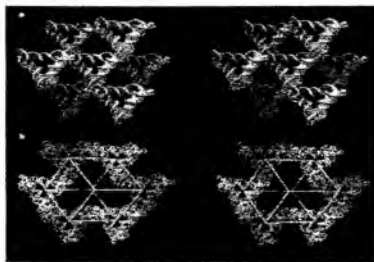
49-rasm. Nanokonstruksiyalarni «qadam va qadam» tipida konstruksiya qilish sxemasi: a – DNK molekulari fragmentlarini «yopishqoq uchlari» orqali bir-birlariga bog'lash; b, d, e – krestga o'xshagan DNK strukturasini shakllanishi; f – krestsimon DNK molekulasini yassi chambaraga bog'lanishi.

Tekis nanopanjara qayriladigan holatga olib kelindi. DNK molekulasini harakatchanligi tufayli nanopanjara qattiqligi aynan shoxlanadigan nuqtada pasayadi. Mana shu xususiyat tufayli, bunday nanopanjaralarni yengil qayriltirish mumkin bo'ladi. 1991-yili N. Siman DNK molekulasidan qovurg'ali kub hamda oktaedrlar shaklidagi nanostrukturalar yaratishga erishdi (50-rasm).



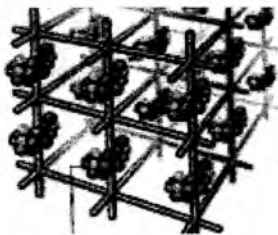
50-rasm. N. Simanning DNK asosida yaratgan nanostrukturalari (chapda – kub shaklidagi struktura, o'ngda– oktaedr shaklidagi struktura).

«Yopishqoq» uchi tepadan ko'rinib turgan tekis uchburchak DNK strukturasi bog'lash orqali, uchlamchi kristall nanostrukturalar olish mumkin (51-rasm).



51-rasm. DNK ni uchburchak strukturasiidan tayyorlangan konstruksiya.

Keyingi yillarda, DNK asosida uchlamchi strukturalar olish texnologiyasini yaratish bo'yicha olib boriladigan tadqiqotlar jadallashib ketgan. Shunday ishlardan biri, yaqinda DNK dan yaratilgan quticha bo'lib, u kerakli vaqtda ochilib - yopilish xususiyatiga ega. Kelajakda bunday strukturalar nanoo'lchamdagi elektron qurilmalar yaratish va dorivor moddalarni organizmning kerakli nuqtasiga yetkazib beruvchi sistemalar yaratish maqsadida ishlatiladigan bo'lsa ajab emas. DNK asosida yaratilgan nanokonstruksiyalardan amaliyotda foydalanish bo'yicha bajarilgan dastlabki urinishlar kutilmaganda, uni imkoniyatlari chegaralangan ekanligi bilan to'qnash keldi. Bu imkoniyatlarni kengaytirish uchun DNK zanjiriga yoki nanostrukturalarga boshqa moddalarni atomlari yoki molekularini kiritish zarur ekanligi ma'lum bo'ldi (52-rasm).



52-rasm. Oltin bo'lakchalari yordamida DNK strukturasidan tayyorlangan konstruksiya.

Ma'lum moddalarni molekularini tanib, ularni ro'yxatga oladigan bunday murakkab nanokonstruksiyalardan biodatchiklar yaratish mumkin. 1996-yilda bu sohada dastlabki natijalarga erishilgan. Tadqiqotchilar «quruvchi blok» sifatida kolloid holatdagi oltinni nanobo'lakchalariga bog'langan sintetik DNK ni bir zanjirli fragmentlarini muvaffaqiyatli ishlatishga erishganlar. Bunday «bloklardan» nanokonstruksiyalar olingan. Bunday nanostrukturalarda oltin zarrachalari birbirlaridan ma'lum uzoqlikda joylashgan bo'ladi. Masalan, DNK ni qo'sh spiralining aylanmasi 3-4 nm ga teng bo'lgan masofada, oltinni nanobo'lakchalarini birdaniga DNKni bir necha fragmentlari bilan qo'shilganda, oltin atomi tartibli, navbatma-navbat joylashgan uchlamchi nanostrukturalar hosil qilishi mumkinligi aniqlandi.

DNK dan tuzilgan nanostrukturalarni ichiga nafaqat oltin, balki boshqa metallar, masalan, kumush joylashtirish mumkin. Metallarni bunday joylanishi DNK asosidagi nanokonstruksiyalarning elektr o'tkazuvchanligini ta'minlaydi. Bu xususiyat esa, DNK asosidagi nanostrukturalardan biodatchiklarda va boshqa elektronli uskunalarda foydalanish imkonini beradi.

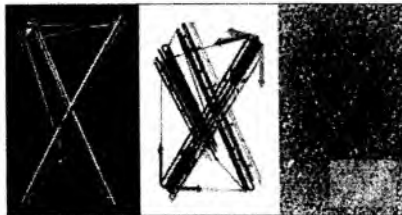
DNKdan trubkaga o'xshagan strukturalar – **nanotrubbkalar**ni shakllantirish mumkin. Yaqingacha ular faqat silindr shaklida yaratilgan. Ularni qobig'i, kerakli darajada qattiq qo'sh zanjirli DNK molekulasidan tashkil topgan edi.

Unchalik darajada qattiq bo'lmagan (egiluvchan, elastik) holatdagi nanotrubbkalar olish mumkinmi? Shakli nafaqat silindrsimon, balki boshqa shaklli nanotrubbkalar olish mumkinmi? – degan savollar olimlarni qiziqtirib kelgan. Kanadalik (Monreal) olimlar elastik nanotrubbkalar yaratish muammosini ijobiy hal qildilar. Buning uchun ular, ikki zanjirli qattiq DNK emas, balki bir zanjirli qattiqligi kamroq bo'lgan DNK molekulasidan foydalanganlar. Shuning bilan bir qatorda, ular uchburchakli va kvadrat kesimga ega bo'lgan nanotrubbkalarini ham yaratganlar.

DNK asosidagi **nanotrubbkalar** molekula zanjirini shakli va miqdorini o'zgartirish imkoniyati, ularni ishlatish chegarasini kengayishiga sabab bo'ladi. Masalan, nanoprovodni uzaytirishda uni shaklini nazorat qilish mumkin. DNK asosida tayyorlangan nanotrubbkalar transmembranali oqsillarni analiz qilishda va dorivor moddalarni nanoo'lichemda tashuvchi sifatida ishlatilishi mumkin.

Harakatlanuvchi va shaklini o'zgartiruvchi nanoqurilmalar DNKdan harakatsiz (statik) nanostrukturalar konstruksiya qilingandan keyin, olimlar harakatlanuvchi nanoqurilmalar yaratish ustida ish olib bordilar. Bunday strukturalarni birinchi bo'lib Garvard universiteti (AQSH) olimlari yaratganlar (53-rasm).

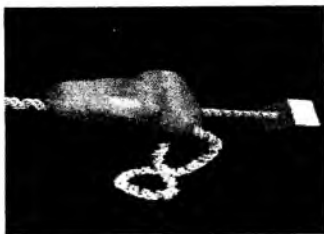
Har bir qurilma DNKni uzun halqasimon molekulasidan tayyorlanadi. Bu molekula qisqaroq DNK molekulasiga bilan aralashganda, ular bilan bog'lanadi. Bog'lanish shunday amalga oshadiki, unda qisqa molekula tirgak sifatida ishlatiladi. Qisqa molekularning uzunligini o'zgartirib, DNKni uzun molekulasiga dasturlangan uchlamchi struktura berish mumkin bo'ladi. DNKni qisqa molekulasini uzunligini o'zgartirish orqali, butun nanoqurilmani uchlamchi konfiguratsiyasini fazoda harakatlanishiga majbur etib o'zgartirish ham mumkin.



53-rasm. DNK asosida o'z-o'zidan yig'iladigan nanoqurilmalar. Ular o'z o'rnini o'zgartirishi kerak bo'lganida o'zini shaklini ham o'zgartirishi mumkin.

Bunday nanoqurilmalarni mana shunday o'ziga xosligi, ulardan nanomeditsinada foydalanishga yo'l ochadi. Birinchidan, DNK tirik organizmlar bilan biologik moslik, ikkinchidan, DNK tez parchalanib ketishi mumkin. Eng yaxshi tomoni shuki, parchalanish natijasida DNK toksik yoki xavfli moddalar hosil qilmaydi. O'z-o'zidan yig'iladigan nanoqurilmalarni bu texnologiyasi, viruslarning xususiyatini qaytaradigan (imitatsiya qiladigan) dorivor moddalarni tashuvchi sistemalarni paydo bo'lishiga olib kelishi mumkin. DNK molekulasini harakatchanligi tufayli, bunday nanoqurilmalar mexanik yoki kimyoviy yo'l bilan uzatiladigan signallarga munosabat bildirish xususiyatiga ega. Bu esa, dori preparatlarini kerakli hujayraga olib borish va uni kerakli vaqtda «buyruq bo'yicha» bo'shatish (to'kish, ozod qilish) xususiyatiga ega. Harakatlanuvchi nanoqurilmalar, shuningdek, o'zak hujayralarni tashish va dasturlash maqsadida ham ishlatilsa bo'ladi. Kerakli joyga yetkazilgan o'zak hujayralar yordamida shikastlangan organlar qayta tiklanishlari mumkin.

Molekular «dinamo-mashina» (nanoaktuator). Angliyalik olim K. Fermen (Portsmut universiteti) rahbarligida DNK asosida harakatlanuvchan nanoqurilmalar yaratish bo'yicha tajribalar muvaffaqiyatli davom ettirilgan. **Bu yondashishni o'ziga xosligi nimada?** Molekular «dinamo-mashinalar» yoki nanoaktuatorlar yarata turib, tadqiqotchilar tarang tortilgan DNK molekulasidan o'ziga xos bo'lgan monorelsli yo'l sifatida foydalanganlar (Poyezd yo'lini 1 tasi). Ular DNK molekulasiga juda kichik magnit munchoqchadan iborat bo'lgan miniatyur holatdagi motor (dvigatel) kiritganlar (54-rasm).



54-rasm. Molekular «dinamo-mashinalar» ning DNK molekulasidan o'ziga xos bo'lgan monorelsli yo'li.

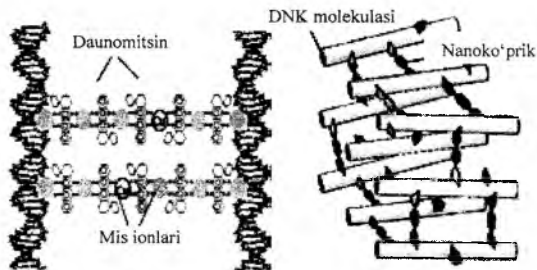
Ammo olimlar oldida turgan yangi muammo, mana shu unchalik murakkab bo'lmagan **«dinamo-mashina»** uchun energiya manbayini topish muammosi paydo bo'lgan. Bu muammoni yechishda, bir tomondan mana shu nanokonstruksiya miniaturligi, ikkinchi tomondan esa, hujayraning issiqlik manbai – ATF ni universalligi qo'l kelgan. Bu ikki imkoniyat olimlarni tanlovi uchun o'ta qulay bo'lib chiqqan.

«Dinamo-mashina» tirik hujayralarni ATF ni energiyasini ishlatadi. ATFni qayta ishlashda elektr toki generatsiya bo'ladi. Minidvigatelni DNK molekulasi bo'ylab harakat qilganida elektr signallar kelib chiqadi. Bu signallar keyin kompyuter ishloviga uzatiladi. Tadqiqotchilar nanoaktuatorni ekologik monitoringda, xususan, havodagi toksinlarni va patogen mikroorganizmlarni ro'yxatga olishda ishlatishni tavsiya qiladilar. Bu sistemadan foydalanishni yana boshqa bir istiqbolli sohasi – sun'iy qo'l yoki oyoqlarni kompyuter orqali boshqarishni tashkil qilishdir. Ammo bu qurilmani ko'rsatilgan maqsadga moslash uchun 20-30 yil vaqt kerak bo'ladi.

«Barchasi birdaniga» tipida konstruksiya qilish. Rossiya Fanlar Akademiyasining V.A. Engelgard nomidagi molekular biologiya institutining olimlari, DNK asosidagi nanokonstruksiya jarayonini tezlatishni maqsad qilib qo'yishgan. Bunda shunchalik darajada jadallashtirish ko'zda tutilganki, **bir marotabada tartibli uchlamchi struktura** olish rejalashtirilgan. Nanokonstruksiya qilish muammosini jadallashtirish uchun, ular to'g'ri yondashishni taklif qilganlar. Ular DNKni alohida molekulalari bilan ishlashdan voz kechishib, DNKni suyuq kristall dispersiyasini ishlatishga kirishganlar. Bunda shakllanadigan suyuq kristall «tomchilar» (ularni kattaligi 0,5 mkm

atrofida) taxminan 10000 DNK molekulasini o'z ichiga oladi. Tomchilar doirasida molekulalar bir-birlaridan 3-5 nm uzoqlikda qator bo'lib joylashadi. Ularning bunday tartibli joylashishi bo'lakchalarga kristall xususiyatini beradi. Bunda qo'shni molekulalar bunday kristallarda harakatchan qavat hosil qiladi, ya'ni suyuqlikni xususiyatlarini saqlab qoladi. Bu esa, olingan struktura suyuq kristall ekanligini ko'rsatadi.

Mana shunday kristallar bilan ishlab turib, tadqiqotchilar muammoning yechimini topish uchun juda muhim holatga o'z diqqatlarini qaratdilar. Suyuq **kristall dispersiya** hosil qilganda, DNK molekulalari boshqa moddalar bilan kimyoviy birikmalar hosil qilish xususiyatini yo'qotmasligiga e'tibor berdilar. Suyuq kristallardagi DNKni bu xususiyatlaridan DNKni uchlamchi strukturasi stabilash uchun foydalandilar. DNKni qo'shni molekulalari oralig'ida simmetrik holatda joylashaoladigan hamda «nanoko'priklar» vazifasini bajaroladigan kimyoviy moddalar tanlandi (55-rasm).



55-rasm. DNK molekulalari orasidagi nanoko'priklar.

Bu molekulalar butun molekulaga mustahkamlik (qattqlik) berib turadi va DNK ni qo'shni molekulalarining harakatchanligini qisqartiradi. «Nanoko'priklar» mustahkam bo'lib, suv-tuzli eritmada parchalanmaydi.

Yuqorida keltirilgan nanostrukturalar genetik materiallarni tashuvchilari yoki biologik faol moddalar sifatida ishlatilishlari mumkin. «Nanoposilka» (nanostrukturalarni manzilga yetkazish) hujayraga kelib tushganidan keyin, konstruksiyani mustahkamlab turgan nanoko'priklar buziladi va konstruksiyani ichidagi moddalar (masalan,

antibiotiklar) ozod bo'lib, o'z faoliyatini ko'rsatadi. Ba'zi bir oqsillar (insulin, pepsin) va boshqa moddalar ta'sirida nanoko'prikchalarning buzilishini boshqarish mumkin.

Nuklein kislotalar asosida yaratilgan uchlamchi nanostrukturalar, optik sensorli qurilmalar yaratish bilan shug'ullanadigan nanokonstruktorlarni diqqatini o'ziga tortdi. **DNK asosidagi uchlamchi strukturalarni sensor qurilmalarning sezgir elementlarini yaratishda ishlatish mumkinmi?** Tez orada bu savolga ijobiy javob olindi. Uchlamchi nanostrukturalarni nanoko'prikchalariga o'ziga xos bo'lgan «mini – ushlagich» kiritildi. Bu «mini – ushlagich» – kimyoviy birikma bo'lib, u tahlil qilinadigan modda bilan aloqaga kirganda tezda parchalanadi. Nanoko'prikcha buzilgandan keyin, anomal optik faollik pasayadi va uni kattaligi o'lchalanadi. Bu ko'rsatkichni kattaligi bo'yicha nanoko'prikni buzuvchi kimyoviy (biologik) birikmani konsentratsiyasini aniqlash mumkin. Hozirgi vaqtda olimlar DNK asosida fizik-kimyoviy xususiyatlarini boshqarsa bo'ladigan uchlamchi nanostrukturalar yaratish ustida tadqiqotlar olib bormoqdalar. Ularni polimer plyonkalar tarkibiga kiritish orqali polimer matsritsalar olish mumkin. Bunday polimer matsritsalar, fotonikada parametrlari boshqariluvchi optik filtrlar sifatida o'z o'rini topishlari mumkin.

5. DNK va oqsillar asosida yaratilgan nanokonstruksiya

DNK dan avtonom ravishda harakatlanuvchi va to'xtaydigan nanorobot yasash mumkinmi? Bu savolga birinchi bo'lib javobni AQSH ning Kolumbiya universiteti olimlari topishgan. Ular DNK va oqsildan harakatlanuvchan, harakat yo'nalishini o'zgartiradigan va to'xtay oladigan avtonom molekular robot yaratishga erishdilar. Bu ishlanma «o'rgimchak» (pauk) nanoroboti deb nom olgan. Nanorobotni uzunligi 4 nm dan iborat bo'lgan (56-rasm).

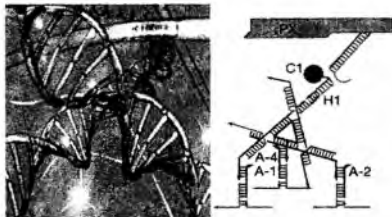
Bu nanorobotni avtonom harakatlanish muammosi qanday qilib yechilgan? Tadqiqotchilar DNK zanjiridagi polinukleotidlarni vodorod bog'lari orqali o'zlariga komplementar bo'lgan zanjir bilan bog'lanish xususiyatidan foydalananganlar. Shuning uchun ham nanorobotni yuradigan oyoqchalari DNKdan konstruksiya qilingan (57-rasm).

«O'rgimchak»ni jasadida «streptavidin» deb atalgan oqsildan shakllangan. «O'rgimchak»ni to'rtta oyog'idan uchtasi boshqa DNK molekulasining ketma-ketligi bilan bog'lanadigan va uni kesaoladigan DNK molekulasidan tuzilgan. «O'rgimchak» ni to'rtta

oyog'i o'ziga xos langar (yakor) bo'lib, bu yo'l boshidagi nuqtaga bog'langan bo'ladi. Robot o'zini boshlang'ich DNKsini maxsus zanjiri yordamida harakatga tushadi. Asosiy zanjirdan tashqarida joylashgan DNK uchastkasi bilan bog'lanib, undan keyin uni kesib robot yo'l bo'ylab harakatga tushadi. Bunday nanorobotlarni yaratilganiga bir necha yil bo'lishiga qaramasdan, ular hozirgacha bor-yo'g'i 3 qadam tashlagan xolos.



56-rasm. DNK va oqsildan tayyorlangan «O'rgimchak» nanoroboti.



57-rasm. DNK molekulalaridan tuzilgan «O'rgimchak» nanorobotining oyoqchalari.

«O'rgimchak» nanoroboti taxminan 100 nm yo'l bosib o'ta oladi (o'rgimchakni o'zini o'lchamidan 25 marta ko'proq yoki uni 50 qadami). Bu masofani u 30-60 daqiqada bosib o'tadi. «O'rgimchak»ning

harakatini olimlar atom-kuchli mikroskop yordamida kuzatganlar. Shu mikroskoplar yordamida nanorobotlarni to'rt tomonga yo'naltirish mumkin ekanligi kuzatilgan.

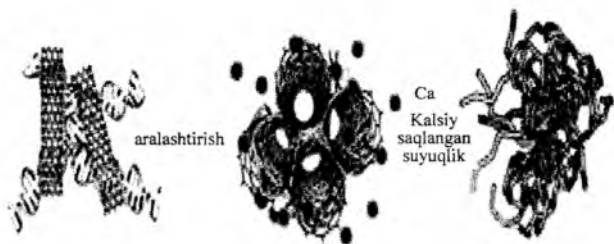
Hozirgi vaqtda olimlar nanorobotlarni faoliyatini boshqarish hamda bir necha «o'rgimchak»larni birga ishlashga «o'rgatish» ustida bosh qotirmoqdalar. Uzoq istiqbolda bunday nanorobotlar eng mayda kapillarlarni tozalash va tirik organizmda rak hujayralarni yo'qotish maqsadida ishlatilishi mumkin.

6. DNK asosida sun'iy nanomateriallar

Transplantatsiyani (ko'chirib o'tkazish) tezkorlik bilan rivojlanib ketishi, donor organlarni va biologik to'qimalarni yetishmasligiga olib keldi. Shuning uchun ham, xususiyatlari maksimal darajada tabiiyga yaqinlashgan mukammal sun'iy biologik to'qimalar yaratish juda dolzarb muammo bo'lib qoldi. Bu muammoni yechishda, tirik organizmlarga ko'chirib o'tkazilishga mo'ljallangan organlarni (implantlarni) yuqori darajada mustahkamligini va egiluvchanligini ta'minlash asosiy vazifaga aylandi. Elastiklik (egiluvchalik) implantatga yuqori darajada mexanik ta'sir o'tkazilganda, paydo bo'ladigan shamollash jarayonlarini oldini olishga mo'ljallangan. Bugungi kunda, tirik organizm to'qimalariga xos bo'lgan mustahkamlik bilan egiluvchanlik xususiyatlarini sun'iy materiallarda bir vaqtini o'zida paydo qilish, umuman mumkin bo'lmagan muammo hisoblanadi.

D. Spinks rahbarligida Avstraliyada va Koreyada faoliyat olib borayotgan olimlar, bu muammoni yechimidan bir variantini topishga erishdilar. Ular transplantatsiya qilish maqsadida, mexanik xossalari biologik to'qimalarni xossalari o'xshagan yangi material yaratishga erishdilar. Yaratilgan material DNK spirallari bilan uglerodli nanotrubbkalarini mustahkam kompozit sistemasidan iborat (58-rasm).

Uglerodli nanotrubbkalar DNK spirali bilan butunlay «o'rab» chiqiladi va ularni kalsiy ioni saqlagan maxsus suyuqlikka joylashtiriladi. Bunday suyuqlikda DNK spirallari bilan o'ralgan uglerodli nanotrubbkalardan gelsimon massa shakllanadi. Hosil bo'lgan gelni xuddi sintetik to'laga o'xshatib cho'zish, o'rash va to'qish mumkin. Nanotrubbkalar va DNKdan hosil bo'lgan tola qurigandan keyin, qalinligi 50 nm bo'lgan nanotolalardan to'qilgan tarmoq shakliga kirib qoladi. Bunda, har bir tola g'ovak strukturaga ega bo'ladi.



58-rasm. Uglerodli nanotrubbkalar va DNK molekulasidan (rasmda chapda) tayyorlangan sun'iy nanotolani (rasmda o'ngda) olish chizmasi.

Ammo tibbiyot amaliyoti uchun yanada mustahkamroq va qalinroq nanotolalar kerak. **Bu tolalarni xususiyatlarini qanday o'zgartirish mumkin?** Bu vazifa ham muvaffaqiyatli yechildi. Tadqiqotchilar nanotolalarni qalinligini va mustahkamligini boshqarish usulini o'ylab topdilar. Agar qurilgan tola kalsiy xlorid eritmasiga solib yuvilsa, DNK molekulalarini yanada bir-biriga «tikilishi» sodir bo'ladi. Natijada nanotolalar qalinlashadi va mustahkamlashadi. Mana shu yo'l bilan olingan nanotolalar o'zlarining xususiyatlari bo'yicha oqsil tabiatli tolalarga yaqin va ular mushak, arteriya, teri, tog'ay kabi organlarni mustahkamligini va egiluvchanligini ta'minlab beraoladi.

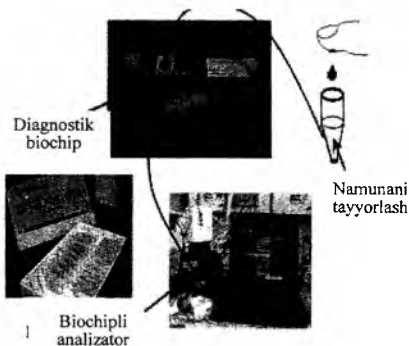
Shuning uchun ham DNK va uglerodli nanotrubbkalardan tayyorlangan sun'iy nanotolalar kelajakda har xil sun'iy implantantlar yaratishda ishlatilishiga hech shubha yo'q.

7. Biochiplar va ulardan DNK strukturasi tadqiq qilishda foydalanish

Eukariot organizmlarda genlarni soni juda ham ko'p. Achitqi zamburug'larida 6200 gen aniqlangan bo'lsa, odam organizmida ularni soni 20000-25000 faol genga teng. Ammo organizmdagi bor genlarni barchasi ham birdaniga (bir vaqtda) o'zining faolligini namoyish qilavermaydi. Bir xil genlar faoliyat ko'rsatayotganda, boshqasi bloklanadi va to'liq ish faoliyatidan chiqib turadi. **Muayyan bir vaqtda, ma'lum bir gen yoki bir necha genlar qanday holatda turibdi, ular faolmi yoki bloklanganmi?** – degan savol juda ko'p tug'iladi. Genlarni

faolligini nazorat qilish muammosini birinchilardan bo'lib V.A.Engelgard nomidagi Rossiya Fanlar akademiyasini molekular biologiya instituti olimlari yechishga muvofiq bo'lganlar. Shu institutda akademik A.D. Mirzabekov rahbarligida faoliyat ko'rsatib kelayotgan bir guruh olimlar, biochiplar yaratish texnologiyasini ishlab chiqdilar.

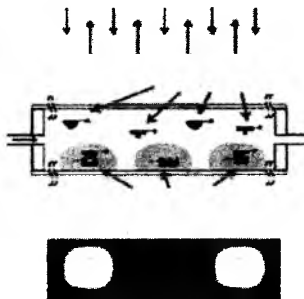
Biochip – bu o'lchami bir necha santimetrga teng bo'lgan matritsa bo'lib, uning yordamida organizmdagi ko'plab genlarni funksional faolligi haqida ma'lumotlar olish mumkin. Biochip tayyorlayotganda maxsus (masalan, shisha) podlojkaga DNK molekulasini nusxalari surtiladi. Ular alohida gen yoki zanjirli polimeraza reaksiyasi (PZR) natijasida olingan DNK molekulasi bo'lishi mumkin. Analiz o'tkazish uchun to'qima nusxasiga (masalan, qon) oldindan ishlov beriladi. Bu ishlov berish quyidagicha o'tkaziladi: Nusxadagi DNK molekulalarni fluoressent moddalar bilan maxsus mikrokamera ga joylashtirilgan biochipga surtib chiqiladi (59-rasm). Shundan keyin, biochipdagi genlar bilan probada saqlangan fluoressensiya qiluvchi DNK yoki RNK orasida gibrizatsiya o'tkaziladi.



59-rasm. Biochip yordamida tajriba o'tkazish sxemasi.

Nusxani molekulasi chipdagi tegishli gen bilan komplementarlik prinsipi asosida o'zaro munosabatga kirishadi. Biochipga ma'lum to'liq uzunligiga ega bo'lgan nur berilganda fluoressentda yorug'lik paydo

bo'ladi (60-rasm). DNK (RNK) analizatori yorug'likni ko'rinishiga qarab, nusxa tarkibidagi tegishli ketma-ketlikni aniqlaydi (61-rasm).



60-rasm. Biochipni ishlash mexanizmining sxemasi.

Biochiplardan foydalanish, eng avvalo, atrof-muhitni negativ ta'siriga sezgir bo'lgan genlarni aniqlash va organizmning funksiyasini nazorat qilish uchun istiqbolli hisoblanadi.

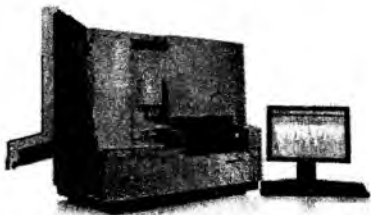


61-rasm. Katakchalarni yorug'lik chiqarishida olinadigan tasvir har bir o'rganiladigan organizm uchun o'ziga xos (individual) bo'ladi.

Biochiplarni ishlatilishi bakteriya va viruslarni tezkor aniqlash imkonini beradi. Biochip yordamida odamni individual, genetik o'ziga xosligini o'rganish irsiy va onkologik kasalliklarga moyillik darajasini aniqlash imkonini ham beradi.

8. Nanoustqurmalar ishlatib DNK ni sekvenlash

Ko'p biotexnologiyalar DNK tarkibidagi nukleotidlarni ketma-ketligini aniqlashga (DNK ni sekvenlashga) asoslanadi. DNK molekulasining uzunligini e'tiborga olgan holda, uni amalga oshirish uchun aniq va tezkor DNK sekvenatorlar kerak. Ammo bitta odam DNK sini sekvenatsiyasi, hozirgi paytda ishlab turgan texnika yordamida amalga oshirilganda juda qimmatga tushadi va bir necha oy vaqtni oladi (62-rasm).

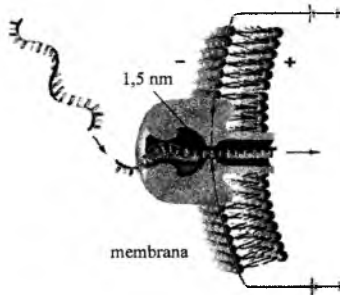


62-rasm. Hozirgi vaqtda ishlatiladigan DNK sekvenator.

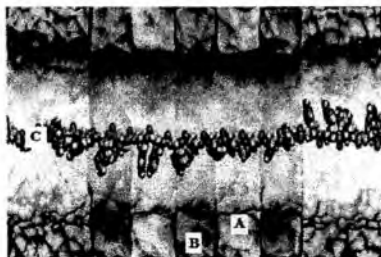
Arzon va tezkor DNK sekvenatsiyasini qanday ta'minlash mumkin? 2005-yilda bu muammoni yechishga nanokonstrukturalar aralashdi. Ular yuqori aniqlikka ega bo'lgan hamda tezkor DNK sekvenatorini yaratishga kirishdi va buning uchun nanoteshikchalar asos qilib olindi. Yangi nanoqurilma DNK molekulasini nanoteshikchalarda joylashishini bir nukleotid aniqligicha nazorat qilish imkoniyatiga ega. Yangi DNK sekvenator odam genomini atigi bir necha soat davomida «o'qib chiqish» imkonini beradi. Yangi usulni mohiyati DNK molekulalarini nanoteshikchalar orqali o'tayotganlarida **elektrik potensialini o'zgarishiga** asoslanadi (63-rasm).

Hozirgi vaqtda olimlar, nanosekvenatorni matematik modelini ishlab chiqqanlar. Bu model DNKni alohida nukleotidini aniqlash

imkonini beradi. Bundan foydalanish esa, genomni yanada samaraliroq sekvenlash imkonini beradi. **DNK – tranzistor** ancha uzun bo‘lgan nanoteshikcha bo‘lib, uni yonida yarimo‘tkazgich va dielektrik qo‘shilmalar o‘rnatilgan. Nanoteshikcha ichidagi elektr zaryadlar, alohida (bitalik) elektronlarni zaryadlari bilan taqqoslansa bo‘ladi. Diametri bir necha nanometr ga ega bo‘lgan nanoteshikchalardan DNKni uzun molekulasini o‘tkazsa bo‘ladi (64-rasm).



63-rasm. Nanoteshikchalar asosida yaratilgan DNK – sekvenatorini faoliyat ko‘rsatish sxemasi.



64-rasm. DNK – tranzistorni sxemasi.

Nanoteshikcha dielektrik bilan bo'lingan (A) metalli aloqalar (B)ni saqlaydi. Bunday «qavatlangan» struktura nanoteshikchani ichida mahalliy elektr maydonni yaratishga va u orqali DNKni o'tish tezligini boshqarishga imkon beradi (C). Elektrodarga o'zgaruvchan kuchlanishni uzatilishi nanoteshikcha ichida DNK molekulalarini juda katta aniqlikda 1 ta nukleotidgacha harakatlanishiga olib keladi. Bunday nanokonstruksiya DNK tarkibidagi har bir **nukleotidni** aniqlash imkonini beradi. DNK – tranzistorlar uchun nanoteshikchalarni mikroelektronikaning zamonaviy usullari yordamida katta miqdorda tayyorlash mumkin. DNK – sekvenator va DNK – tranzistorlardan foydalangan nanotexnologiyalar patsient genomini o'rganish imkoniyatini beradi. Bular yordamida genetik kasalliklarni diagnostikasini o'tkazish va davolash mumkin bo'ladi. DNKni tezkorlik bilan sekvenlash uskunasi katta miqdorda ishlab chiqarish esa, DNK analizini klinikaning odatdagi tadbirlariga aylantirib qo'yadi. Bundan tashqari, bu ishlarni har qanday davolash maskanida bajarish mumkin bo'ladi. Bu esa, zamonaviy meditsinani rivojlanishida juda katta yutuq hisoblanadi. Har qanday odamni o'zini «shaxsiy genom kartasini» ochishga imkoniyati bo'ladi. Kasallangan shaxsga uni shaxsiy genetik o'ziga xosligiga qarab, dori-darmon tanlash imkoni tug'iladi. DNK ni tezkor va arzon nanosekvenatorlari tufayli «shaxsiy tibbiyot» erasining kirib kelishi tezlashadi.

Asosiy atamalar lug'ati

Amplikon – amplifikatsiya birligi, ikki tomondan praymerlar bilan chegaralangan genni (DNK fragmentini) sintez qilingan nusxasi.

Amplifikatsiya – genni (DNK molekulasini yoki uning fragmenti) izchillik bilan ko'p marotaba nusxalanishi.

Autoreplikatsiya (replikatsiya) DNK – DNK ni o'z-o'zidan ikkilanishi, bitta ona molekuladan ikkita qiz molekulani hosil bo'lishi.

Biochip – o'lchami bir necha santimetrdan iborat bo'lgan matritsa, uning yordamida organizmning genini funksional faolligi haqida ma'lumotlar olish mumkin.

Gibridizatsiya – DNK (DNK gibridizatsiyasi) – tajribada ikki alohida DNK zanjiridan, ikki zanjirli DNK hosil bo'lishi.

Denaturatsiya (DNK denaturatsiyasi) – komplementar azotli asoslar orasidagi vodorod bog'larini parchalanishi va DNK molekulasini 93-95 °C gacha qizdirilganda ikki polinukleotid zanjirga bo'linishi.

Implantant – tirik organizmga ko'chirib o'tkazishga mo'ljallangan tabiiy yoki sun'iy biologik struktura.

Komplementarlik – nuklein kislotalarining o‘zaro ta’sirida azotli asoslarni vodorod bog‘lari yordamida hosil qiladigan juft komplekslar (adenin - timin yoki adenin - uratsil, guanin - sitozin).

Yopishqoq uchlilar – DNK molekulasining oxirida joylashgan DNK ni bir zanjirli qismi.

Zanjirli polimeraza reaksiyasi – biologik materialda (nuxxada) nuklein kislotalarini (DNK) fragmentlarini kichik konsentratsiyasini anchagina ko‘paytirish imkonini beradigan eksperimental usul.

Polimeraza (polimerazalar) – nuklein kislotalarni matritsalik sintezini kataliz qiluvchi fermentlar.

Praymer – ikki zanjirli DNK matritsalaridan biriga komplementar bo‘lgan qisqa (18-30 nukleotiddan iborat) oligonukleotid; praymer – amplifikatsiyaga uchraydigan uchastkani boshini yoki oxirini o‘rab oladi.

Rekombinant DNK – DNK ni gibridizatsiyasi natijasida hosil bo‘lgan DNK molekulasi.

Sekvenlash – nuklein kislotalari yoki oqsillarni molekularida ketma-ketlik (nukleotidlar yoki aminokislotalar) ni aniqlash.

Transkripsiyalanadigan ketma-ketlik – DNK da nukleotidlarni ketma-ketligi bo‘lib, unda axborot saqlanadi.

Takrorlash uchun savollar

1. Tirik organizmlarni irsiyat va o‘zgaruvchanlik xususiyatlari DNKni qanday unikal xususiyatlariga asoslanadi?
2. Nanotexnologiyalarni yaratuvchilar uchun DNK ni qanday xususiyatlari qiziqish uyg‘otadi?
3. DNK ni o‘z-o‘zidan ikkilanish jarayonida DNK – polimeraza va DNK – praymaza fermentlarini roli nima?
4. O‘z-o‘zidan ikkilanadigan DNKning yetakchi va qoloq zanjirlari nima bilan farq qiladi?
5. Nima sababdan DNK replikatsiyasi yarimkonservativ degan nom olgan?
6. Nuklein kislotalarining gibridizatsiyasi usulining asosida nima yotadi?
7. Laboratoriya sharoitida DNKni alohida polinukleotid zanjirini qanday qilib olish mumkin?
8. Nuklein kislotalarining gibridizatsiya usuli qaysi joyda (qayerda) ishlatilishi mumkin?

9. Polimeraza zanjirli reaksiyaning birinchi siklining bosqichlarini tushuntirib bering.

10. Polimeraza zanjirli reaksiyaning birinchi va ikkinchi sikllari orasidagi farqni tushuntirib bering.

11. Polimeraza zanjirli reaksiyani zanjirli xarakterining mohiyatini tushuntirib bering.

12. Polimeraza zanjirli reaksiya tibbiyotda nima maqsadda ishlatiladi?

13. Biomolekulalarni qanday xossalari, ularni nanokonstruksiya uchun qulay material ekanligini ko'rsatadi?

14. Nanokonstruksiyalar yaratishda DNK molekulasining «yopishqoq uchini» roli nimada?

15. «Shoxlanish nuqtasi» DNK molekulasining xossalari qanday ta'sir ko'rsatadi?

16. DNK orasidagi nanostrukturaga qanday qo'shimchalar ularni ishlatish imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qildi?

17. «O'rgimchak» nanoroboti qaysi biopolimerlarni molekularidan yaratilgan?

18. «O'rgimchak» nanorobotini harakatlanishini tushuntirib bering.

19. Molekular «dinamo-mashina» (nanoaktuator) qanday yaratilgan? U qayerda ishlatilishi mumkin?

20. Uglrodli nanotrubbkalar va DNK molekulalaridan qanday strukturalar yaratilgan? Ular nima maqsadda ishlatiladi?

21. «Biochip nima» va «biochip» ni ishlash prinsipi nimaga asoslangan?

22. DNK sekvenlash nima?

23. Nanoporalar (nanoteshikchalar) asosidagi DNK-sekvenatorlarni o'ziga xosligi nima?

24. Genli mutatsiyaga diagnoz qo'yish uchun qanday nanokonstruksiyalardan foydalanish mumkin?

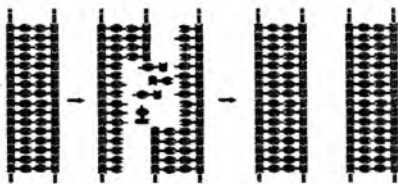
25. Nanoporalar asosidagi DNK-sekvenatorlarni istiqbolda ishlatilish imkoniyatlarini xarakterlab bering.

Vazifalar

1-vazifa. Keltirilgan sxemani daftaringizga chizib chiqing:

1) - rasm tagiga sxemada aks ettirilgan jarayonni nomini yozib chiqing;

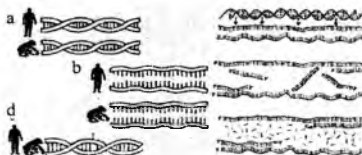
2) - rasm sxemadagi Sizga tanish bo'lgan strukturalarni belgilab chiqing (kimyoviy birikmalar).



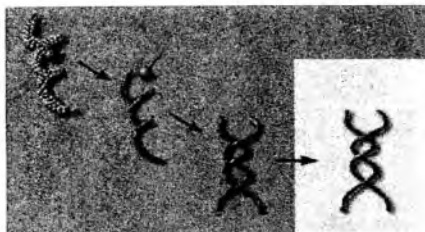
Rasmda aks ettirilgan jarayonga tirik organizmlarni qanday fundamental xossalari asoslanadi?

2-vazifa. Quyida keltirilgan DNK replikatsiyasi (autoreplikatsiya) bosqichlarini amalga oshirish tartibiga mos ravishda yozib chiqing: RNK – zatrovkani sintezi; DNK molekulasini tarqalishi va uni ikki polinukleotid zanjirga ajralishi; Okazaki fragmentlarini yagona polinukleotid zanjirga tikilishi;

3-vazifa. Pastda keltirilgan rasmda qanday ikki jarayon sxematik ravishda izohlangan? Har bir jarayonni bosqichlarini yozib chiqing. Har ikki jarayonni bosqichlarini bir-biri bilan taqqoslab chiqing. Har bir jarayonni oxirgi bosqichida hosil bo'ladigan molekular orasidagi prinsipial farqni yoritib bering. Rasmni chap tomonida keltirilgan sxema asosida XX asrda molekular biologiyada qanday yangilik yaratilgan?



4-vazifa. Ba'zi bir viruslar (retroviruslar) irsiy material sifatida DNK emas, RNK molekulalarini saqlaydilar. DNK molekulasi o'z-o'zidan ko'paya olmaydi. Qanday qilib tabiat retroviruslarni «ko'payish muammosini» yechgan? Retroviruslarni «ko'payish muammosini» o'zingizcha yechish variantlarini keltiring (retrovirus qaytma revertaza fermentini saqlaydi). Bu ferment teskari transkripsiya – DNK sintezini kataliz qilindi, bu reaksiyada matritsa rolini RNK bajaradi (teskari transkripsiya sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan).



5-vazifa. 3.1. bo'limdagi materialni qayta o'qib chiqing. Ikki biologik hodisani taqqoslang: DNK ni o'z-o'zidan ikkilanishi va gibridizatsiyasi. Har ikkala hodisa asosida yotgan jarayonlarni analiz qilib chiqing. Bu jarayonlarda DNK molekulasini qanday holatda bo'ladi? O'tqazilgan qiyosiy analiz natijalaridan foydalanib, quyida keltirilgan jadvalni to'ldiring? Siz taqqoslagan va analiz qilgan ikki biologik hodisani o'xshashlik darajasiga o'zingizni bahoingizni bering.

DNK ni o'z-o'zidan ikkilanishi va gibridizatsiyasi orasidagi o'xshashlik va farq

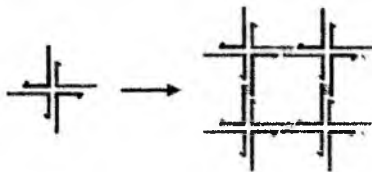
	DNK holati va jarayonlarni o'xshashligi («+» bilan belgilanadi)	DNK holati va jarayonlarni farqi («-» bilan belgilanadi)
DNK ni dastlabki holati.		
Hodisa tugagandan keyin DNK ni holati:		
a) birinchi holat		
b) ikkinchi holat		
Birinchi jarayon (o'zgarish)		
Ikkinchi jarayon (o'zgarish)		

6-vazifa. Nanostrukturalarni konstruksiya qilish bosqichlarining nomini, amalga oshirilishi tartibi asosida qo'yib chiqing: DNK ni krestitsimon fazoviy strukturasi shakllanishi; DNK fragmentlarini

«yopishqoq uchlarini» yelimlab chiqish; nanopanjara kubsimon strukturaga qayrilishi; «yopishqoq uchli» DNK fragmentlarini olish; krestsimon DNK tekis nanopanjaraga tikib chiqish ketma-ketligi.

7-vazifa. Mikrofotografiyada DNK asosida tayyorlangan piramida ko'rinishidagi nanokonstruksiyanı tasviri keltirilgan. U DNK ni 4ta alohida fragmentlaridan tashkil topgan. Bu fragmentlar rasmda har xil ranglar bilan belgilangan. Xayol qiling, mana shu konstruksiya Siz o'zingiz tayyorlagan va ko'nglingizdagi konstruksiya. Mana shu konstruksiyani tayyorlashda o'zingiz bajargan ishlarni ketma-ketlik bilan yoritib bering.

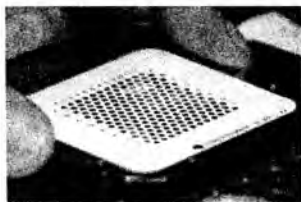
8-vazifa. Rasmda DNK molekulası asosida nanokonstruksiyalar yaratish bosqichlaridan biri aks ettirilgan. Shu bosqichni mohiyati haqida o'zingizni fikringizni bering. Sizningcha bu bosqichga qanday nom to'g'ri keladi? Dastlabki strukturani (rasmda chapda) shakllantiruvchi molekulani (DNK fragmentlarini) o'ziga xosligi nimada? DNK ni shunday molekularini qanday qilib olish mumkin? Rasmda keltirilgan ikkilamchi (tekis) nanostruktura asosida uchlamchi nanostruktura konstruksiya qilish bosqichiga o'tish rejalarini yozib chiqing.



9-vazifa. 3.4 va 3.5-bo'limdagi materiallardan foydalanib, ikki harakatlanuvchi nanoqurilmani taqqoslab chiqing: DNK dan tayyorlangan nanoqurilma (Garvard universiteti olimlari yaratgan) va «O'rgimchak» nanoroboti (Kolumbiya universiteti olimlari yaratgan). Bu qurilmalar ularni hosil qilgan moddalarni kimyoviy tarkibi bilan farq qiladimi? Ularni yuradigan bo'g'imlari («oyoqlari») orasida o'xshashlik bormi? Bu qurilmalarni tezlik sifatini Siz qanday baholaysiz (bir-biriga taqqoslang)? Har bir qurilmani harakatlanishini molekular mexanizmlari haqidagi ma'lumotlardan foydalanib, o'z fikringizni asoslab bering. Ikki nanoqurilmaning analizini taqqoslab, ulardan foydalanishni yangi sohalarini ko'rsatib bering. Mana shu fikrlardan kelib chiqqan holda, har qanday nanoqurilmani mukammallashtirish haqida o'zingizni tavsialaringizni bering.

10-vazifa. 3.4-bo'limdagi materiallar va DNK asosida yaratilgan nanokonstruksiyalarni muhimligiga baho bering. Nanokonstruksiyalarni muhimligiga qarab, o'z fikringiz asosida joylashtirib chiqing. Siz tayyorlagan ro'yxatni to'g'ri ekanligini asoslab bering.

11-vazifa. 3-bob matnlarida keltirilgan ma'lumotlarni hosil bo'lgan tushunchalar asosida quyidagi rasmni izohlang.

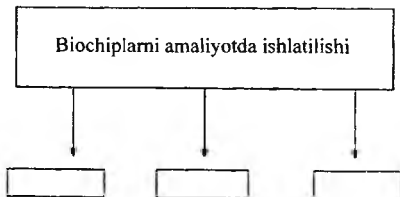


12-vazifa. Quyida keltirilgan sxemani nihoyasiga yetkazing. Biochiplardan amaliyotda foydalanishni kengaytirish bo'yicha o'z maslahatlaringizni bering?

Quyidagilarni alohida ajrating:

- 1) hozirgacha bor bo'lgan biochiplardan amaliyotda foydalanilayotganlari orasida eng muhimlarini;
- 2) biochiplardan istiqbolda amaliy foydalanish mumkin bo'lganlardan eng muhimlarini.

Bu vazifani bajarilishini oldingi bosqich natijalarini o'z ichiga oladigan yangi sxema tuzing.



13-vazifa. Nuklein kislotalari asosida (ishlatib) yaratilgan nanokonstruksiyalar va nanotexnologiyalar haqida informatsion baza yarating.

Adabiyotlar

Белая книга по нанобиотехнологии / под ред. В.И. Аржанцева и др. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008, 344 с.

Будников Г.К. Биосенсоры как новый тип аналитических устройств / Г. К. Будников // Соросовский образовательный журнал. – 1996, № 12, 26 – 32 с.

Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение: пер. с англ./Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002, 589 с.

Евдокимов Ю. М. Нуклеиновые кислоты, жидкие кристаллы и секреты наноконструирования / Ю.М. Евдокимов // Наука и жизнь. 2005, №4 (Режим доступа [http:// www. nkj/ ru/ archive/ articles/604](http://www.nkj.ru/archive/articles/604)).

Егорова Т.А. Основы биотехнологии: учебное пособие для высш. пед. учеб. заведений / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина – М.: Издательский центр «Академия», 2005, 208 с.

Коничев А.С. Молекулярная биология / А.С. Коничев., Г.А. Севастьянова – М.: Академия, 2005, 400 с.

Нанобиотехнологии. Азбука для всех/ под ред.акад, Ю.Д. Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008, 368 с

Симан Н. Нанотехнология и двойная спираль/ Н. Симан// В мире науке, 2004, № 9 (Режим доступа [http:// www. sciam. ru/2004/9/nano](http://www.sciam.ru/2004/9/nano)).

Сыч В.Ф. Структурно - функциональная организация эукариотической клетки / В.Ф. Сыч, Н.А. Цыганова, Г.В. Абдулкин. – Ульяновск: УлГУ, 2006, 84 с.

Сыч В.Ф. Основы биологической терминологии / В.Ф. Сыч. – Ульяновск: УлГУ, 2003, 456 с.

Сыч В.Ф. Общая биология: учебник для высшей школы/ В.Ф. Сыч. –М: Академический Проект, 2007, 330 с.

Сыч В.Ф. Введение в нанотехнологии. Элективный курс в программу биологии: учебное пособие для 10 – 11 классов средней общеобразовательной школы/ Сыч В.Ф, Дрохдина Е.П., Курносова Н.А. и др. – Ульяновск: УлГУ, 2008, 100 с.

Ченцов Ю.С. Введение в клеточную биологию./ Ю.С. Ченцов. – М: ИКЦ «Академ книга», 2004, 495 с.

Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия / С.Н. Щелкунов.- Новосибирск.: Сиб.унив. Изд-во, 2004, 496 с.

Хартманн У. Очарование нанотехнологии, пер с нем. / У. Хартманн. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008, 173 с.

Internet – saytlar

edu.dvgups.ru

referraty.at.ua/publ/biologoiija/genu_1_khromosomy?3-10-41

vivovoco.rsl.ru

www.gmpua.com

www.sbras.nsc.ru

www.datenews.Ph.d.htm

4-bob. GEN INJENERIYASI USULI ASOSIDAGI NANOTEXNOLOGIYALAR

Reja:

1. Gen injeneriyasi nanobiotexnologiyaning bir yo'nalishi sifatida.
2. Boshqa organizmga kiritish uchun gen ajratib olish usullari.
3. Genlarni hujayraga kiritish texnologiyasi.
4. Xo'jayin organizm hujayrasiga DNK kiritish usullari.
5. Gibrid materiallar yaratishda bakteriofaglarni gen injeneriyasi.
6. Gen terapiya va gen targeting.

1. Gen injeneriyasi nanobiotexnologiyaning bir yo'nalishi sifatida

Zamonaviy biotexnologiyani insonning ehtiyoj va xohishlariga mos keladigan organizmlarni yangi shaklini yaratishsiz tavavvur etish qiyin. **Tirik organizmni belgilari, xossa va xususiyatlarini keyingi avlodlarda ham saqlanib qoladigan qilib o'zgartirish uchun nima qilish kerak?** Bunga faqat organizmni genotipini, ya'ni uni irsiy materialini o'zgartirish orqali erishish mumkin.

Irsiy materialni (DNK ni) maqsadga muvofiq ravishda o'zgartirish va konstruksiya qilish – bu genetik injeneriya fanining vazifasi hisoblanadi. Gen injeneriyasi usullari yordamida yaratiladigan DNK molekulası **rekombinant molekula** deb ataladi.

Molekular biologiyaning genetik materiallarini, modda almashinuvi mahsulotlarining biosintezini amalga oshiraoladigan, yangi kombinatsiyalarini yaratish bilan bog'liq bo'lgan bo'limi **genetik injeneriya** deb ataladi.

Gen injeneriyasiga kim va qachon asos solgan? Amerikalik olim P.Berg 1972-yilda laboratoriya sharoitida birinchi bo'lib rekombinant DNK yaratgan. Shu kundan boshlab gen injeneriyasiga asos solingan. Yaratilgan rekombinant DNK uch organizmni: «SV 40» virusi, «lyambda» bakteriofagi va «**ichak tayoqchasi**» bakteriyasini DNK fragmentlaridan tuzilgan. Bundan oldinroq ikkita unikal tip fermentlar ochildmaganida P. Berg bajargan tajribalarni o'tkazib bo'lmadi edi.

Bu fermentlar:

- 1) restriktazalar – DNK molekulasini aniq bir uchastkadan kesadigan fermentlar;

2) ligazalar – DNKni har xil molekulasi fragmentlarini bir-biriga ulaydigan fermentlar.

Restriktazalar juda ham muvaffaqiyatli nom – «biologik qaychi» degan nom olgan. Bu «qaychilar» yordamida gen injenerlari DNK molekularini fragmentlarga kesib, har xil manipulatsiyalar o'tkazadi. Gen injeneriyasi bo'yicha muvaffaqiyatli tajribalar o'tkazish uchun zarur bo'lgan ikkinchi sharoit bu «**vektorlardan**» foydalanishdir.

Vektorlar – viruslar yoki bakteriyalardan olinadigan qisqa xromosomalardan tashqaridagi DNK fragmenti – **plazmidalardir**. Restriktaza va ligaza fermentlari yordamida olimlar vektorlarga DNKning kerak bo'lgan fragmentini (gen) kiritadilar. **Vektorni vazifasi – yangi DNKni hujayraga kiritish va uni xo'jayin – organizm DNKsiga joylashtirish.**

Gen muhandisligi usullarini mukammallashtirish, hatto qarindosh bo'lmagan organizmlarni, shu jumladan evolutsiyaning har xil bosqichidan o'rin olgan organizmlarni ham, genetik axborotlarini birlashtirish imkonini beradi. Bundan tashqari, «probirkada» (in vitro) ham rekombinant DNK yaratish jarayonini amalga oshirish mumkin. Albatta, bunday sharoitda tirik organizmlarda faoliyat ko'rsatuvchi, to'sib qo'yuvchi mexanizmlarni chetlab o'tish imkoni paydo bo'ladi. Bugungi kunda gen muhandisligi usullari dorivor moddalar ishlab chiqarishda hamda boshqa qator jarayonlarda muvaffaqiyatli ishlatib kelinmoqda. Ular asosida insulin, interferon, interleykin, o'stirish gormonlari kabi organizm uchun zarur bo'lgan moddalarni sanoat sharoitida ishlab chiqarish yo'lga qo'yilgan. Gen muhandisligi asosida transgen o'simliklar olish texnologiyasi ham yaratilgan (65-rasm).

Shuningdek, nafaqat sermahsul, balki yuqori darajada kasalliklarga va parazitlarga chidamli bo'lgan hayvon zotlari ham yaratilgan. Masalan, Belgiya va AQSHda kartoshka va pomidorni kolorado qo'ng'iziga chidamli bo'lgan yangi navlari yaratilgan bo'lib, ular tabiiy navlarga nisbatan insektitsidlar miqdorini 40-60% ga kamaytirishga imkon bergan.

Gen muhandisligi bo'yicha tajribalarni muvaffaqiyatli o'tkazish uchun eksperimentator qanday aniq vazifalarni hal qilishi zarur? Gen-injenerlik ishlarni olib borish uchun 3 vazifani bajarish talab qilinadi:

1) hujayraga ko'chirib o'tkazishga yaraydigan rekombinant DNK yaratish;

2) rekombinant DNK ni hujayraga kiritish usullarini ishlab chiqish;

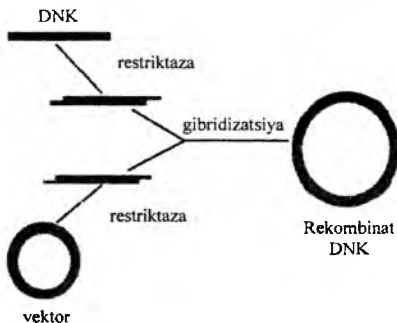
3) xo'jayin – organizm hujayrasiga kiritilgan genlarni normal faoliyat ko'rsatishi uchun sharoit yaratish.

Gen muhandisligida olib boriladigan har bir tadqiqot bir necha bosqichda amalga oshiriladi:

1) kerakli gen tabiiy manbalardan ajratib olinadi yoki kimyoviy yo'l bilan sintez qilinadi;



65-rasm. Gen muhandisligi usullari yordamida yaratilgan makkajo'xorini yangi navlar urug'larining ko'rinishi.



66-rasm. Rekombinant (gibrid) DNK ni yaratilishi.

2) vektor (kerakli genni hujayraga tashib o'tuvchi DNK molekulas) tanlanadi;

3) vektor va tashib o'tadigan gen yagona strukturaga birlashtiriladi (DNK ni rekombinant molekulas) (66-rasm);

4) vektor va gen saqlovchi birlashgan struktura xo'jayin - organizmning hujayrasiga kiritiladi.

2. Boshqa organizmga kiritish uchun gen ajratib olish usullari

Yangi genetik konstruksiyalar DNK molekulasiga yangi gen (donor - organizmining DNK sini fragmenti) kiritish yo'li bilan amalga oshiriladi. **Shunday «transplantatsiya» uchun genni qanday olish mumkin?** Hozirgacha bu masalani yechishni 3 usuli ma'lum:

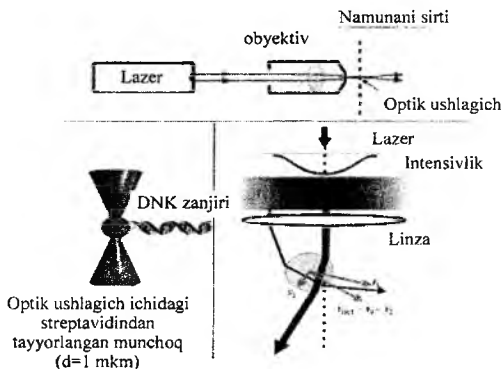
Birinchidan, gen ajratib olish tegishli mRNK olishdan ko'ra qiyinroq bo'lganligi uchun **teskari transkripsiya reaksiyasidan foydalanish mumkin.** Uni mohiyati shundan iboratki, revertaza fermenti RNK molekularini matritsa qilib ishlatib, DNK sintez qiladi. Revertaza yordamida deyarli har qanday genlarni sintez qilish mumkin. Buning uchun muayyan genga mos keladigan mRNK ajratilgan va tadqiqotni ixtiyoriga berilgan bo'lishi kerak. Xuddi shu usulda, odam ko'zining xrustalidagi oqsilni sintezini kodlovchi gen, shuningdek, tuxum oqsili va ipak fibrioni oqsilining sintezini kodlovchi genlar olingan.

Ikkinchidan, genni sun'iy, ya'ni kimyoviy sintez yo'li bilan olish mumkin. Bunday sintezni birinchi bo'lib, 1969-yilda G. Korana boshchiligidagi ilmiy jamoa amalga oshirgan. Dastlab, sintez qilingan gen faol chiqmaganligi sababli, bu jamoa tajribalarni davom ettirishgan va biroz vaqt o'tgandan keyin, o'z maqsadlariga erishganlar, ya'ni dunyoda birinchi bo'lib, funksional faol gen sintez qilganlar. Bu gen ichak tayoqchasining mRNKsini kodlagan. Hozirgi vaqtda ko'plab genlar kimyoviy sintez yo'li bilan olinadi. Ular orasida insulini, somatotropin, somastatin va boshqa gormonlarni sintezini kodlovchi genlar bor.

Uchinchidan, tabiiy manbalardan gen ajratish. Bu juda murakkab vazifa, chunki organizmda faoliyat ko'rsatib kelayotgan ko'p minglab genlar orasidan keraklisini, muayyan belgini amalga oshishini nazorat qilib turganini ajratib olish kerak. Buning uchun ajratilishi kerak bo'lgan genni DNK molekulasida joylashgan joyini aniq bilish kerak va o'sha joydan tegishli spetsifiklikka ega bo'lgan restriktaza fermenti yordamida kesish kerak. Kerakli genni qaysi joyda joylashganligini bilish uchun plazmida ishlatiladi. Plazmida har xil genlarga kirib olib,

ularni mutatsiyasini chaqiradi. Mutant belgilari bo'yicha kerakli gen kirgan joyi aniqlanadi va u plazmidadan ajratib olinadi.

Uzoq vaqt davomida DNK tarkibidagi kerakli genni aniqlash va uni kesib olish qiyin vazifa bo'lgan. DNK spirallari chalkashgan, ularni uzunligi bir necha millimetrdan bir necha santimetrgacha bo'lib, halqaga o'ralib oladi va o'zini genini «bekitishga» harakat qiladi. Diametri 1-2 nanometrga teng bo'lgan nozik, ya'ni tez sinuvchi molekular spiralni to'g'rilab olish va tarqatishga qaratilgan har qanday tadbirlar, urinishlar ta'sirida tez sinadi. Bunday holatda, kerakli genni qidirish yo'lida bajarilgan ishlar muvaffaqiyatsiz chiqqan. Shunday qilib, kerakli genni DNK dan ajratib olish muammosi 20 yildan ko'proq vaqt davom etgan mashaqqatli tadqiqotlarda ham kerakli samara bermagan.

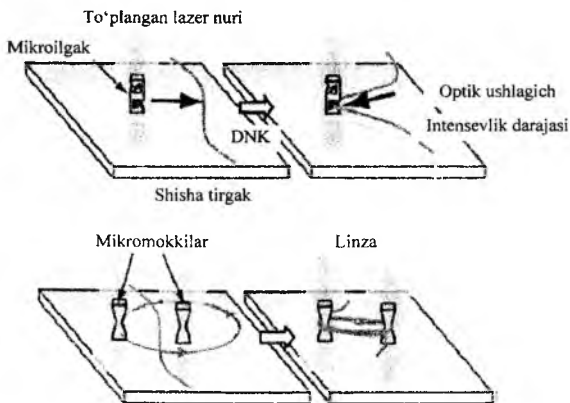


67-rasm. «Optik ombir» lar yordamida DNK molekulasining cho'zish sxemasi.

Faqatgina XX asr oxiri va XXI asr boshlariga kelib, Yaponiyaning Kioto universiteti olimlari DNK spiralini «optik ombir»lar yordamida cho'zish usulini yaratganlar. «Optik ombir» ba'zida «optik tutqich» yoki «lazerli pinset» deb ham ataladi. «Optik ombir» – o'tkir fokuslangan lazer nurlaridan iborat bo'lib, bu nurlar DNK molekulasini ushlab qolish xususiyatiga ega (67-rasm).

Ko'pincha tekshiriladigan molekulaning oxiriga kimyoviy moddalar yordamida tiniq dielektrik «munchoqchalar» qotiriladi. Bu «munchoqchalar» qandaydir sinish koeffitsiyenti muhitga nisbatan yuqoriroq bo'lgan polimerlardan tayyorlanadi. Natija beradigan kuch munchoqni lazer nurining intensivligi maksimal bo'lgan zonaga, ya'ni uni markaziga qarab tortadi. Yaponiya olimlari «munchoqcha» o'rmiga «Z» harfiga o'xshagan mikroilgak va mikromokkilar ishlatganlar (68-rasm).

Mikroilgak DNK spiralidagi olimlarni qiziqirgan qismni o'rganish imkonini beradi. Lazerlar yordamida olimlar bo'linadigan achiq zamburug'ining xromosomal DNKsini spiralini ilib olib, ularga shikast yetkazmasdan cho'zish va keyin ikki mikromokkichaga, xuddi ip o'raydigan g'altakka o'xshab o'rab olishga erishganlar. DNK molekulasi cho'zilgan holatda bo'lganida, kerakli genni uchlamchi fazoda turgan joyini aniqlash ancha oson bo'ladi.



68-rasm. DNK spiralini mikroilgak yordamida ilib olish va keyin tortib, mikromokkilar o'rab olishni sxematik ko'rinishi.

3. Genlarni hujayraga kiritish texnologiyasi

Ajratib olingan yoki sintez qilingan DNK fragmenti (gen) o'zidan o'zi mustaqil ravishda, xo'jayin - organizm hujayrasiga kira olmaydi. Tadqiqotchilarni aniqlashicha, genni ko'chirib o'tkazish va uni faoliyat ko'rsatishi uchun boshqa organizmni DNKsi asosida yaratilgan qo'shimcha nanostruktura zarur bo'lar ekan.

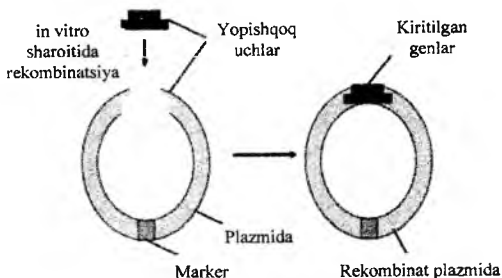
Savol tug'iladi: **Boshqa DNK dan qo'shimcha nanokonstruksiya qanday qilib yaratiladi?** Boshqa organizm DNK sidan yaratiladigan qo'shimcha nanokonstruksiya «vektor» deb nomlangan. Vektor boshqa organizmga kiritishga mo'ljallangan gen saqlaydi va xo'jayin organizm hujayrasini DNKsiga kirib olish xususiyatiga ega. Uni keyinchalik topish qulay bo'lishi uchun, ba'zida nishonlab qo'yiladi. Vektorlar DNK plazmidalari va viruslar asosida yaratiladi.

Eng sodda plazmidali vektor quyidagi komponentlardan iborat:

- 1-xo'jayin – hujayra DNK sig kirishi kerak bo'lgan gen;
- 2-plazmada va ko'chirib o'tqaziladigan genni replikatsiyasini ta'minlovchi qism;
- 3-gen kiritilgan plazmidani saqlovchi hujayrani aniqlash imkonini beruvchi marker;
- 4-plazmada DNK si.

Tirik organizm hujayrasida rekombinatsiya jarayoni faqat gomologik (bir xil) DNK molekulari orasida sodir bo'ladi. Organizmdan tashqarida sodir bo'ladigan rekombinatsiya, kelib chiqishi har xil bo'lgan DNK molekulari orasida sodir bo'lishi mumkin. Bu gen muhandisligi usullarining imkoniyatlarini anchagina kengaytiradi.

Organizmdan tashqarida rekombinatsiya amalga oshishi uchun nimalar kerak? Har bir DNK molekularini har ikkala uchida qisqa (4 tadan 20 tagacha nukleotidlar) bir zanjirli qismlar – «yopishqoq uchlar» bo'lishi kerak. Ular bir zanjirli uchastkalar orasida hosil bo'ladigan vodorod bog'lar yordamida, DNKni har xil fragmentlarini bog'lash imkonini beradi (69-rasmda chap tomon). **Ikkita bir zanjirli «yopishqoq uchlar» bilan ta'minlab, DNK molekularini qanday qilib «o'tkirlash» mumkin?** Bu vazifani bajarish uchun tadqiqotchilar «biologik qaychi»larni, ya'ni restriktaza fermentlarini ishlatdilar.



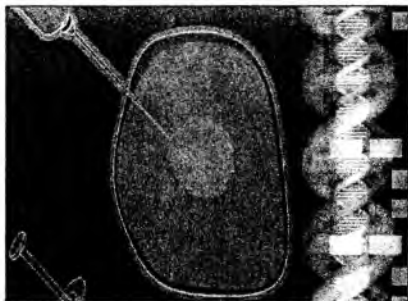
69-rasm. Plazmida DNK sini (marker saqlagan) va gen kiritiladigan DNK ni «yopishqoq uchlari» orqali bog'lanishi.

Plazmida DNKsini va kiritiladigan genni DNKsini restriktaza bilan ishlov bergandan keyin, har ikkala DNK ham «yopishqoq» uch (bir zanjirli uchastkalar) hosil qiladi. Keyin, plazmida DNKsi va kiritiladigan (begona) gen aralashmasiga ligaza fermenti qo'shiladi. Bu ferment begona genni plazmida DNKsiga kiritib qo'yadi (69-rasmda o'ng tomon). Vektor yaratilgandan keyin, uni boshqa organizm hujayrasiga (xo'jayin - organizmga) «yetkazish» kerak. Nafaqat hujayraga vektor kiritish, balki kiritilgan vektorni xo'jayin - organizm hujayrasining DNK molekulasiga joylashtirish kerak.

4. Xo'jayin - organizm hujayrasiga DNK kiritish usullari

Begona DNK (gen) ni bakteriyaga, hayvon va o'simliklarni embrional hujayralariga, hayvonlarni hujayralarini yadrolariga, ajratib olingan hujayralarga, to'qimalarga va o'simlik sporalariga kiritish mumkin. **Begona DNK qanday qilib xo'jayin - organizm hujayralariga kiritiladi?** Olimlar begona DNK (gen) kiritishni bir necha usullarini ixtiro qilganlar.

1. Mikroinyeksiya. Vektorni diametri 100 nm ga teng bo'lgan nozik shisha trubkachalar (mikropipetkalar) va mikromanipulatorlar yordamida to'g'ridan-to'g'ri hujayra yadrosiga kiritish mumkin (70-rasm). Bir inyeksiya bilan 100 dan 300 minggaacha vektorlarni kiritish mumkin.



70-rasm. DNK (vektorni) hujayra yadrosiga mikroinyeksiya usuli yordamida kiritish.

2. Liposomalarga o'rash. Liposomalalar – sferik (dumaloq) membranali pufakchalar bo'lib, ularni devori lipidlardan tuzilgan. Liposomani ichi vektorlar bilan to'ldiriladi. Liposomalalar hujayra membranalarining lipid qo'shqavatiga kiradi va unda eriydi, uni ichidagilar (vektorlar) esa, hujayrani sitoplazmasiga tushib oladi.

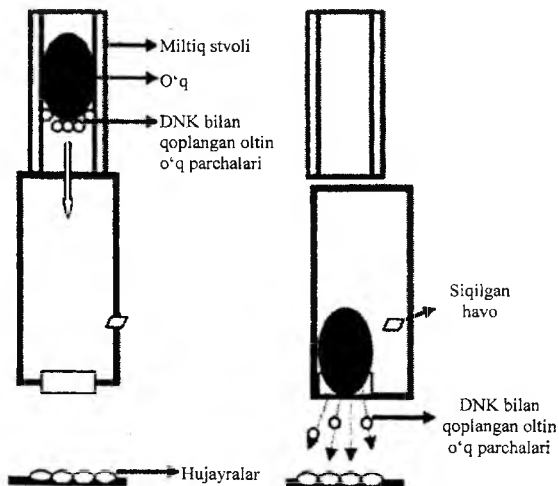
3. Transfeksiya. Vektorlarga kalsiy ionlari bilan ishlov beriladi. Hosil bo'lgan ionlarni nanokomplekslari va vektorlar hujayra membranalaridan ajralib chiqadigan fragmentlar bilan o'raladi. Membranalarga joylashib (o'ralib) olgan nanokomplekslar (vektorlar va kalsiy ionlari) mikropufakchalar ko'rinishida hujayrani sitoplazmasiga o'tib oladi. Bu usuldan vektorlarni eukariot hujayralarga kiritish maqsadida foydalaniladi.

4. Elektroporatsiya. Hujayraga yuqori kuchlanishga ega bo'lgan (200-350 volt, davomiyligi 54 ms) impulslar bilan ta'sir etganda, hujayra membranalarini o'tkazuvchanligi oshadi. Membranada qisqa muddatli paydo bo'ladigan mikroteshikchalar orqali vektorlar atrof-muhitdan (eritmadan) hujayra sitoplazmasiga kirib oladi.

5. Mikrobo'lakchalar bilan bombardirovka qilish. Bu usul o'simliklar gen injeneriyasida ishlatiladigan eng samarali usullardan biri. Kiritish uchun urug'ni pishib yetilmagan murtagidan foydalaniladi. Ularni oltin yoki volfram (diametri 600 nm atrofida) kukunlari bilan bombardirovka qilinadi. Dastlab kukunlarni usti vektorlar bilan o'rab olinadi. Bu kukunchalar (bo'lakchalar) bilan «gen pushka»lari o'qlanadi.

Pushkalar otilgandan keyin, kukunchalar o'simlik hujayrasiga kirib oladi. Otish markazida joylashgan hujayralar nobud bo'ladi, ammo markazdan 0,6-6,0 sm uzoqda joylashgan hujayralar vektorlarga kiritish uchun juda qulay bo'ladi. Eng sodda va original «gen pushkasini» rossiyalik olim R.K. Salayev ixtiro qilgan (71-rasm). Vektorlar yopishtirilgan oltin sharchalar teflondan yasalgan pushkaga joylashtirib otishga tayyorlanadi.

Otilgandan keyin o'q stvoldan uchib chiqadi va nasadkani teshigida ushlanib qoladi. Inersiya kuchi ta'sirida vektorlar yopishtirilgan oltin sharchalar otilib chiqib, nasadkani (uchlik) oxiridan 10-15 sm uzoqlikda turgan o'simlik hujayrasiga qarab uchadi. Hujayrani va uning yadrosini teshib o'tib, ular vektorlarni o'simlik hujayralari DNKsi molekulasiga yetkazib beradi.



71-rasm. R.K. Salayev yaratgan «gen pushkasining» chizmasi.

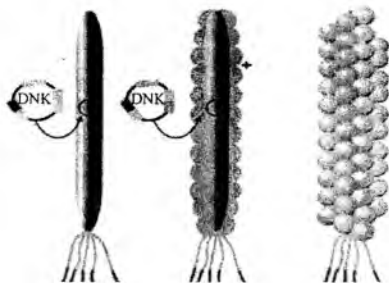
5. Gibrid materiallar yaratishda bakteriofaglarni gen injeneriyasi

Bakteriofaglar (bakteriyalarda parazit holda yashovchi viruslar) nanokonstruktorlar va nanotexnologlarni diqqatini ikki sabab bilan o'ziga tortganlar:

1-ular keng tarqalgan tabiiy nanokonstruktorlar hisoblanadi;

2-ular gen injeneriyasi usullaridan foydalanib, manipulyatsiya qilishga juda qulay.

Bakteriofaglardan yangi unikal tabiatda uchramaydigan nanomateriallar yaratishda foydalanish mumkinmi? Bu savolga birinchilardan bo'lib AQSH ning Massachuset texnologiya instituti olimlari javob berishga kirishganlar. Ular bunday konstruksiya yasash uchun asos qilib, bakteriofaglarni gen injenerligi usulini olganlar. Buning uchun har xil oqsillarni kodlovchi DNK molekulasi, bakteriofag DNKsi tarkibiga kiritilgan (bakteriyani kasallantiruvchi virus). Olimlar bakteriofaglarda gen injenerligini, yangi **DNK bakteriofag DNK**sini virusning sirtqi oqsillarini sintezi uchun javob beradigan uchastkasiga kiritishdan boshlaganlar (72-rasm).



72-rasm. Har xil oqsillar kodlovchi DNK fragmentlari, bakteriofag DNK sini shu oqsillarni sintez qiladigan va ularni o'zini sirtiga joylashtiradigan uchastkaga kiritilgan.

Gen injeneriyasi usuli yordamida olingan bakteriofag koloniyalari maxsus muhitga joylashtirilgan. Bu sharoitda olimlar, bakteriofagni sirtqi oqsillarga substratni yopishishini kuzatganlar. Substratni sirtini yuvib tashlagandan keyin, uni sirtida faqat substratga bog'lovchi oqsillar

saqlagan bakteriofaglar «yopishgan» holda qolgan xolos. Yopishib qolgan bakteriofaglar ajratib olinib, ular yangi muhitga o'tkazilgan va ularni koloniyalarini o'sishini ta'minlashga harakat qilganlar.

Shunday qilib, **har xil moddalar bilan (substratlar) bog'lanadigan va yangi murakkab strukturalar hosil qiladigan bakteriofaglar yaratilgan.** Hozirgi vaqtda olimlar oltinga, platinaga, kumushga, rux oksidiga, arsenidgallyigga va boshqa noyob metallarga adgeziv (yopishuvchan) bo'lgan bakteriofaglar «biblioteka»sini yaratish ustida ishlamoqdalar. Mana shunday oqsillar va noorganik moddalarni gibridlari asosida nanomashinalar va nanoelektronli qurilmalar yaratish uchun qiziqarli bo'lgan yangi nanomateriallar va nanokonstruksiyalar yaratish mumkin bo'ladi.

Tajribalarni birida, olimlar bakteriofaglarni ipsimon «yig'ilishini» kuzatganlar. Ularni sirtlaridagi oqsillari rux sulfid bilan bog'lanib, **diametri 20 nm bo'lgan, uzun elektr o'tkazuvchi nanoiplar hosil qilishi kuzatilgan.** Olingan strukturani 350°C gacha qizdirilganda bakteriofaglar chiqib, faqat nafis metalli iplar qolgan xolos.

Shunga o'xshash yo'l bilan organik va noorganik moddalardan boshqa original nanostrukturalar yaratish ham mumkin. Olimlarni dastlabki tadqiqotlarida ishlatilgan bakteriofaglar, bor-yo'g'i 6 xil oqsillardan tashkil topgan, ulardan ikkitasi noorganik moddalar bilan bog'langan. Hozirgi vaqtda olimlar uchlamchi o'tkazuvchi strukturalar olish maqsadida, yuqoridagi tajribalarni oqsil tarkibi yanada murakkabroq bo'lgan bakteriofaglar bilan olib bormoqdalar.

6. Gen terapiya va gen targeting

Hozirgi vaqtgacha odamlarda 2000 dan ko'proq irsiy kasalliklar borligi aniqlangan. Faqat ularni kichik bir qisminigina an'anaviy usullar yordamida davolasa bo'ladi.

Gen injeneriyasini irsiy kasalliklarni davolashda qanday imkoniyatlari bor? Gen injeneriyasi usullaridan tibbiyotda foydalanishni asoslash bo'yicha ishlar, dunyoning ko'plab mamlakatlarida 30-35 yillar davomida olib borilayotganligiga qaramasdan, bu sohada erishilgan yutuqlar unchalik darajada qoniqarli emas. Eng avvalo, bu ushbu muammoning o'ta qiyinligi bilan bog'liq. Faqat bitta genda nuqson (defekt) paydo bo'lishidan kelib chiqqan kasalliklarni davolashda tuzukroq natijalarga erishilgan. Bunday holatda, **kasal hujayrani xromosomasiga, aniqrog'i shikastlangan gen turgan joyga normal**

genni yo'naltirgan holda kiritish mumkin. Normal gen hujayraga kerakli bo'lgan oqsillar sintezini (fermentlar yoki boshqa moddalar) ta'minlab bera oladi, shu orqali hujayrani funksiyasi joyiga tushib organizm sog'lomlashadi. Irsiy kasalliklarni davolashni mana shu asl (original) nanobiotexnologiyaga asoslangan usuli – **gen terapiya** deb nom olgan. Gen terapiyani mana shunday bir marotabalik tadbiri ba'zida irsiy kasallikni to'lig'icha davolashgacha olib keladi. Irsiy kasalliklarni ko'pchiligi xromosoma DNKsiga o'zgargan («me'yorida tashqari») gen kirib qolganligi bilan bog'liq. Bunday genni faoliyat ko'rsatishi organizmga faqat zarar olib keladi.

Organizm uchun zarur bo'lgan genning funksiyasini qanday to'xtatish mumkin? Bunday holatlar uchun olimlar tomonidan davolashni original usuli ishlab chiqilgan va bu usul **genli targeting** yoki gen «nokaut» deb nom olgan. **Bu usul, muayyan genni faoliyatini butunlay bosib qo'yishga (o'chirib qo'yishga) asoslangan.** Buning uchun normal genni, murtak hujayrada vaqtida «siniq» nusxa bilan almashtiruvchi nanobiotexnologiya kerak. Genni «siniq» nusxasiga nukleotidlardan iborat bo'lgan maxsus yamoq kiritiladi. «Siniq» nusxa normal gendan faqat mana shu yamog'i bilan farq qiladi xolos. Yamog (qo'shimcha) «**siniq**» nusxa saqlagan irsiy axborotni o'qish vaqtini orqaga surib qo'yadi.

Shu sababli, bu gen kodlaydigan oqsil sintez bo'lmaydi (gen faoliyat ko'rsatmaydi), ya'ni kasallik paydo bo'lmaydi. Hozirgi vaqtda gen terapiya va gen targeting yordamida yuzlab kasalliklarga davo topilgan.

Asosiy atamalar lug'ati

Bakteriofaglar – bakteriyalarni kasallantiruvchi viruslar.

Biodatchik – nuklein kislotalari asosida tayyorlangan nanostruktura, sensor ustqurmalarining sezgir elementi sifatida xizmat qiladi, biologik faol moddalar borligini sezadi.

Mikrochastitsalar bilan bombardirovka qilish – begona DNK ni hujayraga kiritish usuli. Vektorni yupqa qavati bilan qoplangan oltin yoki volfram bo'laklarini hujayraga kiritish. Bu bo'lakchalar bilan «gen pushka»lari o'qilanadi va ular otilgandan keyin bo'lakchalar hujayraga kirib qoladi.

Vektor – viruslar yoki plazmida DNK larining molekulasi, u genni (DNK ni bir bo'lagini) xo'jayin - organizm hujayrasiga kiritadi.

Gen injeneriyasi – biologiyaning xo'jayin - organizm hujayrasida ko'payish imkoniyatiga ega bo'lgan va uni modda almashinuvini o'zgartira oladigan genetik materiallarni yangi kombinatsiyalarini yaratish bilan shug'ullanadigan bo'limi.

Gen targeting – ma'lum genni sun'iy bloklab qo'yish (faoliyatini to'xtash).

Ligazalar – DNK molekulasini har xil fragmentlarini bir-biriga tikadigan fermentlar guruhi.

DNK ni «yopishqoq uchi» – DNK molekulasini oxiridagi qisqa (4 tadan 20 ta nukleotidgina) bir zanjirli uchastkasi bo'lib, u DNK ni har xil fragmentlarini bir-biriga bog'lab («yopishtirib») qo'yadi. Bog'lanish («yopishish»), DNKni bir zanjirli uchidagi komplementar azotli asoslar orasida paydo bo'ladigan vodorod bog'lari hisobidan amalga oshadi.

Liposomalar – hujayra membranalari (plazmalemmalar) lipidlarida lipidli devorni erishi natijasida hujayraga kirib kelish imkoniyatiga ega bo'lgan dumaloq shaklli pufakchalar.

Mikroinyeksiya – ingichka shisha trubka va mikromanipulator yordamida begona DNK ni hujayra yadrosiga kiritish usuli.

Plazmida – mustaqil ko'payish qobiliyatiga ega bo'lgan bakteriyalarni xromosomadan tashqarida joylashgan DNKsi.

Teskari transkripsiya reaksiyasi – matritsa sifatida RNK molekulasi asosida DNK molekulasining sintezi.

Revertazalar – teskari transkripsiya reaksiyasini kataliz qiluvchi fermentlar guruhi.

Rekombinant (gibrid) DNK – ikki yoki undan ko'proq fragmentlardan sun'iy yaratilgan DNK.

Restriktazalar – DNK molekulasini fragmentlarga bo'laklovchi fermentlar guruhi.

Transgen o'simlik – begona gen saqlagan o'simlik

Genlarni transplantatsiyasi (transgenoz) – xo'jayin - organizm (retsipient-organizm) DNKsiga yangi genlar kiritish.

Transfeksiya – vektorlarga kalsiy ioni bilan ishlov berish orqali begona genlarni hujayraga kiritish usuli. Hosil bo'lgan ionlarni va vektorni nanokompleksi o'zini hujayra membranalari fragmentlari bilan o'rab olib, keyin hujayraga kirib oladi.

Hujayrani transformatsiyasi – hujayraning xossalarini o'zgarishi, uning asosida DNK strukturasi o'zgarishi yotadi.

Elektroporatsiya – plazmalemmaga yuqori kuchlanish impulsi bilan ta'sir etish orqali begona genlarni kiritish usuli. Bunda, qisqa

muddatga shakllanadigan plazmalemmaning mikroporalari DNK ni atrof-muhitdan hujayraga o'tkazib yuboradi.

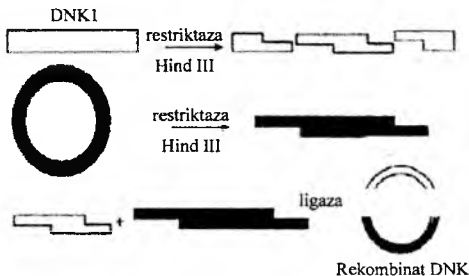
Takrorlash uchun savollar

1. Molekular biologiyaning bir bo'limi sifatida gen injeneriyasi nima?
2. Gen injeneriyasiga asoslangan eksperimentni qisqacha xarakterlab bering.
3. Qanday fermentlar «biologik qaychilar» deb nom olgan?
4. Gen injeneriyasidan tajriba o'tkazish uchun tadqiqotchi qanday vazifalarni hal qilishi kerak?
5. Gen-injenerligi bo'yicha tajribalarni asosiy bosqichlarini tushuntirib bering.
6. Xo'jayin-organizm hujayrasini DNK sig'a kiritish uchun gen qanday olinadi?
7. Yaponiyalik olimlar, tabiiy DNK da ko'chirib o'tqaziladigan genni aniq turar joyini aniqlashni qanday yechimini yaratganlar?
8. Gen injenerligi tajribalarida vektorni rolini tushuntirib bering.
9. Genetik nanokonstruksiya sifatida vektorni tarkibiy qismlarini aytib bering.
10. Vektor tashkil qilishda DNK ni «yopishqoq uchining «roli nimada?
11. Begona genni xo'jayin-organizm hujayrasiga (retsipient – organizmga) kiritishni asosiy usullarini qisqacha xarakterlab bering.
12. Begona genni xo'jayin-organizm hujayrasiga kiritish usullari sifatida transfeksiya va elektroporatsiyani mohiyatini tushuntirib bering.
13. Begona DNKni hujayraga kiritishda mikrochastitsalar bilan bombardirovka qilish qanday amalga oshiriladi?
14. Bakteriofaglar nima uchun nanokonstruktorlar va nanotexnologlarni diqqatini o'ziga tortgan?
15. Olimlar bakteriofaglarni qanday qilib substratga «kleylab» qo'yanlar?
16. Bakteriofaglarni gen injeneriyasi yo'li bilan gibrid nanomateriallar (oqsil + noorganik modda) yaratish ketma-ketligini tushuntirib bering.
17. Bakteriofaglar qanday qilib elektr o'tkazuvchi nanoip hosil qiladi?
18. Gen terapiya nima? U nima maqsadda tibbiyotda ishlatiladi?

19. Gen targetingni (gen nokautni) mohiyati nimada?
 20. Gen injenerligi nima maqsadda o'simlikshunoslikda va chorvachilikda ishlatiladi?

Vazifalar

1-vazifa. Quyida keltirilgan sxemani daftaringizga chizib oling. Sxemada keltirilgan gen injeneriyasi bosqichini nomini yozing. Ko'rsatilgan strukturalardan qaysi biri, kelgusida vektor sifatida ishlatiladi? Nima uchun bu struktura vektor bo'lib xizmat qilishini tushuntirib bering.



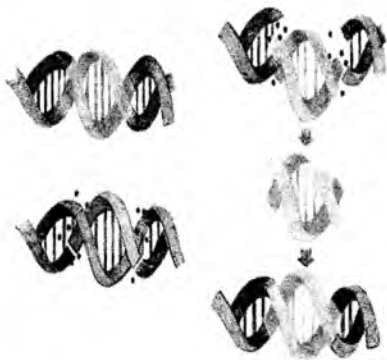
2-vazifa. Virus, bakteriofag bo'lishi mumkinligini hisobga olib, rasmda qanday jarayon aks ettirilgan. Rasmda vektorni sxemasini toping va uni daftaringizga chizing. Rasmda ko'rsatilganidan tashqari, yana qanday uchastok vektor saqlashi mumkin? Uni sxemaga kiritib, daftaringizga chizing va belgilab chiqing.



3-vazifa. Quyida keltirilgan sxemani oxiriga yetkazing. U qanday usulni ko'rsatadi? Bu usulni qaysi bosqichi bir necha yo'l bilan amalga oshirilishi mumkin? Sizing fikringizcha bu usulni qaysi bosqichi, eksperimentator uchun qiyinroq tug'iladi? Agar Siz o'simlik seleksiyasi ustida tadqiqotlar olib borgan bo'lsangiz, muhokama qilayotgan usulni nima maqsadda ishlatgan bo'lar edingiz? Ular orasida yaqinlarini (eng reallarini) va uzoqlashgan (kam real) maqsadlarni ko'rsating. Javobingizni argumentlar bilan tushuntiring.

Genni ajratish → vektor tanlash →

4-vazifa. Rasmda, odamni irsiy kasalligini davolash usuliga asoslangan nanobiotexnologiyani sxemasi keltirilgan (gen injenerlik manipulatsiyasi). Limon va havoranglar bilan belgilangan DNK fragmentlari, genlar hisoblanadi. Mana shu gen injener manipulatsiyada asoslangan irsiy kasalliklarni davolash usuli, qanday ataladi? Bu gen injenerligi manipulatsiyasida qanday fermentlar ishlatiladi? Nima uchun havo rangda keltirilgan gen, DNK dan kesib olingandan so'ng, keyingi jarayonlarda ishtirok etmaydi? Nima uchun yangi gen (limon rangda keltirilgan), chiqarib tashlangan gen o'miga DNK molekulasiga kirib oladi? Rasmda sxema qilib keltirilgan gen-injener manipulatsiyasi istiqbolda qanday ishlatilishi mumkin?



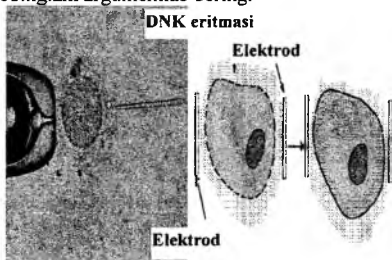
5-vazifa. O'zingizni viruslarni va odam bakteriyalarini o'rganadigan olim sifatida his qiling? O'z tadqiqotlaringizda gen

injeneriya usullaridan qanday foydalanish bo'lar edingiz? Gen injeneriyasi usulidan foydalanib, yechishi mumkin bo'lgan vazifalarni shakllantirib chiqing. Javobingizni tushuntirib bering.

6-vazifa. Quyida keltirilgan sxemada odamni irsiy kasalligini davolashni qanday usuli keltirilgan? Sxemada gen injeneriyasi usuli ishlatiladigan bosqichni toping. Shu bosqichni daftaringizga chizib, uni tushuntiring.



7-vazifa. Quyida keltirilgan rasmda izohlangan begona DNK ni hujayraga kiritish usulini xarakterlab bering. Begona DNK ni hujayraga kiritishni boshqa yana qanday usullarini bilasiz? Sizning fikringizcha ulardan qaysi biri ishonchli? Qaysi biri sizni ishonchingizga to'g'ri kelmaydi? Javobingizni argumentlab bering.



8-vazifa. Sizing oldingizga organizmdan tashqarida (laboratoriya sharoitida) rekombinant DNK yaratish vazifasi qo'yilgan. Tajriba uchun dastlabki material bo'lib, DNK ni ikki har xil fragmenti xizmat qilishi kerak. Ularni har biri spiralga o'ralgan ikki polinukleotid zanjirdan tashkil topgan. Mana shu har xil fragmentlarni yagona nanostrukturaga – rekombinant DNKga birlashtirish uchun nimalarni tayyorlash kerak? Tadqiqot davomida qanday fermentlar va qanday ketma-ketlikda ishlatiladi? Ikki zanjirli DNK ni dastlabki fragmentlarini uzunligini yig'indisiga nisbatan rekombinant DNK molekulasining uzunligi qanday o'zgaradi? Javobingizni tushuntirib bering.

9-vazifa. Gen injeneriyasi usullarini nanotexnologiyalarda ishlatilishi haqida informatsion baza yarating.

Adabiyotlar

Баранов В.С. Генная терапия – медицина XXI века / В.С. Баранов // Соросовский образовательный журнал, 1999, № 3, 63-68 с.

Белая книга по нанобиотехнологии / под ред. В.И. Аржанцева и др. – М: Изд-во ЛКИ, 2008, 344 с.

Биотехнология / под ред. А.А. Баева. – М.: Наука, 1984.

Верма А.М. Генотерапия / А.М. Верма // В мире науке, 1991, №1, 26-34 с.

Гассер И.С. Трансгенные культурные растения / И.С. Гассер, Р.Т. Фрейли // В мире науке, 1992, №8, 24-30 с.

Глеба Ю.Ю. Биотехнология растений / Ю.Ю. Глеба // Соросский образовательный журнал, 1998, №6, 3-8 с.

Давранов Қ. Биотехнология: илмий, амалий ва услубий асослари. – Тошкент: «Патент пресс», 2008, 504 б.

Евдокимов Ю. М. Нуклеиновые кислоты, жидкие кристаллы и секреты наноконструирования / Ю.М. Евдокимов // Наука и жизнь. 2005, №4 (Режим доступа <http://www.nkj.ru/archive/articles/604>).

Жимулев И. Ф. Общая и молекулярная генетика / И. Ф. Жимулев. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2006, 479 с.

Зеленин А.В. Генная терапия: этические аспекты и проблемы генетической безопасности // А.В. Зеленин // Генетика, 1999, 35 с. 1605 – 1612 с.

Зенгбуш П. Молекулярная и клеточная биология / П. Зенгбуш. Т.1. – М: Мир, 1982, 367 с.

Лещинская И.Б. Генетическая инженерия / И.Б. Лещинская // Соревский образовательный журнал, 1996, №1, 32-39 с.

Лутова А.А. Генетическая инженерия растений: Сверхшения и надежды (А.А. Лутова // Соревский образовательный журнал, 2000, №10, 10-17 с.

Семенова М.Л. Зачем нужны трансгенные животные. М.Л.Семенова // Соревский общеобразовательный журнал, 2001, №4, 13-20 с.

Сыч В.Ф. Введение в нанотехнологию. Элективный курс в программу биологии: учебное пособие для 10 – 11 классов средней общеобразовательной школы/ Сыч В.Ф, Дрохдина Е.П., Курносова Н.А. и др. – Ульяновск: УлГУ, 2008, 100 с.

Фаворова О.О. Лечение генами – фантастика или реальность?

Internet – saytlar

www.sciam.ru/2004/9/nano

www.nkj.ru/archive/articles/604edu.dvgups.ru

www.nanorf.ru

www.Biochemistry.ru

referraty.At.ua/publ/biologoiija/genu_i_khromosomy_3-1-0_41

habrahabr.ru/blogs/the_future_is_here/21105/

forum.ateist.ru/topic/849-15.html.

Vladmedicina.Ru/articles/popular/2010-01-13-genetichski.html.

Dic.academic.ru/dic.nsf/enc_biology/1288/Biosintez.

5-bob. NADMOLEKULAR (SUBHUJAYRALI) DARAJADA TASHKIL QILINGAN TIRIK SISTEMALARNING NANOBIOTEKNOLOGIYALARI

Raja:

1. Hujayra plazmalemmalarini tuzilishi.
2. Membrana oqsillarini tiplari.
3. Plazmalemmaning funksiyasi.
4. Elementar biologik membrana haqida tushuncha.
5. Biologik membranalar asosida nanostrukturalar yaratishi.
6. Biologik membranalar nanotexnologiyada.
7. Biologik membranalarni modellari va ulardan biofiltrlar sifatida foydalanish.
8. Xloroplastlarni tilakoidli membranalari asosidagi nanobiotexnologiyalar.
9. Viruslar bilan «shikastlangan» membranali nanokompozit materiallar.

1. Hujayra plazmalemmalarini tuzilishi

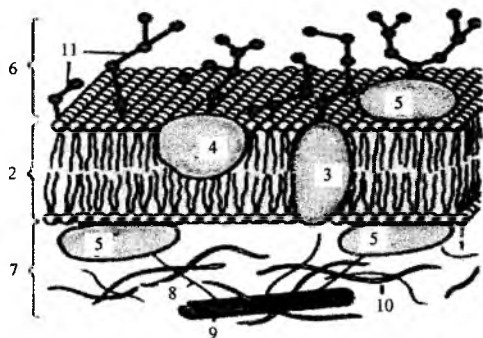
Tirik sistemalarning nadmolekular (subhujayra) darajadagi struktura va funksional birligi biologik membranalar, organoidlar va ularni qismlari hisoblanadi.

Biologik membranalar hujayrada saqlangan barcha modda, organoid va suyuqliklarni atrof-muhitdan ajratib turadi, hujayrani organoidlarini shakllantiradi. Ular murakkab tarkibga va tuzilishga ega. Biologik membranalarni struktura va funksiyalari haqidagi ma'lumotlar faqat elektron mikroskopiya tadqiqotlari asosida olingan. Bu tadqiqotlarni S. Zinger va G. Nikolsonlar 1972-yilda plazmalemma (hujayra membranasi)ni suyuq-manzarali modelini yaratish bilan nihoyasiga yetkazganlar.

Bu modelga ko'ra plazmalemma nima? Plazmalemma (hujayra membranasi) – bu hujayrani tashqaridan chegaralab turuvchi sirtqi tuzilma (73-rasm).

U hujayrani hujayradan tashqaridagi muhit bilan aloqasini amalga oshiradi. Plazmalemmani qalinligi 5 – 10 nm. Plazmatik membranalar asosan 1:1 nisbatda olingan oqsillar va lipidlardan tuzilgan. U ikki qavat lipid molekullari yordamida shakllanadi. Lipid molekullari: gidrofil

(polyar) boshcha va gidrofob (nopolyar) dumdan iborat. Lipidlarni gidrofob dumi lipidli qo'shqavat (ikki qavat)ni ichiga, gidrofil boshchalar esa - tashqariga qarab joylashgan. Plazmalemmani lipidlari va oqsillari gelsimon konsistensiya hosil qiladi.



73-rasm. Plazmalemmaning tuzilishini sxemasi:

- 1 – lipid molekullari; 2 – lipidli qo'shqavat; 3 – integral oqsil; 4 – yarim integral oqsil; 5 – periferiyada joylasgan oqsillar; 6 – glikokaliks;
 7 – submembranali qavat; 8 – aktin saqlagan mikrofilamentlar;
 9 – mikrotrubkachalar; 10 – oraliq filamentlar; 11 – glikoproteinlar va glikolipidlarni uglevod qismi.

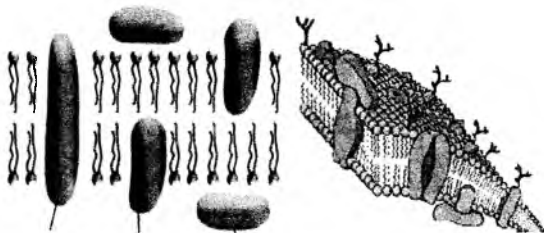
2. Membrana oqsillarini tiplari

Membranada lokalizatsiya bo'lgan oqsillar membranaga spetsifik xususiyat beradi va har xil biologik vazifani bajaradi: o'tkazuvchi, ferment, strukturali molekula va boshqalar. Oqsil molekullari lipidli qo'shqavatda manzarali bo'lib tarqalgan bo'ladi va uning ichida bemaol harakatlanadi.

Oqsil molekullari qanday qilib lipidli membranani butunligini saqlagan holda qo'shqavatda ushlanib qoladi? Lipidli qo'shqavatda oqsil molekullari, lipid molekullarini polyar va nopolyar qismlari bilan bo'ladigan gidrofob elektrostatik va boshqa molekullararo o'zaro munosabatlar tufayli ushlanib turadi. Shuning uchun ham oqsillarni

lipidli qo'shqavatda erkin harakatlanganlariga qaramasdan, plazmalemning konstruksiyasi yetarli darajada mustahkam bo'ladi. Tadqiqotchilarni hayratda qoldiradigani oqsillarni xilma-xilligidir. Membrana oqsillari nafaqat tuzilishlari va funksiyalari, balki joylashishlari bo'yicha ham xilma-xildir.

Membranali oqsillar o'zlarini lipidli qo'shqavatda joylashishlari bo'yicha ikkiga bo'linadi: periferik (tashqi) va integral (ichida joylashgan). Periferiyada joylashgan oqsillar lipid molekulalarini polyarli boshchalari bilan elektrostatik o'zaro ta'sirlar orqali bog'langan (74-rasm). Membrana hosil qilishda asosiy rolni integral (ichki) oqsillar bajaradi. Integral oqsillar to'liq (butunlay) yoki qisman botirilgan bo'lishlari mumkin. Membranaga to'liq botirilgan oqsillarni integrallangan oqsillar, qisman botirilganlarni esa, yarim integrallangan oqsillar deb yuritiladi. Ba'zi oqsillar membranani to'liq teshib o'tadi (ularni teshib o'tuvchi yoki transmembranali oqsillar deb ataladi).



74-rasm. Plazmatik (hujayra) membranalarining oqsillari.

Hujayra membranalarini uchinchi komponenti – uglevodlardir. Ular asosan, oligosaxaridlar va polisaxaridlardan tashkil topgan. **Hujayra membranalarida uglevodlarni biologik roli nima?** Plazmatik membranalarini uglevodlari oqsillar bilan bog'langan holda (glikoproteinlar) yoki lipidlar bilan bog'langan holda (glikolipidlar) bo'ladi. Ular hujayra membranasi sirtida glikokaliks deb ataluvchi nadmembranali qavat hosil qiladi (73-rasm). Glikokaliks hujayralararo o'zaro munosabatlarni amalga oshiradi, hujayrani biologik himoya mexanizmlarida ishtirok etadi, membranalarda oqsil molekulalarini stabiligini ta'minlaydi.

3. Plazmalemmaning funksiyasi

Plazmalemmaning funksiyasi hujayra sitoplazmasi va hujayradan tashqaridagi muhit chegarasida joylashish holati bilan belgilanadi:

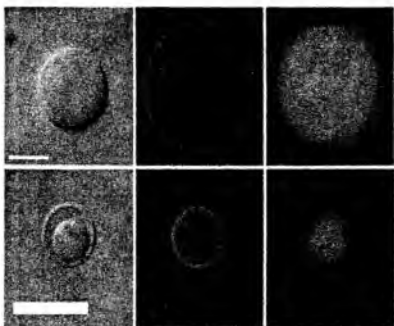
– barerlik vazifasi – sitoplazma bilan hujayrani o‘rab turgan muhitni mexanik ajratib turishi;

– transportlik vazifasi – moddalar, chastitsalarni (tanlovchi, boshqaruvchi, passiv va aktiv transport) tashish, hujayra bilan atrof-muhit orasidagi bog‘liqlikni ta‘minlaydi;

– boshqaruvchilik vazifasi – muayyan hujayrani boshqa hujayralarni va hujayralararo moddalarni tanib olishi bilan belgilanadi; bularni amalga oshishida plazmalemmanni sirtida joylashgan spetsifik retseptorlar (signalli molekulalarga, masalan, gormonlar va h.k.) ishtirok etadi.

Tirik hujayralarni plazmalemmalarini alohida funksiyalarini har tomonlama va chuqur o‘rganish uchun, an’anaviy tadqiqot usullari yetarli bo‘lmadi.

Plazmalemmalarni funksiyalarini chuqur o‘rganishni qanday amalga oshirish mumkin? Pensilvaniya (AQSH) universiteti olimlari bu savolga birinchilardan bo‘lib javob topganlar. Ular dastavval, juda sodda sun‘iy hujayra yaratdi (75-rasm).

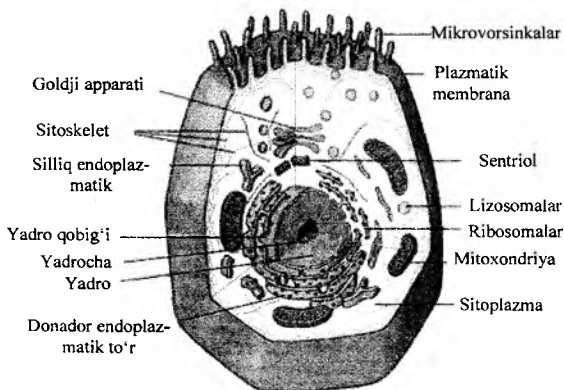


75-rasm. Odatdagi (chapda) va lyuminescent (markazda va o‘ngda) mikroskoplar yordamida eng sodda sun‘iy hujayralarni ko‘rinishi. Shkala uzunligi 10 mknga teng.

Sitoplazmani o'rniga ular ikki polimer: polietilenglikol va dekstran eritmalarini ishlatdi. Bu moddalar bir-birlari bilan aralashmaydi. Hujayra membranasi lipidli qo'shqavatdan shakllantirdi. Bunday hujayralarni har xil muhitlarga joylashtirib, olimlar hujayra membranasi barerlik va transportlik xususiyatlarini tekshirdi. Ma'lum muhitlarda olimlar, sun'iy hujayrani kurtaklanganligini va bu jarayonda hujayra membranalari faol ishtirok etganligini kuzatdi.

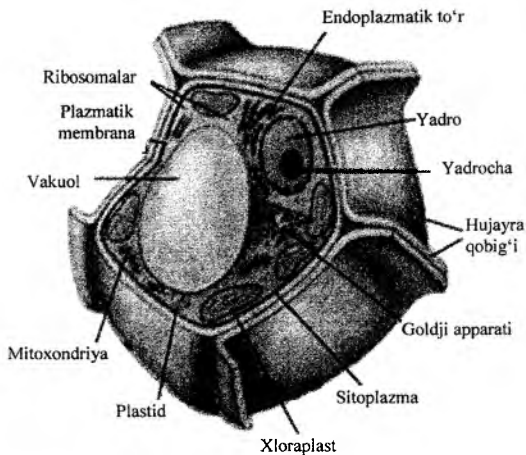
4. Elementar biologik membrana haqida tushuncha

Plazmalemma (hujayra membranasi)ga o'xshagan tuzilmalarni hujayrada keng tarqalganligi, ularni tuzilishini universalligi «elementar biologik membrana» tushunchasini fanga kiritishga asos bo'ldi. Elementar biologik membranaga asosan, lipidlarni ichki molekular qavati (lipidli qo'shqavat) va ularni har ikki tomoni hamda ichida joylashgan oqsillar xizmat qildi. Hujayrani struktura qismi membranali va membranasi bo'lmagan organoidlar (organellalar)ga bo'linadi. **Organoidlar deb** – hujayrani ma'lum tuzilishga ega bo'lgan va spetsifik funksiyani bajaruvchi doimiy qismiga aytiladi. Membranali organoidlar tarkibida biologik membranalar ishtirok etadi (76, 77-rasmlar).



76-rasm. Tirik hujayrani membranali va membranalisiz organoidlari.

Hujayra (plazmatik) membranalari, hujayra yadrosi, endoplazmatik to‘r, plastinkasimon kompleks (Goldji apparati), mitoxondriyalar, lizosomalar, peroksisomalar, xloroplastlar, mikrovorsinkalar membranali organoidlarga kiradi. Membranasiz organoidlar o‘zini shaxsiy o‘rab turadigan membranasiga ega bo‘lmagan organoidlar bo‘lib, ularga ribosomalar, mikronaychalar, mikrofilamentlarga (sitoskeletlar) o‘xshagan organoidlar kiradi.



77-rasm. O'simliklarni membranali va membranasiz organoidlari.

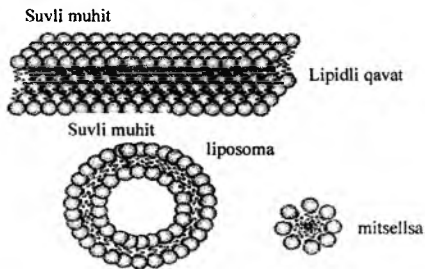
5. Biologik membranalar asosida nanostrukturalar yaratish

Elementar biologik membranalarni lipidli qo'shqavatlarini noyob xossalari biotexnologiya, tibbiyot va sanoat ishlab chiqarishining har xil sohalarida faoliyat ko'rsatayotgan olimlar va injener-konstruktorlarning diqqat-e'tiborini o'ziga tortgan.

Tirik sistemalarni mana shu nanostrukturalaridan sun'iy nanostrukturalar yaratishda foydalansa bo'ladimi? Tadqiqotchilar qo'shqavatdagi lipid molekularini orientatsiyasiga e'tibor berganlar. Qo'shqavatdagi lipid molekulari shunday joylashganki, ularning

molekularini nopolyar (gidrofob) dumlari lipid qavatni ichiga, ya'ni boshqa qavatni lipidlarini dumlariga qarab joylashgan. Lipid molekulalarini polyar (gidrofil) boshchalari esa tashqariga qaragan.

Qo'shqavatni (ikki qavatni) fragmentlari suvda o'zlarini qanday tutadi? Olimlar qo'shqavat fragmentlarini suvga solib, kichik dumaloq pufakchalar hosil bo'lganini kuzatganlar. Pufakchalarni devori lipidlarni qo'shqavatidan tashkil topgan bo'lib, ularni polyar boshchalari bir tomondan suvli muhit bilan, ikkinchi tomondan esa, pufakchani ichki bo'shlig'i bilan chegaralashgan. Devori lipidlardan tuzilgan bunday dumaloq pufakchalar **liposomalar** (grekcha-yog'li jism) deb nomlangan. Mitsellalar – lipidlardan tashkil topgan mayda sharikchalar bo'lib, ular liposomalardan strukturalarini o'ziga xosligi bilan farqlanadi: 1 – ular ichki bo'shliqqa ega emaslar (suvli idishchasi yo'q); 2 – tashqi suvli muhitdan, nanosomalar (mitsellalar) bir qavatli lipidli devor bilan ajratilgan (78-rasm).



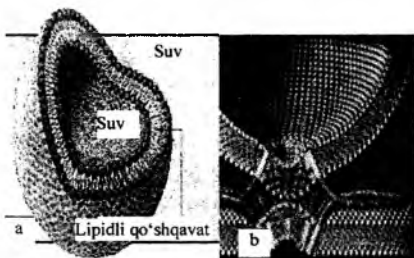
78-rasm. Suvli muhitda lipidli qo'shqavatdan liposomani (yuqorida va chap tomondagi rasm) va mitsellani shakllanishi.

Liposomalarni shakllanish sharoitlarini o'zgartirib, olimlar uni ichiga dorivor moddalar, DNK bo'lakchalari va boshqa moddalar kiritish yo'llarini topganlar.

Olimlar **liposomalarni va plazmalemmalarni** devorlarini strukturaviy o'xshashligiga e'tibor berib, ularni o'zaro ta'sirlarini maxsus tajribalarda o'rganishni o'zlariga vazifa qilib qo'ydilar. Natijada liposomalar, nafaqat hayvonlar uchun toksik xususiyatga ega

emasliklarini, balki ular hujayra membranalari bilan qo'shilish xususiyatiga ega ekanligini namoyish qilganlar (79-rasm).

Liposomadan amaliyotda foydalanish uchun qiziqarli jarayon quyidagi tadqiqotlarda kuzatilgan: Liposomani hujayra membranasi bilan qo'shilish jarayonida, liposomani ichidagi moddalar, hujayrani sitoplazmasiga o'tganligi kuzatilgan. Demak, liposoma nishon-hujayrani ichiga dorivor moddalar yoki uni ichiga joylashtirilgan genni yetkazish xususiyatiga ega ekan.



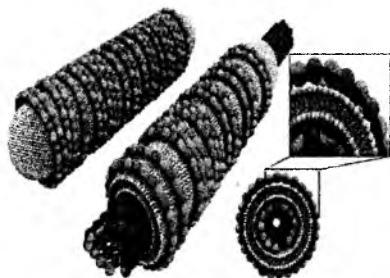
79-rasm. Liposoma (uning bir qismi yarim shar ko'rinishida, rasmni «a» qismida aks ettirilgan) hujayra membranasi bilan (rasmni «b» qismida yalpoq struktura) qo'shilish jarayonida.

Liposomani bu xususiyati, bugungi kunda tibbiyot va gen-injeneriyasi amaliyotidan o'rin olgan. Ammo olimlarni lipid molekularini, suvli muhitda namoyon qiladigan xususiyatlariga qaytamiz. Ma'lum sharoitda, lipidlar, liposomalardan tashqari, yana boshqa tipdagi lipidli nanostrukturalar – nanosomalar (mitsellalar) shakllantirish xususiyatiga ham ega.

Olimlar o'zlarining keyingi tadqiqotlarida, lipidli membranalar boshqa hujayra nanostrukturalari – mikrotrubkalaridan farqli o'laroq musbat zaryadlanganligini aniqladilar. Mikrotrubkalar – diametri 24-25 nm ga teng bo'lgan, ichki bo'sh silindrlardir. Ular globulyar oqsil – tubulindan shakllangan bo'lib manfiy zaryadlangan.

Lipidli membranalar va mikrotrubkalar o'zaro munosabatga kirganlarida o'zlarini qanday tutadi? Bu savolga javob berish uchun, olimlar qator tajribalar o'tkazgan. Tajribalardan birida, ma'lum

sharoitlarda o'z-o'zidan yig'ilish yo'li bilan oqsil-lipidli nanotrubkalar shakllanganligi aniqlangan. Tubulin oqsilidan tayyorlangan mikrotrubkacha, nanotrubkani o'zagini shakllantiradi (80-rasm) va u lipidli qo'shqavat bilan qoplanadi. O'z navbatida bu konstruktsiya sirtidan tubulin oqsilidan shakllangan halqalar yoki spirallar bilan qoplanadi. Lipidlar va oqsillarni nisbiy miqdorini nazorat qilib, nanotrubkani holatini o'zgartirish mumkin: ochiq uchli yoki lipidli qalpoqchalar bilan yopilgan nanotrubkalar yaratish mumkin.



80-rasm. Lipid-oqsilli nanotrubkalar sxemasi: markazda ochiq uchli nanotrubka; chapda – lipidli qalpoqchalar bilan yopilgan nanotrubka; o'ngda – nanotrubkani gorizontal ko'rinishi va uni kattalashtirilgan fragmenti.

Nanobiotexnologiyaning eng muhim yutuqlaridan biri – **boshqariluvchan oqsil-lipidli nanotrubkalar** yaratilishi bo'ldi. Membranalarni va mikrotrubkalarini lipidli qo'shqavatini elektrik zaryadini o'zgartirib, nanokonstrukturalar ochiq yoki yopiq nanotrubkalar yaratishga erishdi (80-rasm). Bu esa, nanotrubkaga modda kiritish yoki undan moddalarni chiqarib olishni boshqarish imkonini yaratdi.

Hozirgi vaqtda, nanotrubkalarini ichki bo'shlig'iga dorivor moddalar yoki gen kiritib, ularni organizmni kerakli qismiga yetkazib bera oladigan konstruktsiyalarini yaratish ustida tadqiqotlar olib borilmoqda. Liposomalarga o'xshab boshqaruvchan oqsil-lipidli nanotrubkalar, kerakli moddalarni plazmatik membranalar orqali, tirik hujayrani aniq bir uchastkasiga yetkazib berish imkonini yaratadi.

6. Biologik membranalar nanotexnologiyada

Biologik membranalarni nanokonstruksiyalarda ishlatilishini xilma-xilligi va bu sohada olib boriladigan ishlarni kengayib ketishi, tadqiqotchilar oldiga yangi va yanada murakkab vazifalar qo'ydi. Shunday vazifalardan biri – **biologik membranalar nanobosmani amalga oshirishda yordam ko'rsatish mumkinmi?** – degan savolga javob topish bo'ldi. Bu savolga javob topishga birinchilardan bo'lib, AQSH va Germaniya mamlakatlarining xalqaro jamoasi kirishdi va ular nanobosmani yoki nanolitografiyani asl (original) usulini yaratdi.

Nanobosma usulida hujayra membranalariga qanday joy ajratilgan?

Lipidlar xuddi hujayra membranalarini tuzilishida qatnashganlaridek «siyoh» vazifasini bajaradi. Kremniydan yoki shishadan yasalgan plastinkalarga surtish uchun tadqiqotchilar atom-kuchli mikroskopdan foydalangan. Buning uchun alohida tadqiqot sharoiti tanlangan. Muhitni namligini va nanoobrazni qurish tezligini nazorat qilib, tadqiqotchilar ma'lum ketma-ketlikka rioya qilgan holda bir necha qavat lipidlarni cho'ktirgan. Lipidlar substrat sirtida cho'ktirilganlarida lipidli qo'shqavatlar hosil qilgan. Lipidlarni bu ikki qavatidagi molekulalararo o'zaro ta'sirni qaytargan. Lipidlardan nanoobrazlar har xil materiallarda (masalan, kremniy, polistirol) bosib chiqilgan.

Zaruriyat bo'lganida nanobosma (nanopechat) usuli yordamida katta miqdorda hujayra membranalarini olish ham mumkin. Tadqiqotchilarni fikrlariga ko'ra, nanopechat usuli hujayra membranalarini qanday faoliyat ko'rsatayotganligini tushunishni osonlashtirish, hatto bunday tushunchani yaqinlashtirish ham mumkin. Buning asosida, dorivor moddalarni to'g'ridan-to'g'ri organizm hujayrasiga yetkazib berishni yangi usullarini yaratish ham mumkin.

7. Biologik membranalarni modellari va ulardan biofiltrlar sifatida foydalanish

Biologik membranalar bajaradigan funksiyalarni muhimligi texnik modellashtirish bilan shug'ullanadigan tadqiqotchilar va injenerlarni e'tiborini o'ziga tortgan.

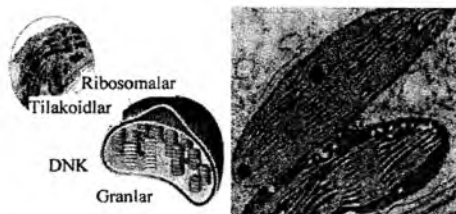
Biologik membranalarni texnik modellarini (analoglarini) yaratish mumkinmi? Olimlar, biologik membranalarni strukturasi va ularni faoliyat ko'rsatish prinsiplarini yaxshi o'rganganlar. Bunday

tadqiqotlarni natijasi membranalarni texnik modellarini yaratish imkonini bergan. Yaratilgan modellar biologik membranalarga o'xshab: yuqori o'tkazuvchanlikka; bo'lakchalarni tanlab o'tkazish xususiyatiga; moddalarni samarali ajrata olish xususiyatiga; faoliyat xarakteristikalarini barqarorligiga ega bo'lgan.

Maxsus yaratilgan teshikchali membranalarga konstruktorlar qo'shimcha «aqli» polimerlar – nanosensorlar ulab chiqqan. Bunday membranalar moddalarni va nanobo'lakchalarni molekular darajasida bir-birlaridan ajratish va tozalash xususiyatiga ega bo'lgan. Bunga o'xshagan modellar (qurilmalar) biologik filtrlar vazifasini bajaruvchi sun'iy organlar yaratish uchun ishlatilishlari mumkin. Masalan, «sun'iy jigar» yoki «sun'iy buyrak». Kelgusida bunday «aqli» sun'iy membranalar kasallarni donor organlariga bog'liqlik muammosini yechishga yordam berishi mumkin. Biologik membranalarni analoglari sifatida yaratiladigan bunday sun'iy membranalar organizmni suyuqliklarini zaharli moddalar va viruslardan tozalash maqsadida ham ishlatilishi mumkin. Shuningdek, ular yordamida tirik organizmlardan har xil biologik faol moddalar – gormonlar, vitaminlar kabilarni ajratib olish va tozalash ham mumkin.

8. Xloroplastlarni tilakoidli membranalari asosidagi nanobiotexnologiyalar

Yuksak o'simliklarni hujayralari yasmiqga o'xshagan, membranalni organoidlar – xloroplastlar saqlaydi (81-rasm).



81-rasm. Xloroplastlarni tuzilish sxemasi (chapda) va mikrofotografiyasi (o'ngda).

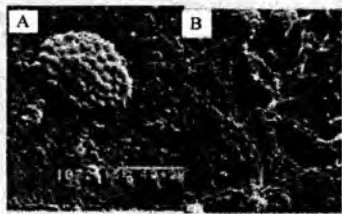
Xloroplastlar – o‘simlik hujayralarini asosiy organoidi bo‘lib, unda fotosintez jarayoni o‘tadi, ya‘ni noorganik birikmalardan (CO_2 , H_2O) organik moddalar hosil bo‘ladi. Fotosintez jarayonida quyosh energiyasi ishlatiladi va ularni xloroplastlar o‘zlariga yutib oladi. Mana shu jarayon tufayli o‘simliklarni xloroplastlari sayyoramizning barcha tirik organizmlarni ozuqa bilan ta‘minlab turadi.

Xloroplastlar – tuzilishlari bo‘yicha hayvon hujayralarining membranali organoidi – mitoxondriyalarga o‘xshab ketadi. Xloroplastlarni qobig‘i ikki membranadan iborat bo‘lib, ular organoidni ichidagi rangsiz moddalarni – stromani o‘rab turadi. Sirtqi membrana silliq, ichki membrana esa o‘simtalar hosil qiladi. Bu o‘simtalar yo‘g‘onlashgan, yalpoq sistemalar – tilakoidlar ko‘rinishida bo‘ladi.

Tilakoidlar o‘ziga xos, dasta-dasta bo‘lib joylashadi (xuddi tangalarni bir-biriga qo‘yilgan dastalar kabi). Bunday joylanish **granlar** deb atalgan (81-rasm, o‘rtada). Membranalarda granlar xlofill pigmenti molekulasida bo‘ladi. Bu pigment granlarga ham, xloroplastlarga ham yashil rang berib turadi. Xloroplastlarni suyuq qismida (stromada) DNKni halqali molekulasi ribosomalar hamda zaxiradagi ozuqa moddalari to‘plangan bo‘ladi.

Xloroplastlarni o‘rganish jarayonida, tilakoidlarni sirtqi membranalarini ustki qismi manfiy zaryadlangan ekanligi aniqlangan. **Tilakoidlar membranalarining o‘ziga xos bo‘lgan xususiyatlaridan nanobiotexnologiyada foydalanish mumkinmi?** Bir guruh tadqiqotchilar, tilakoidlar va sintetik polielektrolitlardan gibridd nanokomplekslar yaratishga harakat qilib ko‘rishgan. Buning uchun, suvli eritmada tilakoidlar kremniyga immobilizatsiya qilingan. O‘z navbatida tilakoidlarni sirtiga birin-ketin polielektrolitlarni molekulari o‘tira boshlagan (cho‘kkan). Tajribalar juda muvaffaqiyatli tugagan, oqibatda **tilakoidlar bilan sintetik polikationlarni gibriddli nadmolekular komplekslari yaratilgan** va ularni xususiyatlari o‘rganilgan. Ular kremniyni sirtiga bog‘langan tilakoidlar va ularni o‘rab turgan to‘rt qavatli polielektrolitlardan tashkil topgan komplekslar ekanligi aniqlangan. Olingan komplekslar skanirlovchi elektron mikroskoplar yordamida o‘rganib chiqildi (82-rasm).

Tadqiqotlar natijasida polielektrolit komplekslar, ularga kiritilgan xloroplastlarni membrana tilakoidlarini strukturasi va funksiyasiga deyarli ta‘sir ko‘rsatmasligi aniqlangan. Bu esa, yaratilgan kompozit strukturalardan: biosensortlar, biokatalitik sistemalar yaratishda hamda biologik sintez jarayonlarida foydalanish imkonini beradi.



82-rasm. A – kremniy sirtidagi tilakoidlar ; B – to'rt qavat polikationlar bilan o'ralgan tilakoidlar. Mikrofotoografiyalar skanirlovchi elektron mikroskop yordamida suratga olingan.

9. Viruslar bilan «shikastlangan» membranali nanokompozit materiallar

Hozirgi vaqtda viruslar nafaqat inson organizmiga xavf soladigan biologik obyekt sifatida, balki yangi nanomateriallar yaratish uchun foydali qurilish bloki sifatida ham qaralmoqda. Har qanday virusni sirtida, uni xo'jayin hujayrasi bilan o'zaro ta'sirga kirishini ta'minlab beruvchi oqsil-retseptorlar bo'ladi (83-rasm).



83-rasm. Virusni (rasmni pastida, o'ng tomonda) hujayra membranalari bilan o'zaro ta'sirga kirishishi.

Virusni hujayraga kirishini asosiy bosqichi, virusni hujayra plazmalemmasi bilan qo'shilishidir. Bu jarayon virusni sirtida

joylashgan, nordon muhitda faollashadigan gidrofob oqsillar ishtirokida amalga oshadi. **Mana shu tabiiy hodisaning original mexanizmini yangi kompozit materiallar yaratishda ishlatish mumkinmi?** – degan savol tug'iladi. Bu savolga javobni birinchi bo'lib, Germaniyaning Leypsig shahridagi biofizika va virusologiya instituti olimlari javob berdilar. Buning uchun, ular qavatma-qavat sintez usuli yordamida ko'pqavatli polielektrolit yaratdilar. Uning ustiga xuddi plazmalemmanni qo'shqavatiga o'xshagan lipidli qo'shqavat shakllantirdilar. Bu lipidli qo'shqavat lipidli pufakchalardan shakllantirilgan bo'lib, ular ko'p qavatli elektrolitlar ustiga cho'ktilgan.

Tadqiqotchilar bu kompozit materialni virus bilan «yuqtirilgan» inkubatsiya qilingan nordon muhitga joylashtirganlar. Keyin kompozit materialni suv bilan yuvib tashlaganlar. Bu tadbir lipidli qo'shqavatga kirmasdan qolgan, viruslarni chiqarib tashlash maqsadida amalga oshirilgan. Qo'shqavatga kirib olgan viruslar, unda yetarli darajada mustahkam ushlanib qolingani: ular yuvilganda ham, nordon sharoitni neytral sharoitga almashtirganda ham qo'shqavatdan chiqib ketmagan.

Natijada, olimlar biologik xossalarini nazorat etib turish imkoni bo'lgan kompozit materiallar olishga erishganlar. Har xil viruslar va polielektrolitlar ishlatib, ularni tavsifini o'zgartirish mumkin. Mana shunga o'xshagan kompozit nanomateriallarni muhim tavsifi, ularni tirik sistemalar bilan xohishdan tashqarida bo'lgan o'zaro munosabatlarini minimumga keltirganligidir. Mana shunday viruslar «yuqtirilgan» kompozit nanomateriallar virusga spetsifik bo'lgan antitanalar uchun diagnostik sensorlar tayyorlashda hamda boshqa biomeditsina maqsadlarida ishlatilsa bo'ladi.

Asosiy atamalar ro'yxati

Glikokalis – plazmalemmanni membrana ustidagi qavati, uning asosini plazmalemmaning uglevod komponentlari – polisaxaridlar va oligosaxaridlar tashkil qiladi.

Granlar– xloroplastlarni ichki strukturalari bo'lib, ular bir-birlarini ustiga qalin qilib bosilgan, membranali sistemalar dastasi ko'rinishidagi tilakoidlar. Granlarni membranalarida xlorofill molekullari joylashadi va ular granlarga hamda xloroplastlarga yashil rang berib turadi.

Integral oqsillar – plazmalemmalarni (hujayra membranalarini) oqsillari, ular membranaga yoki to'liq (integral oqsillar), yoki qisman (yarim integral oqsillar) kirgan bo'ladi.

Lipidli qo'shqavat (lipidli ikki qavat) – biologik membranalarni asosi; lipid molekularini ikki qavati bilan shakllanadi, ularni gidrofob zanjirlari lipidli qo'shqavatni ichki tomoniga, gidrofil boshchasi esa – tashqariga qaragan.

Liposoma – dumaloq pufak, ularni devori lipidlardan tashkil topgan; lipidlar – ikki qavat – lipidli qo'shqavatni shakllantiradi.

Membranali oqsillar – lipidli qo'shqavatni ichiga yoki sirtiga joylashgan oqsil molekulari; membranaga o'ziga xos bo'lgan spetsifik xususiyat beradi, tashuvchilik, fermentativ faollik, struktura molekulari funksiyasini bajaradi.

Membranali organoidlar – tarkibida elementar biologik membranalardan saqlaydigan hujayra organoidlari.

Nanokompozit materiallar – ikki yoki undan ko'proq bo'lgan moddalar (strukturalar) ishtirokida shakllangan nanomateriallar, masalan, biologik membranalardan va viruslardan olinadigan, nanokompozit materiallar.

Nanolitografiya (nanobosma) – katta miqdorda biologik membrana olish usuli; «siyoh» sifatida, lipidlar ishlatiladi. Ular atom-kuchga ega mikroskoplar yordamida shishaga yoki kremniyli plastinkaga surtilib chiqiladi.

Nanosomalar – (mitsellalar) – juda mayda dumaloq pufakchalar bo'lib, lipidlardan tashkil topgan, ammo liposomalardan farqli o'laroq, ular ichki bo'shliqqa ega bo'lmaydi; nanosomalar tashqi muhitdan bir qavatli lipidli devorlar bilan ajratilgan.

Nanotrubbalar – lipid-oqsilli strukturalar: tubulin deb yuritiladigan, globulyar oqsil bo'lib, nanotrubbakalarni o'zagini hosil qiladi va lipidli qo'shqavat bilan qoplanadi; halqalar yoki zanjir bilan o'rab olinadi.

Membranasiz organoidlar – tarkibida elementar biologik membranalardan saqlamagan organoidlar.

Periferik membranali oqsillar – lipidli qo'shqavatni tashqi va ichki sirtidan joy olgan oqsillar.

Plazmalemma (hujayra membranasini) – sitoplazmani atrof-muhitdan ajratib turadigan, hujayrani struktura elementi.

Tilakoidlar – xloroplastlarni ichki membranalardagi o'simtalar, bosilgan (mustahkamlangan) sistemalar shaklida bo'ladi; tilakoidlar o'ziga xos bo'lgan dastalar ko'rinishida (bir-birini ustiga qo'yilgan tangalarga o'xshagan) joylashadi va ularni granlar deb yuritiladi.

Tubulin – globulyar oqsil. U o‘z-o‘zidan yig‘ilish yo‘li bilan mikrotrubkalar (hujayrani membranasiz organoidi) hosil qiladi.

Elementar biologik membrana – barcha biologik membranalar uchun universal nom. Uning asosini lipidlarni ikki molekular qavati tashkil qiladi (lipidli qo‘shqavat). Uni ikki tomonida va ichida oqsil joylashadi. Plazmalemma va hujayrani membranali organoidlarini hosil qiladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Tirik sistemani nadmolekular (subhujayrali) darajada tuzilishini struktura-funksional birligi bo‘lib nima xizmat qiladi?
2. Plazmalemmanni qanday kimyoviy moddalar hosil qiladi?
3. Plazmalemmalarni tuzilishini o‘ziga xosligi nimada?
4. Membranali oqsillarni tiplarini aytib bering.
5. Plazmalemmanni periferik va integral oqsillari nima bilan farqlanadi?
6. Uglevodlar plazmalemmada qanday joylashadi?
7. Glikokaliks nima?
8. Plazmalemma qanday funksiyalarni bajaradi?
9. Pensilvaniya universiteti olimlari, qanday moddalardan eng sodda sun‘iy hujayra yasadilar?
10. Olimlar sun‘iy hujayralarda qanday hodisalarni kuzatdilar?
11. Elementar biologik membrana qanday tuzilgan?
12. Hujayralarni membranali va membranasiz organoidlari nima bilan farqlanadi?
13. Qanday hujayra organoidlari membranasiz organoidlarga kiradi?
14. Hujayrani membranali organoidlarini keltiring.
15. Organoidlardan faqat qaysi birlari: a) o‘simlik hujayralarida; b) hayvon hujayralarida uchraydi?
16. Liposomalarni tuzilishini o‘ziga xosligini tushuntirib bering.
17. Lipid molekulari qo‘shqavatda qanday joylashadi?
18. Liposomalarni qaysi xossalari ulardan tirik hujayraga moddalar yuborish maqsadida foydalanish imkonini beradi?
19. Oqsil-lipidli nanotrübklar qanday tuzilgan?
20. Qanday qilib ochiq va yopiq nanotrübklar yaratish mumkin?
21. Lipidlardan foydalanib yaratilgan nanopechat usulini mohiyatini tushuntirib bering.

22. Sun'iy yaratilgan membranalaridan qaysilari biologik filtrlar vazifasini bajara oladi, masalan, sun'iy buyrak vazifasini?

23. Hayvon hujayralarini qaysi organoidlari xloroplastlarni eslatadi?

24. Xloroplastni tuzilishini tushuntirib bering.

25. Xloroplastlarni tilakoidlari asosida olimlar qanday gibridli nonokomplekslar yaratgan?

26. Xloroplastlarni tilakoidlari asosida yaratilgan nanokomplekslardan amaliyotda foydalanish imkoniyatlarini tushuntirib bering.

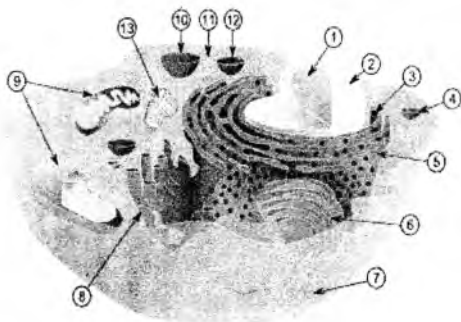
27. Qanday qilib viruslar yangi kompozit nanomateriallar tayyorlashda quruvchi bloklar sifatida ishlatilgan?

28. Hujayra membranasiga viruslarni tabiiy kirish mexanizmlari nimalardan iborat?

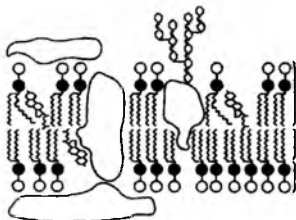
29. Membranalar va viruslar asosida yaratilgan kompozit nanomateriallar nima maqsadda ishlatilishi mumkin?

Vazifalar

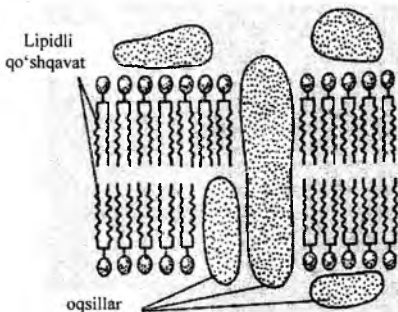
1-vazifa. Quyida keltirilgan «eukariot hujayralarni tuzilish sxemasi» ni daftaringizga chizib oling. Rasmda ko'rsatilgan raqamlar bilan belgilanadigan hujayra organoidlarining nomlarini yozib chiqing. Membranali organoidlarning nomlarini alohida ajratib keltiring. Membranali organoidlardan va strukturalardan qaysi birlari nanobiotexnologiyalarda ishlatilishini ko'rsating. Sizning fikringizcha, yana qaysi organoidlar nanotexnologlar uchun qiziqish uyg'otadi? Javoblaringizni asoslab bering.



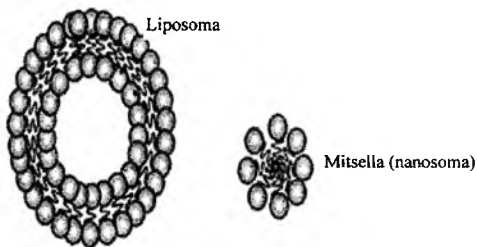
2-vazifa. Quyida keltirilgan plazmalemmanni tuzilish sxemasini daftaringizga yozib oling. Sxemada harflar bilan belgilangan, plazmalemma hosil qiluvchi strukturalarni nomlarini yozib chiqing. Oqsillarni modifikatsiyasi natijasida, qanday strukturalar hosil bo'lganligini ko'rsating. Plazmalemmanni tashqi sirti qaysi joyda joylashganligini aniqlang va ularni belgilab chiqing. Plazmalemmanni tashqi sirti bilan ichki sirtini taqqoslang va ular orasidagi farqni tushuntirib bering. Plazmalemmanni tashqi sirti o'zgarib, ichki sirtga o'xshab qolganida, uni (plazmalemmanni) funksiyasi qanday o'zgarishini tushuntirib bering.



3-vazifa. Elementar biologik membranani sxemasini daftaringizga chizib oling. Rasmda quyidagi strukturalarni belgilab chiqing: yarim integral oqsil; transmembranali oqsil; sirtqi oqsil; lipidlarni gidrofil (polyar) boshchalari; lipid molekularini gidrofob (nopolyar) dumlari. Ko'rsatilgan oqsillardan qaysi birlari moddalarni hujayra (biologik) membranalari orqali transport qilish vazifasini bajaradi?

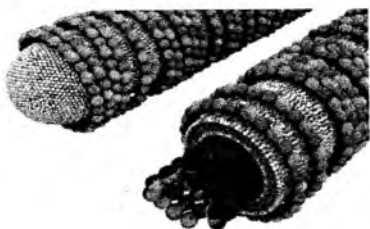


4-vazifa. Quyida keltirilgan rasmdan foydalanib, liposomalar va nanosomalarni (mitsellalar) qiyosiy xarakteristikasi bo'yicha jadvalni to'ldiring. Lipid molekularini qaysi qismi tashqi muhitga (ichki bo'shliqqa) qaragan? Lipidlarni molekularini mana shunday orientatsiyasi bilan ular shakllangan muhit orasida aloqa bormi? Nanokonstrukturalardan qaysilari (liposomalar yoki mitsellalar) moddalarni hujayraga yo'naltirilgan transport qilishda kengroq ishlatiladi? Javobingizni tushuntirib bering.



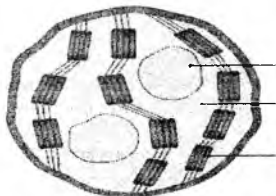
Strukturani o'ziga xosligi	Liposoma	Nanosoma (mitsella)
Lipid molekularini qavatlar soni		
Lipid molekularini membrana devorida orientatsiyasi		
Ichki bo'shliqni borligi		
Nisbiy kattalik		

5-vazifa. Rasmda keltirilgan oqsil-lipidli nanotrubbkalar nima bilan farq qiladi? Ularni shakllanish bosqichlarini xarakterlab bering. Nanotrubbkalarni qaysi qismida globulyar oqsil-tubulin ishtirok etadi? Bir tipdagi nanotrubbkalarni, boshqa tipdagi nanotrubbkaga aylantirish mumkinmi? Agar shunday almashtirish mumkin bo'lsa, uni qanday qilib amalga oshirish mumkin?



6-vazifa. «Nanobosma, ya'ni nanopechat» (nanolitografiya) deb ataladigan nanobiotexnologiyani mohiyatini tushuntirib bering. Nanopechat yaratish bo'yicha ishlatuvchilarga qulay bo'lgan qisqacha qo'llanma tuzing. Bu nanotexnologiyada lipidlarni vazifasi nima? Nima uchun kremniyli plastinkaga surtilgan lipidlarni bittadan molekulasi oxirida qo'shqavat shakllantiradi? Sxematik rasm yordamida lipid molekulalarini kremniyli plastinkalarda, ularni 4-qavatini surtilgandan keyingi joylashishini tasvirlang. Nanopechatdan amaliyotda foydalanish bo'yicha o'zingizni shaxsiy takliflaringizni keltiring.

7-vazifa. Quyida keltirilgan hujayrani membranali organoidlarni tuzilish sxemasini daftaringizga chizib oling. Organoidni nomini va uning strukturaviy qismlarini ko'rsating. Organoidni qaysi strukturaviy qismi gibridli nanokomplekslar yaratishda ishlatilgan? Shu strukturaviy qismni qanday xossasi, gibrid nanokompleks yaratishda foydali bo'lganligini tushuntirib bering? Olingan gibridli nanokomplekslar qanday usullar bilan o'rganilgan? Ular boshqa nanotexnologiyalarda «quruvchi bloklar» sifatida ishlatilishi mumkinmi? Uzoq kelajakda gibridli nanokomplekslardan amaliyotda foydalanish bo'yicha o'zingizni variantlaringizni taklif qiling.



8-vazifa. Quyida keltirilgan xloroplastlarning tilakoidlari asosida nanokompozit materiallar yaratish sxemasini nihoyasiga yetkazing. Bunda, ushbu jarayonni bosqichlarini quyidagi nomlaridan foydalaning: tilakoidlarni polielektrolit qavat bilan yopish; tilakoidlarni kremniyli podlojkalarga immobilizatsiya qilish; tilakoidlarni suvli muhitga joylash; tilakoidlar sirtida, polielektrolit komplekslardan to'rt qavatli nanopyonkalar shakllantirish.

Sxema
Tilakoidlar ajratish→

9-vazifa. 5.8-bo'limda keltirilgan matnlar asosida viruslardan foydalanib, nanokompozit materiallar yaratishni quyida keltirilgan sxemasini nihoyasiga yetkazing:

Ko'p qavatli polielektrolit yaratish →uni sirtida lipidli qo'shqavat
shakllantirish→

10-vazifa. 9-vazifani bajarishda Siz ko'rsatgan viruslardan foydalanib, nanokompozitli materiallar yaratish bosqichlarini analiz qilib chiqing. Nima uchun viruslar ko'pqavatli polielektrolitdan va qo'shqavatli lipidlardan tayyorlangan nanokompozitli materiallarga mustaqil kirib oldi? Nima uchun kompozitli nanomaterial nordon muhitga joylashtiriladi? Nima uchun ichiga viruslar kiritilgan kompozit nanomaterialni tadqiqotchilar, «biologik xossalari nazorat qilinadigan» kompozit nanomateriallar deb ataganlarini tushuntirib bering. Bunga o'xshagan kompozit nanomateriallarni tirik sistemalar o'zaro ta'sirida xohlanmagan o'zaro munosabatlarni minumumga tushganligiga sabab nima? Hozirgi vaqtda «virus bilan zararlangan kompozit materiallar» qayerlarda ishlatilishi mumkin? Istiqbolda ulardan foydalanishni Siz taklif qiladigan variantlari bilan tanishtiring va fikringizni asoslab bering.

11-vazifa. Quyida keltirilgan mavzulardan birortasi bo'yicha yozma ma'ruza tayyorlang va u bilan o'rtoqlashing (darsda himoya qiling):

- biologik membranalar asosida nanostrukturalar konstruksiya qilish;
- liposomalar olish va amaliyotda foydalanish usullari;
- biologik membranalarni texnik modellari, ularni amaliyotda ishlatilishi;
- biologik membranalarni nanotexnologiyada ishlatilishi.

12-vazifa. Biologik membranalarni nanokonstruksiya va nanotexnologiyalarda ishlatilishi bo'yicha informatsion baza yarating.

Adabiyotlar

Антонов В.Ф. Биофизика мембран / В.Ф. Антанов//Соровский образовательный журнал, 1996, №6, 4-12 с.

Барсуков Л.И. Как собрать мембрану (солюбилизация и реконструкция мембран) / Л.И. Барсуков // Соровский образовательный журнал, 2004, Т. 8, №1, 10-16 с.

Дубяга В.П. Нанотехнологии и мембраны (обзор) // В.П.Дубяга, И.Б.Бесфамильный // Критические технологии. Мембрана, 1999. №1, 11-16 с.

Использование «управляемых» бионанотрубок для внутриклеточной доставки лекарств. Сборник новостей физики Новосибирского гос. Университета. 2005. – вып 3 (Режим доступа <http://www.nsu.ru/asf/phnews/digest20051020/BioNanotech/html>).

Сыч В.Ф. Общая биология: учебник для высшей школы/ В.Ф. Сыч. –М: Академический Проект, 2007 – 330 с.

Сыч В.Ф. Структурно - функциональная организация эукариотической клетки / В.Ф. Сыч, Н.А. Цыганова, Г.В. Абдулкин. – Ульяновск: УлГУ, 2006, 84 с.

Хартманн У. Очарование нанотехнологии. Пер с нем. / У. Хартманн. – М: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008, 173 с.

Чизмадзе Ю.М. Мембранная биология: об липидных бислоев до молекулярных машин / Ю.М. Чизмадзе// Соровский образовательный журнал, 2000, Т. 6, №2, 12-17 с.

Internet – saytlar:

- www.Lyceum95.ru/biolog/plastidi.htm
- times.ua/story/5954/
- [Sc.nios.ru/dlrstore/d14ccZc/4fcf-44d2-8a60-315ffffa4ceZ/\[Bo/11_.ucoz.ru/publ/6-1-0-43](http://Sc.nios.ru/dlrstore/d14ccZc/4fcf-44d2-8a60-315ffffa4ceZ/[Bo/11_.ucoz.ru/publ/6-1-0-43)
- Estnauki.ucoz.ru/publ/6-1-0-43
- www.nsu.ru/asf/phnews/digest20051020/BioNanotech/html

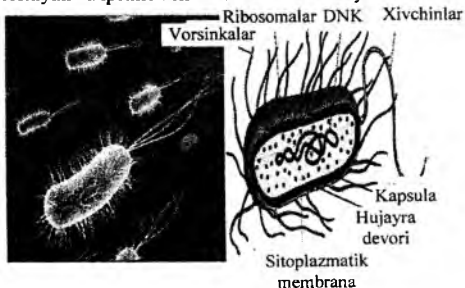
6-bob. HAYOTNI PROKARIOT VA HUYAYRASIZ SHAKLLARI NANOKONSTRUKSIYALAR VA NANOBIOTEXNOLOGIYALARDA

Reja:

1. Prokariot organizmlarning umumiy tavsifi.
2. Nanotexnologiyalarda bakteriyalardan foydalanish.
3. Prokariotlar asosida nanokonstruksiyalar.
4. Nanobakterin: Haqiqatmi yoki ba'zi bir olimlarni xayoliy adashishimi?
5. Viruslarni hayotni hujayrasiz shakli sifatida faoliyat ko'rsatishi va tuzilishini o'ziga xosligi.
6. Viruslar asosida nanokonstruksiyalar va nanotexnologiyalar. Viruslar – rak kasalligiga qarshi kurashda.

1. Prokariot organizmlarning umumiy tavsifi

Prokariotlar (prokariot organizmlar) – hujayrali organizmlar orasida eng soddalaridir. Yerdagi hayot boshlanganidan keyin, 2 mlrd. yil mobaynida ular hayotning yagona shakli bo'lib kelgan. Prokariotlarni 3000 ga yaqin turi aniqlangan. Tabiatda bakteriyalar va arxebakteriyalar hamda ularni bir hujayrali koloniyali va ipsimon shakllari sifatida namoyon bo'ladi.



84-rasm. Prokariot organizmlarni (tayoqchasimon bakteriyalarni) tashqi ko'rinishi va tuzilish sxemasi.

Prokariot hujayralar eukariotlardan ancha kichik. Ularni o'rtacha diametri - 0,5-5,0 mkm oralig'ida bo'lib, faqat prokariotlarni ba'zi bir turlarining hujayralari kattaroq bo'ladi. Prokariot hujayralarni sitoplazmalarida membranali organoidlar bo'lmaydi. Demak, prokariotlarda mitoxondriyalar, Goldji apparati, endoplazmatik to'r, plastidalar kabi eukariotlar uchun xarakterli bo'lgan organoidlar yo'q. Ularni ribosomalari eukariotlarnikidan ancha kichik bo'lib, sitoplazmada erkin joylashgan (84-rasm).

Eukariot hujayralar faoliyatida membranali strukturalarni muhim rolini hisobga olib, **«prokariot hujayralar hech qanday membranali komponentlarsiz yashay oladimi»** degan savolni qo'yish o'rinliga o'xshab ko'rinadi. Yo'q yashay olmaydi! Prokariotlarni sitoplazmalari sirtqi hujayra membranalari (plazmalemma) bilan chegaralanmagan. Plazmalemmanni ichki qatlami (ular mezosomalar deb ataladi) mitoxondriyalarning funksiyasini bajaradi. Bundan tashqari, tashqi membrana sitoplazmani ichida yana boshqa qatlamlar hosil qiladi va ularni sirtiga fermentlar bog'lanib oladi. Hujayra membranasini shuningdek, polisaxaridlar va kapsulani shilimshiq (sliz) moddalarini biosintezida, fermentlarni hujayradan ajralib chiqishida hamda spora hosil bo'lishida ishtirok etadi. Shunday qilib, **har qanday hujayrali organizmlarni hayotini membranali strukturalarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi.** Hujayra plazmalemmasidan ajralgan hujayra tezda nobud bo'ladi. Prokariot hujayralarda yadro bo'lmaydi. Ma'lumki, eukariot hujayralarni yadrosida irsiy material to'planadi. **Shunday ekan bu materiallar prokariotlarni qaysi joyida joylashadi? Yoki bunday materiallar umuman yo'qmi?** – degan savol tug'iladi.

Prokariotlarda yadroni o'rniga nukleotid faoliyat ko'rsatadi. Nukleotidlar formasi aniq bo'lmagan struktura bo'lib, u bitta halqali DNK molekulasi, oqsil moddalar va RNKdan tuzilgan. Yagona DNK molekulasi prokariot hujayraning barcha irsiy axborotini o'zida saqlaydi.

DNK molekulasi xuddi barcha nukleotid kabi, to'g'ridan-to'g'ri sitoplazmada joylashadi. U hujayra membranasini ichki sirtiga maxsus oqsil iplar yordamida bog'langan bo'lib, prokariot hujayralarda DNKni umumiy miqdori, eukariotlarga qaraganda ancha kam bo'ladi. Prokariot hujayralarini ko'pchiligi noyob bo'lib, odatda faqat tRNK va rRNK kodlovchi genlargina qaytarilib turiladi. Prokariotlar hujayraning ikkiga bo'linish yo'li orqali ko'payadi va ko'ndalang to'siqlar hosil qiladi. Bundan oldin DNK molekulasi o'z-o'zidan ikkilanadi. Bu jarayonni **autoreplikatsiya** deb ataladi. Hosil bo'lgan DNKni ikki molekulasi,

o'sib kelayotgan hujayra membranasi yordamida bir-biridan ajraladi. Prokariot hujayrani plazmalemmasini tashqaridan mustahkam hujayra devori o'rab oladi. Bu devorni asosi maxsus polisaxarid – mureindan tashkil topgan. Hujayra devorini tashqi tomonida shilimshiq kapsula bo'lishi mumkin (84-rasm).

Tuzilishi oddiy bo'lishiga qaramasdan, prokariotlar faol harakatlanish qobiliyatiga ega. **Qanday apparat prokariotlar harakatini ta'minlaydi?** Bakteriyalarni ko'pchiligi harakatlantiruvchi maxsus organoid – xivchinlarga ega. Xivchinlarni miqdori har xil turga mansub bo'lgan bakteriyalarda har xil bo'lib, 1 tadan 100 tagacha bo'ladi. Xivchini yo'g'onligi - 10-20 nm, uzunligi 3-15 mkm. Uning aylanishi soat strelkasini teskarisi ravishda bo'lib, bir sekundda harakatlanish imkonini beradi. Masalan, *Xelikobakter* nomli bakteriya 1 sekundda o'zining uzunligidan 60 marta uzunroq masofaga harakatlana oladi. Agar bu raqamlarni yirik hayvonlarni harakati bilan taqqoslaydigan bo'lsak, har qanday tezyurur hayvonlardan 2,5 marotaba tez ekanligiga guvoh bo'lamiz. Xivchinlar bakteriya hujayralarini butun sirti bo'ylab bir tekis joylanishi yoki uni (bakteriya hujayrasini) bir yoki ikki joyidan chiqishi mumkin.

Xivchinlar prokariot hujayralarni yagona sirtqi strukturasi? Bakteriyalarni sirtida xivchinlardan tashqari tuklar (vorsinki) ham bor. Ular xivchinlarga qaraganda ingichka (diametri 5-10 nm, uzunligi 2 mkm gacha) bo'lib, asosan bakteriyalarni substratga yopishib olishlari uchun xizmat qiladi. Vorsinkalar moddalarni transportida ham ishtirok etishlari mumkin. Bakteriyalar odatdagi vorsinkalardan tashqari, **uzun ipsimon vorsinkalar – pili ham saqlashi mumkin.** Pili diametri 3-10 nm, uzunligi 10 mkm. Ular eng oddiy jinsiy jarayon-konyugatsiya jarayonida DNKni bir bakteriyadan, boshqasiga uzatishda ishlatilishi mumkin.

Prokariot va eukariot hujayralarni tuzilishidagi katta farq, ularni hayot - faoliyatlariga ham ta'sir etmasdan qolmagan. Ko'plab prokariotlarda oksidlanish jarayoni bijg'ish bilan chegaralangan. Ba'zi bir prokariot organizmlar atmosfera havosidagi azotni fiksatsiya qilish xususiyatiga ega. Avtotrof prokariotlarda fotosintez jarayoni, ularni hujayra membranalarining qatlamlarida sodir bo'ladi. Prokariot organizmlarni bunday noyob xususiyatlari, nanotexnologiya sohasida faoliyat ko'rsatib kelayotgan olimlar va konstruktorlarni qiziqirtmasdan qolmadi.

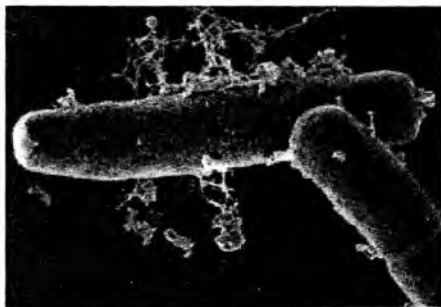
2. Nanotexnologiyalarda bakteriyalardan foydalanish

Moddalarni hujayra ichiga kiritish. Hozirgi vaqtda bakteriyalarga dorivor moddalar va genlarni hujayraga yo'naltirilgan holda yetkazib berish uchun ideal transport vositasi sifatida qaralmoqda.

Bakteriyalarni qaysi xususiyatlari bu sohada faoliyat ko'rsatib kelayotgan mutaxassislarni e'tiborini tortgan? Eng avvalo, bakteriyalar tirik hujayraga yengil kirib borish xususiyatiga ega. Qizig'i shundaki, hujayraga dori-darmon, gormon, DNK yetkazib berib, shu jarayonlarni bajarishda, hattoki nishon-hujayrani shikastlantirmaydi ham.

Nanotexnologiyada genni manzilga yetkazib berish usulidan foydalaniladi va bu usul «genli terapiya» deb nom olgan. Yetkazib berilgan gen hujayra yadrosiga kelib tushganidan va o'zini faoliyatini boshlagandan keyin, hujayra o'zi uchun zarur bo'lgan oqsil (ferment) ishlab chiqaradi. Hosil bo'lgan bu yangi oqsil, modda almashinuvini me'yorga keltiradi va irsiy kasalliklarni namoyon bo'lishini minimumga tushiradi.

Qanday qilib bakteriyalar hujayraga yetkazib berilishi lozim bo'lgan genlarni «o'ziga ortib oladi»? Buning uchun, maxsus tayyorlangan, o'lchami 40-200 nm ga teng bo'lgan nanobo'lakchalardan foydalaniladi. Keyin ular genlar (DNK molekulasini fragmentlari) bilan ulanadi. Maxsus bog'lovchi molekular yordamida, genga bog'langan nanobo'lakchalar bakteriyalarni sirtiga qotirib qo'yiladi (85-rasm).



85-rasm. Sirtiga «foydali yuk» qotirilgan bakteriyalarning ko'rinishi.

Bitta bakteriyani sirtiga yuzlab nanobo'lakchalar joylashtirish mumkin. Mana shu xususiyatdan foydalanib, diagnostika vositalarini dorivor moddalar bilan birga bakteriyalarga «yuklash» mumkin bo'ladi. Bunday hollarda, dori yetkazilgan organni (hujayrani) holatini kuzatib borish imkoni tug'iladi.

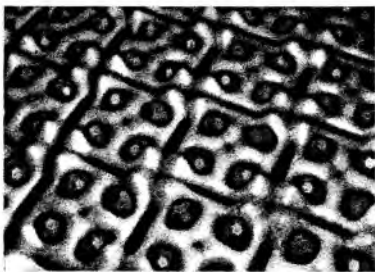
Gen yoki dorivor moddani o'ziga «ortib olgan» bakteriya hujayra plazmalemmasi bilan aloqaga kirganda, membrana bakteriyani o'rab oladi va bakteriya pufakchasimon membranaga o'ralgan ko'rinishda, hujayraga mustahkam bog'lanib oladi. Keyin bu pufakcha hujayraga kiradi. Ma'lum vaqt o'tgandan keyin, bakteriya pufakchani membranasini parchalaydi va foydali yuk bilan hujayra sitoplazmasini ichiga kirib oladi. Yetkazilgan yuk dorivor modda sifatida o'z ta'sirini boshlaydi. Agar DNK bo'lakchalari (genlar) kiritilgan bo'lsa, ular hujayra yadrosiga kirganlaridan keyin, ma'lum vaqt o'tgach, o'z faolligini namoyish eta boshlaydi.

Bakteriyalardan nanobo'lakchalar tayyorlashda foydalanish. Saksoniyani uran konida ishlab kelayotgan bir guruh germaniyalik biolog olimlar, «*Batsilla sfericheskaya JG-A12*» deb nomlangan yangi bakteriya topganlar. Bu bakteriya o'zini urandan himoya qilishi uchun mustahkam sirtqi oqsil qobig'i bilan o'ralgan. Bu qobig' ko'plab nanoteshiklar (nanopora) saqlashi hamda bu nanoteshiklar bir xil naqsh hosil qilib joylanishi bilan farqlanadi.

Bakteriyani mana shu noyob qobig'idan nanobo'lakchalar tayyorlash maqsadida qanday foydalansa bo'ladi? Bu muammoni yechish yo'lida bajarilgan tajribalardan birida «*Batsilla sfericheskaya JG-A12*» palladiy metalini tuzli eritmasiga joylashtirilgan. Infraqizil spektrda bakteriya kuzatilib borilgan. Palladiy tuzlari bakteriyani oqsil qobig'i bilan aloqaga kirganda, toza palladiy metalliga aylanib qolgan. Undan esa, bakteriya qobig'ining teshikchalarida, 50-80 palladiy atomlaridan tashkil topgan nanostrukturalar shakllangan (86-rasm).

Olimlarni hayratga solgani, bu nanostrukturalarni katalitik faolligi boshqa usullar bilan olingan palladiyni katalitik faolligidan baland bo'lganligi bilan bog'liq. Laboratoriya tajribalarida ba'zi bir bakteriyalarni kimyoviy qaytaruvchi xususiyatga ega ekanligi ham kuzatilgan.

Bunday bakteriyalar, metall ionlari saqlagan muhitga tushib qolganlarida o'zlarini qanday tutadi? Olimlar, bunday bakteriyalarni oltin tuzlarining eritmasiga solib ko'rdilar va bunda, bakteriyalar oltin ionlarini yutishlari va ularni o'z hujayralarini sitoplazmada qaytarib, oltinni nanobo'lakchalariga aylantirganini kuzatganlar.



86-rasm. «*Batsilla sfericheskaya JG-A12*» bakteriya qobig' idagi teshikchalarda shakllangan palladiyning nanokristallari (qo'ng'ir rangda tasvirlangan).

Sitoplazmada to'planadigan oltinni nanobo'lakchalarini diametri 5-15 nm ga teng bo'lgan. O'zini shaxsiy «oltin zaxirasiga» ega bo'lgan bakteriyalar, o'zlarini yaxshi his qilgan va ko'payishda davom etavergan. Mana shu usuldan foydalanib, olimlar kumushning nanobo'lakchalarini, oltin va kumush aralashmalarini olishga erishganlar. Bu juda katta yutuq bo'lgan, chunki bundan oldin bunday qisqa diapozondagi o'lchamli nanobo'lakchalarni biologik usul bilan olishga hech kim erishmagan. Bakteriya badanida shakllangan metallarni nanobo'lakchalari har xil nanokonstruksiyalar va texnologik ishlab chiqarish sohasi uchun katta qiziqish uyg'otadi.

Bakteriyalar energiya manbai sifatida. *Shevanella* deb nomlangan bakteriyalar sanitarlik xususiyatlari bilan olimlar e'tiborini o'ziga tortgan, ya'ni toksik eritmalarni qayta ishlab, ularni bezarar moddalarga aylantirib bergan. **Bunday bakteriyalarni yashash sharoitlari keskin og'irlashtirilsa nima bo'ladi?** Olimlar, shevanella bakteriyasini juda «og'ir» sharoitda ishlashga majbur qilganlar. Buning uchun bakteriyalarni o'sish muhitidagi kislorodni hamda ularni hayoti uchun zarur bo'lgan boshqa moddalarning miqdorini keskin kamaytirganlar. Bunday sharoitda bakteriyalarni sirtida **tumshuqchalar (shiplar)** paydo bo'la boshlagan. Bu tumshuqchalar bakteriyalarni kislorodli muhitga, hech bo'lmaganda kislorodga yaqinroq bo'lgan boshqa bakteriyagacha yetib kelishlariga yordam bergan (87-rasm).



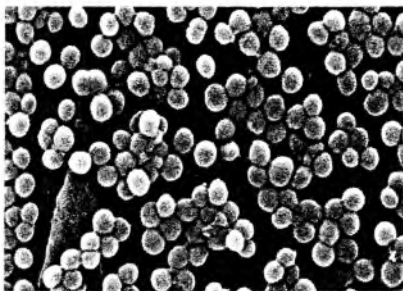
87-rasm. Shevanelia bakteriyasi elektr zanjirini shakllantiradi. Tepadagi rasm skanirlovchi elektron mikroskop yordamida bajarilgan mikrofoto.

Ozuqa moddalari juda ham yetishmagan, ya'ni noqulay sharoitda tumshuqlar nozik, uzun iplarga aylangan. Bu iplarni imkoniyatlari bakteriya hayotini saqlash uchun tumshuqchalarga qaraganda ko'ra ko'proq bo'lgan. Bakteriyalarda favqulodda hosil bo'ladigan yangi organlarni tadqiqotchilar, **nanoiplar** deb ataganlar. Bu iplarni yo'g'onligi 10-15 nm, uzunligi esa, bakteriyalarni turiga qarab, bir necha o'n mikrometrga yetadi. Olimlarni qiziqtirgan narsa, bakteriyalar kerakli «ozuqani» olganlarida, mana shu nanoiplar bo'ylab harakatlanish imkoniyatini qayta tiklanganligi hamda ortiqcha elektronlardan ozod bo'lishlari mumkin bo'lganligidir. Agar nanoiplarni bir uchi musbat iongacha yetib kelsa, elektronlarni ionlar tomon harakatini belgilovchi potentsiallar farqi hosil bo'lgan. Shunday qilib, elektr toki paydo bo'lgan.

Bakteriyalarni yashash sharoitlari qanchalik «qiyin» bo'lsa, nanoiplarni uzunligi shunchalik uzun bo'lgan va ko'proq bakteriyalar o'zlariga xos bo'lgan «elektrik hamjamiyatga» yig'ilib borgan. Bunday hamjamiyatni a'zolari tirik va juda keng tarqalgan elektr tarmog'i bo'ylab modda almashgan. Ba'zi olimlarni fikrlariga ko'ra, bunday bakteriyalar kelajakda energiya manbayi sifatida ishlatilishi mumkin.

3. Prokariotlar asosida nanokonstruksiyalar

Staphylococcus aureus (oltin stafilokokk) bakteriyasining antibiotiklarga yuqori darajada chidamliligi, uni «supermikrob» deb atalishiga asos bo'ldi (88-rasm).



88-rasm. *Staphylococcus aureus* bakteriyasi.

Bu bakteriya AQSH da OITS (SPID) virusiga qaraganda ko'proq xavf tug'diradi, uning ta'siridan har yili 16000 dan ko'proq amerikalik vafot etadi. Bu «supermikrobg» AQSH ni Aydako universiteti olimlari juda katta qiziqish bilan qaraganlar. Ularni «odam hujayrasiga stafilokokk toksinlarini tezlik va aniqlik bilan kirishiga nima sabab»? degan savol qiziqtirgan.

Bu bakteriyani sirtini o'rgana turib, olimlar, unda ajoyib oqsil **fibronektin** bor ekanligini aniqlaganlar. Bu oqsil boshqa moddalarni molekularlari, shu jumladan biomolekulalar bilan ham yengil bog'lanish xususiyatiga ega ekanligini aniqlagan. Oltin stafilokokkdan fibronektin ajratib olib, u bilan nanotrubkalarini sirtini yopib chiqqan. Oqibatda, mana shunday oqsil bilan qoplangan nanotrubkalar tirik hujayralarga anchagina oson kirishi aniqlangan. Olimlar nanotrubkalarini bakterial toksin bilan to'ldirib ko'rgan. Fibronektin bilan yopilgan nanotrubkalar toksinni hujayraga tez yetkazib, uni o'limini chaqirgan. Shunday qilib, **oltin stafilokokkni oqsilli organizmga moddalarni yo'naltirilgan transporti vositalarini xarakteristikasini tuzatish maqsadida ishlatilishi** mumkin ekanligi aniqlangan.

Hozirgi vaqtda, Aydako universiteti olimlari «super mikro» oqsilidan foydalanib, biosensorlar yaratish ustida ishlamoqdalar.

4. Nanobakterin: Haqiqatmi yoki ba'zi bir olimlarni xayoliy adashishimi?

Finlyandiyaning Kuopio shahridagi universitetning xodimi O.Kayander juda kichik mikroorganizm ajratib olgan va uni nanobakteriya deb atagan (89-rasm).



89-rasm. Nanobakteriyalar (skanirlovchi elektron mikroskoplar yordamida suratga olingan).

Nanobakteriyani uzunligi 20-150 nm oralig'ida bo'ladi. Demak, u hozirgacha aniq bo'lgan bakteriyalar, zamburug' sporalari yoki ko'p hujayrali organizmlar hujayralaridan ancha kichik.

Nimaga asoslanib nanobakteriyalar borligi haqida xabar qilingan? Elektron mikroskop yordamida tadqiqotchilar tashqi ko'rinishidan dumaloq shaklga ega bo'lgan bakteriyalarni eslatuvchi tartibli strukturalarni kuzatganlar va rasmga olganlar (89-rasm). Keyingi kuzatishlarda «sirli nanostrukturalar»ni ko'payishi aniqlangan. Ushbu kuzatishlar olimlarni nanobakteriyalar deb nomlangan hayotni yangi strukturasi bilan tadqiqotlar olib borishga ishontirgan.

Birinchidan, nanobakteriyalar mustaqil hayot jarayonlarini olib borishlari uchun juda kichik. **Ikkinchi**dan, ularni ichiga moddalar almashinuvi va ko'payishni ta'minlovchi molekulalar va strukturalar sig'maydi. Ammo 1990-yillarni boshlarida finlyandiyalik olim

O.Kayanderni va uning tarafdorlarini nanobakteriyalar borligi haqidagi fikrlari, o'zini paleontologik tasdig'ini topgan.

AQSH ni Texas universiteti geolog olimi R.Folk Rim atrofidagi issiq manbalarning mineral qoldiqlarini kuzatish jarayonida, elektron mikroskopda O. Kayander topgan strukturaga o'xshagan jonli struktura borligini kuzatgan. Keyinroq, avstriyalik geologlar dengiz sathidan 3,5 km pastda kontinentni g'arbiy qirg'og'idagi qumlarni kuzata borib, uning sirtida miniaturali qismlardan iborat bo'lgan, uzunligi 20 dan 128 nm gacha bo'lgan ipsimon jonivorlarni kuzatganlar. Bu struktura tashqi ko'rinishi bo'yicha zamburug' iplarini eslatgan. Avstriyalik tadqiqotchilar, mikroblarga o'xshatib o'zlari kuzatgan strukturani «nanobam» lar deb ataganlar.

Nanobakteriyalarni o'lchami shunchalik darajada kichik bo'lganki, ularni ichidan hatto DNKni bir necha molekulariga ham joy topish amri mahol bo'lgan. Tirik hujayralarni boshqa strukturalari haqida gapirmasa ham bo'ladi. Shuning uchun olimlar, nanobamlar barcha boshqa organizmlardan nafaqat o'lchamlari, balki faoliyat ko'rsatish mohiyati bilan ham farq qilishini taxmin qilganlar.

O. Kayanderni fikriga ko'ra nanobamlar, aminokislotalar va yog' kislotalarini o'zlari sintez qilmaydi va ularni atrof-muhitdan tayyor oladi. Balki nanobamlar hamkorlikda hayot ko'rish uchun koloniyalar hosil qiladi yoki ularni genlari shunday tarqalganki, nanoblar faqat guruhlarga birlashgan holatdagina ko'payishlari mumkin. Bu muammo haqida yagona fikrga kelinmagan va O.Kayander kuzatgan nanobakteriyalar haqidagi tortishuvlar hozirgacha davom etib kelmoqda. Nanobakteriyalarni ko'payishlari mumkinligi, tirik borliq haqida Trolland-Myuller taklif qilgan konsepsiyaga asosan, ularni tirik deb tan olishga majbur qiladi. O. Kayander va boshqa olimlarni fikrlaricha, nanobakteriyalar har xil kasalliklarni keltirib chiqarishlari mumkin va shuning uchun ham o'ta xavlidir. Ular bosh miya, buyrak va boshqa organlarning hujayralarini o'limga olib kelishlari mumkin.

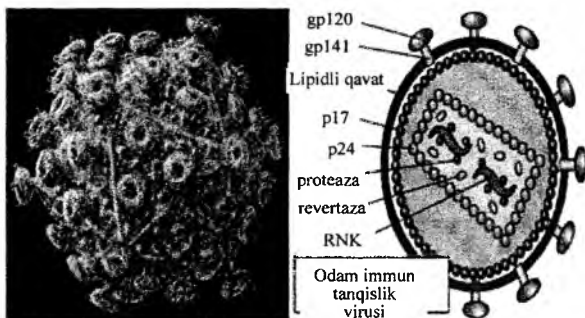
5. Viruslar hayotni hujayrasiz shakli sifatida faoliyat ko'rsatishi va tuzilishini o'ziga xosligi

Viruslar – tirik va tirik bo'lmagan tabiat chegarasida turgan, yerdagi hayotni eng sodd hujayrasiz shaklidir. Viruslarda modda va energiya almashinuvi jarayonlari yo'q. Ko'payish va shu bilan aloqador bo'lgan irsiylik va o'zgaruvchanlik xususiyatlarini, ular faqat tirik hujayraga

kirganlaridan keyingina oladi. Viruslar tabiatda keng tarqalgan, ular barcha tirik organizmlarni kasallantiradi. Ular odamlarni har xil kasalliklarini qo'zg'atuvchilari hisoblanadi: gripp, ospa, poliomielit, qutirish, ensefalit, xatarli shishlar, OITS, tepki va h.k.

Viruslar 1892-yilda rus botanigi D.I. Ivanovskiy tamaki mozaikasi kasalligi haqidagi tadqiqotlarining natijalarini e'lon qilgandan keyingina fanga ma'lum bo'ldi. Oradan 7 yil o'tgach, gollandiyalik mikrobiolog M. Beyernik «virus» degan atamani taklif qilgan.

Tirik bo'lmagan va tirik tabiat orasida o'ziga xos ko'prik vazifasini bajarib turgan viruslar qanday tuzilgan? Viruslarni o'lchami 20-100 nm va faqat ba'zi viruslarga (masalan, ospa virusi) 300 nm ga teng. Ularni ko'pchiligini faqat elektron mikroskopda ko'rish mumkin xolos. Viruslarni tuzilishi juda sodda. Ular ikki komponentdan, nuklein kislotalari (DNK va RNK) hamda oqsilli qavatdan tuzilgan. Nuklein kislota – irsiy axborotni tashuvchisi (genetik material), oqsillar esa uni himoya qiladi va fermentatsiya jarayonini ta'minlaydi. OITS virusiga o'xshagan murakkab viruslar qo'shimcha tashqi qavatga (lipidli membrana) ega. Tashqi qavatda glikoproteinlar – retseptorlar joylashgan va ular xo'jayin hujayrani tanishga (topishga) yordam qiladi (90-rasm).



90-rasm. Orttilirilgan immun tanqislik sindromi (OITS yoki SPID) virusi: tashqi ko'rinishi (chapda) va tuzilish sxemasi (o'ngda): gp 120, gp41, p17, p24-har xil tipdagi oqsil molekullari; proteaza, revertaza – fermentlar.

Viruslarni genetik materialini genetik axborot tashuvchilarini barcha ko'rinishida: bir- va ikki zanjirli DNK, bir- va ikki zanjirli RNK ko'rinishida bo'ladi. Bunda, ular to'g'ri hamda halqasimon shaklda bo'lishlari ham mumkin. **Tabiat – viruslarda genetik materialning barcha variantlarini sinab ko'rgan** va bu sinovlar natijasida ikki turga: **genetik axborotni saqlovchi sifatida ikki zanjirli DNK va uni ko'chirib yuruvchi sifatida bir zanjirli RNK ga to'xtagan.**

Genetik materialiga qarab, barcha viruslar 2 guruhga bo'linadi: DNK-saqlovchi viruslar (adenoviruslar, uchuq (gerpes) viruslar); va RNK – saqlovchi viruslar (poliomielit viruslari, o'simliklarda shish hosil qiladigan viruslar).

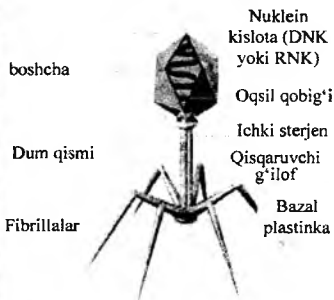
Virusni qobig'i (kapsid) oqsilli subbirlıklardan (kapsomerlardan) tuzilgan va ular tayoqchasimon yoki dumaloq (91-rasm) shaklda hamda ko'p qirrali bo'lishi mumkin. Kapsidda oqsilli subbirliklarini soni har xil bo'ladi: ba'zi bakteriofaglarda-12, tamaki mozaikasi virusida – 2200 ta. Ko'plab o'simlik viruslari hamda poliomielit virusi kristallar hosil qiladi. Bu kristallar millionlab elementar virus bo'lakchalaridan tashkil topgan. Bunday holatda, virus tashqi ta'sirga juda chidamli bo'ladi. Virus kristallarini eritish va qaytadan cho'ktirish mumkin. Bunda virus yo'qolmaydi. Viruslar hujayra ichidagi parazitlar hisoblanadi, ular faqat tirik hujayrani ichida rivojlanadi va ko'payadi.

Viruslar tirik organizm hujayrasiga qanday qilib kiradi? Viruslarni hujayraga kirish usuli xilma-xil. Virusni mustahkam himoyalangan o'simlik hujayrasiga kirishi, faqat hujayra devorining zararkunandalar bilan mexanik shikastlangan joylari orqali amalga oshadi. Faqat **plazmalemma bilan himoyalangan hayvon hujayralariga viruslar, xuddi bakteriyalarga kirganga o'xshab, hujayra membranasining fragmentlari bilan o'ralib kiradi.** Xo'jayin-hujayrani ichiga kirib olgandan keyin, virusni oqsil qobig'i parchalanadi va ularni nuklein kislotalarining molekulari sitoplazmaga tushadi.

Hujayrada faqat nuklein kislotasining molekulari qolgan viruslar qanday qilib ko'payadi? Viruslarni nuklein kislotalari xo'jayin hujayrani modda almashinuviga qo'shiladi. Xo'jayin hujayra o'zining ehtiyojiga, beixtiyor bo'lib qoladi va faqat virusning nuklein kislotalarini va virusning oqsillarini sintez qila boshlaydi. Agar virusni nuklein kislota DNK bo'lsa, u tipik autoreplikatsiya (o'z-o'zidan ikkilanish) yo'li orqali «ko'payadi». Bir vaqtning o'zida DNK tegishli informatsion RNK molekulasini sintezi uchun matritsa bo'lib ham xizmat qiladi. Sintezlangan informatsion RNK xo'jayin hujayrani

ribosomasiga tushib, virus qobig'i oqsillarini sintezini ta'minlaydi. Keyin, virus nuklein kislotasi atrofida oqsil qobig'larini «o'z-o'zidan yig'ilishi» sodir bo'ladi.

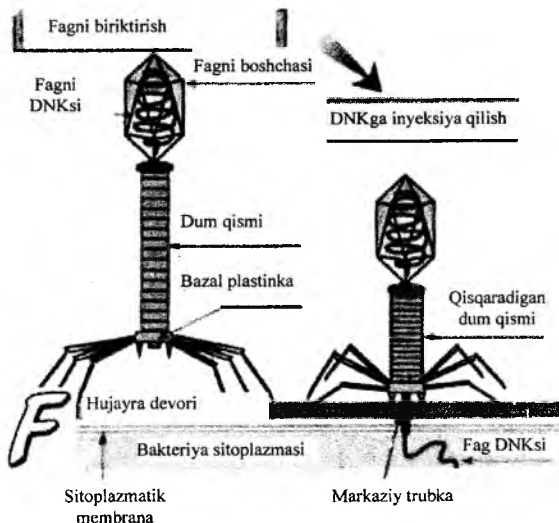
DNK saqlamaydigan viruslarda irsiy axborotni tashuvchisi bo'lib RNK xizmat qiladi (90-rasm). Virus bo'lakchalarini hujayradan chiqishi, uning parchalanishi bilan davom etishi mumkin. O'simlik viruslarining bo'lakchalari, ma'lum sharoitda hujayradan chiqa olmasliklari mumkin. Bunday hollarda, ular hujayrada to'planib, kristallar hosil qiladi. Viruslar orasida bakteriyalarda parazitlik qiluvchi – bakteriofaglar alohida o'rinni tutadi (91-rasm).



91-rasm. Bakteriofaglarni tashqi ko'rinishi (chapda) va ularni tuzilish sxemasi (o'ngda).

Bakteriofaglar boshqa viruslardan nima bilan farq qiladi? Bakteriofag ko'pqirrali prizmaga o'xshagan boshcha va dum qismdan tashkil topgan. Boshchani diametri 60-95 nm, dumni uzunligi – 250 nm. Boshcha oqsil qobig'dan hosil bo'lgan bo'lib, uning ichida DNK yoki RNK bog'langan (91-rasm). Dum qism – ichi bo'sh sterjen, uni usti oqsillardan tuzilgan g'ilof bilan o'ralgan. Uning oxirida shiplar va iplar (fibrillar) tutgan plastinkalar joylashgan. Viruslarni dum qismi xo'jayin hujayrani tanlab olinishini ta'minlaydi va unga bog'lanib oladi. Xo'jayin hujayra sirtiga yopishib olingandan keyin, dumini g'ilofi qisqaradi, sterjen (tayoqcha) hujayra devorini teshadi va nuklein kislotasi xo'jayin hujayra ichiga sepib yuboriladi (92-rasm).

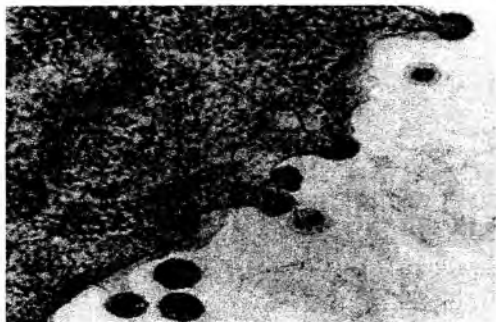
Demak, bakteriofag xuddi birmartalik tirik shpritsga o'xshab «ishlaydi». Hujayrani sirtida «ishlatilgan shpritslar», ya'ni bo'shab qolgan fagni qobig'lari qoladi. Hujayrada nuklein kislotalarni «ko'payishi» va bakteriofag oqsillarini sintezi amalga oshadi. Hosil bo'lgan yangi bakteriofaglar bakteriya qobig'i erigandan keyin atrof-muhitga chiqadi. Tuzilishini soddaligi va hayot faoliyati jarayonlarini murakkab emasligi sababli, viruslar juda qulay tadqiqot obyektiga aylangan. Viruslarni o'rganish genni nozik strukturasi tushinishga, genetik kodni o'qib chiqilishiga (rasshifrovkasiga) irsiy va o'zgaruvchanlik mexanizmlarini aniqlashda juda katta yordam berdi.



92-rasm. Bakteriofagni bakteriya bilan o'zaro munosabatga kirish sxemasi.

6. Viruslar asosida nanokonstruksiyalar va nanotexnologiyalar. Rak kasalligiga qarshi kurashishda viruslardan foydalanish

Har bir virus ma'lum yuqumli kasallikni chaqiruvchisi hisoblanadi. Bu virusni xo'jayin organizmning hujayra sirtidagi spetsifik strukturalarni - retseptorlarni tanib olishi bilan bog'liq. Bu spetsifik strukturalar har xil bo'ladi (93-rasm).

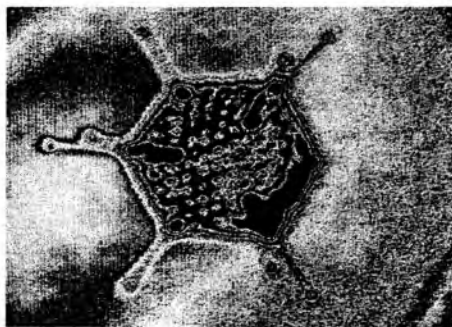


93-rasm. Virusning kasallangan hujayralar retseptorlarini tanib olishi va unga «hujum» qilishi.

Viruslarni mana shunday tanlab ta'sir etishidan faqat kasallangan (rak) hujayralarni yo'qotish uchun foydalansa bo'ladimi? Mana shu savolga javob izlab, onkolog-olimlar va genetiklar viruslarni genetik modifikatsiya qilish ustida ish boshladilar. Maqsad – viruslarni irsiyatini o'zgartirishda ularni «yuqori aniqlikka ega bo'lgan, o'zini-o'zi boshqaradigan qurolga» aylanib qolmaydigan darajadagina o'zgartirishdir. G'oya modifikatsiya qilingan viruslar, faqat rak hujayralarini yo'qotadigan, ammo sog'lom hujayralarga butunlay tegmaydigan holatda bo'lishi kerak. Bu maqsadga erishish uchun, ko'proq adenoviruslardan foydalanilgan. Buning uchun «sun'iy virus» yaratilgan. Bu virusni DNKsiga faqat rak hujayrada ko'paya oladigan virus DNKsini geni kiritilgan. Rak hujayralarida hosil bo'ladigan millionlab qiz virusining bo'lakchalari, birinchi navbatda shu hujayrani o'zini parchalab tashlaydi va keyin boshqa rak hujayralarini ham

kasallantirishga o'tadi. Bu viruslar sog'lom hujayraga ham kirib olishlari mumkin, ammo unda ko'paya olmaydi, hatto zarar ham yetkaza olmaydi. **Organni kasal hujayradan holi qilishning (saqlab qolish, qutqarish) bu usuli virusoterapeya degan nom olgan.**

Genetik modifikatsiya qilingan viruslarni onkologik kasalliklarni diagnostikasida ishlatsa bo'ladimi? Bu savol ayniqsa, kasallikni boshlang'ich bosqichida, organda rak hujayralarini boshqa usullar bilan aniqlab bo'lmaydigan hollarda dolzarb hisoblanadi. Bu muammoni yechish uchun olimlar, yangi tadqiqotlar olib bordilar. Viruslarni modifikatsiyasi davomida, ularga rak hujayralarini fizik yo'qotishdan tashqari, boshqa muhim xususiyatlar kiritish imkoni ham borligi aniqlandi. Masalan, viruslar hujayraga, ularni dorivor moddalarga sezgirligini oshiruvchi gen olib kelib kiritishi mumkin. Xatarli shishga spetsifik bo'lgan viruslarni fluoressent bo'yoqlar yoki radioaktiv izotoplar bilan belgilash yoki ajratish mumkin. «Nishonlangan» viruslar organizmga tushganida xatarli shish saqlagan hujayra bilan bog'lanadi. Viruslar bilan nishonlangan shish hujayralarni (94-rasm) organda yengil aniqlash mumkin bo'ladi.



94-rasm. Virus maxsus rang bilan «belgilangan» hujayra.

Irsiy anomaliyani korreksiya qilishda foydalaniladigan «sun'iy viruslar». Ko'plab irsiy kasalliklar har xil gen mutatsiyalar orqali chaqiriladi. Ularga gemofiliya, daltonizm, fenilketonuriya va boshqalar kiradi. Ba'zi bir irsiy kasalliklarni davolashda viruslardan foydalanish

mumkin ekanligi ma'lum. Bunday sun'iy viruslar, o'zlarini genlarini xo'jayin hujayra genomiga kiritish imkoniyatiga ega. Bu joyda yangi kiritilgan genlar chegaralangan vaqt davomida faoliyat ko'rsatadi. Yangi genlar organizmda irsiy kasalliklarni rivojlanishiga sabab bo'lgan, o'zgargan genlarni almashtirishlari kerak. Ammo viruslarni odamni yangi (normal) genlari bilan «jihozlash» muammosi oddiy bo'lmadi. Bu muammoni yechish uchun olimlar, gen injenerligi usulidan foydalandilar, ya'ni virusni irsiy apparatiga, odamni normal genini kiritishni ta'minlash kerak bo'lgan.

Bir-biridan evolyutsion jihatdan juda uzoqda turadigan odam DNK si bilan virus DNKsini qanday qilib (texnik jihatdan) bog'lash mumkin? Tadqiqotchilar, buning uchun «biologik qaychi» – restriktaza fermentini ishlatdilar. Ferment bilan virus DNKsiga va DNK kiritilishi kerak bo'lgan odam geniga ishlov berdilar. Oqibatda, uzun virus DNKsi va «yopishqoq uchlar» saqlagan gen olingan. To'g'ri chiziqli virus DNKsi va «yopishqoq uchlar» saqlagan genni DNK – ligaza bilan ishlov berilganda, DNKsida odamni normal geni kiritilgan virus hosil bo'lgan. Virus odam organizmiga olib kirgan normal genlar, kerakli oqsillarni (fermentlarni) sintezini ta'minlaydi. Bu esa, modda almashinuvini joyiga tushiradi va organizmda irsiy anomaliyani alomatlarini minimumga tushiradi.

Bakteriofaglar antibiotiklarni o'rni bosaoladimi? Kasallik qo'zg'atuvchi bakteriyalarni antibiotiklarga bo'lgan chidamliligining shiddat bilan oshib borishi munosabati bilan ulardan foydalanishni to'xtatish kerak. Antibiotiklar o'zlarini faolliklarini qayta tiklashlari uchun ulardan bir necha o'n yillab foydalanmaslik zarur. **Antibiotiklarni o'rni nima zararsiz va ishonchli bosaolishi mumkin?**

Shunday alternativlardan biri sifatida bakteriofaglar qaralmoqda. **Bakteriofaglar sekin ta'sir etadi**, ammo ularni zarari antibiotiklarga nisbatan kamroq. **Bakteriofaglar tanlab ta'sir ko'rsatadi**. Har bir bakteriofag faqat ma'lum turga mansub bo'lgan bakteriyalarga ta'sir ko'rsatadi.

Antibiotiklarni ta'siri unchalik darajada tanlangan bo'lmaydi, shuning uchun ham ular organizmdagi foydali mikroorganizmlarni ham yo'qotib, dizbakteriozga sabab bo'ladi. Ko'plab antibiotiklar ta'sir etmaydigan holatlarda faqat bakteriofaglar yordamga kelishlari mumkin. Alohida hollarda, ularni antibiotiklar bilan birga ham ishlatsa bo'ladi. Hozirgi paytda qator kasalliklarni: dizenteriya, tif, salmonellyozlarni davolashda va ularni oldini olishda bakteriofaglardan keng foydalanilmoqda.

Asosiy atamalar lug'ati

Bakteriofag – bakteriyalarni kasallantiruvchi virus.

Virus – tirik va tirik bo'lmagan tabiat chegarasida turgan, DNK (RNK) va oqsilli kapsulalardan tashkil topgan hayotni eng sodd hujayrasiz shakli.

Kapsid – virusni oqsilli qobig'i.

Kapsomerlar – virus kapsulasini hosil qiluvchi oqsil subbirligi (oqsil molekulasini).

Ligazalar – DNK molekularining har xil fragmentlarini bir-biriga ulovchi (tikuvchi) ferment guruhi.

DNK ni «yopishqoq uchi» – DNK molekulasining oxiridagi qisqa (4 tadan 20 ta nukleotidgacha) bir zanjirli qismi, u DNKni har xil fragmentlarini bog'lanish («yopishish») imkonini beradi. Bog'lanish DNKni bir zanjirli uchidagi komplementar azotli asoslar orasida vodorod bog'lari hosil bo'lish orqali amalga oshadi.

Murein – prokariot (bakteriyalar) organizmlarni hujayra devorini hosil qiluvchi polisaxarid.

Nanobakteriyalar (nanobamlar) – XX asrni oxirida ochilgan, diametri 20-150 nm ga teng bo'lgan sferik (dumaloq) shakldagi eng kichik mikroorganizmlar. Hozirgacha ularni borligiga shubha bilan qaraladi.

Nukleotid – prokariot sitoplazmasini bitta halqasimon DNK molekulasini saqlagan zonasi.

Pili – bakteriyalarni uzun ipsimon tuklari.

Prokariot organizmlar (prokariotlar) – shakllangan yadroga va membranali organoidlarga ega bo'lmagan eng sodd hujayrali organizmlar. Ularga bakteriyalar va arxeylar kiradi.

Restriktazalar – DNK molekulasini fragmentlarga kesuvchi, fermentlar guruhi.

Retrovirus – irsiy material RNK dan tashkil topgan virus.

Fibronektin – tillo stafilokokk bakteriyasining sirtida joylashgan oqsil; biomolekulalar bilan yengil bog'lanadi, bakteriyalarni tirik hujayraga kirishiga yordam beradi.

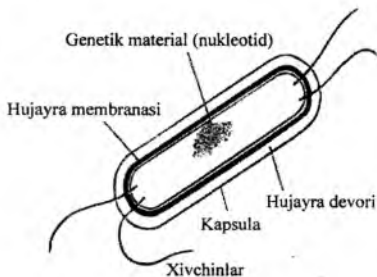
Takrorlash uchun savollar

1. Prokariot organizmlar nima?
2. Prokariot hujayrani tuzilishini tavsiflab bering.
3. Bakteriyalar qanday tavsiflanadi?

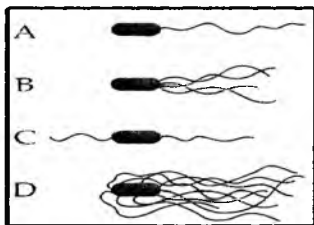
4. Bakterial vorsinkalar va pililarni taqqoslang. Ularni o'ziga xosligi va funksiyalari nima?
5. Bakteriyalar qanday qilib xo'jayin organizmiga kiradi?
6. Qanday qilib tirik hujayralarga dorilar va genlar kiritish uchun bakteriyalardan foydalanish mumkin?
7. Qanday qilib bakteriyalar metallarni nanobo'lakchalarini yaratish va to'plash mumkin?
8. *Shevanella* bakteriyalarini og'ir sharoitda ishlashga majbur qilinganda, ularda nimalar sodir bo'lgan?
9. *Shevanella* bakteriyalarida «elektrik hamjamiyat» qanday shakllandi?
10. *Shevanella* bakteriyalarini qanday o'ziga xos bo'lgan xususiyatlari, ulardan energiya manbasi sifatida foydalanish mumkinligi haqida fikrlashga imkon bergan?
11. Oltin stafilokokk bakteriyasi asosida nanokonstruksiyalar yaratish imkoniyatini xarakterlab bering.
12. Nanobakteriyalar (nanoblar) nima?
13. Nima uchun hozirgacha nanobakteriyalar borligi haqida shubhalar bor?
14. Nima uchun nanobakteriyalar ba'zi bir olimlarni fikrlariga ko'ra, barcha tirik organizmlardan faoliyat ko'rsatish mohiyati bo'yicha farq qilishlari kerak?
15. Viruslarni qanday xususiyatlari ularni tirik va tirik bo'lmagan hayot shakllari oralig'ida qarashga imkon beradi?
16. Viruslarda genetik material nima?
17. Viruslarni qobig'i qanday tuzilgan?
18. OITS virusi qobig'ini o'ziga xosligi nima?
19. Viruslar qanday qilib tirik hujayraga kiradi?
20. Virus kirgandan keyin xo'jayin organizmni hujayrasida nima sodir bo'ladi?
21. Bakteriofagi qanday tuzilgan?
22. Bakteriofaglar qanday qilib bakteriyani parchalaydi?
23. Viruslar rak kasalliklariga qarshi qanday qilib ishlatiladi?
24. Viruslardan qanday qilib onkologik kasalliklarga diagnoz qo'yishda foydalaniladi?
25. Odamlarni irsiy kasalliklarini davolashda viruslardan qanday foydalanish mumkin?
26. Nima uchun bakteriofaglarga antibiotiklarni o'rni bosuvchi sifatida qaralmoqda.

Vazifalar

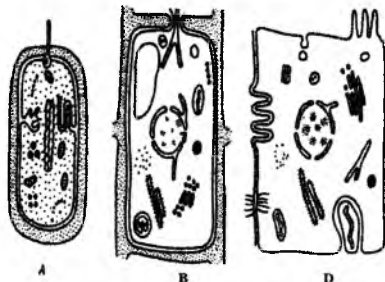
1-vazifa. Quyida keltirilgan prokariot organizmlarni (bakteriyalarni) chizmasini daftaringizga chizib oling. Keyin, prokariot strukturasi sxemasida ko'rsatilmay qoldirilgan strukturalarni kiriting. Siz kiritgan strukturalarga qo'shimcha belgilar qo'yib chiqing. Prokariot va eukariot hujayralarni bir-birlari bilan taqqoslab chiqing. Ular orasidagi asosiy farqni ko'rsatib bering. Eukariot hujayraning qaysi organoidi, tuzilishi bo'yicha butun prokariot hujayrani eslatadi? Oxirgi taqqoslash asosida Siz qanday evolyutsion xulosaga kela olasiz?



2-vazifa. Quyida keltirilgan rasmda xivchinlarni joylanishini 4 tipi aks ettirilgan (A, B, C, D). Ularni har birini daftaringizga chizib chiqing. Bakteriyalarni harakatga kelishiga sabab bo'lgan xivchinlarni «urilishi» mexanizmini tushuntirib bering.



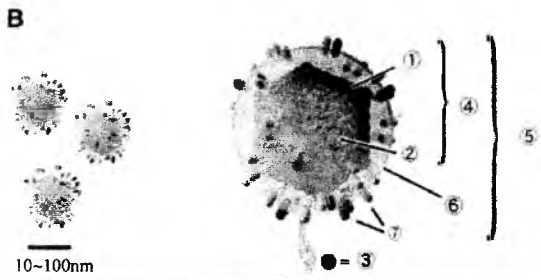
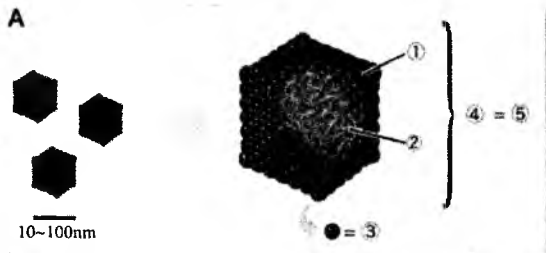
3-vazifa. Quyida keltirilgan rasmda aks ettirilgan tirik organizmlarni tiplarini aniqlang (A, B, D), daftaringizga barcha uch tipga mansub hujayralarni chizib chiqing. Ushbu hujayralarda Sizga ma'lum bo'lgan organoidlarni belgilab chiqing. Har bir tip hujayrani tuzilishidagi farqni izohlang. Bu belgilardan qaysilari hujayrani har bir tipini aniqlashda ishlatishni taklif qilgan bo'lar edingiz.



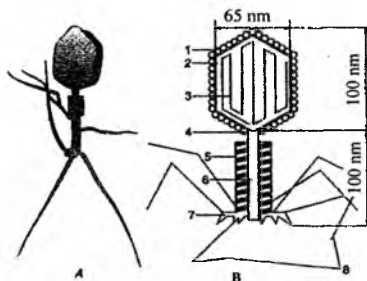
4-vazifa. Quyidagi rasmda o'ta xavfli «supermikrob» aks ettirilgan. Nima uchun u shunday nom olgan? «Supermikrob»ni asli nomi nima? «Supermikrob»ni o'rganish asosida olimlar qanday foyda topganini tushuntirib bering. «Supermikrob»ni sirtqi oqsili qaysi nanotexnologiyalarda ishlatilmoqda? Kelgusida «supermikrob»ni xususiyatlaridan foydalanish bo'yicha o'zingizning takliflaringizni yozib chiqing.



5-vazifa. Daftaringizga ikki virusni (A va B) tuzilish sxemasini chizib chiqing. 6.5-bo'limda keltirilgan matn materiallaridan foydalanib, sxemada raqamlar bilan belgilangan virus qismlarini (strukturalarini) nomlarini yozib chiqing. Ikki virus orasidagi farqni ko'rsating. Nima uchun viruslar tirik va tirik bo'lmagan tabiat orasidagi «oraliq ko'prik» deb nom olganligini tushuntirib bering.

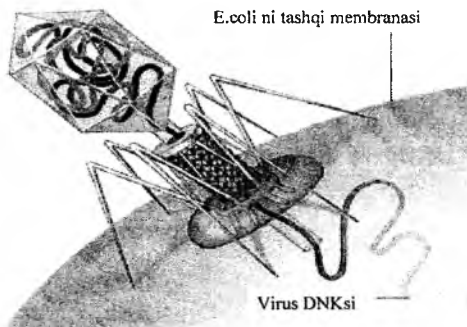


6-vazifa. Bakteriofagni tuzilish sxemasini chizib chiqing (B-rasm). Uning raqamlar bilan belgilangan strukturalari (qismlari)ni nomlarini yozib chiqing. Viruslar va bakteriofaglarni tuzilishini taqqoslang va ularni o'xshashlik tomonlarini ko'rsating. Evolutsiya davomida kelib chiqqan farqni qanday tushuntira olasiz?



7-vazifa. Sayyoramizdagi eng sodda tirik organizm – bakteriyalar, bundan 3,5 mlrd yil avval paydo bo'lgan. Viruslar va bakteriofaglarni tuzilishini hamda «tirik va tirik bo'lmagan organizmlar orasidagi ko'prik» degan tushunchalardan foydalanib, ularni paydo bo'lish vaqtini tushuntirib bering.

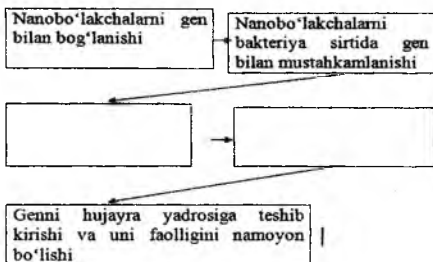
8-vazifa. Bakteriofaglarni ichak tayoqchasi bilan o'zaro munosabatlari sxemasini ko'rib chiqing. Ushbu bosqichda sodir bo'ladigan o'zaro munosabat jarayonlarini tushuntirib bering. Bakteriofagni qaysi qismi, ushbu munosabatlarni oxirida ichak tayoqchasining sitoplazmasida bo'ladi?



Bakteriofagni boshqa qismi bilan nima bo'ladi? Nimalar asosida bakteriofaglar «birmartalik tirik shipritslarga» o'xshatilgan? Xo'jayin hujayrani viruslar va bakteriofaglar bilan zararlanish usulini taqqoslang. Bu usullarni samaradorligi haqida o'zingizni fikrlaringiz bilan o'rtoqlashing.

9-vazifa. Gepatit virusi insonlarni jigar hujayralarini kasallantiradi. Nima uchun bu virus hech qachon inson terisini hujayralarida uchramasligini tushuntirib bering. O'zingizni biolog-olim sifatida ko'z oldingizga keltiring va Sizga hepatit virusini o'zini, odatdagi usullari yordamida teri hujayralariga kiradigan qilib o'zgartirish vazifasi qo'yilgan. Bu vazifani bajarish rejalarini tuzib chiqing.

10-vazifa. 6.2-banddagi materiallardan foydalanib, quyida keltirilgan sxemadagi bakteriyalar yordamida yangi genni xo'jayin organizm hujayrasiga kiritishni oraliq zvenolarini ko'rsating.



11-vazifa. Quyida keltirilgan mavzularni bittasi bo'yicha yozma referat tayyorlang:

1) Prokariotlar (bakteriyalar) – yer yuzidagi eng sodda hujayrali organizmlardir.

2) Bakteriyalarni nanotexnologiyalarda ishlatish (dorilarni hujayra ichiga yetkazish, nanobo'lakchalar tayyorlash, bakteriyalar energiya manbai).

3) Nanobakteriyalar haqiqatmi yoki afsonami?

4) Hujayrasiz hayotni shakli sifatida viruslarni o'ziga xosligi va faoliyat ko'rsatishi.

5) Viruslar – rak kasalliklariga qarshi kurashishda.

6) Viruslar asosida nanotexnologiya.

7) Genetik modifikatsiya qilingan viruslarni tibbiyotda ishlatilishi.

12-vazifa. Prokariot va hujayrasiz hayot shakli bo'lgan organizmlar asosidagi nanotexnologiyalarning umumiy ro'yxatini shakllantiring.

13-vazifa. Bakteriyalar va viruslarni nanokonstruksiya va nanotexnologiyada ishlatish haqida axborot bazasini yarating.

Adabiyotlar

Антонов А.Р. Нанотехнологии в медицине и биологии / А.Р. Антонов, Ю.И. Склянов // Материалы научно-практической конференции с международным участием «Нанотехнологии и наноматериалы для биологии и медицины». 11-12 окт. 2007 г., СибГУ (режим доступа <http://www.sibupk.nsk.su/new/05/sem/2007/1>).

Баранов В.С. Генная терапия – медицина XXI века / В.С. Баранов// Соросовский образовательный журнал, 1999, № 3, С. 63-68.

Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение: пер. сангл. / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002, 589 с.

Егорова Т.А. Основы биотехнологии: учебное пособие для высш. пед.учеб.заведений / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2005, 208 с.

Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика / И.Ф. Жимулев.– Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2006, 479 с.

Неттелбек Д. Вирусы: оружие против рака / Д. Неттелбек, Д. Карел// В мире науки, 2004, № 1.

Общая биология: Учеб.для 10-11 кл./ В.Б.Захаров, С.Г.Мамонтовстр, 181-189.

Сыч В.Ф. Общая биология: Учебник для высшей школы. – Москва: Академический Проект, 2007, 330с.

Сыч В.Ф. Основы биологической терминологии / В.Ф. Сыч. – Ульяновск: УлГУ, 2003. – 456 с.

Урок «Вирусы» <http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/000001a6-a000-4ddd-9fa3-4e0046b1dbb1/81894/>

Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия / С.Н. Щелкунов. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004, 496 с.

Internet - saytlar:

- www.nanonewstnet.ru – сайт о нанотехнологиях в России
www.nanojournal.ru – Российский электронный нано журнал
www.nanorfg.ru – журнал «Российские нанотехнологии»
www.nanportal.ru – информационно-аналитический портал по нанотехнологиям и наноматериалам Росатома
www.nanometer.ru – сайт нанотехнологического общества «Нанометр»
www.rusnanotekh.ru – ОАО «Роснано»
cor.edu.27.ru/dlrstore/afb1d29f-eacd-506c-b906-d199c408f8fd
mycityua.com/articles/all/p210.html
gazeta.lenta.ru/fl_opovod/01-04-1999_virus.htm
radon-xm.do.am/publ/1-1-0-11
meduniver.com/Medical/Microbiology/103.html
www.botan0.ru/?cat=2&id=13
www.express-k.kz/show_article.php?art_id=42460
ru.wikibooks.org/wiki/Биология_клетки/Одностраничная_версия
invistra.m-l-m.info/?p=176
www.express-k.kz/show_article.php?art_id=42460

7-bob. BIOREAKTORLAR VA BOKATALIZATORLAR NANOTEKNOLOGIYADA

Reja:

1. Fermentlar (biologik katalizatorlar) tabiiy nanoobyektlar sifatida.
2. Fermentlarni ishlatilishi.
3. Mikroorganizmlar – fermentlar saqlovchi bioreaktorlar sifatida.
4. Biologik issiqlik ishlab chiqarishda - bioreaktorlar.
5. Tabiiy bioreaktorlarda nanobo'lakchalar olish.
6. Bakteriyalar – bioreaktorlar, inson sog'ligini va hayotiy zarur jarayonlarini boshqaruvchilar sifatida.
7. Bioreaktor bakteriyalar – kosmik parvozda.

1. Fermentlar (biologik katalizatorlar) tabiiy nanoobyektlar sifatida

Fermentlarni biologik roli. Tirik hujayrada sintez va parchalanish reaksiyalari oddiy haroratda va normal bosimda o'tadi. Ammo bunday sharoitda reaksiya juda sekin boradi. Hujayra o'zining hayot faoliyatini ta'minlash uchun, bundan ko'ra yuqoriroq tezlikda o'tadigan biokimyoviy reaksiyalarni talab qiladi.

Tabiat qanday qilib, tirik hujayralarda sodir bo'ladigan kimyoviy (biokimyoviy) reaksiyalarni tezlashtirish muammosini hal qilgan?

Bunday reaksiyalarni tezligi, tirik sistemalarda fermentlar deb nom olgan tabiiy katalizatorlar paydo bo'lganidan keyin keskin oshib ketgan. Fermentlar biokimyoviy reaksiyalarni o'tishini million, hatto milliard martaga oshirib yubora oladi. Masalan, katalaza fermentining 1 ta molekulasini, 1 sekundda hujayralar uchun o'ta xavfli bo'lgan vodorod peroksidini 10 000 ta molekulasini parchalash imkoniyatiga ega.

Fermentlarni molekulari moddalar almashinuvining barcha jarayonlarini amalga oshirishda va genetik axborotni realizatsiyasida ishtirok etadi. Ovqat hazm bo'lishi (oqsil moddalari, nuklein kislotalar, yog'lar, uglevodlar va boshqa moddalarni), barcha organizmlarni hujayralaridagi sintezi va parchalanishi fermentlarni ishtirokisiz amalga oshishi mumkin emas. Tirik organizmlarni har qanday funksiyasini namoyon bo'lishi – nafas olish, mushaklarni qisqarishi, ko'payish va boshqa jarayonlar fermentlar ishtirokida amalga oshadi.

Ma'lum funksiyani bajaruvchi hujayralarni o'ziga xos bo'lgan xususiyati, asosan, shu hujayradagi fermentlar to'plamining faoliyati bilan belgilanadi. Tirik organizmlarda 2000 dan ko'proq fermentlar borligi aniqlangan. Birorta fermentni yetishmasligi yoki butunlay bo'lmasligi organizm uchun katta zarar keltiradi.

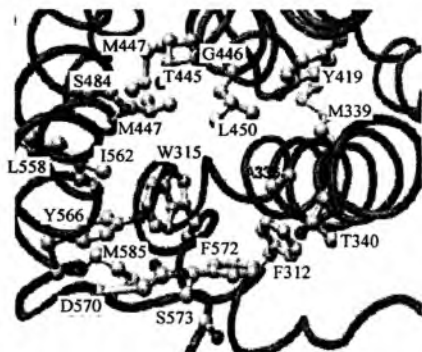
Fermentlarni molekulari hujayrani sitoplazmasida bo'lsada, ularni asosiy qismi ma'lum hujayra organoidlari bilan bog'langan bo'lib, aynan mana shu organoidlarda o'z ta'sirini ko'rsatadi. Masalan, yadroda DNK sintezi (replikatsiyasi) uchun javob beradigan fermentlar (DNK - polimeraza) uchraydi. Mitoxondriyada energiya to'planishiga javobgar fermentlar to'planadi.

Fermentlarni strukturasi. Fermentlarni molekular og'irligi 10000 dan 1 mln daltongacha. Ular bir yoki bir necha subbirliklardan tashkil topishlari yoki murakkab oqsillar sifatidagi ko'rinishga ega bo'lislari mumkin. Murakkab oqsilli strukturaga ega bo'lgan fermentlarni molekularida oqsil molekulasidan tashqari kofermentlar (ularni apofermentlar yoki oqsil komponentlari deb ham yuritiladi, ularga metall ionlari, nukleotidlar, vitaminlar va boshqa past molekulari birikmalarni kiritish mumkin) ham saqlanadi. Apoferment (oqsil komponent) va koferment alohida bo'lganlarida fermentativ faollikka ega bo'lmaydi. Ular bir-birlariga bog'langanlaridan keyingina fermentlik xususiyatini oladi. Har xil fermentlarni molekulari ferment komplekslarini shakllantirishlari mumkin. Masalan, bunday komplekslar hujayra membranalariga, hujayra organoidlariga kirib olib, moddalarni transportida ishtirok etadi. Biokimyoviy reaksiya jarayonida o'zgarishi lozim bo'lgan modda (substrat), fermentni ma'lum qismi bilan bog'lanadi. Substrat bog'lanadigan qismni – **faol markaz** deb ataladi.

Fermentni faol markazi nimadan hosil bo'ladi? Fermentlarni faol markazi **koferment va aminokislotalarni yon zanjirlaridan** shakllanadi. Aminokislotalarni yon zanjirlari polipeptid zanjirida bir-birlaridan uzoqda joylashishlari mumkin (95-rasm).

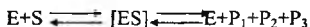
Oqsil molekulasida (apoferment) ipsimon ko'rinishda, qizil rangda aks ettirilgan. Faol markaz shakllantiruvchi aminokislotalarni yon zanjirlari harflar va raqamlar bilan belgilangan.

Oqsil molekulasida (ferment molekulasida) polipeptid zanjirini murakkab joylanishi, aminokislotalarni bir necha yon zanjirlarini bir-birlaridan ma'lum darajada uzoqlikda va faqat ma'lum joyda joylanishini ta'minlaydi. Mana shu qat'iylik tufayli, fermentni faol markazi shakllanadi.



95-rasm. Fermentni faol markazini uchlamchi modeli.

Fermentni biokimyoviy reaksiyalarda ishtirok etish mexanizmlari. Ko'pchilik fermentlar yuqori darajada spetsifikligi (tanlab ta'sir ko'rsatishi) bilan ajralib turadi: Har bir substratni reaksiya mahsulotiga aylanishi maxsus ferment ishtirokida amalga oshadi. Ferment molekulasini substrat bilan kompleks hosil qilib o'z ta'sirini ko'rsatadi (ferment-substrat kompleksi):

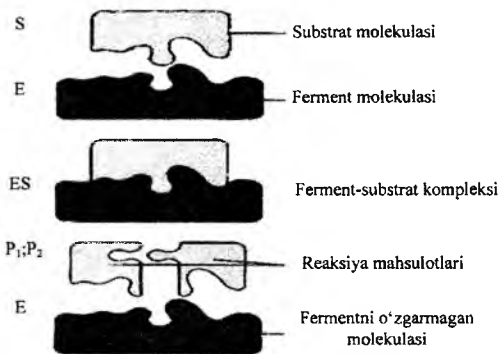


Bu yerda, E – ferment; S– substrat; [ES] - ferment-substrat kompleksi;

P₁ P₂ va P₃ lar reaksiya mahsulotlari.

Bunday kompleksda fermentni faol markazi bilan substrat orasida ko'p nuqtali kontakt amalga oshadi (96-rasm).

Bu kontakt natijasida substrat o'zini konfiguratsiyasini o'zgartiradi va kimyoviy bog'lar yumshaydi. Shuning hisobidan reaksiya, dastlab energiya kam sarflaydi va yuqori tezlikda o'tadi. Reaksiya tugagandan keyin, ferment-substrat kompleksi parchalanadi va reaksiya mahsuloti (mahsulotlari) hamda erkin ferment molekulasini hosil bo'ladi. Mana shu jarayondan bo'shagan fermentni faol markazi, qaytadan yangi substrat molekulasini bog'lab olishga tayyor bo'ladi.



96-rasm. Fermentlarni ta'sir mexanizmining chizmasi.

Mikroorganizmlar sintez qiladigan fermentlarni o'ziga xos bo'lgan tomonlari bormi?

Mikroorganizmlarni fermentlari o'zlarining strukturalari, xossalari va funksiyalari bo'yicha boshqa tirik organizmlarni fermentlaridan farq qilmaydi. Ammo ba'zi bir bakteriyalarni fermentlari doimiy ravishda sintez bo'ladi, ba'zilari esa, faqat muhitda ular ta'sir qiladigan substratlar yoki ularni analoglari bo'lgandagina sintezlanadi xolos.

Doimiy ravishda sintez bo'ladigan fermentlarni **konstitutiv** (masalan, glikoliz fermentlari), keyingilarini esa, **adaptiv** (indutsibel) fermentlar deb ataladi.

Konstitutiv fermentlar hujayrada har doim bo'ladi, ularni sintezi doimiy tezlikda amalga oshadi. Bunday fermentlar mikroorganizmlar fermentlari orasida kamchilikni tashkil qiladi.

Bakterial hujayralarni ko'pchilik fermentlari – adaptiv (indutsibel) fermentlar hisoblanadi. Ular hujayrada ba'zi bir moddalar (induktorlarni) ta'sirida sintez bo'ladi. Bu vazifani ko'proq substrat bajaradi. Bunday moddalar bo'lmaganida ferment sintezini nazorat qiluvchi genlar bloklangan (qulflangan) bo'ladi, ferment esa, juda kam miqdorda sintez bo'ladi. Shunday qilib, mikroorganizmlarni ozuqa muhitini, tarkibini o'zgartirish orqali ularni ferment sintez qilishini boshqarish mumkin.

2. Fermentlarni ishlatilishi. Fermentlarni nanostrukturalar va nanotexnologiyaga munosabati

Bakteriyalar sintez qiladigan fermentlarni molekulari o'zlarini o'Ichamlari bo'yicha tabiiy nanoobyektlar hisoblanadi. Ular o'z navbatida boshqa nanoobyektlar – substrat molekulari ishtirokida biokimyoviy reaksiyalarni katalizlaydi. Bu reaksiyalar nafaqat tirik sistemalarda, balki ulardan tashqarida ham amalga oshaveradi. Fermentlar tirik organizmlarda ularning hayotiy funksiyalarini ta'minlab turadi. Fermentlar kataliz qiladigan reaksiyalar nanotexnologik siklni ta'minlab tursalar, organizmdan tashqarida – sun'iy nanomateriallar va nanokonstruksiyalar olishni ta'minlab oladi.

Fermentlarni muhim xossalari, ularni hujayradan tashqarida ham samaradorligini va spetsifikligini yo'qotmasligidir. Buning ustiga kimyoviy katalizatorlardan farqli o'laroq, fermentlar toksinlik xususiyatiga ega emas, ular oddiy sharoitda faoliyat ko'rsatadi, yengil topiladigan mahsulotlar, shu jumladan chiqindilarni ham parchalay oladi. Shuning uchun ham ular, sanoatda iqtisodiy va ekologiya nuqtayi nazaridan juda katta qiziqish uyg'otadi.

Fermentlar to'qimachilik, teri oshlash, selluloza – qog'oz, oziq-ovqat va kimyo sanoatida, qishloq xo'jaligida, tibbiyotda va boshqa sohalarda tobora keng ishlatilib kelinmoqda. Ulardan antropogen organik chiqindilarni parchalash (zararsizlantirish) maqsadida ham keng foydalaniladi. Ishlab chiqarish hajmi bo'yicha fermentlar aminokislotalar va antibiotiklardan keyin 3-o'rinda turadi. Fermentlar tibbiyot amaliyotida tobora keng ishlatilib kelinmoqda. Masalan, oqsil parchalovchi fermentlar oshqozon-ichak yo'li, jigar va oshqozon osti bezi kasalliklarini davolashda va ularni oldini olishda keng ishlatiladi. Keyingi yillarda, bu fermentlardan rak kasalliklarini davolashda hamda qon tomirlarida hosil bo'ladigan tromblarni eritishda ham samarali foydalanilmoqda.

Fermentlar yordamida ko'plab dorivor preparatlar, shu jumladan murakkab kimyoviy birikmalar ham olinmoqda. Fermentlar oqsillarni, nuklein kislotalarni va polisaxaridlarni nafis strukturalarini o'rganishda hamda gen injeneriyasi bo'yicha tadqiqotlar olib borishda tengi yo'q manbadir.

3. Mikroorganizmlar – fermentlar saqlovchi bioreaktorlar sifatida

Har qanday organizm fermentlar saqlaydi. Ammo ularni ajratib olish uchun, faqat fermentlarning umumiy miqdori 1% dan kam

bo'lmagan organizmlardan foydalaniladi. Fermentlarni sanoat sharoitida ishlab chiqarish uchun faqat ba'zi bir o'simliklar (boshqoli va dukkakli o'simliklarni unib chiqqan urug'lari, hujayra sharbati, bir qator o'simliklarni yashil massasi) hamda hayvonlarni alohida to'qimalari va organlaridan (oshqozon osti bezi, oshqozon-ichak yo'lining shilimshiq qobig'i, kichik yoshli hayvonlarni shirdoni, masalan, qo'zichalarni, jinsiy yetilgan hayvonlarni tuxumlari) foydalaniladi. Ammo fermentlarga eng boy bo'lgan organizm, bu mikroorganizmlar hisoblanadi.

Gen injeneriyasi va seleksiya usullari yordamida mikroorganizmlarning (bakteriyalarni) biologik jarayonlarni kuchaytirish sohasidagi tabiiy xususiyatlarini tezlashtirish mumkin. Ularni faolligini 100, hattoki undan ham ko'proq marotabaga oshirish mumkin. Shuning uchun ham mikroorganizmlar – fermentlarni chegaralanmagan manbayi hisoblanadi.

Tirik mikroorganizmlar fermentlar yoki hujayra ekstraktlari ishtirokida biokimyoviy reaksiyalarni (jarayonlarni) olib boradigan **ustqurma - bioreaktor** deb ataladi.

Alohida mikroorganizmlar, zamburug'lar yoki o'simliklar ham bioreaktor yoki o'ziga xos bo'lgan «biologik fabrikalar» sifatida qaralishi mumkin (97-rasm).



97-rasm. Maxsus ozuqa muhittarida o'suvchi va fermentlar ishlab chiqaruvchi bakteriyalar (mustaqil bioreaktorlar sifatida qaraluvchi) ko'rinishi.

Ko'p hollarda «bioreaktor» atamasi mikroorganizm o'stiriladigan idishlarga nisbatan ishlatiladi (98-rasm).

Bunday bioreaktorlar katta miqdorda tirik hujayra yoki har xil reagentlar va fermentlar aralashmasini saqlashi mumkin. Ko'pchilik biokatalitik jarayonlar suvli sharoitda o'tadi. Organik erituvchilar qo'shilganda, ko'pchilik fermentlar o'z faoliyatini o'zgartiradi (hatto yo'qotadi ham).



98-rasm. Tajriba (chapda) va sanoat (o'ngda) bioreaktorlari.

Suvda erimaydigan organik moddalarni fermentlar yordamida o'zgartirish usulini topish mumkinmi? Bu muammoni yechish uchun qator tajribalar o'tkazilgan. Agar eritma to'liq suvsizlantirilsa, muhitda faqat organik erituvchi qolgan sharoitlarda ham fermentlarni xususiyatlari va strukturasi saqlanib qolishi mumkin ekanligi tasdiqlangan.

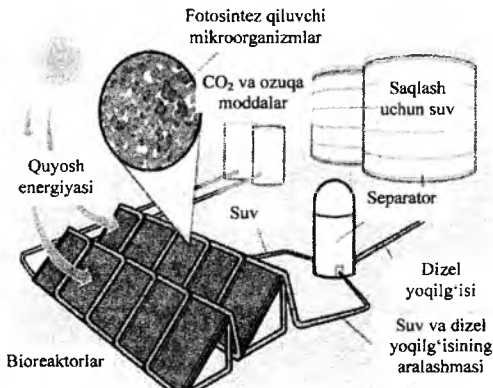
Shundan keyin, maxsus mikroorganizmlar «konstruksiya» qilingan. Gen injenerligi usuli yordamida mikroorganizmlarga organik muhitda ham ferment sintez qilish xususiyati berilgan.

Bunday mikroorganizmlar, organik zaharli muhit tarkibidagi suvda erimaydigan organik moddalarni zaharsizlantirish (parchalash) uchun keng ishlatilmoqda.

4. Bioreaktorlar – biologik issiqlik ishlab-chiqarishda

Dunyoda uglevodlar zaxirasini tabora chegaralanib borayotganligi sababli, ko'plab mamlakatlarda issiqlik olishni yangi usullarini qidirish ishlari olib borilmoqda. Shu jumladan, tirik organizmlar ishtirokida bioissiqlik olish bo'yicha tadqiqot ishlari ham allaqachon boshlab yuborilgan. Mutaxassislarni fikriga ko'ra, 2050-yilda bioissiqlik butun dunyoda chiqariladigan issiqlikni choragidan ko'proqni tashkil etadi. **Bioissiqlik olish uchun qaysi organizmlar qulayroq?** degan savol paydo bo'lgan.

Ko'p olimlarni diqqat-e'tiborini ko'k-yashil bakteriyalar o'ziga tortgan. Ayniqsa, ularni hosildorligi, o'stirish va ko'paytirish jarayonlarini oddiyligi bu bakteriyalarni bunday e'tiborga sazovor bo'lishiga sabab bo'lgan. Gen-injenerligi usuli yordamida ko'k-yashil bakteriyalarni DNKsiga, katta miqdorda etil spirti - etanol hosil bo'lishini nazorat qiluvchi gen kiritilgan.



99-rasm. «Issiqlik fermasi» deb ataluvchi bioreaktorlar sistemasi quyosh (yorug'ligini) nurini yutib, CO₂ (karbonat angidridi) va maxsus tarkibga ega bo'lgan ozuqa muhitida o'stirilganda, fotosintez jarayonida bioissiqlik (biotoplivo) ishlab chiqaradi. Separator-ko'k-yashil bakteriyalarni hayotiy mahsulotlarini ajratadi va dizel yoqilg'isini ajratib olib, suvni yana sistemaga qaytaradi.

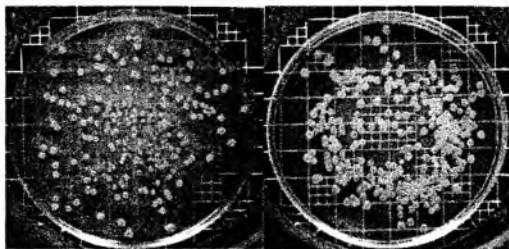
Bu gen bilan birga (yonma-yon) shu bakteriyalarni DNKsiga «genetik pereklyuchatellar» deb atalgan ikkinchi gen ham kiritilgan. Bu gen ko'k-yashil bakteriyalarni o'sishini va ko'payishini chegaralab qo'yish xususiyatiga ega bo'lgan. Mana shu gen yordamida bakteriyalarga faqat bir necha kun bo'linishga «ruxsat qilingan». Keyin, «genetik pereklyuchatel» yordamida bakteriyaning ko'payishini sekinlashtirib, butun kuchni etanol ishlab chiqarishga sarflashga qaratilgan.

Shu tartibda bakteriya biomassasining minimal holatida, maksimal miqdorda etanol chiqarishga imkon yaratilgan.

Mana shu bakteriyalarni ko'paytirish uchun maxsus fotobio-reaktorlar konstruksiya qilingan. Bunday reaktorlar doimiy ravishda toza suv kirib turishga muhtojlik sezmaydi va unchalik katta joy ham egallamaydi (99-rasm).

Ko'k-yashil bakteriyalar fotosintez jarayonida o'zi yashab turgan suyuq muhitga to'xtovsiz bioissiqlik chiqarib turadi. Maxsus separator doimiy ravishda bioissiqlikni qolgan moddalardan ajratib turadi. Bioissiqlik ajratib olingandan keyin, qolgan suv va unda erigan boshqa moddalar yana bioreaktorlar sistemasiga qaytarib turiladi. Bioreaktorlarni bunday sistemasi – «issiqlik firmasi» deyilib, u yuqori darajada iqtisodiy va ekologik xarakteristikaga ega. Bunday ustuvorlik hozirgacha ma'lum bo'lgan bioissiqlik ishlab chiqarishga moslashgan biotexnologiyalarga nisbatan ham namoyon bo'ladi.

Bioyoqilg'i ishlab chiqarishda anaerob bakteriyalardan foydalansa bo'ladimi? Kislordsiz sharoitda yashaydigan bakteriyalar o'zlaridan vodorod chiqarish xususiyatiga ega bo'lgani uchun, bu savol ko'plab olimlarni diqqat-e'tiborini o'ziga tortdi. Anaerob-bakteriyalarga ichak tayoqchasi, enterobakter va boshqalar kiradi (100-rasm).



100-rasm. Substratni bakteriya fermentlari bilan parchalanish va vodorod ajralish jarayoni. Ichak tayoqchasi bakteriyasi (chapda) va enterobakter (o'ngda) Petri likopchasida, ozuqa muhitida o'stirilgan.

Bakteriya glukozani parchalaganida vodorod ko'proq (kuchliroq) ajraladi. Boshqacha aytganda, mikroba fermentlari uchun substrat roliga glukoza bo'lganida, ichak tayoqchasi va enterobakter issiqlik elementlari

uchun vodorod chiqarishi mumkin bo'lgan istiqboldagi tabiiy bioreaktorlar sifatida qaralmoqda. Eng qizig'i shuki, bu bakteriyalar serovodorod ajratmaydi. Demak, ular ma'lum darajada issiqlik ishlab chiqarishni ekologik toza sharoitda olib boruvchilari sifatida qaralishlariga imkon bor.

Anaerob sharoitda yashovchi boshqa bakteriyalar ham (masalan, klostridiumlar) vodorod chiqarish xususiyatiga ega. Ichak tayoqchasi va enterobakteriyalardan farqli o'laroq, klostridiumlar muhitga kuchli ta'sir etuvchi zaharli moddalar ham ajratadi. Ular (zaharlar) botulizm va gazli gangrena kabi o'ta xavfli kasalliklarni kelib chiqishiga sababchi bo'ladi. Shuning uchun ham klostridium, vodorodli suyuqlikni istiqboldagi manbayi sifatida qaralmaydi.

5. Tabiiy bioreaktorlarda nanobo'lakchalar olish

Biotexnologiya yordamida fermentlar qatori aminokislotalar, vitaminlar, organik kislotalar, antibiotiklar, vaksinalar, zardoblar olinadi. **Tabiiy bioreaktorlar (bakteriyalar) yordamida nanobo'lakchalarni qanday olish mumkin?**

Bu muammoni yechish maqsadida maxsus bakteriyalar – magnetotaktil bakteriyalar tanlab olingan. Tadqiqotlar natijasida muhit sharoiti tanlanib, ma'lum bir muvaffaqiyatlarga ham erishilgan: bakteriyalar magnetitni (Fe_3O_4) nanobo'lakchalarini sintez qilgan va to'plagan. O'sish sharoitlarini o'zgartira turib, har xil o'Ichamga ega bo'lgan nanobo'lakchalar olish mumkinligi kuzatilgan. Tajribalar asosida to'plangan ma'lumotlar orasida eng muhimlaridan biri – magnetitlarni bakteriya hujayralarini sitoplazmasida aniqlanganligi hisoblanadi. Shuning uchun ham nanobo'lakchalarni eritmadan yengil ajratib olish imkoni bo'lgan. Bakteriyalar yordamida nanobo'lakchalar olish muammosini hal qilish bo'yicha qo'yilgan keyingi qadam, magnetotaktil bakteriyalarni DNK sini o'rgangandan keyin qo'yilgan.

Hozirgi vaqtda, magnetotaktil bakteriyalarni nanobo'lakchalar sintezini nazorat qiluvchi geni ajratib olinib, uni strukturasi aniqlangan. Gen injenerligi usulidan foydalanib, bakteriyalar DNK sini yo'naltirilgan holda o'zgartirish mumkin. Bu esa, bakteriyalar sintez qiladigan nanobo'lakchalarni parametrlarini xohlagan tomonga qarab o'zgartirish imkonini beradi. Mana shu usulda olingan nanobo'lakchalar quyidagi maqsadlarda ishlatilishi mumkin:

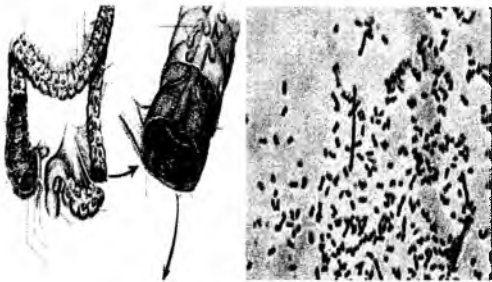
- hujayralarni ajratish (hujayra separatsiyasi) va nuklein kislotalarini ajratish sistemalarida;
- dorivor moddalarni manzilga yetishini nazorat qilish;
- immunokimyo ishlatib, tibbiy diagnostika qo'yishda.

6. Bakteriyalar - bioreaktorlar, inson sog'ligini va hayotiy zarur jarayonlarini boshqaruvchilari sifatida

Lui Paster davridan oshqozon-ichak yo'li o'z mohiyati bo'yicha doimiy oqib turuvchi bioreaktor ekanligi va unda juda ko'plab mikroorganizmlar yashashi, rivojlanishi, ko'payishi va o'lishi ma'lum. Bundan yuz yillar oldin Nobel mukofati sovrindori I.I. Mechnikov hayotni uzaytirish uchun yo'g'on ichakni kesib tashlashni taklif qilgan edi. Agar bunday chora kimgadir yoqmasa, ko'proq qatiq iste'mol qilishni (organizm uchun zararli bo'lgan mikroblarni, organizmdan foydali - sut achituvchi bakteriyalar bilan almashtirish maqsadida) taklif qilgan edi.

Shu davrni ichida ichak bakteriyalariga bo'lgan munosabat o'zgardimi? Albatta o'zgardi. Odamni yo'g'on ichagida 100 trillionga yaqin bakteriya hujayralari yashashi, bu raqam odam tanasidagi umumiy hujayralar sonidan taxminan 10 marta ko'proq ekanligi aniqlandi (101-rasm).

O'ylab ko'ring, odam organizmida mikroob hujayra odamni o'zining hujayrasidan 10 marta ko'proq. Ichakda to'planadigan bakteriyalar hamjamiyatining genlar to'plami, odam organizmining genlar to'plamidan taxminan 100 marta ko'proq. O'z navbatida, ichakni ichida sodir bo'ladigan biokimyoviy reaksiyalarni hajmi, odam organizmida sodir bo'ladigan reaksiyalar hajmidan ko'p marotaba ortiqroq. Hisobsiz bakterial «reaktorlar» xo'jayin organizmida minglab biokimyoviy reaksiyalarni amalga oshiradi, eng muhim almashinuv jarayonlarni o'tishiga yordam beradi. Odam organizmini o'zi mustaqil ravishda bajara olmaydigan jarayonlar: aminokislotalar, vitaminlar va boshqa biologik faol moddalarni sintezi, organizm uchun xavfli bo'lgan zaharli moddalarni parchalanishi va boshqa jarayonlar, albatta odam bilan simbioz yashaydigan mikroorganizmlar yordamida, ya'ni ular ishtirokida to'g'ridan-to'g'ri amalga oshadi.



101-rasm. Odamni yo'g'on ichagi (chapdagi rasm), taxminan 100 trillion bakteriya – bioreaktorlar (pastdagi mikrofotografiya) yashaydigan joy.

Ichakni bakteriya-bioreaktorlarini aholisi odamni individual holatiga bog'liqligi? Bu savolga javob izlash harakatini birinchilardan bo'lib, AQSH ni Stenford universiteti professori P. Braun boshlagan. U o'zining shogirdlari bilan birga, uzoq vaqt davomida yangi tug'ilgan chaqaloqlarni bakterial florasini shakllanishini o'rgangan. Ular odamni individual xususiyatlari, shu jumladan irsiy xususiyatlari ichakdagi bakteriyalar tarkibiga katta ta'sir etishini aniqlaganlar.

Vashington universiteti (AQSH) laboratoriyasida o'tkazilgan tadqiqotlar, oshqozon-ichak yo'li bakteriyalarini turlarini xilma-xilligi bilan individumni modda almashinuvini o'ziga xosligi orasida bog'liqlik borligini aniqladilar.

Bundan tashqari, mualliflar semiz odamni ichagidagi mikroflora bilan semirib ketgan sichqon ichagidagi mikroflora orasida ham o'xshashlik borligini aniqlagan. Bu semiz odamlarda sog'lom mikroflorani shakllantirish orqali ortiqcha yuk muammosini yechish imkonini beradi.

Shunday qilib, odamni ichidagi bakteriya-bioreaktor muhim biokimyoviy reaksiyalarni amalga oshiradi. Ular energiya oqimini qayta bo'lib chiqishda qatnashadi va odam organizmidagi hayotiy zarur jarayonlarni boshqaradi. Bakteriya populatsiyasi muhit ta'sirida o'zgaradi va noqulay tashqi ta'sirlarda o'z-o'zidan tiklana oladi.

Bu bakteriya-bioreaktorlar odam organizmini o'zgarib borayotgan tashqi muhit moslashuviga yordam beradi va nihoyat uni salomatligini yaxshilaydi.

7. Bioreaktorlar bakteriyalar –kosmik parvozda

«Marsga va boshqa uzoq kosmik obyektlarga qilinadigan safarni, ovqat va issiqlikni to'xtovsiz chiqarib tura oladigan bioreaktorlarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi». Bu fikrlar NASA tadqiqotchilari amerikalik Dj. Kambers va Makkeyga tegishli. Ular atsidofillarga o'xshagan, o'zlarining tabiatlari bo'yicha kasallik chaqira olmaydigan bakteriyalarga e'tibor bilan qaradilar. Bunday bakteriyalar fazogirlar uchun xavfli emas. Ular «begona» dunyo uchun ham hech qanday xavf tug'dirmaydi. Boshqacha qilib aytganda, «o'zlari yetib borgan» boshqa obyektlarni zararlays olmaydi.

NASA tadqiqotchilarini fikrlariga ko'ra, Marsga uchishga yaraydigan bakteriyalarni maxsus konstruksiya qilish kerak.



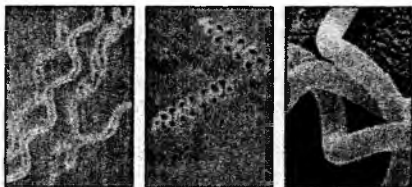
Kosmik uchish uchun ideal bo'lgan bakteriyalarni qanday qilib yaratish mumkin?

Olimlarni fikrlaricha, bunday ishni gen injeneriyasi yordamida bajarish mumkin xolos. Xususan, ular yer sharoitida yashaydigan har xil turdagi bakteriyalardan kerakli DNK ajratib olib, ularni bitta turda «aralashtirib», yangi bakteriya yaratishni taklif qiladilar. Birinchi navbatda, ularda bioissiqlik va oziqlanadigan, oqsil sintez qiladigan genlar bo'lishi va keyin, yangi yaratilgan bakteriyani kosmos sharoitiga moslashtirish kerak. Masalan, Mars sharoitiga. Ma'lumki, Marsda kislorod yo'q, o'ta past harorat va ultrabinafsha nurlari juda ham kuchli. **Mana shunday dahshatli sharoitda yashaydigan mikroorganizmlarni qanday yaratish mumkin?** Bu yo'nalishda dastlabki qadamlarni qo'ygan D. Kambers o'zining hamkasblari bilan birga, gen

injeneriyasi usuli yordamida oddiy ichak tayoqchasini sovuqqa chidamli sun'iy shtammni yaratishga erishganlar. Buning uchun ular, shimoliy muz okeani muzliklarida yashaydigan bakteriyalardan, alohida «o'raydigan» oqsillar-shaperonlar sintezini nazorat qiluvchi gen ajratib olganlar. Bu oqsillar (shaperonlar) qolgan hujayra oqsillarini to'g'ri uchlamlchi strukturasi shakllanishini ta'minlay oladi.

Ajratib olingan gen oddiy ichak tayoqchasi DNKsiga kiritilgan. Olingan sun'iy (gibrid) *E.coli* o'zidan oldingi ajdodi chiday olmaydigan (o'lib qoladigan) sovuqqa bemaol chidaydigan bo'lib chiqqan.

Olimlar, xuddi shunday tajribalarni ko'k-yashil suv o'tlari spirulina bilan o'tkazishni mo'ljallaganlar (102-rasm).



102-rasm. Ko'k – yashil bakteriya (eski nomi-suv o'ti) spirulina. Fotorasmlar (chapdan→o'ngda) o'rtacha va katta ko'paytirishda olingan.

Spirulina juda ko'p miqdorda oqsil biosintez qiladi. Eng muhimi shuki, bu oqsillar tarkibida inson uchun kerakli bo'lgan barcha aminokislotalar bor. Ammo spirulina issiq dengiz suvlarida o'sadi va uni dahshatli Mars sharoitiga moslashtirish juda katta muammo hisoblanadi. Bu va boshqa muammolar o'z maqsadi sari intilayotgan olimlarni yo'lga g'ov bo'la olmaydi. Agar, hech bo'lmaganda Mars sharoitida mustaqil o'sib, ko'paya oladigan va fazogirlarni ozuqa va bioissiqlik bilan ta'minlay oladigan bitta bakteriya – reaktor shtammi yaratilsa, bu asrimizning eng katta ilmiy yutug'i bo'lishi aniq.

Asosiy atamalar lug'ati

Fermentni faol markazi – ferment molekulasini substratni bog'lanishi va o'zgarishi uchun javobgar bo'lgan qismi. Faol markazni strukturasi, substratni kimyoviy tuzilishiga mos keladi. Shuning uchun fermentlar ta'sirida spetsifiklik paydo bo'ladi.

Apoferment – fermentni oqsilli komponenti; apoferment koferment bilan birlashgandagina, fermentlik xususiyatiga ega bo'ladi.

Biokataliz – moddalarni fermentlar ishtirokida o'zgarishi.

Bioreaktor – tirik mikroorganizmlar, hujayra ekstraktlari yoki fermentlar ishtirokida biokimyoviy reaksiyalar o'tadigan qurilma (idish).

Biotexnologiya – ishlab chiqarishda tirik organizmlar va biologik jarayonlardan foydalanish.

Indutsibel (adaptiv) ferment – organizmda faqat u ta'sir etadigan substrat yoki uni analogi bo'lganidagina sintez bo'ladigan ferment.

Konstitutiv ferment – substrat bo'lish yoki bo'lmashligidan qat'i nazar, doimo organizmda uchraydigan ferment.

Koferment – fermentni oqsil bo'lmagan qismi, past molekular og'irlikka ega bo'lgan moddalar (vitamin, nukleotid, metall ionlari). Apoferment bilan bog'lanib, fermentlik xususiyatini oladi.

Mikroflora – ma'lum organ (masalan, yo'g'on ichakda) yoki ekosistemada yashovchi mikroskopik organizmlar to'plami.

Nanobioreaktorlar – nanobo'lakchalar olish uchun ishlatiladigan tirik organizmlar.

Nanobo'lakchalar – uzunligi 1 nm dan 100 nm gacha diapozonda bo'lgan obyekt bo'lib, hech bo'lmaganda bir tomonini (eni yoki bo'yi) uzunligi 100 nm dan oshmaydigan obyektlarni ham nanobo'lakchalarga kiritiladi.

Substrat – kimyoviy o'zgarishi ferment ishtirokida amalga oshadigan modda.

Fermentlar – tirik sistemada yoki undan tashqarida kimyoviy reaksiyalarni o'tishini ta'minlay oladigan oqsil tabiatli katalizatorlar. Genetik axborotni amalga oshishi va tirik organizmlarda sodir bo'ladigan barcha modda va energiya almashinuvi jarayonlari fermentlar ishtirokida o'tadi.

Shaperonlar (qadoqlovchi, o'rab oluvchi oqsillar) – hujayradagi barcha oqsillarni me'yoriy fazoviy strukturasi shakllanishini ta'minlovchi oqsillar; shaperonlar denaturatsiyaga uchragan boshqa oqsillarni me'yoriy fazoviy strukturasi qayta tiklab beradi.

Takrorlash uchun savollar

1. Fermentlarni biologik roli nima?
2. Hujayrani qaysi organoidlarida (qismida) fermentlar uchraydi?
3. Apoferment nima?
4. Koferment rovida qanday moddalar bo'lishi mumkin?

5. Substrat nima?
6. Fermentlarni faol markazi nima?
7. Ferment-substrat kompleksi hosil bo'lgandan keyin, substrat nima bo'ladi?
8. Konstitutiv fermentlar qanday fermentlar?
9. Hujayrada induksibel (adaptiv) fermentlarni paydo bo'lishi yoki yo'qolishi nimaga bog'liq?
10. Fermentlar qayerlarda ishlatilishi mumkin?
11. Fermentlar tibbiyot amaliyotida nima maqsadda ishlatiladi?
12. Fermentlarni sanoat sharoitida olishda manba bo'lib nima xizmat qiladi?
13. Bioreaktor nima?
14. Qanday tirik organizmlarni bioreaktor deb atasa bo'ladi?
15. Suvda erimaydigan zaharli moddalarni fermentativ parchalanishi qanday hal qilingan?
16. Qanday bakteriyalar vodorod chiqaradi?
17. Bakteriyalarni qaysi turlari vodorodli issiqlik ishlab chiqaruvchi bioreaktor sifatida ishlatilishi mumkin?
18. Vodorod chiqaruvchi bakteriyalarni qaysi turlaridan reaktor sifatida foydalanib bo'lmaydi? Javobingizni izohlab bering.
19. Qanday bakteriyalar nanobo'lakchalar sintez qila oladi?
20. Bakteriyalar sintez qiladigan magnetitni nanobo'lakchalarining o'lchamini (parametrlarini) qanday qilib o'zgartirish mumkin?
21. Bakteriyalar sintez qiladigan nanobo'lakchalar qayerlarda ishlatilishi mumkin?
22. Odam organizmidagi mikroob hujayralari va odam tanasining o'zini hujayralarini miqdoriy munosabati qanday?
23. Yo'g'on ichakning bakterial bioreaktorlarini odam organizmidagi ahamiyati nimada?
24. Bakterial bioreaktorlar qanday qilib, inson salomatligi va hayotiy faoliyatini boshqarishlari mumkin?
25. Nima uchun kosmos tadqiqotchilari bakteriyalar bilan qiziqib qolishgan?
26. Odam organizmidagi bakteriyalarning tarkibi nimaga bog'liq bo'lishi mumkin?
27. Kosmik kemalarda yashay oladigan, Marsga va boshqa uzoqroq sayyoralarga «sayohat» qiladigan bakteriyalar (bioreaktorlar) qanday biologik xossalarga ega bo'lishlari zarur?

28. Bir turga mansub bakteriyalarga uzoq kosmik parvozda talab qilinadigan xossalarni berish uchun nimalar qilish kerak?

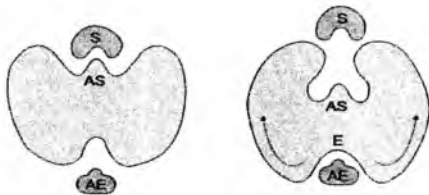
29. Nima sababdan kosmos tadqiqotchilari issiqsevar ko'k-yashil bakteriya-spirulina bilan qiziqib qolishgan?

Vazifalar

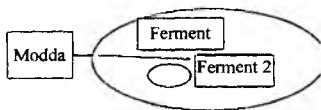
1-vazifa. Quyida keltirilgan sxemani daftaringizga yozib oling. Sxemada fermentni belgilang. Shu fermentni qaysi qismi faol markaz bo'lishi mumkinligini toping. Faol markazi bo'lishi mumkin bo'lgan qismini uzoq chiziqlar yordamida aylantirib chiqing.



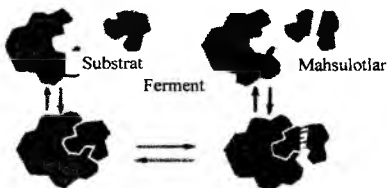
2-vazifa. Quyidagi sxemada apoferment (AS), koferment (AE) va substrat molekulasi ishtirok etadigan jarayon aks ettirilgan. Shu jarayonni tushuntirib bering. Sxemani daftaringizga chizib oling va u aks etgan jarayonni izohlang. Nima uchun sxemani ikki ko'rinishdagi apofermentni shakli bir-biridan farq qiladi? Har ikkala rasmda fermentni faol markazini toping va ularni aylantirib chizib chiqing. Sxemada ko'rsatilgan jarayonda, fermentni faol markazini rolini tushuntirib bering.



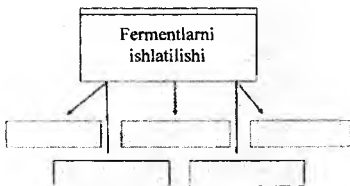
3-vazifa. Keltirilgan sxemani daftaringizga chizib oling. Ikki xil fermentni va moddani nomini yozing. Birinchi xil ferment hujayrada doimo uchraydi, ikkinchi xil ferment faqat hujayraga ma'lum modda ta'sir etganida hosil bo'ladi. Bu modda nima deb ataladi?



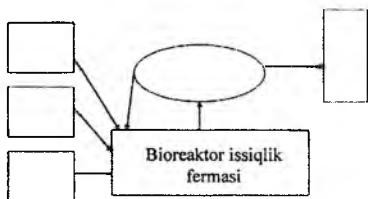
4-vazifa. Quyida keltirilgan sxemada aks ettirilgan jarayonlarni ma'nosini tushuntirib bering. Sxemani daftaringizga ko'chirib oling va unda keltirilgan barcha strukturalarni, jumladan yozilmaganini ham belgilab chiqing.



5-vazifa. Quyidagi sxemani daftaringizga chizib oling va uni bajarilishini nihoyasiga yetkazing (fermentlar ishlatiladigan ishlab chiqarish sohaslarini ko'rsatib chiqing).



6-vazifa. 4-bo'limning matni va keltirilgan rasmdan foydalanib, daftaringizga bioreaktor «issiqlik fermasi» sxemasini nihoyasiga yetkazing.

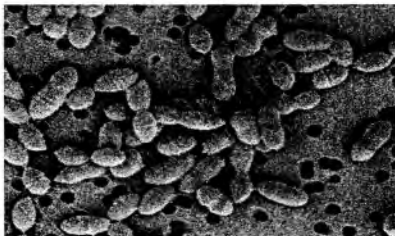


7-vazifa. 4-bo'limda keltirilgan matn asosida bioetanol sintez qiluvchi ko'k-yashil bakteriya yaratish bo'yicha bajarilgan tadqiqotlarni analiz qiling. Bunday tadqiqotlarni asosiy bosqichlarini alohida ajratib ko'rsating. Har ikkala asosiy bosqichda qanday usul ishlatilgan? Metanol ishlab chiqaruvchi ko'k-yashil bakteriya «nanokonstruksiya» qilish uchun o'zingizning rejangizni yozib chiqing. Bunday nanokonstruksiyani asosiy sharti quyidagilardan iborat bo'lishi shart: metanolni maksimal miqdorda chiqishini ta'minlash; bioreaktorda o'stiriladigan siz yaratgan ko'k-yashil bakteriyangizni minimal massasi.

8-vazifa. Marsdagi sharoit kislorodni yo'qligi, ultrabinafsha nurlarni balandligi, juda past harorat bilan izohlanadi. Shunga qaramasdan, olimlarni spirulina deb atalgan ko'k-yashil bakteriya qiziqirmoqda (rasmi keltirilgan). Nima uchun? Qanday qilib, issiqsevar spirulinaga Mars sovug'iga chidamlilik va bioissiqlik chiqarish xususiyatlarini berish mumkin? Spirulinadan Marsga sayohat qilish uchun bakteriya-bioreaktor «konstruksiya» qilish bo'yicha o'z rejangizni tuzing.



9-vazifa. NASA tadqiqotchilari atsidofillarga o'xshagan bakteriyalarga e'tibor qaratganlar. Butun dunyoda bunday bakteriyalarni kasallik chaqirish xususiyati aniqlanmagan, shuning uchun ham u fazogirlar hayoti uchun xavfli emas. Ular Mars biosferasi uchun ham (xarakterli bo'lmagan mikroblar bilan «zaharlanish») xavfli emas. 7-bo'limda keltirilgan materiallardan foydalanib, sut achituvchi bakteriyalarni termofil shtammlarini (rasmda ko'rsatilgan) yaratish bo'yicha o'z rejalaringizni yozib chiqing.



10-vazifa. Sizga ma'lum bo'lgan axborot manbalaridan foydalanib, quyidagi mavzularning birortasidan referat yozing, kompyuterda tayyorlab, guruhingiz oldida himoya qiling:

- fermentlarni tuzilishi va biologik roli;
- fermentlarni mikrobiologik sintezi;
- fermentlardan tibbiyot amaliyotida foydalanish;
- odam-organizmining hayot faoliyatida bakteriya-bioreaktorlarni roli;
- kosmos parvozlar uchun bioreaktorlar.

11-vazifa. Bioreaktorlar va biokatalizatorlardan (fermentlar) nanobiotexnologiyada foydalanish bo'yicha axborot bazasi yarating.

Adabiyotlar

Березов Т.Т. Применение ферментов в медицине / Т.Т. Березов. // Соросовский образовательный журнал, 1996, №3, 23-27 с.

Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение: пер. с англ./Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002, 589 с.

Грин Н. Биология: в 3 т: пер с англ./ Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлер: под ред. Р. Сопера. – М. : Мир, 1996.

Давранов Қ. Биотехнология: илмий, амалий ва услубий асослари. – Тошкент, «Патент пресс». 2008, 504 б.

Иванов В.И. Как работают ферменты / В.И. Иванов // Сорковский образовательный журнал, 1996, №9, 25-32 с.

Рахов Э.Г. Миробы на службе нанотехнологии / Э.Г.Рахов // Химия. Издательский дом «Первое сентября», 2004, №7. Режим доступа [http:// www. him.|september.ru](http://www.him.|september.ru)).

Ферменты микроорганизмов. – Казань: «УниПресс», 1998.

Чернов Н.Н. Ферменты в клетке и пробирке / Н.Н. Чернов // Сорковский образовательный журнал, 1996, №5, 28-54 с.

Internet – saytlar:

[www. him.|september.ru](http://www.him.|september.ru);

fortunita.narod.ru;

ekb.tiu.ru|pc216-c52338-p2-fastfood.html;

dabao.info/secrets_nature.html.

8- bob. NANOMATERIALLAR VA NANOTEKNOLOGIYALARNI XAVFSIZLIK MUAMMOLARI

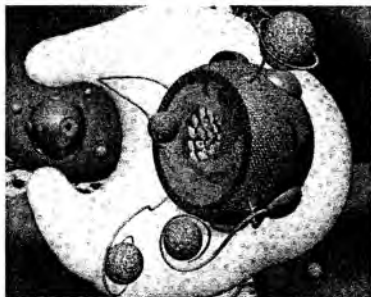
Reja:

1. Nanobo'lakchalarni tirik organizmlarga ta'sirining o'ziga xosligi.
2. Nanobo'lakchalarni manbalari va ularni odam organizmiga kirishining asosiy yo'llari.
3. Nanobo'lakchalarni tirik organizmga ta'sir etish mexanizmlari.
4. Nanomateriallar va nanotexnologiyalarni xavfsizligi sohasidagi milliy va xalqaro loyihalar.

1. Nanobo'lakchalarni tirik organizmlarga ta'sirining o'ziga xosligi

Nanobo'lakchalar (1-100 nm) tirik hujayralar o'lchamiga qaraganda ancha kichik. Ular noyob fizik va kimyoviy xususiyatlarga ega.

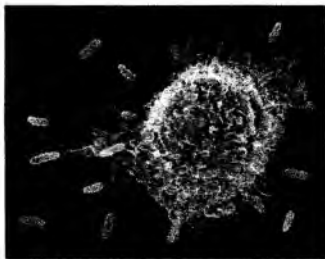
Nanobo'lakchalar tirik hujayralar bilan aloqaga kirganlarida o'zlarini qanday tutadi? O'lchami kichik bo'lgani uchun, ular yuqori darajada kirish va reaksiya imkoniyatlarga ega. Ular biologik to'qimalar va qon tomirlarini (ular birgalikda, to'qima-qon to'sig'ini shakllantiradilar) osonlik bilan teshib o'tadi (103-rasm).



103-rasm. To'qima - qon to'sig'i orqali kirgan nanobo'lakchalarning hujayra to'sig'ida tutib qolinishini modeli.

To'siq - organ va to'qimalarni begona moddalardan himoya qilishga va organizmni ichki muhiti tarkibining doimiyligini boshqarib turishga mo'ljallangan.

Nanobo'lakchalar oldida to'qima-qon to'sig'i zaiflik qiladi. Bu esa immun sistemasi, hatto odamni butun organizmni uchun katta xavf tug'diradi (104-rasm).



104-rasm. *Nanobo'lakchalarning immun sistemasi hujayrasini sirtida adsorbsiya bo'lishi.*

Nanobo'lakchalar hujayralarda ushlab olinib, hujayra organoidlariga kelib (mitoxondriya, yadro) tushadi. Shuning uchun ham, yangi nanomateriallar oldindan aytib bo'lmaydigan toksikologik va ekologik xossalarga ega bo'lishlari (yoki bu xossalarni organizmda yaratishlari) mumkin. Mana shular bilan bog'liq bo'lgan biologik va ekologik xavfni oldindan aniqlash va baholash katta ahamiyatga ega.

Tirik organizmga tushgan nanobo'lakchalar qancha vaqt saqlanishi mumkin? Klemson (AQSH) universiteti olimlari birinchi bo'lib, uglerodli nanobo'lakchalarni dunyoni yarim aholisi sevib iste'mol qiladigan guruchda saqlanishi va to'planishi haqidagi ma'lumotni e'lon qilganlar. Ular sholi urug'ini C70 uglerod nanobo'lakchalari qo'shilgan eritmada o'stirganlar. O'stirilgandan bir hafta o'tgach, uglerodni nanobo'lakchalari sholini ildizida, poyasida va bargida topilgan. Oradan 6 oy o'tgach bunday o'simlikdan sholi urug'i yig'ib olinib, uni normal sharoitda o'stirishga qo'yilgan (C70 uglerod nanobo'lakchalari qo'shilmagan). Olimlarni bashoratiga qarshi o'laroq, normal sharoitda o'stirilgan ikkinchi avlod o'simliklarda, nano-

bo'lakchalar uglerodni qora rangli agregatlari ko'rinishida namoyon bo'lgan (105-rasm).

Demak, tirik organiz

mga kirib qolgan uglerodni nanobo'lakchalari yuqori darajada «yashovchanlik» xususiyatiga ega bo'lib, ular keyingi avlodda ham yashab qoladi.



105-rasm. Uglerodni nanobo'lakchalari bilan ishlov berilmagan «ikkinchi avlod» bargining ko'rinishi (strelka bilan nanobo'lakchalar ko'rsatilgan).

Nanobo'lakchalarni xavfliligi qaysi xususiyatlarida namoyon bo'ladi?

Birinchi navbatda bu xususiyatlar:

- nanobo'lakchalar sirtqi maydonining hajmga nisbatan juda kattaligi;
- yuqori darajada reaksion qobiliyati;
- nanobo'lakchalarni eruvchanligining oshishi;
- nanobo'lakchalarni yuqori darajada katalitik va adsorbsion xususiyatlari;
- nanobo'lakchalarni atrof-muhitda va ozuqa zanjirida to'planishi (akkumulatsiyasi);
- nanobo'lakchalarni to'qima to'siqlarini teshib o'tib, jigar, miya, o'pka, buyrak va boshqa hayotiy muhim organlarga kirish imkoniyati;
- nanobo'lakchalarni biologik membranalariga ularni o'tkazuvchanligini buzib, kirib olish imkoniyatlari;

- nanobo'lakchalarni hujayralarda biologik o'zgarishlarga uchrashini pastligi va organizmdan chiqib ketishini juda sekinligi;
- nanobo'lakchalarni biomakromolekulalar va subhujayrali strukturalar o'zaro munosabatlarini oldindan bashorat qilib bo'lmashligi.

Odamzod o'zining butun tarixiy davrida dengiz va okeanlarda otiladigan vulqonlar, atmosferaga otilib chiqadigan cho'l va sahrolarni changlari, mikroorganizmlar, o'simliklar va suvda hamda quruqlikda yashovchi hayvonlar chiqaradigan nanobo'lakchalarida «cho'milib» kelmoqda. Keyingi ikki asr mobaynida, inson hayotiga shiddat bilan kirib kelayotgan va qaytmas tabiiy nanobo'lakchalarga atmosferada, suvda va tuproqda olib borilayotgan har xil tog'-kon ishlari, metallurgiya, kimyo va boshqa ishlab chiqarish sohalari hamda yo'l qurilish va avtotransport, kosmik parvozlar hosil qiladigan nanobo'lakchalar ham kelib qo'shildi. Mana endigina nanotexnologiyani rivojlanib borayotganligi tufayli bunga e'tibor bilan qaralmoqda. Olimlar, nanobo'lakchalarni yonish jarayonining ba'zi bir o'ta xavfli mahsulotlarni bog'lab olishi va bir joydan boshqa joyga tashish xususiyatlarga ega ekanligini aniqladilar. O'tkazilgan mediko-ekologik tadqiqotlar natijasida, qattiq chang nanobo'lakchalarini odam salomatligiga zarar yetkazishi aniqlangan. Bunday bo'lakchalarni uzoq vaqt davomida ta'sir etishi, yurak-qon tomir kasalliklarini va boshqa kasalliklarni ko'paytirish xavfi borligi aniqlangan.

Nanobo'lakchalarni xavfsizligi ularni aniq bir o'lchamiga bog'liqmi? Bu savolga javob topish barobarida, nanomateriallarni toksinlik xususiyati, ularni o'lchami bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'liq ekanligi aniqlangan: **Nanomaterialni o'lchami qancha kichik bo'lsa, uni solishtirma maydoni shuncha katta bo'ladi va uning toksinlik xususiyati shuncha ko'p bo'ladi.** Masalan, oltinni o'lchami 0,8 nm ga teng bo'lgan nanobo'lakchalari, laboratoriya hayvonlarining embrionlari uchun 1,5 nm lik nanobo'lakchalardan ko'ra ko'proq toksinlikka ega ekanligi aniqlangan. Ammo har ikkala bo'lakchalarni xunuklik va organizmni rivojlanishida boshqa o'zgarishlar chaqirish xususiyati bir xil ekanligi ham aniqlangan.

O'lchami 5-50 nm bo'lgan kumushni nanobo'lakchalari, nafaqat bakteriyalarga, balki laboratoriya kalamushlarini jigar hujayralariga ham qattiq ta'sir ko'rsatadi (ya'ni ularni nobud qiladi). Uning toksinlik xususiyati, mitoxondriyalarning funksiyasini buzilishi va hujayra membranalarini o'tkazuvchanligini ko'payishi bilan bog'liq. Ammo laboratoriya kalamushlariga kumushni $1,73 \cdot 10^4 - 1,23 \times 10^6$

bo'lakcha/sm³ konsentratsiyasi bilan 28 kun davomida ingalatsion ta'sir qilinganda, ularni og'irligiga va periferik qonni biokimyoviy ko'rsatgichlarida deyarli o'zgarishlar chaqirmaganligi ham aniqlangan. Bu amerika konferensiyasi (FCGIH) talablariga mos keladi. Bu konferensiya kumush nanobo'lakchalarini **havo tarkibida ruxsat etiladigan konsentratsiyasi – 2,16 x 10⁶ bo'lakcha/sm³** qilib belgilagan.

Kadmiy, xrom, mis, nikel va ruxlarning nanobo'lakchalarini toksinligini o'rganish, Dafniyni suvli kulturalarida o'tkazilgan tadqiqotlar mis va rux bir-biriga o'xshash toksinlik ko'rsatishini va bu xususiyat nordon sharoitda kuchayishini namoyish qilgan. Bunda, muhitga natriy tiosulfat qo'shilganda mis nanobo'lakchalarini toksinlik ta'siri kamaygan.

2. Nanobo'lakchalarni manbalari va ularni odam organizmiga kirishining asosiy yo'llari

Nanobo'lakchalarni asosiy texnogen manbalari va ularni avval atrof-muhitga, keyin esa odam organizmiga tushushini asosiy yo'llari quyidagilardan iborat:

1-tog'-kon va sanoat korxonalarini atmosferaga tushuvchi changsimon chiqindilari;

2-har xil ishlab chiqarish korxonalarining qattiq chiqindilari va oqova suvlari;

3-maxsus ishlab chiqariladigan va odamlar tomonidan ishlatadigan nanomateriallar va nanobo'lakchalar tutuvchi moddalar.

Olimlarni fikriga ko'ra, **erkin va fiksatsiya qilingan nanobo'lakchalar orasidagi farqqa e'tibor berish zarur.** Ma'lum joyga fiksatsiya qilingan nanobo'lakchalar, o'zlarini harakatsizliklari uchun erkin nanobo'lakchalarga qaraganda kamroq xavf tug'diradi.

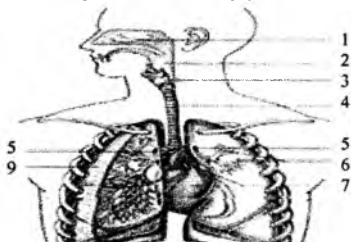
Nanobo'lakchalar qanday qilib odam organlarini hujayralariga kiradi?

Nanobo'lakchalarni odam organizmiga tushushining asosiy yo'llari quyidagilar:

1-nafas olish organlari (burun bo'shlig'i, burun-tomoq, traxeya, bronxlar, bronxiolalar, o'pka alveolalari) orqali nanobo'lakchalar o'pka kapillartari qoniga (106-rasm) va keyin kichik qon aylanish sistemasiga tushadi; havo orqali tashiladigan nanobo'lakchalar konveksiya va diffuziya orqali harakat qiladi; bunday o'lchamga ega bo'lgan bo'lakchalar, ko'proq nafas olish yo'llarida diffuziya yo'li bilan cho'kadi.

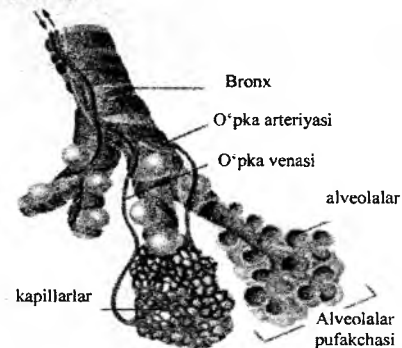
2-ovqat hazm qilish sistemasining organlari (og'iz, tomoq, qizil-o'ngach, oshqozon, ingichka ichak, yo'g'on ichak) dan nanobo'lakchalar terini birlashtiruvchi to'qima qavatiga (dermaga) tushadi va keyin katta qon aylanish sistemasiga o'tadi (107-108 rasm).

Nanobo'lakchalar qon bilan immun sistemasi, asab, ilik va reproduksiya sistemalariga kirib, ularni hujayralarida to'planadi.

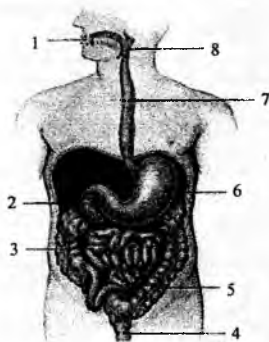


1. Burun bo'shlig'i. 2. Tomoq. 3. Hiqildoq. 4. Traxeya.
5. O'pka darvozasi. 6. Bronx. 7. Yurak. 8. Nafas olishda o'pka chegarasi. 9. Bronx daraxti.

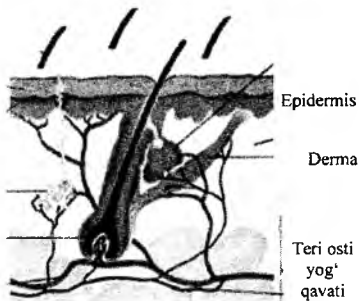
Qonni oqishi



106-rasm. Nafas olish sistemasining organlari – nanobo'lakchalarni odam organizmiga o'tish yo'llaridan biri.



107-rasm. Ovqat hazm qilish sistemasining organlari orqali nanobo'lakchalar katta qon aylanish sistemasining qon tomirlariga kirib boradi: 1 – og'iz bo'shlig'i; 2 – o'n ikki barmoqli ichak; 3 – ingichka ichak; 4 – to'g'ri ichak; 5 – yo'g'on ichak; 6 – oshqozon; 7 – qizil ung'och; 8 – tomoq.



108-rasm. Odamni teri qatlami orqali nanobo'lakchalar katta qon aylanish sistemasining qon tomirlariga tushadi.

3. Nanobo'lakchalarni tirik organizmga ta'sir etish mexanizmlari

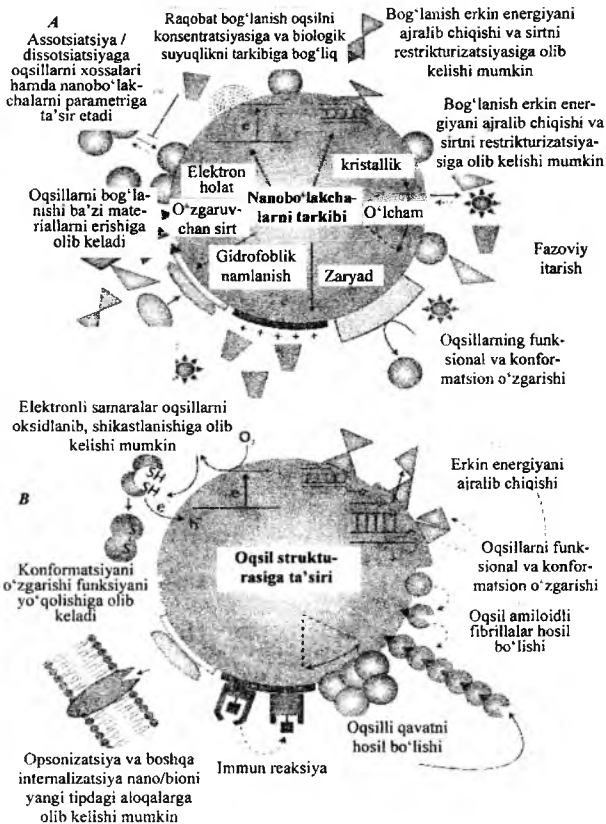
Nanobo'lakchalar qonga yoki boshqa biologik suyuqlikka tushganidan keyin ularda qanday holatlar kechadi?

Qon, limfa, oshqozon shirasi yoki har qanday boshqa suyuqlikka tushgan nanobo'lakchalar o'ziga xos bo'lgan «toj» bilan o'raladi. «Toj» («korona») – biologik suyuqlikdagi oqsil bo'lib, u nanobo'lakchalarni o'rab oladi, ya'ni ularni sirtiga adsorbsiya bo'lib yopishib oladi. O'zaro ta'sir natijasida oqsillarni o'zi ham o'zgaradi. Nanobo'lakchalarni o'rab olgan oqsil molekullari modifikatsiyaga uchrashi mumkin (109-rasm).

Shuni alohida ta'kidlash lozimki, «toj» ni shakllanish jarayoni tirik organizmga tushgan nanobo'lakchalarni (nanog'ovakchalar, temir dioksidining zarrachalari, polimerni nanogranulalari, liposomalar) «oldingi tarixiga», ya'ni kelib chiqishiga bog'liq. Nanobo'lakcha organizmga kirib kelguncha o'zida adsorbsiyalangan molekullar saqlashi mumkin. Bunday molekullar: ishlab chiqarish jarayonini qoldiqlari, atmosfera gazlari, nanobo'lakchalarni eritmalarini tayyorlash uchun ishlatiladigan emulsiyalarni stabilizatorlari va boshqalar bo'lishi mumkin.

«Toj» hosil qiluvchi asosiy oqsillar – albumin, immunoglobulinlar, fibrinogen va lipoproteinlardir. Nanobo'lakchalarni bu oqsillar bilan qoplanishi keng ma'noda uni keyingi hayotini belgilaydi. Nanobo'lakchalarni to'qima va organlar orasida taqsimlanishi, organizmdan chiqib ketish tezligi, membrana retseptorlari ishtirokida hujayrada yutilishi kabi jarayonlar, aynan nanobo'lakchalarni qoplab olgan oqsilni xususiyatlariga bog'liq.

Oqsillar va boshqa organik moddalar ZnO, CdSe, temir va aluminiy oksidlari kabi nanobo'lakchalarni eruvchanligini oshiradi. O'z navbatida nanobo'lakchalar oqsil molekulasiga ham ta'sir ko'rsatishi mumkin: ular agregatsiya chaqiradi, yon zanjirlarini oksidlaydi, fermentativ faollikni pasaytiradi, uchlamlchi strukturani o'zgartiradi. Mana shularni o'zi nanobo'lakchalar bilan ishlaganda ehtiyotkorlikni talab qiladi. Laboratoriya sharoitida o'tkazilgan tajribada seziiy oksidining nanobo'lakchalari β_2 mikroglobulindan fibrillarlar (mikrotola) hosil qilganliklari kuzatilgan. Bu esa, ma'lum sharoitda bunga o'xshagan jarayonlar odam organizmida ham sodir bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi. Masalan, agar miyada bunday jarayon sodir bo'lsa, Alsgeymer kasalligini rivojlanishiga olib kelishi mumkin.



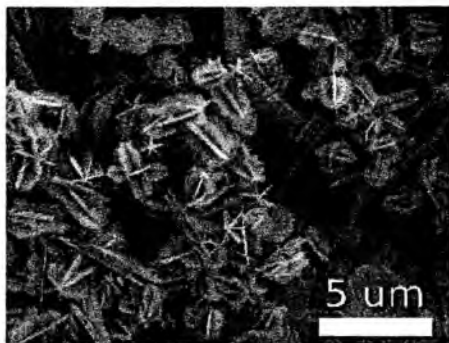
109-rasm. Oqsil «tojni» va nanobo'lakchalarni bir-birlariga o'zaro ta'siri.

Ammo shuni ham ta'kidlab o'tish lozimki, hozirgi vaqtgacha birorta nanobo'lakcha qandaydir holatda, neyrodegenerativ kasalliklarni rivojlanishida qatnashganligi haqida to'g'ridan-to'g'ri ma'lumotlar yo'q.

Metallar asosidagi nanobo'lakchalar. Bu nanobo'lakchalarni keng ishlatiladigan turi bo'lib, diqqatga sazovardir. Birinchi navbatda, bu titan oksidiga tegishli. Bu modda toza holatda ham, nanomateriallar tarkibida ham keng ishlatiladi. **Titan asosidagi nanomateriallar qanchalik darajada xavfsiz?**

Kattaligi 20 nm ga teng bo'lgan, TiO_2 nanobo'lakchasini ingalatsiya usulida, laboratoriya kalamushlarini nafas yo'liga kiritish orqali bajarilgan toksikologik tadqiqotlar, TiO_2 nanobo'lakchalari immun va asab tizimi hujayralarida to'planishini ko'rsatgan. Ularni limfotsitlarning DNKsiga va miya hujayralariga shikast yetkazganliklari kuzatilgan. **Titan oksidi nanobo'lakchalarining toksik ta'sirini asosiy mexanizmi atomar kislorodni induksiyasi hisoblanadi.** Ma'lumki, atomar kislorod biomolekulalarga nisbatan juda yuqori darajada shikastlantiruvchi faollikka ega. Bu faollik nafaqat nanobo'lakchalarni o'lchamiga, balki TiO_2 ni nafas strukturasi ham bog'liq. Maxsus qo'yilgan tajribalarda aluminiyning nanobo'lakchalarni tirik organizmga kuchli zaharli ta'siri bor ekanligi aniqlangan. Eng avvalo, aluminiyning nanozarrachalari mRNK sintezini bosib qo'yishi va hujayralarning bo'linishini chaqirishi aniqlangan. Bunda mitoxondriyalarni faoliyati buziladi, demak, ATF hosil bo'lishi ham ishdan chiqadi. Shunday qilib, **aluminiyning nanobo'lakchalari hujayrani energiya almashinuvini o'zgartiradi, bu esa o'z navbatida butun hayotiy zarur bo'lgan jarayonlarga salbiy ta'sir ko'rsatadi.**

Vanadiy oksidining nanobo'lakchalarni toksinligi ularni juda kuchli katalitik xossalari bilan bog'liq ekanligi ham aniqlangan (110-rasm). Kattaligi 30 nm ga teng bo'lgan nanobo'lakchalarni konsentratsiyasi 10 mkg/ml dan baland bo'lganida, OH-radikallar hosil qilishi mumkin. OH-radikallar lipidlarni, shu jumladan membrana lipidlarini va hujayra plazmalemmalarini ham oksidlaydi. Bu esa, o'z navbatida hujayrani membranali organoidlarini va plazmalemmalarini funksiyasini buzilishiga olib keladi va hujayradagi barcha hayotiy zarur jarayonlarga zarar yetkazadi.

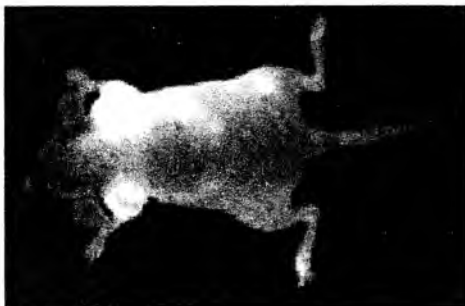


110-rasm. Vanadiy oksidining nanobo'lakchalari.

Metallarni nanobo'lakchalarini ta'siri ularni organizmga kiritish yo'llariga bog'liq ravishda farqlanadimi? Bu savolga javob topish uchun, laboratoriya sichqonlari, kalamushlari, yirik shoxli hayvon, qush va baliqlarda tajribalar o'tkazilgan. Tajribalarni birida, temirni nanobo'lakchalari suspenziya holatida hayvonlarni og'zidan organizmga kiritilgan. Sichqonlarni og'zidan temir suspenziyasi 50 (100 va 500) mkg/kg yuborilganda, hech qanday toksik samara bermagan. Faqat 1000, 2000 va 5000 mkg/kg dozada bo'lib-bo'lib yuborilganda, oshqozonda va ichakda shamollanish jarayonlari hamda qon aylanishida o'zgarishlar bo'lganliklari kuzatilgan.

Tajribalarni ikkinchi takrorlanishida, temir nanobo'lakchalari hayvonlarga nafas olish yo'llari orqali, ingalatsiya usulida yuborilgan. Kattaligi 22 va 280 nm ga teng bo'lgan temir oksidining nanobo'lakchalari 8 va 20 mg/kg dozada kalamushlarga yuborilganda, hujayrada kislorodni faol formasini induksiyasi (kuchayishi) namoyon bo'lgan. Bunda o'pka shishib, uni to'qimalari kattalashgan hamda qonni qotish sistemasi buzilgan (111-rasm).

Demak, temirni nanobo'lakchalarini organizmga nafas olish sistemasi orqali yuborilganda, hayot uchun ovqat yo'li orqali yuborilganga nisbatan xavfliroq ta'sir etishi aniqlangan.



111-rasm. Temir oksidining nanobo'lakchalari (o'lchami 22 va 280 nm), 8 va 20 mg/kg dozada nafas olish yo'liga kiritilganda faol kislorodni induksiyasi boshlangan: o'pka shishgan, qonni qotishi buzilgan.

Kam miqdorda, doimiy ravishda, uzoq vaqt davomida organizmga kiritilgan nanobo'lakchalar qanday ta'sir qiladi? Bunday ta'sirga organizm moslashishi yoki undan foyda olishi mumkinmi?

Bu juda ham qiziq bo'lgan savolga javob berish uchun 3 oy davom etgan tajriba qo'yilgan. Tadqiqotlarda temirni nanobo'lakchalari 20 va 40 mkg/kg dozada 90 kun davomida organizmida hech qanday o'zgarishlar chaqirmagan. Temir nanobo'lakchalarini yanada kamroq bo'lgan dozasi (2-6 mkg/kg) hayvonlarni rivojlanishini kuchaytirgan, qon zardobini bakteritsidlik faolligini ko'targan va qon tarkibidagi oqsil miqdorini ko'paytirgan.

Uglerodli nanotrubbkalar. Laboratoriya sichqonlarida va odamni hujayra kulturalarida (in vitro) olib borilgan tadqiqotlar, uglerodli nanotrubbkalar zaharli ta'sirga ega ekanligini ko'rsatgan (112-rasm).

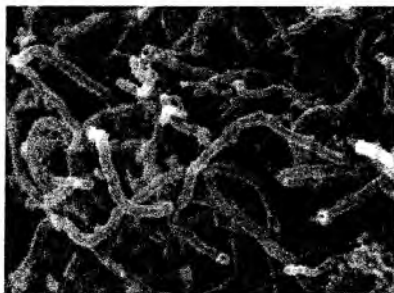
Nanotrubbkalarni tirik strukturalarga toksinlik ta'sirining mexanizmlari:

– uglerodli nanotrubbkalar teri epiteliyasini plazmalemmasi orqali o'tadi va ularni sitoplazmasida akkumulatsiya bo'ladi. Teri hujayralari nanotrubbkalarni to'plab, vaqtdan oldin nobud bo'ladi;

– laboratoriya hayvonlariga suvda eriydigan nanotrubbkalar ovqatiga qo'shib berilganida, nanotrubbkalar organizmni butun to'qimalari va

organlariga tarqaladi. Bir devorli nanotrubbalar 25, 50, 100 va 150 mkg/ml konsentratsiyada ko'payishini sekinlashtiradi;

– ko'p devorli uglerodli nanotrubbalar to'qima va organlarga kirib, hujayrani hayotiy faoliyatini pasaytiradi.



112-rasm. *Hujayra kulturasi va laboratoriya hayvonlarida toksinligi sinab ko'rilgan uglerodli nanotrubbalarining ko'rinishi.*

Uglerodli nanotrubbalar – prokariotlarga qanday ta'sir ko'rsatadi? Tajribalar yorug'lik beruvchi dengiz bakteriyalarini geni kiritilgan ichak tayoqchasidan o'tkazilgan. 1ml suvli suspenziya tarkibida 1 mlrd hujayra va 0,2 mg nanotrubka (bir devorli uglerodli nanotrubka) yaxshilab aralashtirilgan va xona haroratida har xil vaqtga qoldirilgan. Keyin, hujayralarni nanotrubbalardan yuvib tashlab, atom-kuchli mikroskop ostida kuzatilgan.

4 chi kun uglerodli nanotrubka bilan inkubatsiya qilingan bakteriyalarni sirtida deformatsiya boshlangan. Ba'zi bakteriyalar hujayra ichidagi moddalarni yo'qotgan, shuning uchun ham ular mikroskopda kuzatilganda, hujayrani o'rta qismida hech narsa bo'lmaganligi aniqlangan. 7-8chi kunlarda hujayra ichidagi hamma suyuqlik butunlay oqib chiqqan va bakteriyadan faqat yalpoqlashgan hujayra qobig'i qolgan.

Tirik organizmga uglerod kuchliroq ta'sir qiladimi yoki trubkaga o'xshagan nanostrukturami? Bu savolga javob berish uchun qo'shimcha tajribalar o'tkazilgan. Bu tajribalarda nanotrubka yasalgan material, ya'ni uglerod hujayraga hech qanday toksik ta'sir

ko'rsatmasligi aniqlangan. Toksik (bakteritsid) ta'sirga, aynan trubka shaklidagi nanostruktura ega ekanligi ham aniqlangan. Nanotrubka bilan inkubatsiya qilinganda, bakteriyalar soni 2 soatdan keyin 2 martagacha kamayganligi kuzatilgan.

Nanobo'lakchalarni trubkasimon strukturasi, bakteriyalarni hujayra devorini mexanik parchalab tashlaganligi va nihoyat bakteriya hujayralarini o'limga olib kelganligi ham aniqlangan. **Tirik organizm uchun uglerodli nanotrubkalar xavflimi yoki shahar havosimi?** Bu savol bilan ham AQSH olimlari boshqalardan ko'ra ko'proq qiziqqanlar. Ular uglerodli nanotrubkalarni va shahar havosining qonni ivishiga ta'sirini o'rganganlar. Olimlar o'z tajribalarida, nanozarrachalar o'pka orqali qonga o'tib, trombositlar bilan o'zaro munosabatga kirishib, bir-biriga yopishgan holda qonni ivishini oshirgan. Ayniqsa, aralashma uglerodli nanozarrachalar ko'proq trombositlarni yopishishiga sababchi bo'lgan. Keyin bir devorli → ko'p devorli → shahar havosi egallagan.

Tadqiqotlar natijasida aralashgan uglerodli nanobo'lakchalar eng ko'p negativ samaraga ega ekanligini ko'rsatgan. Bunday samara odam trombositlarini bir-biriga yopishishi kuchayganligida va laboratoriya hayvonlarining uyqu arteriyasida to'siqlar paydo bo'lganligida namoyon bo'lgan. Tajribalarda har xil strukturaga ega bo'lgan uglerodli nanotrubkalar ishlatilgan va ularni samaralari bir-birlariga nisbatan quyidagicha bo'lgan:

- birinchi o'rinni – aralashgan uglerodli nanotrubkalar;
- ikkinchi o'rinni – bir qavatli uglerodli nanotrubkalar;
- uchunchi o'rinni – ko'p qavatli nanotrubkalar;
- to'rtinchi o'rinni – shahar havosi egallagan.

Yuqorida keltirilgan misollar va o'tkazilgan tadqiqotlardan olingan natijalar asosida, nanomateriallarni toksinlik xususiyati quyidagilarga bog'liq ekanligini aytish mumkin:

- nanomateriallarni fizik tabiatiga;
- nanomateriallarni olish usuliga;
- nanomateriallarni o'lchamiga;
- nanomateriallarni strukturasi;
- tajriba o'tkaziladigan biologik obyektga;
- nanobo'lakchalarni bir marta yuboriladigan dozasi;
- nanobo'lakchalarni yuborishni (kiritish) tartibiga.

Shuni ta'kidlash lozimki, nishon – organlar va toksik samarani rivojlanish mexanizmi xilma-xil. Bir xil nanomateriallar o'zlarining fizik tabiati tufayli, faol formadagi kislorod hosil bo'lishini induksiya qilsa,

boshqasi to'qima to'siqlaridan o'tib, hujayra plazmalemmasini ichiga kirib, hujayra ichidagi komponentlar bilan o'zaro munosabatlarga kirishadi.

Boshqa bir nanomateriallar esa, organoidlarning biologik membranalarini va plazmalemmalarni buzib, ularni toksik va boshqa xavfli moddalar uchun o'tadigan qilib qo'yadi.

4. Nanomateriallar va nanotexnologiyalarni xavfsizligi sohasidagi milliy va xalqaro loyihalar

Dunyoda nanotexnologiyalarni rivojlanish istiqbollariga e'tibor kuchayib bormoqda. Nanomateriallar haqidagi ilmiy ma'lumotlarni majmuasi, ularni butunlay yangi sinf mahsulotlari ekanligini ko'rsatdi. Shuning uchun ham, nanomateriallarni xavfsizligini o'rganish hamda ularni toksinlik xususiyatini baholash metodologiyasini ishlab chiqish dolzarb muammoga aylangan. Nanotexnologiya sohasida faoliyat olib borayotgan mamlakatlarda, bu sohadagi me'yoriy hujjatlarga talab tobora oshib bormoqda.

Milliy tashabbuslar. Nanomateriallar va nanotexnologiya masalalarining xavfsizligiga ko'plab mamlakatlar qatori, O'zbekiston ham qiziqish bilan qaraydi. Garchan bu muammoni yechish sohasida qilinadigan ishlar unchalik ko'zga ko'rinarli bo'lmasada, yaqin kelajakda bu sohaga e'tibor boshqacha ko'rinishga ega bo'ladi. Qo'shni Rossiya mamlakati (bu mamlakatda ham hozircha nanotexnologiya kuchli rivojlangan emas) misolida shuni aytish mumkinki, 2015-yilning oxiriga kelib nanosanoatning sotishga chiqargan mahsulotlar hajmi – 300 mlrd rub ga teng bo'lishi bashorat qilinmoqda.

Nanotexnologiya sohasida davlat siyosatini hayotga tatbiq etish maqsadida Rossiyada 2007-yilda nanotexnologiya bo'yicha korporatsiya tuzilgan. O'sha yildan boshlab, bu sohada nazorat tizimi tashkil qilingan. Bunda Rossiya fanlar akademiyasi bilan birga davlat tashkilotlari ham ishtirok etadi. 2007-yili Davlat Bosh sanitar vrachining qarori bilan «nanomateriallarni miqdoriy aniqlash va identifikatsiya qilish usullari, xavflilik darajasini baholash usuli va toksikologik tadqiqotlar konsepsiyasi» tasdiqlangan. «Konsepsiya»da nanomateriallarni, nanobo'lakchalarni va nanotexnologiyalarni aniqlash, ularni klassifikatsiya qilish va ishlatish sohalari ko'rsatilgan. Shuningdek, bu hujjatda har bir nanomaterialni toksikologiyasini o'rganish zarurligi ham ko'rsatib o'tilgan.

AQSH da 2000-yili 26 chi federal agentlikni nanotexnologiya sohasidagi faoliyatini koordinatsiya qiluvchi Milliy nanotexnologik tashabbus (NNI) e'lon qilingan. Bu sohalararo Dastur bo'lib, u inson salomatligi uchun xavfli bo'lgan agentlarni zamonaviy toksilogik testlar asosida baholash bilan shug'ullanadi. Mana shu Dastur doirasida AQSH ni 6ta federal agentligi, nanomateriallardan foydalanishni odam organizmiga zararini (xavfini) nazorat qiladi. Bunday tadqiqotlarni asosi va vazifalaridan biri – nanomahsulotlarni xavfsizligini baholash uchun usullar va normativlar ishlab chiqishdan iborat. AQSHning atrof-muhitni muhofaza qilish agentligi (ERA) nanomateriallardan foydalanib, yaratilgan mahsulotlarni ekologik xavfsizligini aniqlash bo'yicha tadqiqotlar olib boradi.

Yaponiyada ham ishlab chiqariladigan nanomateriallardan paydo bo'ladigan potensial xavfni baholash bo'yicha tizimli nazorat ishlari va tadqiqotlar olib boriladi. Nanomateriallarni toksik xususiyatini aniqlash bo'yicha testlar, xavf-xatarni baholash usullari (asosan nafas olganda) bo'yicha tadqiqotlar olib boriladi.

Xalqaro loyihalar va tashabbuslar. Nanomateriallardan foydalanishni biologik xavfsizlik bo'yicha ishlarni, iqtisodiy hamkorlik va rivojlanish (OESR) Tashkiloti huzurida tashkil qilingan sanoat materiallari bo'yicha ishchi guruh koordinatsiya qiladi. Nanomateriallarni potensial xavfini aniqlash bo'yicha yaratilgan davlatlararo dasturni bajarishda 20 dan ko'proq mamlakatlar ishtirok etadi. Mana shu dastur doirasida nanomateriallarni atrof-muhitdagi miqdori, ularni tirik organizmlar uchun potensial toksinligi monitoring qilinadi.

Kullas, nanosanoat bilan shug'ullanadigan mamlakatlarda nanotexnologiyalarni, nanomateriallarni har xil turlarini xavfsizligiga, ularni toksinlik xususiyatlariga katta e'tibor bilan qaraladi. AQSH, Yaponiya, Rossiya va boshqa mamlakatlarda bu muammoga bag'ishlangan xalqaro anjumanlar o'tkazilib turiladi.

Masalan, «Rusnanotech 2010» deb atalgan III – Xalqaro forumda maxsus «Nanosanoat va nanotexnologiyalarning mahsulotlarini inson salomatligiga xavfsizligi» seksiyasi faoliyat ko'rsatgan. Bu seksiya ishida davlat tashkilotlarini, ilmiy tashkilotlar va biznesni rossiyalik, Yevropa mamlakatlari va AQSHdan kelgan vakillari ishtirok etganlar. Nanosanoat va nanotexnologiya mahsulotlarini inson salomatligiga xavfsizligini ta'minlash bo'yicha seksiya I chi navbatdagi vazifalari quyidagicha belgilangan:

1. Nanomateriallarni xavfsizligini baholash, ularni ishlab chiqarishda va ishlatilganda xavfni baholash bo'yicha ilmiy tadqiqotlarni davom ettirish.

2. Ishchi zonani havosi, ishlatiladigan suv va suv to'planadigan hovuzlarda, ozuqa mahsulotlarida, maishiy kimyo vositalarida, nanobo'lakchalar va nanomateriallarni saqlanishini gigiyenik me'yorlarini ishlab chiqish.

3. Havoda, suvda, tuproqda, oziq-ovqat mahsulotlarida, maishiy kimyo vositalari tarkibida nanomateriallarni topish va miqdoriy aniqlashni yuqori samarador usullarini ishlab chiqish.

4. Nanotexnologiya va nanomateriallarni xavfsizligini ta'minlash va baholash sohasida yuqori kvalifikatsiyaga ega bo'lgan mutaxassislar tayyorlashni tashkil qilish.

5. Nanotexnologiyalarni nazorat qilish va nanomateriallardan foydalanish bo'yicha xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikni kengaytirish.

6. Nanotexnologiyalarni xavfsizligi sohasida to'plangan ilmiy tadqiqotlarni natijalari bo'yicha xalqaro ma'lumotlar almashishni kengaytirish.

7. Nanoxavfsizlik bo'yicha, shu jumladan nanomateriallarni xossalari va ularni biologik ta'sirini o'rganish sohasidagi to'plangan bilimlarni xalqaro bazasini yaratish.

Asosiy atamalar ro'yxati

Oqsillarni agregatsiyasi – oqsil molekulalarini ikkilamchi strukturalari (o'ngga qayrilgan α -spirallar) orqali o'zaro ta'siri va nadmolekular agregatlarni hosil bo'lishi.

Diffuziya – molekularni (yoki atomlarni) xaotik issiqlik harakati ta'sirida ma'lum muhitda zarrachalarni (bo'lakchalarni) tarqalishi (ko'chishi).

Konveksiya – moddani o'z-o'zidan yoki majburiy aralashtirish yo'li orqali suyuqlikni yoki issiqlikni ko'chish hodisasi.

Oqsillarni konformatsiyasi – oqsil molekulasining fazoviy (uchlamchi) strukturasi.

Liposoma – devori ikki qavatli (qo'shqavat) lipidlardan tashkil topgan, dumaloq pufak.

Oqsillarni modifikatsiyasi – sintez bo'lgan polipeptidlarni kimyoviy o'zgarish molekulani fragmentlarga kesish; alohida fragmentlarni bir-biriga tikib, molekula hosil qilish; oddiy oqsillarni har

xil moddalar bilan bog'lab, murakkab oqsillar – glikoproteinlar, lipoproteinlar, metalloproteinlar va boshqalar hosil qilish; polipeptid tarkibidagi ba'zi aminokislotalarni kimyoviy o'zgarishi (oksidlanish, disulfid va vodorod bog'lari hosil bo'lishi).

Nanobo'lakcha (nanostruktura) – kattaligi 1 dan 100 nanometrgacha bo'lgan (nanometr- metrni milliarddan bir qismi, 10^{-9}) obyektlar.

Nanotexnologiyalar – nanostrukturalarni manipulyatsiyasiga asoslangan fundamental texnologiya.

Organ-nishon – moddalar (gormonlar, dorivor moddalar) to'planadigan organ, u organizmda tabiiy yo'l bilan harakatlanadi yoki yo'naltirilgan transport orqali sun'iy boshqariladi.

Suspenziya – suyuq muhitda tarqalgan, qattiq bo'lakchalardan tashkil topgan dispers sistema.

To'qima-qon to'sig'i – biologik to'qimalarni struktura elementlari va qon tomirlari devorlari tomonidan tashkil etilgan, organizmni biologik himoya sistemasi.

Fibrillar – oqsil molekullari hosil qilgan mikroskopik tolalar.

Takrorlash uchun savollar

1. Nima sababdan nanobo'lakchalar biologik to'qimalar va qon tomirlarini devorlari orqali yengil o'tadi?

2. To'qima – qon tomir to'sig'i orqali o'tgan nanobo'lakchalarga nima bo'ladi?

3. Nanobo'lakchalarni tirik organizm uchun xavfliligi, ularni qanday xossalari tufayli namoyon bo'ladi?

4. Nanobo'lakchalarni xavfsizligi ularni o'lchamiga bog'liqmi?

5. Kumush nanobo'lakchalari tirik hujayraga qanday ta'sir ko'rsatadi?

6. Rux nanobo'lakchalari dafniy kulturasi qanday ta'sir qiladi?

7. Rux nanobo'lakchalarini dafniy kulturasi ta'sirini kuchaytirish (kuchsizlantirish) mumkinmi?

8. Nanobo'lakchalar asosan atrof-muhitga qayerdan tushadi?

9. Qanday nanobo'lakchalar (erkin yoki bog'langan) atrof-muhitga ko'proq xavf tug'diradi?

10. Nanobo'lakchalar atrof-muhitdan odam organizmiga qanday yo'llar bilan kirib boradi?

11. Odam organizmiga tushgan nanobo'lakchalar qaysi organda to'planadi?

12. Oqsil «toj» qanday hosil bo'ladi?

13. Nanobo'lakchalar «toj» oqsillariga ta'sir etadimi?

14. Titan oksidining nanobo'lakchalari organizmga kirganidan keyin qanday ta'sir ko'rsatadi?

15. Aluminiy nanobo'lakchalari organizmga qanday ta'sir ko'rsatadi?

16. Vanadiy oksidi nanobo'lakchalar hujayrada qanday o'zgarishlar chaqiradi?

17. Nanobo'lakchalarni xavfsizligi ularni organizmga kirish yo'liga bog'liqmi?

18. Nanobo'lakchalarni kichik dozasini organizmga doimiy kirib turishi, tirik organizmga qanday ta'sir ko'rsatadi?

19. Teri epiteliysiga uglerodli nanotrubkalar kirganda nima bo'ladi?

20. Laboratoriya hayvonlarini ovqatiga aralashtirib yedirilgan uglerodli nanotrubkalar ularga qanday ta'sir qiladi?

21. Uglerodli nanotrubkalar prokariot hujayralarga qanday ta'sir ko'rsatadi?

22. Bakterial hujayraga nima kuchliroq ta'sir ko'rsatadi, nanotrubkalarni uglerodimi yoki trubkasimon nanostrukturalarimi?

23. Tirik organizm uchun nima xavfliroq: uglerodli nanotrubkalarni yoki shahar havosimi? Bu savolga javob qanday topilgan?

24. Nanomateriallar va naotexnologiyalarni xavfsizligi sohasida olib boriladigan milliy tashabbusni xarakterlab bering.

25. Siz nanotexnologiya va nanomateriallarni xavfsizligi sohasidagi qanday xalqaro loyihalarni bilasiz?

26. Nanosanoat va nanotexnologiya mahsulotlarini odam salomatligiga xavfsizligini ta'minlovchi qanday vazifalar belgilangan va qayerda?

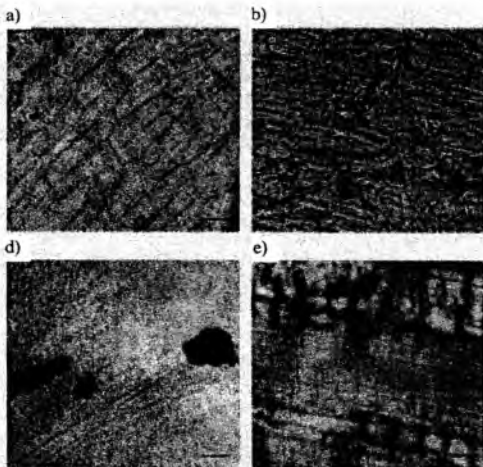
Vazifalar

1-vazifa. 1-bo'limda nanobo'lakchalar tirik organizmlar uchun xavfsizligini belgilovchi 9 ta xususiyati keltirilgan. Ularni xavflilik darajasiga qarab, birin-ketin yozib chiqing. Mana shu qilgan ishingizni natijalaridan foydalanib, sizningcha nanobo'lakchalarni tirik organizm uchun xavfli bo'lgan xususiyatlarini yozib chiqing.

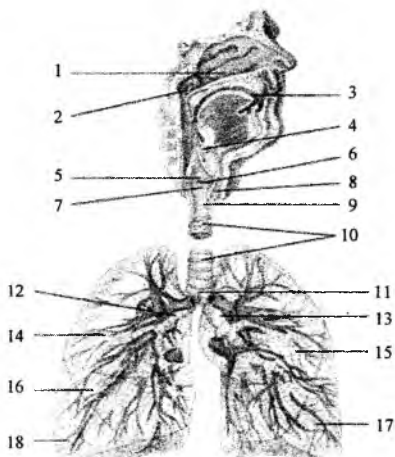
2-vazifa. AQSH ni Klemson universiteti olimlarining tajribalarida, sholi urug'i C70 ni nanobo'lakchalari o'simlikni barcha organlarida:

ildiz, barg, poyada topilgan. Bunda, eng mayda uglerod nanobo'lakchalari (rasmda qora rangda ko'rsatilgan) ildiz tuklarida topilgan (a), yirikroqlari ildiz ichidagi to'qimalar (b) hamda o'tkazuvchi to'qimalarda (d) va barglarni asosiy to'qimalaridan (e) joy olishgan.

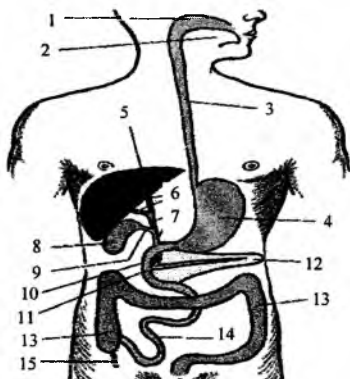
Birinchi avlod o'simliklaridan sholi urug'i yig'ib olingan. Bu urug'larga nanobo'lakchalar bilan ishlov berilmagan. Shunga qaramasdan, undan o'sib chiqqan o'simlikni barglarida uglerod nanobo'lakchalarini to'planganligi kuzatilgan. Ammo ular (uglerod nanobo'lakchalari) birinchi avlod o'simliklariga nisbatan, ikkinchi avlod o'simliklarda kamroq uchragan. Amerikalik olimlar o'tkazgan tajriba natijalarini tushuntirib bering. Nanobo'lakchalarni ikkinchi avlod o'simliklarga o'tish mexanizmini tushuntirib bering. Nima uchun uglerod nanobo'lakchalari ikkinchi avlod o'simliklarda, birinchi avlod o'simliklarga nisbatan kamroq uchrashini tushuntiring. Mana shu tajriba natijalari asosida, qanday xulosaga kelish mumkin? Mana shu natijalar asosida, o'simlikshunos mutaxassislar uchun o'zingizni shaxsiy amaliy takliflaringizni shakllantirib yozib bering.



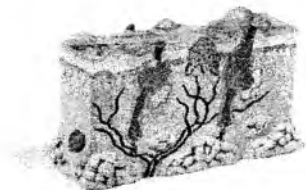
3-vazifa. Keltirilgan rasmda, nafas olish sistemasining organlari sxematik ko'rsatilgan va raqamlar bilan belgilangan. Havodan nafas olganda nanobo'lakchalar organizmga kelib tushadigan organlarni raqamlarini belgilang. Bu organlarni nomlarini yozib chiqing. 14 va 18 raqamlar bilan kichik qon aylanish sistemasidagi vena qon tomirlari ko'rsatilgan bo'lib, ularga nanobo'lakchalar o'pka alveolarlari (17) orqali o'tadi. Mana shu qon tomirlaridan nanobo'lakchalar qanday qilib, bosh miya qon tomirlariga o'tishini tushuntirib bering.



4-vazifa. Keltirilgan rasmda, ovqat hazm bo'lish organlari aks ettirilgan. Ularni har biri tegishli raqamlar bilan belgilangan. Ovqat bilan birga nanobo'lakchalar kirib kelayotgan organlarni raqamlarini ko'rsating. Bu organlarni nomlarini to'liq yozib chiqing. Nima uchun Siz ovqat hazm qilish sistemasining boshqa organlarini ko'rsatmaganingizni tushuntiring. Qanday holatlarda (sharoitlarda) nanobo'lakchalar Siz ko'rsatmagan organlarda bo'lib qolishini tushuntiring.



5-vazifa. Rasmda insonni teri qavati sxema shakida keltirilgan. Shulardan qaysi birlari, terini shakllanishida qatnashishni belgilab chiqing. Strelkalar bilan nanobo'lakchalarni teri orqali katta qon aylanish sistemasiga tushishini ko'rsating. Terini qaysi qavati sirtida turgan nanobo'lakchalarni vena qon tomiri devorlaridan ajratib turadi?



6-vazifa. Organizmga tushgan vanadiy oksidi nanobo'lakchalarini xavfsizligi, ularni kuchli katalitik xossalari bilan bog'liq. Nanobo'lakchalar OH – radikallar hosil bo'lishini chaqiradi va ular o'z navbatida (OH - radikallar) lipidlarni, shu jumladan biologik membranalarini va hujayra plazmalemmalarini lipidlarini oksidlaydi. Organizmga vanadiy oksidining nanobo'lakchalari kelib tushganida, faoliyati buziladigan hujayra organoidlarini nomlarini keltiring.

Vanadiy oksidi nanobo'lakchalari hujayraga kirganda, hujayra membranasining (plazmalemmani) qanday funksiyalari buziladi? Vanadiy oksidi nanobo'lakchalarini xavfliligiga ularni atrofida, hujayraga kirishgacha shakllangan oqsilli «toj» qanday ta'sir ko'rsatadi?

7-vazifa. Olimlarni fikrlariga ko'ra, uglerodli nanotrubbkalar ichak tayoqchasiga halokatli ta'sir ko'rsatadi. Bakteriyani uglerodli nanotrubbka bilan 7 - 8 kun o'stirilganda, bakteriya hujayrasi ichidagi suyuqlik butunlay oqib chiqqan. Bakteriyaga nima ta'sir qiladi? Uglerodmi yoki nanotrubbkani? Mana shu savollarga to'liq va to'g'ri javob berish uchun qanday yangi moddalar (materiallar) talab qilinadi? Siz bu savollarga qanday tajribalar asosida javob bergan bo'lar edingiz?

8-vazifa. Nanosanoat va nanotexnologiyani inson salomatligiga xavfsizligini ta'minlash uchun qator tadbirlar taklif qilingan. Shu vazifalarni quyida keltirilgan tadbirlar kesimida qanday tartibda bajarilishini tushuntirib bering.

- vazifani kechiktirmasdan tez bajarish;
- har bir vazifani inson salomatligi uchun muhimlik darajasiga qarab bajarish;

9-vazifa. Quyida keltirilgan mavzularni birortasidan referat tayyorlang.

1) Yevropa mamlakatlari, AQSH va Yaponiyaning nanomateriallar va nanotexnologiya xavfsizligi sohasida olib borgan milliy tashabbuslar.

2) Nanomateriallar va nanotexnologiyalarni xavfsizligi bo'yicha Xalqaro tashabbuslar va loyihalar.

3) Xalqaro anjumanlarni ta'minlash bo'yicha qabul qilingan qarorlari.

10-vazifa. Nanomateriallar va nanotexnologiyalar xavfsizligini ta'minlash bo'yicha qabul qilingan hujjatlar haqida informatsion baza yaratish.

Adabiyotlar

Алексеева О. Воздействие наноматериалов на окружающую среду / О. Алексеева // Перст -2008, Т.15, вып. 13/ 14 (режим досдупа <http://perst.issep.ras.ru>).

Алексеева О. Все о токсичности наноуглерода / О. Алексеева // Перст -2007, Т.13, вып. 14 (режим досдупа <http://perst.issep.ras.ru>), по материалам Carbon 2006, 44, рб.

Алексеева О. Новая дисциплина-нанотоксикология / О.Алексеева // Перст -2007, Т.114, вып. 19 (режим доступа <http://perst.issep.ras.ru>).

Ильин Л. А., Санецкий И. В. Методы определения токсичности и опасности химических веществ, 1990, 440-447 с.

Кардоновский В.А. «Наноматериалк: то ли враг то ли друг?» статья для журнала «Наука и жизнь»// электронный ресурс: http://www.nkj.ru/news/6191?Sphrase_id=22217.

Дыкман Л. А., Богатырев В.А., Щеглов С.Ю., Хлебцов Н. Г. Золотые наночастицы: Синтез, свойства, биомедицинское применение. – М.: Наука, 2008, 319 с.

Коваленко Л.В., Фолманис Г. Э. Биологически активные нанопорошки железа. –М.: Наука, 2006, 124 с.

Кирпечников М.П., Шайтан К.В. Специалисты биофака МГУ предложили простой и удобный тест для предварительной оценки токсичности наноматериалов // 2009. Электронный ресурс: <http://news.ru.com>.

Internet- saytlar:

www.medvestnik.ru

www.strf.ru

www.cbio.ru

www.nanonewsnet.ru

www.newchemistry.ru

prostonauka.com

www.ncbi.nlm.nih.gov

thesaurus.rusnano.com

allforchildren.ru

www.electrospinning.ru

www.nanomedicine.com

www.foresight.org

www.rfreitas.com

www.sciam.ru/2004/9/nano

www.nkj.ru/archive/articles/604edu.dvgups.ru

www.nanorf.ru

www.Biochemistry.ru

9-bob. NANOBIOEXNOLOGIYANI TIBBIYOTDA ISHLATILISHI

Reja:

1. Nanobiotexnologiya va nanotibbiyot.
2. Dori-darmonlarni yo'naltirilgan transportida erishilgan dastlabki yutuqlar.
3. Virus kasalliklari diagnostikasida, sun'iy antitelalar olish va ishlatishda nanobiotexnologiyalardan foydalanish.
4. Nanotexnologiya asosidagi meditsina implantlari.
5. To'qima muhandisligi.

1. Nanobiotexnologiya va nanotibbiyot

Biologiya va tibbiyotni rivojlanishi, bu sohadagi tadqiqot usullarini kuzatish usullaridan sekin-asta molekular va atom darajasidagi usullarga o'tib borishi bilan tavsiflanadi. Nanobiotexnologiya usullarini tibbiyot amaliyotida qo'llanilishi, tibbiyotda yangi yo'nalish- «nanomeditsina» yo'nalishini paydo bo'lishiga olib keldi. Nanomeditsina kasalliklarga diagnoz qo'yish va ularni davolashni molekular darajada bajarishni taqozo qiladi. Quyida keltirilgan 113-rasmda biotexnologiya, nanotexnologiya va meditsinaning o'zaro bog'liqligi aks ettirilgan. Nanomeditsinani usullari har xil nanobo'lakchalardan ehtiyojli hujayralarga dori moddalarni va DNK fragmentlarini manzilga yetkazish maqsadida foydalanishni o'z oldiga qo'yadi.

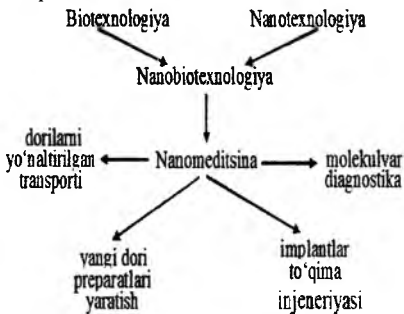
Nanotexnologiyalar kerakli preparatni nafaqat hujayraga, balki uni ma'lum qismiga (organoidlariga) ham yetkazib bera oladi. Yangi usullar preparatlarning ta'sir davrini cho'zish va ularni ikkinchi darajali ta'sirini ancha pasaytirish imkonini ham beradi.

Nanotexnologiyalar kasalliklarga diagnoz qo'yish usullarini mukammallashtiradi. Nanobo'lakchalardan foydalanish tirik organizmda rak va boshqa kasal hujayralarni axtarib topish imkonini beradi va nanotexnologiyalarning sezgiriligini oshishiga olib keladi.

Nanomeditsinani asosiy yo'nalishlarini quyidagilarga ajratish mumkin:

- * faol dorivor moddalarni manzilga yetkazish;

- * nanometr darajasidagi yangi usullar va davolash vositalarini yaratish;
- * tirik organizmda va laboratoriya sharoitida (in vivo va in vitro) nanodiagnostika;
- * to'qima injeneriyasi;
- * tibbiyot implanti.



113-rasm. Biotexnologiya, nanotexnologiya va tibbiyotning o'zaro bog'liqligi.

2. Dori-darmonlarni yo'naltirilgan transportida erishilgan dastlabki yutuqlar

Dori qabul qilishni bugungi kunda ishlatiladigan usullari quyidagi kamchiliklarga ega:

1. Organizmga nazariy zarur bo'lganidan 10-100 marta ko'proq dori dozasi yuboriladi. Bunga sabab, dorini butun organizm organlari bo'ylab tarqalishi va ehtiyojli organga juda kam miqdorda yetib borishi.

2. Organda ehtiyoj bo'lgan dorini konsentratsiyasi kam bo'lganligi va u organizmdan tez chiqib ketishi hisobiga dorini tez-tez qabul qilishga to'g'ri kelishi.

3. Organizmga kiritilgan dori butun organizmga ta'sir etishi, uning (organizm) funksiyasini buzishi va natijada «qo'shimcha», keraksiz samaraning paydo bo'lishi.

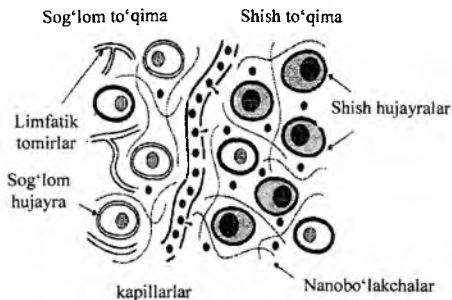
4. Ko'plab dorilarni suvda yomon erishi tufayli ularni organizmga kiritish hamda organ-nishon yetarli miqdorda yetkazib berishda muammolarning paydo bo'lishi.

Bu kamchiliklarni qanday yo‘qotish mumkin? Buning uchun dorilarni kerakli, ya‘ni ehtiyojli manzilga yetkazishni yo‘lga qo‘yish kerak. Ammo barcha tirik hujayralar tashqaridan kirib keladigan «kuch»lardan, shu jumladan dorilardan ham tabiiy to‘siqlar yordamida himoyalangan. Shuning uchun, hujayrani tabiiy to‘siqlardan yo‘l ochishi uchun tadqiqotchilar zabardast tabiat bilan kurashga tushadi. Yuqorida (8-bobda) nanobo‘lakchalar organizmni to‘qima – qon tomir to‘siqlarini va hujayra membranasi orqali hujayra sitoplazmasiga yorib kirish imkoniyatiga ega ekanligi haqida faktlar keltirilgan. Nanobo‘lakchalarni mana shu xususiyatlari nanoo‘lchamdagi dorivor moddalar yaratish imkonini berdi.

Bunday vositalarni yaratish uchun quyidagi vazifalarni bajarish zarur:

1. Dorivor moddalarni vaqtidan oldin parchalanishidan himoya qilish.
2. Suvda erimaydigan moddalarni organizmga so‘rilish darajasini ko‘paytirish.
3. Har xil darajada organizmdagi biologik to‘siqlarni o‘tish.
4. Dorivor moddalarni manzilga yetkazilishini amalga oshirish.

Nanobo‘lakchalarni manzilga yetkazish ikki yo‘l bilan amalga oshiriladi: passiv va faol (aktiv).



114-rasm. Xavfli shish to‘qimalarda «qon tomirlari o‘tkazuvchanligining oshishi»ni aks ettirilishi: qon kapillari devori o‘zgargan, ularda teshikchalar paydo bo‘lgan; limfa tomirlari yaxshi rivojlanmagan, hujayralar orasidan suyuqlik o‘tishi yetarli emas; bu nanobo‘lakchalarni shish to‘qimalarda to‘planishiga olib keladi.

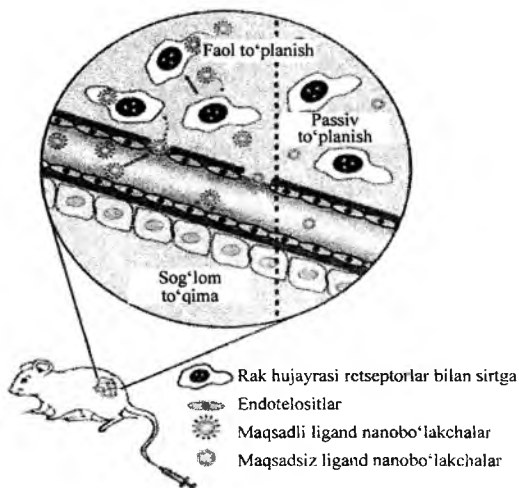
Passiv yo‘l – nanobo‘lakchalarni o‘z-o‘zidan shamollagan nuqtalarda va xatarli shish to‘qimalarida to‘planish xususiyatlaridan foydalaniladi.

Faol yo‘l – (yo‘naltirilgan transport) – nanobo‘lakchalar sirtiga tegishli ligand ulash orqali amalga oshiriladi.

Nanobo‘lakchalarni passiv to‘planishga – «qon tomirlari o‘tkazuvchanligining oshishi»ga sabab bo‘lishi mumkin. Shish hujayralarda qon kapillarlarining devori o‘zgarganligi sababli bu hujayralar orasida teshikchalar paydo bo‘ladi (114-rasm).

Ular orqali nanobo‘lakchalar erkin o‘tishlari va keyin shish hujayralariga qarab yo‘nalishlari mumkin.

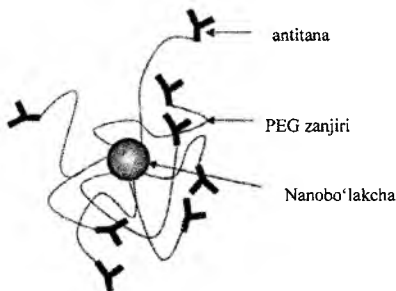
Limfatik tomirlarni yaxshi rivojlanmaganligi va hujayralar orasida suyuqlik o‘tishi yetarli bo‘lmaganligi sababli, nanobo‘lakchalar shish to‘qimalarida to‘planadi (115-rasm).



115-rasm. Nanobo‘lakchalarni to‘qimaga kirishini ikki yo‘li: faol (chap qismi) va passiv (o‘ng qismi) to‘planish yo‘llari.

Yuqorida qayd etilganidek, faol (boshqaruvchan transport) to'planish nanobo'lakchalar sirtiga «molekular manzil» funksiyasini bajaruvchi tegishli ligand o'rnatilgan (115-rasm). Bunday «manzil, ya'ni adres» rolini antitana yoki ularni bir bo'lagi peptidlar, uglevodlar bajarishlari mumkin. Dorivor modda nanobo'lakchani ichiga joylanishi yoki uni ustiga kimyoviy bog'lar yoki adsorbsiya yo'li bilan bog'lanishi mumkin. Nanobo'lakchalarni nishon-hujayrada to'planishiga ularni uzoq vaqt davomida qon tomirlarida aylanib yurishlari yordam qiladi. Ammo nanobo'lakchalar vena qon tomirlariga yuborilganida, ular qon aylanishidan tez chiqib ketadi, jigar va taloq hujayralarida ko'proq to'planadi. Buning ustiga nanobo'lakchalar qon oqsillari bilan o'rab olinadi va shundan keyin immun tizim hujayralari ularni yutib oladi.

Nanobo'lakchalarni qon aylanish sistemasida uzoqroq qolishini qanday ta'minlash mumkin? Ularni immun sistemasi hujayralari uchun sezmaydigan qilish mumkinmi? Bu muammolarni yechish uchun, nanobo'lakchalarni sirtiga polietilenglikol (PEG) polimeri joylashtirildi. PEG molekulasini nanobo'lakchalar sirtiga gidrofob himoya qavatini shakllantiradi va ularning sirtiga oqsillarni to'planishiga yo'l qo'ymaydi (116-rasm).



116-rasm. PEG (barqarorlashtiruvchi polimer) bilan qoplangan (antitanalar bilan birlashtirilgan) nanobo'lakchalarni sxematik tasviri.

PEG yoki unga ulangan antitana bilan qoplangan nanobo'lakchaga qon oqsillari o'tira olmaydi. Oqibatda, bunday bo'lakcha qonda ko'proq aylanadi. Bunday nanobo'lakchalar nishon-hujayra atrofiga o'tib

kelganida, ularni sirtidagi PEG qavat ajraladi va nanobo'lakchalar hujayraga kiradi. Bunga, pHni o'zgarishi va boshqa kimyoviy o'zaro ta'sirlar sabab bo'lishi mumkin. Nanobo'lakchalar juda xilma-xil, ammo ularni hammasi ham meditsinada ishlatilmaydi.

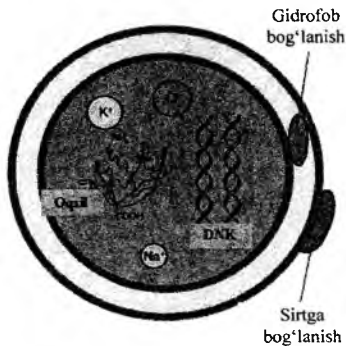
Dorivor moddalar tashuvchi nanobo'lakchalarga qo'yiladigan talablar:

- toksik ta'sirga ega bo'lmaslik;
- yetarli miqdorda dorivor modda tashish imkoniyati;
- dorini nishon-hujayraga optimal dozada chiqara olishi;
- immun sistemasi hujayralariga ko'rinmaslik.

Bunday xususiyatlar boshqa nanobo'lakchalarga nisbatan ko'proq liposomalar namoyon bo'ladi.

Liposoma – devori ikki qavat lipidlardan tuzilgan dumaloq pufak. Ular yo'naltirilgan transport jarayonlarida ishlatib ko'rilgan birinchi bo'lakchadir. Uning toksinlik xususiyati yo'q, membranari hujayra bilan birlashib, liposoma ichiga joylashtirilgan moddani hujayraga kiritadi. Liposomaga har xil moddalarni kiritish mumkin.

Bunda, suvda eriydigan moddalar ko'proq liposoma ichida, suvda erimaydigan moddalar esa qo'shqavatni uglevodlar qismida joylashadi. Ba'zi bir moddalar liposomani tashqi sirtiga bog'lanib oladi (117-rasm).



117-rasm. Har xil moddalarni liposomaga kirish yo'llari.

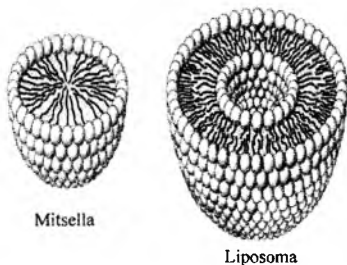
Har xil moddalarni liposomaga kirish yo'llari quyidagi xillarda amalga oshadi:

- suvda eriydigan moddalar liposomani ichiga;
- suvda erimaydiganlari - gidrofob bog'lar bilan qo'shqavatni uglevodorod qismida;
- ba'zi moddalar tashqi sirtiga bog'lanib oladi.

Liposomaga kirib olgan moddalar fermentlar ta'siridan himoyalangan bo'ladi, bu esa, preparatni samaradorligini oshiradi. Liposomalar tabiiy yoki sun'iy lipidlardan tayyorlanadi. Bu maqsadda ko'proq fosfolipidlar, ya'ni biologik membranalarni eng keng tarqalgan lipidlaridan foydalaniladi.

Suvli muhitda lipidlar xilma-xil shaklga ega bo'lgan bo'lakchalar hosil qiladi: g'ovak vakuolalar, tekis vezikulalar yoki trubkasimon strukturalar. Uzun gidrofob «dum»ga ega bo'lgan lipidlar qo'shqavat bo'lmagan deb ataladi, chunki ular eritmalarda ikki qavatli strukturalar emas, balki bir qavatli mitsellalar hosil qiladi (118-rasm).

Liposomalarni o'lchami har xil. Masalan, ko'p qavatli liposomalarni diametri- 10mkm gacha, bir qavatli liposomalarni minimal diametri 20-50 nmga teng. Hozirgi vaqtda liposomalar DNK, oqsil moddalar, dorivor moddalarni yo'naltirilgan transporti uchun ishlatilib kelinmoqda.



118-rasm. Lipid molekulari hosil qiladigan strukturalar: Mitsella – uzun gidrofob «dum»ga ega bo'lgan lipidlar hosil qiladi; Liposoma – lipidli qo'shqavatdan hosil bo'lgan struktura.

Polimerli nanobo'lakchalar – XX asrning 70-yillarida dorivor moddalarni manzilga yetkazib beruvchi sistema sifatida taklif qilingan.

Ularni olish uchun dastlabki mahsulot bo'lib, tabiiy yoki sun'iy polimerlar xizmat qiladi (masalan, polisaxaridlar, polisut kislotasi).

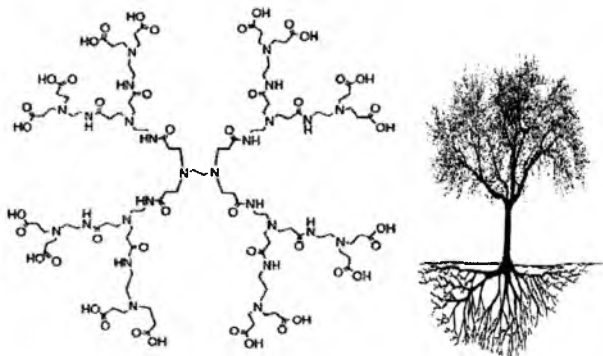
«Polimer bo'lakchalar» deganda, ikki ko'rinishga ega bo'lgan bo'lakchalar: nanosferalar va nanokapsulalar tushuniladi.

Nanosferalar butun bo'lakchalar bo'lib, ularni sirtiga faol moddalar «o'rnatib» chiqiladi.

Nanokapsulalar ichki bo'shliqni chegaralab turadigan polimerli devordan iborat. Ichki bo'shliqqa tashilishi lozim bo'lgan moddalar joylashtiriladi.

Nanobo'lakchalarni bu ikki xili bir-birlaridan o'zlariga joylashtirilgan dorivor moddalarni bo'shatishlari bo'yicha farq qiladi: nanosferadan dorivor moddalarni chiqishi vaqt kesimida tezlashib borsa, nanokapsulalardan esa uzoq vaqt davomida bir xil tezlikda chiqib turadi.

Dendromerlar – daraxtni eslatuvchi juda ko'p shoxlangan polimerlardir. Dendromerlarni strukturasi uchun xarakterli bo'lgan xususiyat, markaziy o'q atrofida shoxlanishni benuqson qaytarilishidir. Bu esa, dendromerlarni geometrik to'g'ri shakllanishini ta'minlaydi (119-rasm).



119-rasm. Dendromerlarni shoxlanishi - daraxtni shoxlanishini eslatadi: 1952-yil P.Floriga – ularni bo'lishini ko'rsatgan. 1980-yil D.Tomaliga, M.N.Bochkareva, A.M.Muzafarovalar sintez qilganlar.

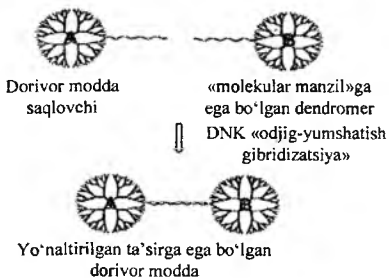
1952-yil P.Floriga juda yaxshi shoxlangan polimerlar olish mumkinligini ko'rsatib bergan. Ammo ularni sintezini o'tgan asrning 80-yillariga kelib, D.Tomalia, M.N.Bochkareva, A.M.Muzafarova va boshqalar o'zlarining ilmiy maqolalarida e'lon qilganlar.

Hozirgi vaqtda 100 dan ko'proq dendromerlar sintez qilingan. Ularni orasida ko'proq tarqalganlari poliamidoaminli, fosforli, karboksilanli, polilizinli dendromerlar hisoblanadi. Yuqori darajada shoxlanganligi, dumaloq formasi, katta bo'lmagan o'lchami (1-100 nm) hamda ularni ishlatilishini yengilligi dendromerlardan kelajakda dorilarni manzilga yetkazib berish uchun foydalanish istiqbolli ekanligiga asos bo'la oladi. Tashiluvchi moddalar yoki dendromerlar bilan komplekslar hosil qilib, ularni sirtiga bog'lanib oladi yoki ularni shoxlari orasiga chuqur kirib oladi.

Hozirgi paytda dendromerlar dorivor moddalarni DNKni hamda har xil diagnostika moddalarini tashuvchilari sifatida muvaffaqiyatli ishlatilib kelinmoqda.

Bundan tashqari, dendromerlar yordamida shamollashga qarshi vositalar, mikroblarga va viruslarga qarshi agentlarni tashish maqsadida ham foydalansa bo'ladi.

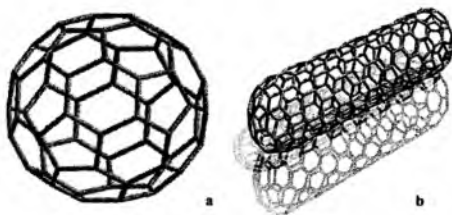
Preparatlarni yo'naltirilgan transporti uchun molekular kompleksni sintez qilishni yangi usuli taklif qilingan bo'lib, u bir-biriga DNKni bir bo'lami orqali bog'langan ikki dendromerdan tashkil topgan (120-rasm).



120-rasm. Dorivor moddalarni yo'naltirilgan transport sistemasini yaratishda bir zanjirli DNKdan foydalanish: ikki dendromerni biri-dorivor modda, ikkinchisi- «molekular manzil» (masalan, ma'lum tip retseptorlarga ulangan antitana).

Dorivor moddalarni tashish uchun noorganik nanobo'lakchalar ham ishlatilishlari mumkin. Bunda dorivor moddalarni ajralib chiqishini issiqlik ta'sirida yoki magnit maydonini o'zgartirish orqali nazorat qilish mumkin. Dorivor moddalarni tashuvchilari sifatida, shuningdek, uglerodli nanomateriallar: fullerlenlar va nanotrubbkalar ham qaralmoqda (121-rasm).

Fullerlenlar – olmos, grafit va karbin singari uglerodni allotropik formalari hisoblanadi.



*121-rasm. Uglerodli nanostrukturalar. Kompyuter modeli:
a) fullerlenlar; b) nanotrubbkalar.*

Fullerlenlarni qanday xossalari va tuzilishini o'ziga xosligi ulardan tibbiyotda foydalanish imkoniyatini beradi?

birinchidan, o'lchamini katta emasligi (C60 sferik molekulani diametri 0.714 nm);

ikkinchidan, hujayrani lipidli membranasidan bimalol o'taolishi;

uchinchidan, uchlamchi strukturaga ega ekanligi va molekulani ichida bo'shliqni borligi;

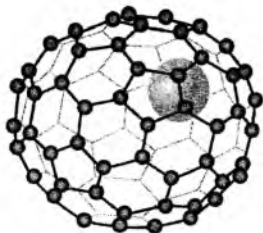
to'rtinchidan, yuqori darajada reaksiyon imkoniyati;

beshinchidan, toksikligini pastligi.

Fullerenni ichiga 1-2 dan hajmi katta va undan ko'proq boshqa (kichikroq) elementlar, shu jumladan metallar ham joylanishi mumkin. Mana shu usullarda olinadigan birikmalar **endofullerlenlar** deb ataladi (122-rasm). Endofullerlenlar 1985-yilda, deyarli fullerlenlar bilan bir vaqtda ochilgan. Mikroskopik miqdorda olingan birinchi endofulleren – ichiga **lantani kiritilgan C 82 fullerlen** bo'lgan. Hozirgi paytda **endofulleren** olishga yaroqli bo'lgan 20 dan ko'proq metalli ma'lum.

Endofullerenlar qanday vazifalarni bajarish uchun ishlatiladi?

Endofullerenlar ishlatilishining yo'nalishlaridan biri – radiatsion meditsina. Rak kasalligini davolashda anchadan beri **ittiriy**, **skandiy** va boshqa **radioaktiv** elementlar saqlagan preparatlar ishlatiladi. Odatdagi preparatlarga qaraganda endofullerenlar barqarorroq. Bundan tashqari, agar fullerenli devorga «molekular manzil» ulansa, preparatni faqat xatarli shish hosil qilgan hujayraga qarab yo'naltirish mumkin. Bu esa, organi yoki organizmni sog'lom hujayralarini nurlanishdan saqlaydi.



122-rasm. C82 ichiga kiritilgan fulleren metall atomli – lantanli endofullerenning ko'rinishi.

Uglerodli nanotrubbkalar – uglerodni allotropik modifikatsiyalaridan biri. Ular ichi bo'sh silindrsimon naychalar bo'lib, grafit varaqchalaridan tayyorlanadi (121-rasm). Nanotrubbkalarni ikki xili ma'lum: bir qavatli (sirtqi diametri 0.6-2.4 nm) va ko'p qavatli (sirtqi diametri 2.5-100 nm gacha).

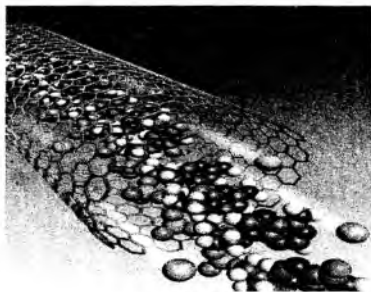
Uglerodli nanotrubbkalarni meditsinada ishlatilishi, ularni strukturalarini noyob xossalariga asoslangan: ularni o'ta qattiq va mustahkamligi, qiyshayishi va shaklini o'zgarib turishi, biologik makromolekulalar bilan bog'lanish imkoniyatlari noyob xossalari hisoblanadi.

Nanotrubbkalardan dorivor va diagnostik moddalarni yo'naltirilgan transportida foydalanish mumkinmi?

Bu savolga javob berish doirasida olimlar nanotrubbkalardan dorivor moddalarni transporti maqsadida foydalanishni bir necha usulini yaratdilar:

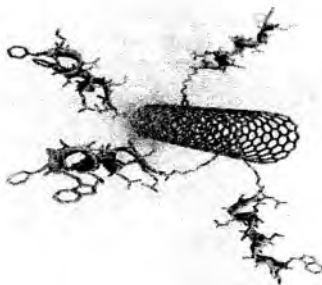
- dori molekullarini nanotrubbkani sirtiga adsorbsiya qilish;
- dorivor moddalarni nanotrubbkani sirtqi devoriga kimyoviy bog'lash;

– dorivor moddalarni nanotrubkani ichiga joylashtirish (123-rasm).



123-rasm. Nanotrubka bo'shlig'idagi molekular. Kompyuter modeli.

Nanotrubkalarni dorivor moddalar tashuvchisi sifatida ishlatishni eng zarur sharti ularning sirtini o'zgartirish (funktionalizatsiya qilish, faollashtirish). Bu jarayon nanotrubkalarni sirtiga dorivor moddalar orasida bog'lovchi vazifasini bajaruvchi kimyoviy guruhlarni bog'lash orqali amalga oshiriladi (124-rasm).

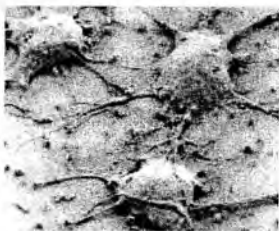


124-rasm. Funktionalizatsiya qilingan nanotrubkaning kompyuter modeli.

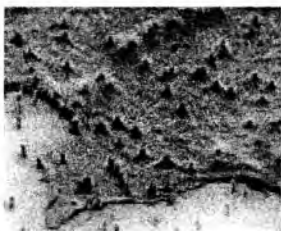
Nanotrubbkalarini sirtini o'zgartirishni eng keng tarqalgan usullaridan biri, ularni sirtiga polietilenglikol bog'lashdir. Shunday nanotrubbkalar dorivor moddalarni unchalik katta bo'lmagan molekulalaridan boshlab, makromolekulalargacha (DNK, oqsil) bo'lgan moddalarni tashish xususiyatiga ega.

Hujayralarni nanoqoziqchalarga «o'tqazish». Moddalarni hujayraga yetkazish uchun har xil usullardan foydalaniladi. Masalan, oqsil virusga bog'lanishi yoki bir-biriga, ya'ni boshqa oqsilga bog'lanishi mumkin. Ammo bunday usullar ko'pincha qisqa spetsifik bo'lib, ular faqat ma'lum birikmalar va hujayra tiplariga mo'ljallangan bo'ladi. Bu esa, muammoni yana qiyinlashtiradi.

Dorivor moddalarni har xil tipdagi hujayralarga yetkazadigan universal usul yaratish mumkinmi? Bu muammoni yechishga qaratilgan bir taklifni Garvard universiteti (AQSH) professori X.Park rahbarligidagi olimlar tomonidan berilgan. Ular trupkalar vertikal sepilgan asosda o'stirilgan hujayralar hech qanday shikastlanmasdan o'zlarini normal tutishlarini kuzatdilar. Bir necha soatdan keyin, hujayralar o'zlarining og'irligidan sekin pasayib, nanotrubbkaga «o'tirib» qolishlarini va ularga hech qanday zarar yetkazmasligini kuzatganlar. Bunday «operatsiya»dan keyin hujayralar yaxshi o'sib, rivojlanishlari va bo'linishlari ham tajribada kuzatilgan (125, 126-rasmlar).



125-rasm. Trupkalar vertikal sepilgan asosda o'stirilgan hujayralar hech qanday shikastlanmasdan o'zlarini normal tutadi.



126-rasm. Hujayra ekilib, rivojlanib, nanotrubbkalar ularni teshib kirganlaridan keyin, molekulalar hujayra ichiga kirib oladi.

Demak, olimlar nanotrubkalar teshib o'tgan hujayralarga osonlik bilan kirish imkoniyatiga ega bo'ladi. Bu esa, bunday hujayralarga chegaralanmagan holda kerakli molekulani yetkazishga yo'l ochib beradi.

Bu tadbir qanday amalga oshiriladi? Birinchi navbatda organizmga kiritilishi kerak bo'lgan modda yoki moddalar nisbatan bo'shroq (mustahkam qilmasdan) qilib, nanotrubkani sirtiga bog'lanadi. Hujayra ekilib, rivojlanib, nanotrubkalar ularni teshib kirganlaridan keyin, molekulalar hujayra ichiga kirib oladi (126-rasm).

Agar nanotrubkani uzunligi o'zgartirilsa, moddani hujayraning kerakli joyiga yetkazib berish imkoni paydo bo'ladi. X.Park rahbarligidagi guruh RNK, DNK va oqsillarni har xil tipdagi hujayralarga kiritib, bu usulni universal ekanligini namoyish qildilar. Nanotrubkalar massivini tashkil qilish unchalik murakkab ish emas, buning ustiga nanotrubkalarga har xil molekulalar bog'lab, hujayraga katta miqdordagi moddalarni birdaniga kiritish mumkin.

3. Virus kasalliklarini diagnostikasida, sun'iy antitelalar olish va ishlatishda nanobiotexnologiyalardan foydalanish

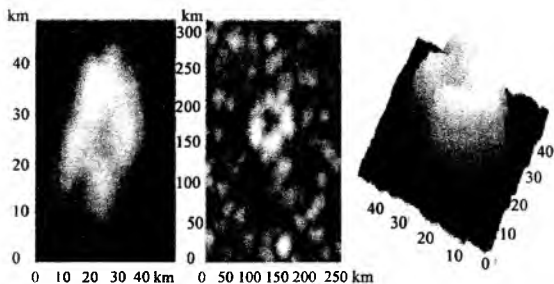
Virusli infeksiyani diagnostikasi juda ko'p xilma-xil usullar yaratilganiga qaramasdan o'z dolzarbligini yo'qotgani yo'q.

Yuqumli kasalliklar diagnostikasi bo'yicha birinchi navbatda qanday vazifalarni bajarish kerak?

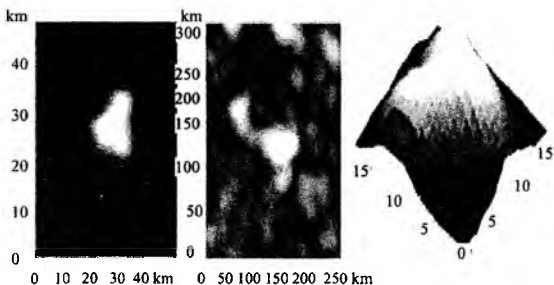
- diagnostik qo'yish tadbirlarini tezlatish;
- kasallik chaqiradigan viruslarni aniqlash usullarining sezgirligini oshirish;
- kasallik chaqiradigan viruslarni juda kam miqdorda ham aniqlashni yo'lga qo'yish;
- nusxani nafaqat sifat, balki miqdoriy analizini yo'lga qo'yish.

Bu vazifalarni bajarishda atom-kuchli mikroskopdan foydalanish dolzarb hisoblanadi. Bu usul qisqa vaqtda bir necha nanometrlilik nusxaning sirtqi ko'rinishini aniqlashga imkon beradi.

Atom-kuchli mikroskop immunoglobulinlarni (oqsil tabiatli antitana) qo'shimcha ishlov bermasdan aniqlash imkonini beradi. Bu usul immunoglobulinlarning molekulalarini shakllari va o'lchamlaridagi farqqa asoslangan (127, 128-rasmlar). Xuddi shu usul bilan viruslarni ustki qavatidagi oqsillarni aniqlash ham mumkin (bu oqsillar antigenlar rolini bajaradi).



127-rasm. Immunoglobulinlar «M»ni erkin holatda (chapda) va immuni komplekslar ko'rinishida (narkozda) atom-kuchli mikroskop yordamida olingan ko'rinishi; o'ngda - alohida ajratib olingan immunoglobulin molekulasini uchlamchi rekonstruksiyasi.

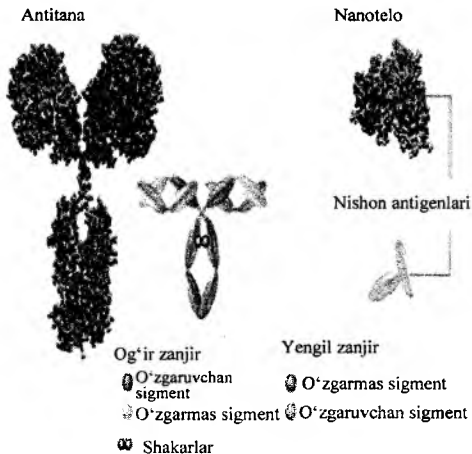


128-rasm. Immunoglobulinlar «G»ni erkin holatda (chapda) va immuni komplekslar holatida (markazda), atom-kuchli mikroskop yordamida olingan ko'rinishi; o'ngda- alohida ajratib olingan immunoglobulin molekulasini uchlamchi rekonstruksiyasi.

Sun'iy antitelalar olish. Bizni xilma-xil va kunma-kun mukammallashib borayotgan mikroorganizmlar o'rab turadi. Ularni

hujumidan bizni antitanalar himoya qiladi. Antitanalar - B-limfotsitlar tomonidan odam immun sistemasini hujayralarini ishlab chiqaradi.

Antitanalar (to'liq nomi – monoklonal antitana) qadimiy tabiiy struktura hisoblanadi. Har bir antitana – oqsilni Y ga o'xshagan molekulasi bo'lib, ularni har biri 2 og'ir va 2 yengil polipeptid zanjirlardan hamda murakkab shakllardan tashkil topgan (129-rasm).



129-rasm. Antitanalarning struktur ko'rinishi.

Odam antitanalarining millionlab xilma-xil shakllari, birgina strukturani har xil variantlari hisoblanadi: 2 ta kattaroq (og'irroq) zanjirlar, 2 ta kichikroq (yengil) zanjir bilan bog'langan. Zanjir shoxlarini variabel segmentlar juftligi har bir tipdagi antitanalar uchun unikal bo'lib, u «komplementarlikni aniqlovchi qism (uchastka)» deb ataladi. Aynan mana shu qism antitana qanday nishon bilan bog'lanishini belgilaydi. Nanotana – bu tuya antitanasini o'zgaruvchan (variabel) qismi, unda yengil zanjir bo'lmaydi. Kattaligi bo'yicha antitandan 10 marta yengilroq.

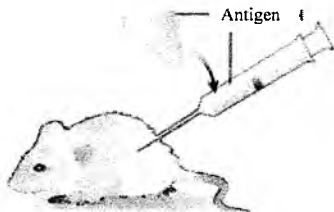
Antitanalar qonda suzib, «yo'lma-yo'l» o'ziga uchragan molekullarni tekshirib yuradi. Har bir antitana faqat bitta o'ziga mos keladigan mikrobu turini, allergenni yoki toksinni «axtarib» topadi. Immun himoyani mukammalligiga qaramasdan odam tez-tez kasallanib turadi. Immun sistema faoliyatida kamchiliklar seziladi: ba'zan juda sekin ishlaydi, ba'zan oqlab bo'lmaydigan «madaniyat» (masalan, rakka nisbatan) ko'rsatadi, ba'zan esa katta kuch bilan transplantatsiya qilingan organlarni chiqarib tashlashga harakat qiladi. Ba'zida xatolikka yo'l qo'yib, organizmni o'zini hujayrasiga qarshi hujum boshlaydi. Bunday holatda immun reaksiyani o'zi organlarni o'z-o'zidan parchalanishiga olib keladi. Masalan, revmatoidli artritda bo'g'imlarni ishdan chiqishi.

Immun sistemasining xatosini to'g'rilab organizmga o'z vaqtida yordam berish mumkinmi? Olimlar ko'p yillar mobaynida bu savolga javob berishga harakat qilib keldilar. Faqat 1975-yilda sun'iy antitanalar yaratildi va u immun sistemasini xatolarini qisman bo'lsada, yumshatish imkonini berdi. O'sha yili bir xil yoki monoklonal antitanalar yaratish usuli yaratildi. Bu yangiliklari uchun 1984-yilda **Milshteyn, Kyoler** va **Ernelar** fiziologiya va meditsina bo'yicha Nobel mukofotiga sazovor bo'ldilar.

Olimlar yaratgan usuldan foydalanib, sun'iy antitanalarni qanday olish mumkin? Hozirgi vaqtda odamni immun sistemasini uchun dorivor preparatlar sichqonlarni antitanalaridan ishlab chiqariladi.

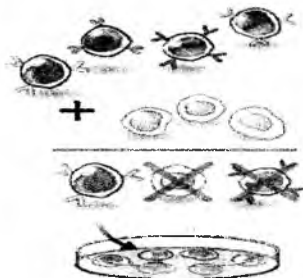
Antitana olish jarayoni 4 bosqichda amalga oshiriladi:

1. Immunizatsiya. Antigen (nishon-molekula) laboratoriya sichqonlariga yuboriladi. Sichqon immun sistemasining B-limfositlari, mana shu antigenni tanib oluvchi va uni bloklab qo'yuvchi antitana ishlab chiqaradi (130-rasm).



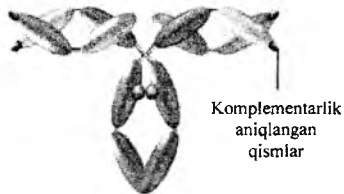
130-rasm. Antitana olish jarayoni 1-bosqichining sxemasi.

2. Qo'shilish, tanlash va ko'paytirish. Sichqonni antitana ishlab chiqaruvchi B-limfotsiti (havorang) to'xtovsiz bo'lina oladigan mielomani xatarli shish hujayrasi bilan yopishadi (limon rangda), natijada «gibridoma» (binafsha rang) to'xtovsiz bo'linib turadigan va antitana ishlab chiqaradigan, o'lmaydigan hujayra hosil qiladi (131-rasm).



131-rasm. Antitana olish jarayoni 2-bosqichining sxemasi.

3. Antitanalarni olinishi. Hujayra kulturasi (gibridoma) antitana ajratadi. Keyin ular tozalanadi va tekshiriladi. Antitanani muhim qismi ularni komplementarligini belgilovchi uchastka hisoblanadi (132-rasm).



132-rasm. Gibridoma ishlab chiqqan antitana.

U o'ziga xos komplementar bo'lgan antigen uchastkasini tanib olishini ta'minlaydi va u bilan aloqaga kiradi. Shu bilan antitana antigenni zararsizlantiradi.

4. Gumanizatsiya. Gen injenerlari, sichqonni antitana polipeptidini kodlovchi genini (DNK uchastkasini) o'zgartiradi. Natijada sichqonni antitanalarida odam antitanalari polipeptidlarini fragmentlari paydo bo'ladi. Mana shu modifikatsiya tufayli kasalni immun sistemasi sichqonni antitanasini xuddi begona moddaga o'xshatib qabul qilmay qo'yadi.

Antitanalarni ishlatilishi. Antigenlar sog'lom hujayralarni ham, rak hujayralarni ham plazmalemmalarida uchraydi. Ammo kasallangan hujayrani antigeni bilan sog'lom hujayrani antigeni orasida farq bor. Bu kasal hujayra orqali bir antitana, sog'lom hujayra bilan boshqa antitana bog'lanadi degan tushunchani beradi.

Mana shu sog'lom va rak hujayralari antigenlari orasidagi farqdan onkologik kasalliklarni davolashda foydalansa bo'ladimi? Bu muammoni yechish uchun olimlar, rak hujayralari antigenlariga mos keladigan antitanadan (monoklonal antitanadan) foydalandilar. Antitanalar ferromagnit mikrobo'lakchalariga «bog'landi». Shu yo'l bilan rak hujayralari uchun o'ziga xos bo'lgan **immunomagnitli sorbent** tayyorlab olindi. Organda bu sorbent faqat kasal hujayralar bilan birikma hosil qiladi xolos. Bunday organ magnit maydoniga solinganda undan rak hujayralarni tanlab chiqishi kuzatildi. Bunday ajralib chiqishni sorbentning mikrobo'lakchalari amalga oshirdi. Mikrobo'lakchalar rak hujayralari bilan «bog'lanib», magnit maydonida bir tomonlama harakatlandi. Organ rak hujayradan tozalanadi. Mana shu tartibda, olimlar yuqorida keltirilgan muammoni yechishga muvaffaq bo'ldilar va antitanalar asosida samarali hamda nisbatan xavfsiz bo'lgan davolash usulini yaratdilar.

Onkologik kasallik og'ir o'tayotgan holatlarda, organdan rak hujayralarni ajratib, chiqarib tashlash organni sog'lomlashtirish uchun yetarli emas. Bunday holatlarda, organ (yoki uni bir qismi) sog'lom hujayralarni transplantatsiyasiga muhtojlik sezadi.

Kasal organdan sog'lom hujayrani qanday ajratib olish mumkin?

Immunomagnitli sorbentga rak hujayra antitanalari o'rniga sog'lom hujayralarni antitanalari o'rnatiladi. Sog'lom organga (masalan, qizil suyak miyasiga) kiritilganda sorbent undan faqat sog'lom hujayralarni

ajratib oladi. Bu aralashmadan sorbent ajratib tashlangandan keyin, sog'lom hujayra xohlagan organga o'tkazilishi mumkin.

Yuqoridagilardan ma'lum bo'lishicha, sog'lom yoki kasal hujayralarni antitanalaridan foydalanib, onkologik kasalliklarni davolovchi istiqbolli usul ishlab chiqilgan (133-rasm).



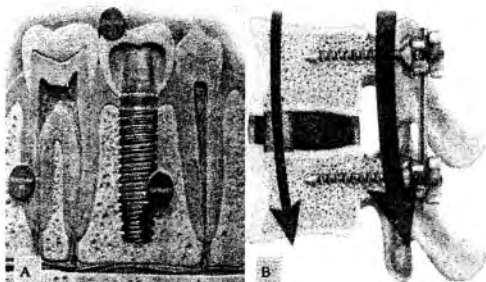
133-rasm. Antitanalar asosida rak hujayralaridan qutulishning samarador va nisbatan xavfsiz usuli.

4. Nanotexnologiya asosidagi meditsina implantlari

Zamonaviy meditsina amaliyotida tez-tez «kapital remont» yoki shikastlangan organni butunlay almashtirish usullaridan foydalanilmoqda. Ba'zi holatlarda, buning uchun o'zining fizik xususiyatlari bo'yicha tabiiy organlar va strukturalardan tuzukroq bo'lgan o'ta murakkab, sun'iy materiallar va konstruksiyalar kerak bo'ladi.

Mana shunday materiallar yaratish, ularni sinovlardan o'tkazish va ishlatish meditsinani yangi yo'nalishini ochilishiga olib keldi. Bu yo'nalish tibbiy biologik va texnika fanlarini bir-birlariga kelib tutashdigan joyda paydo bo'ldi. Shunday yo'nalishlardan biri, meditsina implantlari yaratish va ishlatishdir.

Implantlar – maxsus yaratilgan konstruksiyalar bo‘lib, shikastlangan yoki butunlay ishdan chiqqan organlarni almashtira oladigan va odam organizmida yashab ketaoladigan xususiyatga ega (134-rasm).



134-rasm. Implantlarga misollar: A- dental (tish) implantati. B- suyak implantati (umurtqa pog‘onasini ulab qo‘yadigan vint).

Ular biomateriallardan tayyorlanadi. Bunday materiallar maxsus tanlanib, ular organizmni to‘qima va hujayralarida yashab keta olishlari shart.

Biomateriallarga qo‘yiladigan talablar:

- biomateriallar tirik organizmga o‘ta mos kelishi kerak;
- yuqori darajada mexanik xarakteristikaga (ko‘proq har bir holat uchun maxsus, qattqlik, tortilish (cho‘zilish) yoki tortilmaslik, elastiklik, umumiy mustahkamlik, uzoq vaqt foydalanishga chidamlilik kabi xususiyatlarga) ega bo‘lishi kerak.

Implantat tayyorlanadigan materiallar tabiiy yoki sun‘iy bo‘lishi mumkin. Metall, sopol, sintetik va tabiiy polimerlar shular jumlasidandir. Hozirgi vaqtda metallardan yasalgan implantat kengroq ishlatilmoqda. Biokimyoviy mosligi bo‘yicha (to‘qimalarda shamollash reaksiyasini yo‘qligi) metallardan tayyorlanadigan materiallar 3 guruhga ajratilgan:

- «tirik» (Ti va uning qotishmalari, sirkoniy Zr, niobiy Nb, tantal Ta, platina Pt) atrofidagi biologik to‘qimalarga zararli ta’sir ko‘rsatmaydigan;

• «inkapsulanadigan» (Al, Fe, Mo, Ag, Au, zanglamaydigan po'lat va CoCr qotishmasi), ularni ta'siridan organizm «kapsula» hosil qilib himoyalanaadi;

• «toksinli» (Co, Ni, Cu, vanadiy V) organizmga keskin negativ ta'sirga ega bo'lgan.

Ko'rsatilgan materiallar orasida eng mustahkam xarakteristikaga ega bo'lgani – po'lat. Ammo, po'lat mos kelish talablariga javob bera olmaydi. Legirlangan po'latdan, shu jumladan, korroziyaga chidamli bo'lgan po'latdan tayyorlangan implantatlar biologik suyuqliklar bilan o'zaro munosabatlariga kirishganda, to'qimalarda shamollash reaksiyalarini chaqiradi. Ba'zi hollarda, ular organizmga umumiy va allergik ta'sir ham ko'rsatadi.

Zamonaviy metallik biomateriallar orasida yetakchi o'rinni titan va uni asosida tayyorlanadigan qotishmalar egallaydi. Bu metall har xil protezlar: tos suyagi, son suyagi bilan tutashgan bo'g'ini, tizza, jag' suyaklarini o'miga qo'yadigan yoki suyakni bitishini yengillashtiradigan plastin va maxsus shakllar, vintlar tayyorlashda ishlatiladi.

Titanni qanday xususiyatlari meditsinada foydalanishni ta'minladi?

Titan va uning qotishmalarini qimmatbaho xossalari quyidagilar:

- yuqori biologik mosligi;
- korroziyaga chidamliligi;
- magnitli xossalarni yo'qligi;
- issiq o'tkazuvchanligini pastligi;
- solishtirma og'irligini (po'latga nisbatan) pastligi.

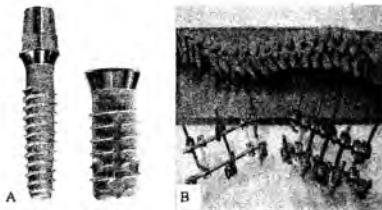
Titanni yuqori darajada korroziyaga chidamliligi, uning sirtida tezda asosiy metall bilan mustahkam bog'langan oksidli plyonka hosil qilishidir. Bu plyonka metall bilan tirik organizmning korroziyon - faol muhitini to'g'ridan-to'g'ri aloqaga kirishidan saqlaydi. Hozirgi vaqtda, implantatlar tayyorlash uchun ko'proq texnik toza titan hamda titanli qotishmalar: Ti-4Al-6M, Ti-55Al-2Sn, Ti-2.5Al-5Mo-5V va boshqalar ishlatiladi.

Ammo o'zini mexanik xarakteristikasi bo'yicha titanli qotishmalar po'latdan pastroq turadi. Bunda yuqorida keltirilgan qotishmalarni ko'pchiligi tirik organizm uchun zaharli bo'lgan qotishtiruvchi kimyoviy elementlar (Ni, Al, V va boshqalar) saqlaydi. Tajribalarda korroziyaga chidamli bo'lgan titanli qotishmalardan biri Ti-6Al-4Vni suyak hujayralariga nisbatan zaharli ta'siri borligi aniqlangan. Shuning bilan birga, yuqorida keltirilgan qotishtiruvchi elementlar saqlamagan

qotishmalar suyak to'qimalari hujayralariga yomon ta'sir ko'rsatmaydi. Shunday ekan, qotishtiruvchi elementlardan foydalanmasdan, **titanning mexanik xususiyatlarini qanday oshirish mumkin?**

Bu muammoni hal qilish variantlaridan biri – titanli qotishmalarni toza nanostrukturalangan titan bilan almashtirish. Nanostrukturalangan holatda (bo'lakchani o'lchami 100 nm dan kichik) titanni mexanik tavsifi (mustahkamlik, qattqlik, egiluvchanlik, cho'ziluvchanlik xususiyatlari) titan qotishmalarini xossalriga yetib keladi. Mexanik mustahkamlik nanostrukturalangan titandan tayyorlangan implantatlarda, dastlabki toza titandan tayyorlanganlaridan 2-3 marta balandroq bo'ladi.

Shunday qilib, titanni nanostrukturalaridan nafis va shikast chaqirmaydigan, talab qilingan mexanik xossalarga ega bo'lgan implantatlar tayyorlash mumkin (135-rasm).



135-rasm. Nanostrukturalangan va oddiy titandan tayyorlangan implantatlar: A- Timplant (Chexiya) firmasi tayyorlagan stomatologik implantatlar; Nanoimplant[®], d=2.4mm; Timplant[®], d=3.5 mm; B- umurtqa pog'onasini korreksiya qiladigan implantatlar.

Afsuski, nanostrukturalangan titan o'zining xossalari bo'yicha organizmining har qanday to'qimalaridan, jumladan suyak to'qimalaridan ham ancha farq qiladi.

Titanli implantatlarni biologik mosligini qanday ko'tarish mumkin? Bu muammoni yechishni bir varianti, implantatlarni sirtiga maxsus ishlov berish (modifikatsiya). Dastlab, implantatlarni sirtiga g'ovakli va g'adir-budirlik beriladi. Keyin uni ustiga xossalari bo'yicha odamni suyak to'qimasini xossalriga yaqin turadigan qoplama bilan qoplanadi.

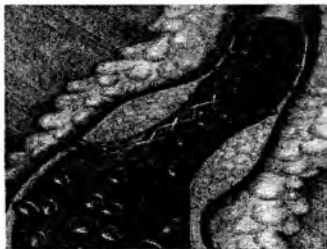
Bunday qoplama asosini hayvon kollagenlari va gidroksiapatitni sintetik nanostrukturalari tashkil qiladi. Bundan tashqari, kompozitsion

materialga (preparatga) biologik faol moddalar, o'stiruvchi faktor va adgeziya faktorlari kiritilishlari mumkin. Ular suyak to'qimasining normal faoliyatini va shikastlangan suyakni tezda bitib ketishini ta'minlaydi.

Implantatlarga qoplama sifatida uglerodli nanotrupkalar va fulleren saqlagan materiallar ham ishlatiladi. Ma'lumki, uglerod tirik organizmlarni asosiy elementlaridan biri va sezilarli salbiy reaksiya chaqirmasligi kerak. Hayvonlarda o'tkazilgan tajribalarda uglerodli plyonkalar yaxshi biologik moslikka ega ekanligini ko'rsatgan.

Metallardan farqli o'laroq, tirik to'qima va qon bilan o'zaro munosabatga kirgan uglerodli nanostrukturalar organizmni zaharlovchi faol ionlar hosil qilmaydi. Hatto, implantatdan ajralganda ham yetarli darajada katta o'lchamga ega bo'lgan uglerodli zarrachalar organizmda immun reaksiya chaqirmaydi. Ba'zi bir metallardan tibbiyot amaliyotida foydalanishni istiqbolli sohasi, ularni oldingi shaklni «eslab qolishiga» asoslanadi. Bu xususiyat birinchi marta, o'tgan asrni 50-yillarida oltinni kadmiy bilan qotishmasida sezilgan: qotishma past haroratda deformatsiyaga uchragan va kritik haroratgacha isitilganda yana eski holatiga qaytgan. Bu hodisa **shaklni eslash samarasi** deb nom olgan.

XX asrni oxiriga kelib, shaklni eslash samarasi 20 dan ko'proq qotishmalarda topilgan. Shular orasida eng ko'p tarqalgan va qayta tiklash tibbiyotida keng ishlatiladigan nikelni titan bilan qotishmasi **nitinol** hisoblanadi. Nitinoldan fiksatorlar va bo'g'inlar uchun skobalar, tomirlarni ichidagi yupqa devorlar, tibbiyot instrumentlarini ishchi qismlarini tayyorlash mumkin (136-rasm). Bu qotishmalarni foydali xususiyati shaklni eslash samarasi bilan birga yuqori darajada egiluvchanligidir.



136-rasm. Tomir ichidagi implantat (stent).

5. To'qima injeneriyasi

Bugungi kunda shikastlangan organlarni tiklash nafaqat zamonaviy tibbiyotni, balki biologlar, texnika fanlari vakillarini ham diqqatini o'ziga tortgan dolzarb muammoga aylangan. Mana shu yo'nalishlarni birlashishi natijasida butunlay yangi tarmoqlararo yo'nalish – to'qima injenerligi shakllandi.

To'qima injenerligini vazifasi – biologik to'qimalarning komponentlarini konstruksiya qilish va ularni tirik organizmga implantatsiya qilishdan iborat.

To'qima implantlarini tayyorlash texnologiyasi quyidagilarni o'z ichiga oladi:

1. Dastlabki hujayra materialini tayyorlash. Buning uchun patsientni (kasaldan) tiklanishi lozim bo'lgan to'qimasidan hujayra olinadi. Ko'proq ixtisoslashmagan (o'zak, stvol) hujayra olinadi, chunki ular sun'iy muhitda boshqalardan ko'ra yaxshiroq ko'payadi.

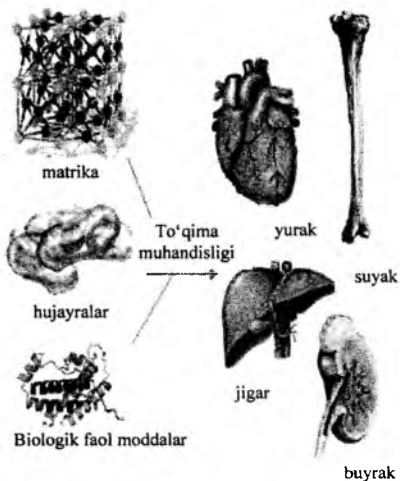
2. Patsient hujayrasini o'stirish uchun biologik mos kelaoladigan konstruksiya (matrikslar) tayyorlash.

3. Laboratoriya sharoitida to'qimalarni shakllantirish (in vitro). O'zak hujayralar maxsus muhitga solinganda ular ma'lum tip hujayraga aylanadi (137-rasm).

4. Tayyorlangan konstruksiyani patsient organizmiga implantatsiya qilish.

To'qima muhandisligini muhim vazifasi, to'qima hosil bo'lishini osonlashtiruvchi uchlamchi matrikslarni konstruksiya qilishdir. **Matriks** – karkas vazifasini bajarishi hamda o'zak hujayralarini ko'payishiga va ularni yangi to'qimani ixtisoslashgan hujayraga aylanishiga yordam beraolishi (mana shu jarayonlarni ko'chaytirishi) kerak.

To'qima xo'jayin organizmga implantatsiya qilinib, yangi to'qima hosil bo'lgandan keyin, butunlay erib ketadigan matriksda o'stirilishi yaxshiroq hisoblanadi. Bunda shikastlangan joyda faqat yangi to'qima qoladi. Shuningdek, matriks va yangi to'qima qisman shakllangan «Biokompozit»ni ham implantatsiya qilish mumkin.



137-rasm. To'qima muhandisligining prinsipi.

«Ideal» (mukammal) matriks qanday xossalarga ega bo'lishi kerak?

1. Matriks xo'jayin-organizm to'qimalarini strukturasi ga o'xshagan va to'qimani bo'shliqda o'sishini ta'minlashi kerak.

2. Matriks butun hujayraga ozuqa moddalari kirishini ta'minlab turadigan yirik g'ovakchalar majmuasiga ega bo'lishi kerak.

3. Matrikslarni sirti ma'lum strukturaga ega bo'lishi kerak, chunki matrikslardagi nanometr darajasidagi g'ovaklar tartibi yoki ularni sirtini g'adir-budirligi, ularga yopishadigan hujayralarni funksional faolligiga ta'sir ko'rsatadi.

4. Mukammal matriks uchun zarur bo'lgan xususiyat – bu bioparchalanish xususiyati. Matriks parchalangandan keyin hosil bo'ladigan mahsulotlar organizmdan tez chiqib ketishi kerak.

5. Optimal karkaslar to'qima hujayralarini o'z-o'zidan tiklanishini faollashtiradi (matriks materiallariga, biologik faol moddalar, hujayralarni o'stirish faktorlari, dorivor moddalar qo'shish mumkin).

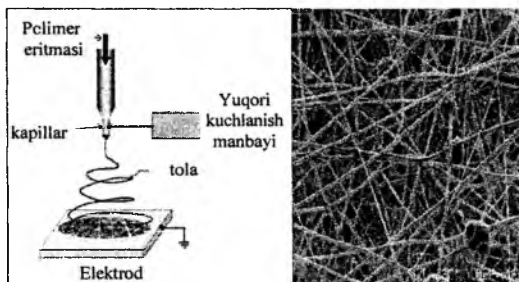
6. Matriksni mexanik xususiyatlari xo'jayin-organizmni to'qimalarini xususiyatlariga mos kelishlari kerak.

Matrikslar biologik to'qimalardan tayyorlanadi. Buning uchun ulardan hujayralarni chiqarib tashlash va hujayralararo moddalarning uchlarni strukturasi saqlab qolish o'ta muhimdir. Shuningdek, matrikslarni noorganik va organik materiallardan, masalan, sopol, gidroksilappatit, polimerlar, kollagen, jelatin, marjon va boshqa birikmalar asosida ham tayyorlash mumkin. Parchalanmaydigan matrikslardan foydalanilganda, organizmda begona materialni uzoq vaqt davomida qolib ketishi bilan aloqador bo'lgan muammolar paydo bo'ladi. Matrikslar tayyorlashda biologik parchalanuvchi polimerlarga ustuvorlik berilishi ham mana shu bilan bog'liq. Hozirgi vaqtda, bu maqsadda sut va glikol kislotasi asosida tayyorlangan polimerlardan keng foydalanib kelinmoqda. Aynan shular asosida teri, suyak, tog'ay, pay, mushak tolalari va boshqalar tayyorlash yo'lga qo'yilgan.

Matriks tayyorlashni istiqbolli usullaridan biri **elektrostatik shakllantirish** yoki **elektrospinning** deb atalgan usuldir. **Elektrospinningni mohiyati nima?** Polimer eritmasi bilan to'ldirilgan kapillar elektr maydoniga qo'yiladi (138-rasm). Kapillardagi polimer eritma zaryadlanib, uni (kapillarni) tekis uchi bo'rtib chiqadi. Kuchlanish maydonini ko'rsatkichlarini, suyuqlikni yopishqoqligini va suyuqlikni uzatish tezligini o'zgartirib, kesimi kapillar diametridan kichik bo'lgan tolani shakllantirish mumkin. Mana shu yo'l bilan diametri bir necha nanometrga teng bo'lgan tola tayyorlash mumkin (139-rasm).

Elektrospinning usuli asosida hujayralarni o'sishi, ko'payishi va differensiyasi uchun tayyorlangan hujayra matrikslari yuqori g'ovakli va solishtirma sirti, tolalarni diametrlarini kichikligi kabi ustuvorlikka ega. Mana shu xususiyatlar tufayli matrikslarni hujayra retseptorlari bilan bog'lanish xususiyatlari oshgan. Bu esa, matriksni hujayralar bilan to'ldirish va zararlangan joyda ularni konsentratsiyasini ko'tarish imkonini beradi.

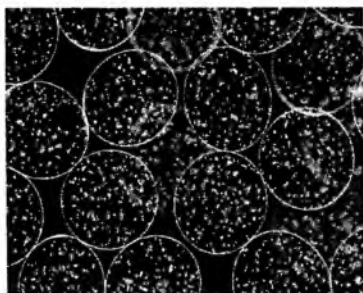
Bugungi kunda nanotolalardan tayyorlangan hujayra matrikslari tog'ay, suyak va asab tolalari to'qimalari, teri, qon tomirlarni devorlarini regeneratsiya (qayta tiklanish) qilishda ishlatilmoqda. Bunday tolalarni yaratish ularni biologik mosligini ta'minlash maqsadida, ko'proq tabiiy polimerlar: kollagen, ipak oqsili, selluloza hamda ularni aralashmalaridan foydalaniladi.



138-rasm. Elektrospinning usuli asosida tola tayyorlash qurilmasini sxemasi.

139-rasm. Elektrospinning usuli bilan olingan nanotolalar.

Tolalarni mexanik xususiyatlarini yaxshilash maqsadida matriks bir vaqtini o'zida biologik va sintetik polimerlardan tayyorlanadi. Hujayra matrikslariga, shuningdek, noorganik komponentlar ham qo'shish tavsiya qilinadi. Masalan, suyak to'qimasini ko'chirib o'tkazish uchun kalsiyni fosfatli va karbonatli tuzlaridan foydalaniladi. Elektrospinning usuli tirik hujayralar saqlaydigan nanotolalar va nanokapsulalar tayyorlash imkonini ham beradi (140-rasm).



140-rasm. Polimerlarga inkapsulatsiya qilingan tirik hujayralarni mikrofotoqrafiyas¹.

Buning uchun «nina ichida nina» sistemasidan foydalaniladi. Ichki ninadan muhitda suzib yurgan tirik hujayralar, tashqi ninadan esa, quyuq, o'zidan tok o'tkazmaydigan polimer kelib tushadi.

Elektr maydoniga ulanganda bir tomchi polimerni yupqa tola qilib cho'zib olish imkoni paydo bo'ladi. Bunda tolani ichida joylashgan va elektr maydoni ta'siriga tushgan hujayralar bir necha kun mobaynida o'zlarining xususiyatlarini yo'qotmaydi.

Har xil tolalardan foydalanish mustahkamligi va uzoq ishlatish imkoniyati har xil bo'lgan tolalar yaratish imkonini beradi. Kelajakda bunday tolalardan jarrohlik amaliyotida, tikish uchun iplar sifatida foydalanish mumkinligi haqida bashoratlar qilingan. Afsuski, elektrospinning usuli juda katta kamchilikka ega, ya'ni hujayralar elektr toki ta'sirida shikastlanishlari mumkin.

Bu kamchilikni, ya'ni elektrospinning usuli ishlatilganda, hujayralarni nobud bo'lishini qanday qilib oldini olish mumkin? Bu muammoni yechish uchun nanotola olishni yangi usuli ishlab chiqilgan. Bu **bosim yordamida nanotola olish** usulidir. Bu texnologiyadan organlarni regeneratsiyasi va dorilarni nuqtaga yetkazish uchun sun'iy karkaslar yaratishda foydalanish mumkin.

Tirik hujayra tutuvchi tola yaratish maqsadida, tadqiqotchilar 3 ta konsentrik nina bilan jihozlangan moslamadan foydalanganlar. Ninalarni birinchisi (ichki nina), hujayrani ozod qiladi, ikkinchisi, ulami (hujayralarni) o'rab olayotgan polimer olib keladi va nihoyat uchinchisi, kerakli bosim bilan ta'minlanadi.

Hujayralarni sekinlik bilan ozod qilib, ularni yuqoriroq tezlikda chiqib kelayotgan polimer bilan o'rab olish va atmosfera bosimiga nisbatan 2 marta yuqori bo'lgan bosim berish orqali uzun va nafis nanotola olish mumkin ekanligi namoyish qilingan. Olinadigan nanotolani yo'g'on yoki ingichka bo'lishini bosim orqali boshqarib turish mumkin. Shuni ham ta'kidlash lozimki, bu usulda ishlatilgan bosim kuchi hujayrani hayotiy faoliyatiga zarar yetkazmaydi.

Ushbu bobda keltirilgan materiallar asosida nanobiologiya va nanobiotexnologiya erishgan yutuqlar, tibbiyot amaliyoti uchun juda ham kerakli ekanligiga guvoh bo'lamiz. Nanobiotexnologlarni meditsina xodimlari bilan hamkorlikda olib boradigan ilmiy va amaliy tadqiqotlari yaqin kelajakda o'z mevasini berib, ushbu kitobni kirish qismida keltirilgan onkologik va yuqumli – immun katastrofalarining oldini olish imkonini beradi degan yaxshi fikrdamiz.

Asosiy atamalar lug'ati

Antigen – odam organizmi begona yoki potensial xavfli deb qabul qilingan va unga qarshi shaxsiy antitanasini ishlab chiqaradigan modda.

Antitana – 2 og'ir va 2 yengil polipeptid zanjiridan tashkil topgan Y ga o'xshagan oqsil molekulasi; immun sistemasining hujayralari B - limfotsitlar tomonidan ishlab chiqariladi.

Biologik to'siqlar (barerlar) – organlarni noqulay tashqi agentlar ta'siridan himoya qiluvchi va organizmni ichki muhitini doimiyligini ta'minlovchi to'qima strukturasi. Tashqi biologik to'siqlarga teri va shilliq qavatlar kiradi; ichki to'siqlar qondan begona va zaharli moddalarni to'qimaga o'tishiga to'sqinlik qiladi.

Biomateriallar – organizmni hujayra va to'qimalariga mos keladigan sun'iy materiallar.

Biomoslik – materiallar buyumlar yoki qurilmalarni tirik organizmda salbiy reaksiya chaqirmasdan o'z funksiyasini bajarishi.

Gematoensefalik to'siq – miyaga yirik yoki polyarli molekullarni hamda qon hujayralarini, shu jumladan immun sistemasini ham kirib kelishiga to'sqinlik qiluvchi qon va asab to'qimalari orasidagi yarim o'tkazuvchi to'siq.

Gibridoma – ikki xil hujayrani qo'shilishidan paydo bo'lgan, B-limfotsit antitanalari va rak hujayra mielomalari hosil qiladigan gibrid hujayra (ko'payadigan hujayralar liniyasi). Hujayralarni qo'shilishi membranani buzuvchi polietilenglikol agentlar yoki Syunday virusi yordamida amalga oshadi.

Dendrimerlar – simmetrik strukturaga ega bo'lgan, shoxlangan sintetik polimerlar.

Differensirovka – bir xil hujayra va to'qimalar orasida farqni paydo bo'lishi organizmni rivojlanishi davomida to'qima va hujayralarni o'zgarishi va oqibatda ixtisoslashgan hujayra, to'qima hamda organlarni shakllanishi.

Immunologiya – organizmni himoya reaksiyalarini, ularni struktura-funksional butunligini va biologik individualligini o'rganuvchi biolog va meditsinani ilmiy sohasi.

Implantat – jarrohlik yo'li bilan odam organizmiga kiritiladigan protez (odamni yo'q organini o'rnini bosaoladigan) yoki indifikator (masalan, teri ostiga kiritib qo'yiladigan, uy hayvonlari haqida axborotlarni berib turuvchi chip) sifatida foydalaniladigan meditsina obyekti (konstruksiya yoki qurilma).

Makrofaglar – organizm immun sistemasining hujayralarini bir xil bo‘lmagan guruhi. Qondan kolloid bo‘lakchalar va mikroorganizmlarni yutib olish xususiyatiga ega bo‘lgan barcha hujayralar.

Nanoqoziqchalar – hujayralar o‘stiriladigan nanotrubkalar to‘plami. Nanoqoziqchalar plazmalemmalarni qiyshaytirib sitoplazmaning har xil chuqurligiga kirib boradi, ammo hujayralarga shikast yetkazmaydi.

Nanomeditsina – odam kasalliklariga molekular va subhujayra darajasida diagnoz qo‘yish va ularni davolash.

Nanotana – tuya antitanasini o‘zgaruvchan qismi bo‘lib, unda yengil polipeptid zanjiri bo‘lmaydi. Nanotanalar kattaligi bo‘yicha antitanadan o‘n marta kamroq bo‘ladi.

Nitinol – titan (55%) va nikelni (45%) aralashma qorishmasi. Yuqori darajada korroziyaga chidamli va «eslab qolish» xususiyatiga ega.

Regeneratsiya – tirik organizmlarni shikastlangan hujayra, to‘qima, ba’zida butun boshli organni tiklash xususiyati.

O‘zak hujayra – hayvonlarni doimo yangilanib turadigan to‘qimalari tarkibiga kiruvchi hujayralar. Ular ixtisoslashish, boshqa tipdagi hujayralarga aylanish xususiyatiga ega.

To‘qima muhandisligi – organizmdan tashqarida shikastlangan to‘qima va organlarni qayta tiklash uchun ishlatiladigan tirik funksional komponentlarni konstruksiya qilish. Biologiya, meditsina va muhandislik fanlari usullarini yagona bir butunga birlashtiradigan dissiplinalararo soha hisoblanadi.

Elektrospinning – elektrostatik maydonda sun‘iy tola olish usuli.

Fullerenlar – uglerodni bir ko‘rinishi (olmos, karbit va grafit qatori) ko‘p qirrali sferik (dumaloq) shaklga ega bo‘lib, juft sonli uglerod atomlardan tashkil topgan.

Endofulleren – ichiga bir yoki bir nechta atomlar yoki eng sodda molekularlar kiritilgan fulleren.

«Shaklni eslab qolish» effekti – isitilganda dastlabki shaklga qaytish hodisasi. Deformatsiyaga uchratilgan ba’zi materiallarda kuzatiladi.

in vitro – (lotincha, «shisha ichida») – tajribani tirik organizmdan tashqarida («probirka»da) o‘tkazish texnologiyasi.

in vivo – (lotincha, «tiriklik ichida») – tirik organizmda tajriba o‘tkazish texnologiyasi.

Takrorlash uchun savollar

1. «Nanomeditsina» nima?
2. Nanotexnologiya, biotexnologiya va nanomeditsinalar orasida qanday o'zaro bog'liqlik bor?
3. Nanomeditsinani asosiy yo'nalishlarini sanab o'ting.
4. Dorilarni an'anaviy shakllarida qanday kamchiliklar bor?
5. Tirik organizmni biologik barerlari nima?
6. Yangi dorivor fermentlar yaratilishida qanday vazifalar bajarilishi kerak?
7. Dorivor moddalarni yo'naltirilgan transportning asosiy usullarini xarakterlab bering.
8. «Passiv maqsadga intilish»ning faol birikmalarni yo'naltirilgan transportning bir usuli sifatida tushuntirib bering.
9. Shish to'qimalarni kapillarlarini nima bilan farqlanadi?
10. Xavfli shish to'qimalarini qanday o'ziga xos bo'lgan xususiyatlari nanobo'lakchalar to'planishiga yordam beradi?
11. Dorivor moddalarni boshqaruvchan transporti qanday amalga oshadi?
12. Qanday molekularlar «molekular manzil» funksiyasini bajarib, nanobo'lakchalarni tanlab transport qilinishini ta'minlaydi?
13. Qonda nanobo'lakchalar aylanishini davomiyligi qanday faktorlarga bog'liq? Qanday qilib uni cho'zish mumkin?
14. Dorilarni yo'naltirilgan transporti vositasi sifatida ishlatiladigan bo'lakchalarni asosiy tiplari nimalar?
15. Dorivor moddalarni tashuvchisi vazifasini bajaruvchi nanobo'lakchalar qanday xossalarga ega bo'lishlari kerak?
16. Liposomal tayyorlash uchun qanday lipidlar ko'proq ishlatiladi?
17. Liposomalarga gidrofil (gidrofob) moddalar kiritish mumkinmi?
18. Biologik faol moddalar (BFM) yo'naltirilgan transporti vositasi sifatida liposomalarni ustuvorligi nimada?
19. Liposomalarni o'lchami qanday?
20. Dorivor moddalar tashuvchisi – nanobo'lakchalar tayyorlash uchun qanday polimerlar ishlatiladi?
21. Nanosfera va nanokapsulalarni farqi nimada?
22. Dendrimerlar nima?
23. Dendrimerlarni qaysi xossalari, ulardan dorivor moddalarni tashuvchilari sifatida foydalanishga imkon beradi?

24. Fulleren uglerodning boshqa allotropik formalaridan nimasi bilan farq qiladi? Nima sababdan u meditsinada ishlatilishi mumkin?

25. Endofullerenlar qanday tuzilgan? Ularni meditsinada ishlatish imkoniyatlari qanday?

26. Uglerodli nanotrubkalar qanday qilib meditsinada ishlatilishi mumkin?

27. Hujayra nanoqoziqchalarga «o'tirganlarida» ular bilan nima sodir bo'ladi?

28. Nanotrubkalar majmuasi qanday qilib dorivor moddalarni hujayraga kiritish uchun ishlatiladi?

29. Nanotrubkalar massividan dorivor moddalarning xususiyatlarini har xil uchastkalariga yetkazish uchun foydalanish mumkinmi?

30. Qanday qilib bir massiv nanotrubkalar ishlatib, bir hujayraga bir nechta har xil moddalar kiritish mumkin?

31. Yuqumli kasalliklarga oid qanday vazifalar tezkorlik yechimini kutmoqda?

32. Antitanalarni qanday o'ziga xos bo'lgan xususiyatlari, ularni atom-kuchli mikroskoplar yordamida qo'shimcha ishlov berish bosqichlarisiz aniqlash imkonini beradi?

33. Antitana nima?

34. Odamni immun sistemasidagi qaysi xatolar korrektirovkaga muhtoj?

35. Sun'iy antitanalar olish bosqichlarini tavsiflab bering.

36. Rak hujayralari uchun immunomagnitli sorbent qanday yaratilgan?

37. Bir organni sog'lom va kasallangan hujayralari asosida onkologik kasalliklarni qanday davolash usullari yaratilgan?

38. Meditsina implantatlari qanday funksiyani bajaradi?

39. «Biomateriallar» nima? Ularni umumiy xossalari nimalar?

40. Implantatlar tayyorlash uchun ko'proq qanday metall ishlatiladi?

41. Nanotexnologiyalar yaratilgan implantlarni mukammallashtirishlari mumkinmi? Javobingizni tushuntirib bering.

42. Qanday metallar yoki qorishmalar «shaklni eslab qolish» xususiyatiga ega? Bu hodisani tushuntirib bering.

43. To'qima implantati olishning bosqichlarini tavsiflab bering.

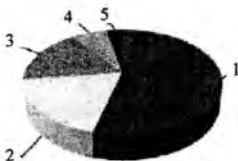
44. To'qima muhandisligi uchun «mukammal» matriks qanday xossalarga ega bo'lishi kerak?

45. Elektrosinningni mohiyati nima? Bu usulda olingan mikro- va nanotolalar qanday ishlatiladi? Bu usulni kamchiligi nimalardan iborat?

Vazifalar

1-vazifa. Nanomeditsina tezkorlik bilan rivojlanib bormoqda. Bu haqda, nanotexnologik preparatlarni ishlab chiqaruvchi va yaratuvchi kompaniyalarni ulushi oshib borayotganligi, meditsinada ishlatishga ruxsat etilgan hamda yaratilishni har xil bosqichida turgan preparatlarni nomlari kundand-kunga ortib borayotganligidan dalolat beradi.

Diagrammada nanomeditsina sohasida ishlayotgan kompaniyalarni yo'nalishlari bo'yicha bo'linishi ko'rsatilgan:



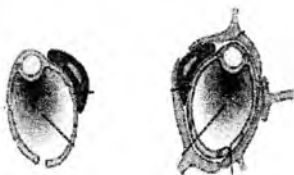
- 1 – yetkazib berish sistemasi – 54%;
- 2 – implantatlar – 19%;
- 3 – in vitro diagnostika uchun vositalar – 17%;
- 4 – in vivo diagnostika uchun vositalar – 7%;
- 5 – davolash usullari va mahsulotlari – 3%.

Adabiyot va internet ma'lumotlaridan foydalanib, ko'rsatilgan yo'nalishlarning zamonaviy bo'linishini baholang. Bu munosabat qanday o'zgargan? Nanomeditsinaning qaysi yangi yo'nalishlarini (shu jumladan borlari ham) alohida ajratish mumkin?

2-vazifa. Odam anatomiyasi kursida o'tilgan umumiy qon aylanish sxemasini eslang. Qaysi tomirlar arteriyalar, venalar va kapillarlar deb ataladi? Katta qon aylanish sistemasining kapillarlarida nimalar amalga oshadi? Nima uchun kapillarlar arteriya va venalarga nisbatan yuqaroq devorga ega?

Kapillarlarni ko'ndalang kesimiga qarang. Periferik kapillar bilan bosh miya kapillarlari orasidagi farq nimada? Bu kapillarlarni qaysi biridan makromolekulalar oson o'tadi? Organizmni qanday xossasi bosh miyani kapillarlarini tuzilishini ta'minlaydi? Nima uchun markaziy asab tizimi kasalliklarini davolash qiyin? Kapillarlar devorlaridan tashqari

qanday biologik to'siqlarni bilasiz? Ularni qaysi prinsiplari asosida va qanday klassifikatsiya qilish mumkin?

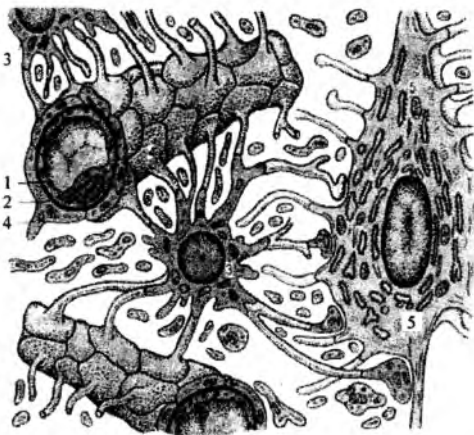


3-vazifa. 1929-yil to'siqli funksiyalarni asoschisi L.S.Shtern qon bilan to'qima suyuqligi orasida himoya - boshqaruv moslashuvi borligini asoslab bergan. Ular orasida qon va markaziy asab sistemasi – gematoensefalik orasidagi to'siq alohida o'rin egallaydi.

Gematoensefalik to'siq sxemasini qarab chiqing? Uni yuqori tanlovini qaysi strukturalar ta'minlaydi? Markaziy asab sistemasining kapillarlarini tuzilishining o'ziga xosligini sa'nao chiqing. Qaysi hujayralar asab to'qimalari tarkibiga kiradi? Neyrogllyani funksiyasi nima?

4-vazifa. XX asrning boshida germaniyalik mikrobiolog olim Paul Erlix dori xuddi «sehrli o'qqa» o'xshab, faqat kasallangan joyga yetib borishi va uni yo'qotishi kerak deb yozgan. Bunday o'q boshqa organlarni chetlab o'tib, ularga zarar yetkazmasdan dorilarni to'g'ri kasal organga yetkazib bergan va ularni kerak bo'lmagan, ba'zida esa zaharli ta'sirlardan saqlagan bo'lar edi. Ammo rak hujayralari rivojlanganda nima qilish kerak? Rakda bakteriyalar emas, balki organizmni hujayralarini o'zlari ishtirok etadi.

Xavfli shishga dorini tanlab yetkazilishini qanday tashkil qilish mumkin? 1910-yil Paul Erlix kimyogar A.Bertgeym bilan hamkorlikda spiroxet (qaytalama tif kasalini chaqiruvchi bakteriya) va tripanosga (bir hujayrali uyqu kasalini qo'zg'atuvchi) tanlab ta'sir ko'rsatuvchi preparat yaratganlar. Dorivor moddalarni yo'naltirilgan transportini asosiy usullarini yoriting. Ularni samaradorligini taqqoslang. Bu usullardan qaysi biri eng yaxshi tanlov va yetkazishni aniqligini ta'minlaydi? Javobingizni tushuntiring. Boshqarilgan transportda «manzil» sifatida qanday molekullar ishlatilishi mumkin? Eng kamida 3 ta misol keltiring.

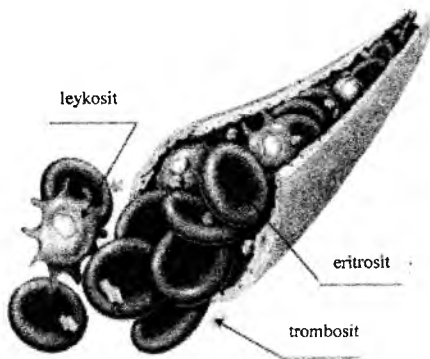


Gematoensefalik to'siqning tuzilish sxemasi (Afanasev bo'yicha)
 1 – kapillar endoteliyasi; 2 – bazal membrana; 3 – neyrogliya
 hujayralari; 4 – neyrogliya hujayralarini plastinkali uchi;
 5 – asab hujayrasi.

5-vazifa. Dorivor preparatlarni tashuvchisi sifatida xilma-xil bo'lakchalar ishlatilishi mumkin. Ular qanday umumiy xossaga ega bo'lishlari kerak? Bu bo'lakchalarni qanday klassifikatsiya qilish mumkin? Tashuvchiga dorivor moddalar qanday bog'lanishi mumkinligini tushuntirib bering. Aniq usulni tanlash nimaga bog'liq? Misollar keltiring.

Dorilarni yo'naltirilgan transportida ishlatiladigan bo'lakchalarni minimal va maksimal o'lchami qanday bo'lishi kerak? Venaga yuboriladigan bo'lakchalarni maksimal o'lchami qanday? Bunday chegaralash nima bilan bog'liq?

Siz ko'rsatgan dorivor moddalar tashuvchisining o'lchamini qon hujayralarini o'lchami va kapillarlarni diametri bilan taqqoslang. O'lchami maksimal chegaradan kattaroq bo'lgan bo'lakchalar qonga kiritilganda nima bo'lishini ko'z oldingizga keltiring.



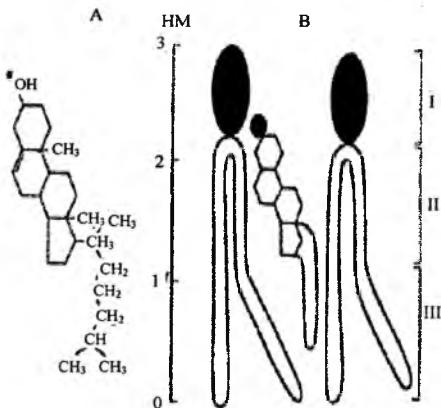
6-vazifa. Dorivor moddalarni tashuvchi bo'lakchalardan eng keng ishlatiladigan liposomalar. Nima uchun liposoma olishda ko'proq fosfolipidlar ishlatiladi? Fosfolipid molekularini tuzilishini ko'rsatib bering. Suvli eritmalarda ikki qavatli (qo'shqavat) liposoma va bir qavatli mitsellalar shakllanishini qanday faktorlar belgilaydi? Nopolyar erituvchilarda liposoma olish mumkinmi? Agar mumkin bo'lsa, ular suvli muhitda olingan liposomalardan nima bilan farq qiladi? Bunday liposomalar nima maqsadda ishlatiladi?

Xuddi tabiiy biologik membranalariga o'xshab, liposomalar tarkibiga xolesterin kiradi. Bu lipid qo'shqavatga qanday xususiyat baxsh etadi? Javobingizni asoslab bering.

Liposomalarni hujayra membranasi bilan qo'shilishini yaxshilash uchun liposoma tarkibini qanday qilib o'zgartirish kerak? Liposomalarni biologik muhitda parchalanishidan hamda hujayraning immun tizimi «zarba»sidan himoya qilish mumkinmi?

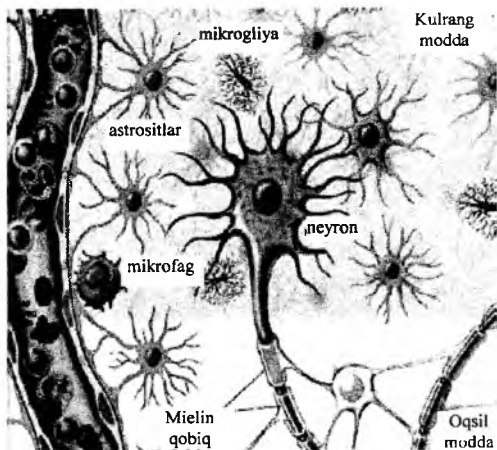
Yuqorida keltirilgan savollar asosida «mukammal» liposomani taklif qiling? Uni sxemasini keltiring.

Liposomalar hayvon hujayralariga toksik ta'sir ko'rsatishlari mumkinmi? Javobingizni asoslab bering. Dorivor moddalarni yo'naltirilgan transportida liposomalarning qanday kamchiliklari bor?



A – xolesterinni struktura formulasi; B – Qo'shqavatda fosfolipidlarni va xolesterinni o'zaro joylashishi.

7-vazifa. Keksa odamlarda keng tarqalgan kasalliklardan biri – **parkinsonizm**. Bu kasallikda odam harakati sekinlashgan, mushaklar taranglashgan bo'ladi, bosh miyani bo'limlaridan birida mediator dofaminni miqdori pasayadi. Shundan kelib chiqqan holda, organizmga tashqaridan dofamin kiritib, kasalni davolash mumkin deb taxmin qilsa bo'ladi. Ammo dofamin eritmasi hech qanday natija bermaydi. Nima uchun dofamin bosh miyaning neyronlariga yetib boraolmasligini tushuntirib bering. Maqsadli joyga yetib borishi uchun dorivor moddalar qanday «to'siq»lardan o'tib borishi kerak? Moddani vena orqali hamda oshqozon-ichak trakti orqali kirish variantlarini ko'rib chiqing. Nima uchun ko'p kasalliklarni davolashda boshqa organlarga tez-tez qo'shimcha samara ko'rsatilganligi kuzatiladi? Biologik to'siqlardan qaysi biri «ishonchli»? Quyidagi rasmini diqqat bilan kuzating.



Qon tomirlaridan moddalar qanday qilib neyronlarga (asab hujayralarga) kelib tushadi? Savolga javob berayotganingizda moddalarni membrana orqali transporti materiallaridan foydalaning (2-bob). Keltirilgan to'siqdan qanday moddalar o'ta oladi? Agar bu moddani suvda yaxshi erishi ma'lum bo'lsa, dofaminni bosh miyaga qanday yetkazish mumkin? Dofaminni bosh miyaning neyronlariga yetkazish variantlarini taklif qiling.

8-vazifa. Rasmda sun'iy antitanani sxemasi keltirilgan.

Antitanani olinishi quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi: hayvonlarni immunizatsiyasi; hayvonlarni talog'idan B – limfotsitlar ajratish; miyeloma hujayralarini ajratib olish;

B – limfotsitlarni va miyeloma hujayralarini qo'shish; gibridomalarni hujayra liniyalarini o'stirish; antitana chiqaruvchi hujayra liniyalarini seleksiyasi; gibridomalarni ko'paytirish (in vivo, in vitro); antitana olish. Mana shu jarayonlarni nomlarini ishlatib, rasmdagi (1-8 va a,b) belgilarni nima ekanligini tushuntirib bering. Rasmda raqamlar bilan ko'rsatilgan jarayonlarni mohiyatini tushuntirib bering.



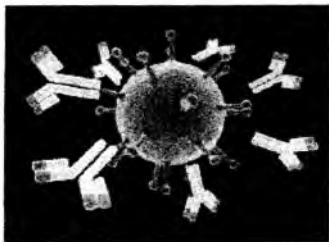
Jarayonlardan qaysi biri:

1) immunizatsiya; 2) qo'shilish, tanlash va ko'paytirish; 3) antitanalar olish; 4) gumanizatsiya bosqichlariga to'g'ri keladi? Sun'iy antitanalar olishni ko'rsatilgan bosqichlaridan qaysi birida gen injeneriya usuli ishlatiladi? Nima uchun B – limfotsitlar shu organni sog'lom hujayralari bilan emas, rak hujayralari bilan qo'shiladi? Qon tomirlarida komplementarlikni aniqlovchi uchastkasi bo'lmagan sun'iy antitanalarning faoliyatini bashorat qiling.

9-vazifa. Tadqiqot davomida limfotsitlar kulturasiga maxsus maqsad bilan virus kiritilgan. Oradan vaqt o'tishi bilan virus oqsili molekulasini antitanalar bilan bog'lanishi kuzatilgan. Antitanalarni

tanlab aniqlash maqsadida, bu komplekslar ustida mikroskopik tadqiqotlar olib borilgan. Shu maqsadda qanday mikroskop ishlatilgan? Har bir antitana nechta polipeptid zanjiri bilan bog'langan?

10-vazifa. Ko'rsatilgan rasmda qanday o'zaro munosabatlar keltirilgan? Sariq-havorangda belgilangan struktura qanday ataladi? Ular o'zlarini qanday qismlari orqali sferik tanadagi tikonsimon, bo'rtib turgan yashil rangli qism bilan o'zaro munosabatga kiradi? O'zaro munosabatga kirishgan strukturalarni qaysi biri, hozirgi vaqtda sun'iy yo'l bilan olinadi? Yuqoridagi o'zaro munosabatdan kelib chiqishi mumkin bo'lgan ikki natijani oldindan aytib bering. Javobingizni isbotlab berishga harakat qiling.

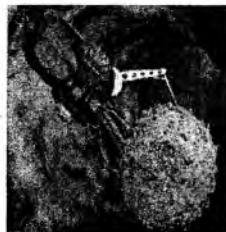


11-vazifa. Dastavval, nanomeditsina konsepsiyasi odam organizmiga kirib olgan, uni hujayralarini molekular darajada «ta'minlab» beradigan bo'lakchalar yaratish va uni tatbiq qilish lozimligi haqidagi fantastik g'oyadan kelib chiqqan. Xo'sh, shunday nanorobotlar yaratildi ham deylik, ular qanday xususiyatga ega bo'lishlari kerak? Ularni qanday materialdan yasash mumkin? Ularni maksimal kattaligi qanday bo'lishi kerak? O'z faoliyati uchun ular qanday energiya manbalaridan foydalanadi? Bu qurilmalarni faoliyatini qanday nazorat qilish mumkin? Ular o'z faoliyatlarini bajarib bo'lganlaridan keyin yoki buzilib qolganlarida organizmdan qanday chiqariladi? Ular immun sistemasi orqali chiqarilishlari mumkinmi? Bunday nanorobotlar o'z ishlarini qaysi organda «tashkil qilishlari» mumkin?

Tirik organizmni ichida faoliyat ko'rsatuvchi real nanorobotlar yaratilishi mumkinmi?



Respirotsit – sun'iy eritrotsit.



Yuqumli kasallik chaqiruvchisini hujayrada yo'q qiladigan nanorobot.

12-vazifa. Ko'plab og'ir kasalliklar yurak, o'pka, buyrak, jigar, oshqozon osti bezi kabi hayotiy zarur organlarni ishdan chiqaradi. Yetarli darajada faoliyat ko'rsataolmaydigan organni almashtirmasa odam halok bo'ladi. Zararlangan to'qima va organlarni qayta tiklash yoki ularni almashtirishni har xil yo'llari bor: donor organlarini ko'chirib o'tkazish; mexanik konstruksiya tikib qo'yish; to'qima muhandisligi.

Nima sababdan donor organlarini ko'chirib o'tkazish, kasallik tufayli shikastlangan organlarni almashtirish muammosini to'liq hal qilaolmaydi? Ko'chirib o'tkazishda qanday muammolar kelib chiqadi? Organizm begona material kiritilishiga qanday munosabat ko'rsatadi? Shu reaksiyalarni kamaytirish yoki butunlay yo'qotish mumkinmi? Javobingizni asoslab bering. Qanday holatlarda implantatlar ishlatiladi? Kamida 3 ta misol keltiring. Implantatlar qanday materiallardan tayyorlanadi? Nanotexnologiya yordamida bugungi biomateriallarni mukammallashtirish mumkinmi?

To'qima muhandisligi usullari yordamida har xil sun'iy organlar yaratish imkoniyatlarini analiz qiling. Shu usul yordamida butun organni yasash mumkinmi? Qon aylanish, nafas olish, organizmdan chiqarish kabi organizmni funksiyalariga tayangan holda, organlar yaratilishini chegaralab qo'yadigan muammo nima ekanligini tushuntiring. To'qima muhandisligi qanday tipga mansub bo'lgan to'qimalar yaratishda muvaffaqiyatli ishlatilayotganligini izohlang. Misollar keltiring.

13-vazifa. To'qima muhandisligini asosiy funksiyasi nima? Qanday hujayralar, dastlabki hujayra materiali sifatida ishlatilishi mumkin? Bu hujayralar organizmni boshqa hujayralaridan nima bilan farq qiladi? Hujayralarni tabaqalanishini (differenziatsiyasi, spetsializatsiyasi) qanday «boshqarish» mumkin? O'zak (stvolovoy) hujayrani meditsinada ishlatilish muammosini muhokama qiling.

14-vazifa. Quyidagi mavzular bo'yicha ma'ruza tayyorlang:

- «Titan va ularning qorishmalari: tibbiyotda ishlatilishi»;
- «Biosun'iy teri: tayyorlash texnologiyasi va ishlatilish istiqbollari»;
- «Sun'iy sezish organlari (ko'rish, eshitish, hid sezish)»;
- «Sun'iy yurak»;
- «Bionanotexnologiyadan foydalanib, suyak to'qimasini tiklash».

Adabiyotlar

Боздаганян М.Е. Фуллерены и перспективы их применения в биологии и медицине // Российский электронный наножурнал (<http://nanorf.ru>).

Бронштейн Л.М., Шифрина З.Б. Наночастицы в дендримерах: от синтеза к применению // Российские нанотехнологии, 2009, Т.4, №9-10, 32-55 с.

Гиббс У. Нанотела / У. Гиббс // В мире науки, 2005, №11 (режим доступа <http://www.sciam.ru>).

Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение: пер. с англ. / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002, 589 с.

Кобаяси Н. Введение в нанотехнологию: пер. с яп. / Н. Кобаяси. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008, 134 с.

Кольтовер В.К. Эндоздральные фуллерены: от химической физики к нанотехнологии и медицине / В.К. Кольтовер // Вестник РФФИ, 2008, № 3 (59), 54-71 с.

Мастеров В.Ф. Физические свойства фуллеренов / В.Ф. Мастеров // Соросовский образовательный журнал, 1997, №1, 92-99 с.

Моисеенко В.М. Моноклональные антитела в лечении злокачественных опухолей / В.М. Моисеенко // Практическая онкология, 2003, Т. 4, № 3, 148-156 с.

Нанотехнологии в биологии и медицине / Под ред. Шляхто Е.В. (<http://prostonauka.com>).

Пиотровский Л.Б. Механизмы биологического действия фуллеренов – зависимость от агрегатного состояния / Л.Б.

Пиотровский и др. // Психофармакология и биологическая наркологи́я. – 2007, Т. 7, № 2, 1548-1554 с.

Пиотровский Л.Б. Фуллерены в дизайне лекарственных веществ // Российская нанотехнологии, 2007, Т. 2, № 7-8, 6-18 с.

Пол У. Иммунология: в 3 т.: пер. с англ. / У. Пол, А. Сильвертайм, М. Купер и др. – М.: Мир, 1987, 1988.

Ройт А. Иммунология: пер. с англ. / А Ройт, Дж. Бростофф, Д. Мейл. – М.: Мир, 2000, 592 с.

Сидоров Л.Н. Химия фуллеренов / Л.Н. Сидоров, Макеев Ю.А. // Соросовский образовательный журнал, 2000, Т.6, №5, 21-25 с.

Фуллерены: Учебное пособие / Сидоров Л.Н., Юровская М.А. и др. – М.: Экзамен, 2005, 688с.

Хартманн У. Очарование нанотехнологии: пер. с нем. / У. Хартманн. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008, 173 с.

Шимановский М.Л. Нанотехнологии в современной фармакологии // Клиническая фармакология, 2009, №1, 131-135 с.

Шпилевский М.Э., Шпилевский Э.М., Стельмах В.Ф. Фуллерены и фуллереноподобные структуры – основы перспективных материалов // Инженерно-физический журнал, 2001, Т. 74, № 6, 106-112 с.

Ambade A.V. Dendrimeric micelles for controlled drug release and targeted delivery / A.V.Ambade, E.N.Savariar and S.Thayumanavan // Mol Pharm. – 2005. – V. 2, № 4. – P. 264-272.

Boas U., Christensen J.B., Heegaard P.M.H. Dendrimers in Medicine and Biotechnology. New Molecular Tools. – The Royal Society of Chemistry, 2006.

Electrospun poly (lactic acid-co-glycolic acid) scaffolds for skin tissue engineering / S.G. Kumbara et al. // Biomaterials. – 2008. – Vol. 29, №30. – P.4100-4107.

Medicinal applications of fullerenes (review) / Bakry R. et al // International Journal of Nanomedicine. – 2007. - №2(4). – P.639-649.

Partha R., Conyers J.L/ Biomedical applications of functionalized fullerene-based nanomaterial's // International Journal of Nanomedicine. – 2009. - №4. – P.261-275.

Peptide-based Biopolymers in Biomedicine and Biotechnology / D. Chow et al. // Master Sci Eng R Rep. – 2008. – Vol. 62, №4. – P. 125-155.

Satoh M., Takayanagi I. Pharmacological Studies on Fullerene (C60), a Novel Carbon Allotrope, and its Derivatives (review) // J. Pharmacol Sci. – 2006. – V.100. – P. 513-518.

Wu H.Ch. Peptide-mediated liposomal drug delivery system targeting tumor blood vessels in anticancer therapy / Wu H.Ch., Chang De-K. // Journal of Oncology (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

Internet- saytlar:

www.sciam.ru
www.medvestnik.ru
www.strf.ru
www.cbio.ru
www.nanonewsnet.ru
www.newchemistry.ru
prostonauka.com
nanorf.ru
www.ncbi.nlm.nih.gov
thesaurus.rusnano.com
allforchildren.ru
www.electrospinning.ru
www.nanomedicine.com
www.foresight.org
www.rfreitas.com

BILIMNI SINASH UCHUN TEST SAVOLLARI

1. Biomakromolekulalar nima?
 - A. Biopolimerlar (nukleinkislotalar, oqsillar, polisaxaridlar) molekulasi.
 - B. Aminokislota va lipidlar.
 - C. Uglevodlar va oqsil moddalar.
 - D. Makroelementlar va mikroelementlar.
2. Biosfera nima?
 - A. Tirik organizmda kechadigan biokimyoviy jarayonlar.
 - B. Tarkibi, strukturasi va energetikasi tirik organizmlarni majmuasining faoliyati bilan belgilanuvchi yerning qobig'i.
 - C. Tabiatda sodir bo'ladigan voqea va hodisalar majmuasi.
 - D. Tabiatdagi o'simlik va hayvonot dunyosi.
3. Biotsenoz nima?
 - A. Suvda yashovchi barcha tirik jonzotlar.
 - B. Quruqlikda yashovchi hayvonlar bilan o'simliklarni hamkorlikda yashashi.
 - C. Quruqlikda yoki suvda birgalikda yashovchi hayvonlar, o'simliklar, zamburug' va mikroorganizmlar majmuasi.
 - D. Quruqlikda yashovchi barcha mikroorganizmlar va zamburug'lar majmuasi.
4. Hujayra deganda nimani tushunasiz?
 - A. Vazifasi bir-biriga o'xshash lekin tuzilishiga o'xshamaydigan to'qimalar to'plami.
 - B. Bir-biriga o'xshash molekullarni yig'indisi.
 - C. Tirik organizmlarning biokimyoviy reaksiyalarini tezlashtirishni o'zida namoyon qiladi.
 - D. Barcha tirik organizmlarni asosiy struktura - funksional birligi, uning asosida tiriklikni barcha xossalari namoyon bo'ladi.

5. Nanokomplekslar nima?
- Hayotni nadmolekular (subhujayrali) darajada tuzilgan murakkab strukturalari (hujayra membranasi, ribosomalarni subbirliklari).
 - Hajmi juda kichik bo'lgan komplekslar.
 - Nanometrlar bilan o'lchanadigan komplekslar.
 - Nanohajmga ega ega bo'lgan organelalar kompleksi.
6. Nanobiotexnologiyalar deganda nimani tushunasiz?
- Nanotexnologiyalarni nanobo'lakchalarni tirik sistemaga ta'sirini o'rganuvchi hamda biologik nanostrukturalarni tibbiyotda, ekologiyada, qishloq xo'jaligida va ishlab chiqarishni boshqa sohalarida ishlatish usullarini o'rgatuvchi bo'limi.
 - Nanohajmli biotexnologik jarayonlar.
 - Nanopreparatar olishga qaratilgan biotexnologiyalar.
 - Biotexnologiyalarni yangi ko'rinishi bo'lib, ular nanostrukturalar tayyorlashda ishlatiladi.
7. Nanometr qanday o'lcham?
- Metrni milliarddan bir bo'lagi (10^{-9} m).
 - Santimetrni mingdan bir bo'lagi.
 - Millimetrning o'ndan bir bo'lagi.
 - Metrning 1000 bir bo'lagi.
8. Nanojarayonlar deganda nimani tushunasiz?
- Nanobo'lakchalardan foydalanib, biokimyoviy reaksiyalarni faollashtiruvchi jarayon.
 - Nanobo'lakchalar yordamida reaksiyalarni tezlashtirish jarayoni.
 - Nanobo'lakchalar yordamida oqsil biosintezini amalga oshirish.
 - Nanostrukturalar, nanobo'lakchalar ishtirokida o'tadigan jarayonlar.

9. Nanostrukturalar nimaga teng?
- O'lchami 1 yoki 2 marta (sm) kichik obyektlar.
 - O'lchami 1 dan 100 nanometr (nm) oralig'idagi obyektlar.
 - O'lchami 1 dan kichik bo'lgan (ml) obyektlar.
 - 10 va 100 nanometr o'lchamidagi obyektlar.
10. Nanohodisa deganda nimani tushunasiz?
- Tabiatda nanobo'lakchalar yordamida amalga oshiradigan barcha biologik reaksiyalarda.
 - Tirik tabiatni nanostrukturalar ishtirokida o'tadigan hodisalari (voqealari).
 - Mikro va makroelementlardan nanobo'lakcha sifatida foydalanish hodisasi.
 - Nanobo'lakchalarni tirik organizmda reaksiyalarni to'xtatish hodisasi.
11. Organ nima?
- Organizمنى bir bo'lagi organ elementlaridan tashqari ixtisoslashmagan hujayralar va to'qimalar, nerv, qon va limfa tomirlari.
 - Kelib chiqishi, vazifasi, tuzulishi o'xshash bo'lgan hujayralar yig'indisi.
 - Organizمنى anatomik jhozlangan va funksional ixtisoslashtirilgan qismi; organlarni elementlari – hujayralar, hujayralar orasidagi moddalar, qon va limfa tomirlari, nerv va boshqalar bo'lishlari mumkin.
 - Kelib chiqishi har xil bo'lgan yoki bajaradigan vazifasi bir xil bo'lgan hujayra va to'qimalar majmuasi.
12. Organizm nima?
- Hayotni real tashuvchisi, uni barcha fundamental xususiyatlari va ko'rinishlariga ega bo'lgan butun tirik sistema.
 - Bajaradigan vazifasi bir xil bo'lgan, lekin tuzilishi har xil bo'lgan to'qimalar to'plami.

- C. Bir-biriga o'zaro bog'liq bo'lmagan har xil vazifani bajaruvchi organlar yig'indisi.
- D. Vazifasi bir xil, lekin tuzulishi har xil bo'gan organlar majmuasi.

13. Ko'rish imkoniyati deganda nimani tushunasiz?

- A. Asboblardan foydalangan holda biokimyoviy reaksiyalarni tasvirga olish.
- B. Faqat biologik jarayonlarni ma'lum nuqtalarda tasvirga olishi.
- C. Bir-biridan uzoq bo'lgan jismlarni ongli ravishda ko'ra bilishi.
- D. Asbobning obyektini bir-biriga yaqin bo'lgan nuqtalarini alohida tasvirga olish imkoniyati.

14. Yorug'lik mikroskopi nima?

- A. Ko'z bilan ko'ra oldigan obyektlarni kattalashtirishga mo'ljallangan asbob.
- B. Ko'z bilan ko'rib bo'lmaydigan obyektlarni (yoki ularni strukturasi qismlarini) kattalashtirilgan tasvirini olishga mo'ljallangan optik asbob.
- C. Ko'z bilan ko'rib bo'lmaydigan hujayra organoidlarini bir necha marta kattalashtiruvchi uskuna.
- D. Ko'z bilan ko'ra oldigan, lekin tassavur qila olmaydigan obyektlarni ma'lum miqdorda kattalashtiruvchi uskuna.

15. Skanir qiluvchi zondli mikroskop qanday asbob?

- A. Sirtni va uni aniq xarakteristikasini tasvirga oluvchi asbob. Bunda tasvirga olish jarayoni sirtni zond yordamida skanir qilishga asoslangan.
- B. Tashqi va ichki tuzilishini aniq tasvirga oladigan va bir necha marta kattalashtiruvchi maxsus asbob.
- C. Hujayrani qiyosiy tasvirni aks ettiruvchi uskuna
- D. Hujayra organellalarni qiyosiy o'rganishini tashkil qiluvchi uskuna.

16. Tirik sistemaning tuzilish darajasini struktura – funksional birligi nima?
- A. Sistemani muayyan darajada tarixiy o'zgarishi, evolyutsion jarayonni mazmunini tashkil qiluvchi diskret birligi.
 - B. Hujayra morfologiyasi.
 - C. Hujayrani tartibga solib turuvchi kuchlar majmuasi.
 - D. Hujayra kattaligini o'lchovchi birlik.
17. To'qima deganda nimani tushunasiz?
- A. Organni bir qismi.
 - B. Hujayralar to'plami.
 - C. Kelib chiqishi, tuzilishi, lokalizatsiyasi va organizmdagi funksiyasi bo'yicha o'xshash bo'lgan hujayralar sistemasi va ularni hosilalari.
 - D. Organni tashkil qiluvchi birlik.
18. Fibroblastlar nima?
- A. Murakkab moddalar.
 - B. Oqsil moddalar.
 - C. Hujayralar orasidagi moddalarni (masalan, kollagen, elastik, mukopolisaxaridlar) ishlab chiqaruvchi, birlashtiruvchi (bog'lovchi) to'qimaning hujayralari.
 - D. To'rtlamchi strukturaga ega bo'lgan oqsil molekula.
19. Fluoressensiya nima?
- A. Moddani qisqa vaqtli yorug'lik berishi. U energiya yutilishi natijasida kelib chiqadi.
 - B. Moddalarni yorug'lik yutish xususiyati.
 - C. Moddalarni aksi.
 - D. Moddalarni rang beruvchi elementlar bilan bog'lanadi.
20. Fluoroxromlar nima?
- A. Mikroskopiyada ishlaydigan bo'yoqlar
 - B. Hujayra organellarini rang berish xususiyati

- C. Hujayralarga tashqi muhit ta'sir etganda hosil bo'ladigan rang beruvchi modda
- D. Fluorescent mikroskopiyada obyektga ishlov berish maqsadida ishlatiladigan tabiiy yorug'lik berish xususiyatiga ega bo'lmagan modda
21. Elektron mikroskop obyektini necha marotaba kattalashtiradi?
- A. Yorug'lik oqimi o'rnida elektronlar to'plamini ishlatish hisobidan 10^6 taga kattalashtirilgan tasvir beraoladigan uskuna.
- B. 10^9 marotaba
- C. 10^7 dan 10^{10} gacha
- D. 1000 marta
22. Oqsillar agregatsiyasi deganda nimani tushunasiz?
- A. Oqsillarni bir-biriga to'planishi
- B. Oqsillarni o'zaro agregatsiyaga kirishishlari
- C. Oqsillarni agregatlar yordamida cho'kishi
- D. Oqsil molekulalarini ikkilamchi strukturalar (o'ngga qayrilgan L-spiral uchastkalar) orqali o'zaro munosabatga kirishib, nadmolekular agregatlar hosil qilishi.
23. Oqsil qanday birikma?
- A. Makromolekulalar
- B. Aminokislotalardan tashkil topgan birikma
- C. Almashinmaydigan aminokislotalardan hosil bo'ladigan makromolekula
- D. Aminokislota qoldiqlaridan tuzilgan va barcha tirik organizmlarni hayotiy jarayonlarida eng asosiy rol o'ynovchi yuqori molekular organik birikmalar.
24. Tashuvchi oqsil nima?
- A. Mikroelementlarni hujayraga tashib kiruvchi modda
- B. Transmembrana oqsili o'zini fazoviy strukturasi o'zgartirib, moddalarni membrananing lipidli qavatidan o'tishini

ta'minlovchi oqsil.

- C. Mikroelementlarni hujayra organella orasida tashib yuruvchi modda molekulasiga suv yig'ib olish xususiyatiga ega bo'lgan makromolekula
- D. Mikroelementlarni hujayra organellalari orasida tashib yuruvchi modda

25. Oqsil-retseptor deganda nimani tushunasiz?

- A. Hujayra membranasida lokalizatsiya bo'lgan spetsifik oqsil bo'lib, u signalli moddalar (ligandlar) bilan bog'lanib, ular uzatadigan tashqi signalni qabul qilish xususiyatiga ega.
- B. Hujayrada to'planib, retseptorlik vazifasini bajaruvchi kompleks
- C. Oqsil tabiatli retseptorlar
- D. Retseptor vazifasini bajaruvchi oqsil moddalar

26. Biopolimerlar qanday strukturalar?

- A. DNK, RNK lar.
- B. Makromolekulalar.
- C. Strukturalari bir xil bo'lgan past molekular birikmalar (monomerlar) dan tashkil topgan, tirik organizmlarni struktura qismi bo'lgan va ularni hayotiy jarayonlarida muhim rol o'ynaydigan yuqori molekular tabiiy birikmalar (oqsillar, nuklein kislotalar, polisaxaridlar va ularni hosilalari).
- D. Suv va unda hosil bo'ladigan mineral eritmalar.

27. Kanal hosil qiluvchi oqsillar deganda nimani tushunasiz?

- A. Kanallar shakllantiruvchi oqsillar.
- B. O'zi o'tgan joyiga iz qoldiruvchi oqsillar
- C. Tashuvchi vazifasini bajaruvchi oqsillar
- D. Tashuvchilik vazifasini bajarmaydigan oqsillar

28. Oqsillarni modifikatsiyasi deganda nimani tushunasiz?

- A. Polipeptidlarni kimyoviy o'zgarishi.
- B. Oqsil molekulasini tarkibiga kiruvchi aminokislotalarni o'rniga boshqa organik moddalar kiritilishi

- C. Oqsillarni yog' kislotalari bilan boyitilishi
 - D. Oqsil-uglevod kompleksi hosil bo'lishi
29. Monomerlar deganda nimani tushunasiz?
- A. Strukturasi o'xshash va o'zaro bir-birlari bilan munosabatga kirishib, yuqori molekulari birikmalar – polimerlar hosil qiluvchi monomerlar.
 - B. Struktura jihatdan har xil bo'lgan, vazifasi bir xil bo'lgan yuqori molekulari yig'indisi
 - C. Yuqori molekulari birikmalarning monomelari bo'lib, struktura jihatdan o'zaro munosabatga kirisha olmaydi
 - D. Polimer hosil qiluvchi monomerlarning tuzulishi jihatdan har xil bo'lgan molekulari
30. Nanobiosensor nima?
- A. Nanoqurilmalar ishtirokida to'g'ridan-to'g'ri biologik reaksiyalarni amalga oshiruvchi sensor
 - B. Tabiiy nanoqurilmalardan iborat, to'g'ridan-to'g'ri kirisha olmaydigan bir-biriga bog'liq oqsil tabiatli moddalardan tuzilgan, funksional bog'langan signalni tiklay olmaydi.
 - C. Sun'iy nanoqurilma bo'lib, undagi retseptorlar sezgir qavat (antitanalar, fermentlar va h.k.) to'g'ridan-to'g'ri biologik materialda ma'lum komponent borligiga reaksiya qiladi. Bunda moddani konsentratsiyasi bilan funksional bog'langan signalni tiklaydi (generatsiya qiladi). Nanobiosensor konstruksiyasi bo'yicha bir-biri bilan mustahkam kontaktda turgan ikki – biokimyoviy va fizik o'zgartiruvchilardan tashkil topgan qurilma.
 - D. Tabiiy va sun'iy tarzda hosil bo'luvchi, signal vazifani bajaruvchi nanoqurilmalar yig'indisi
31. Nuklein kislotalar qanday molekulari?
- A. Mono va polimerlardan iborat molekulari
 - B. Polinukleotidlar, nukleotid qoldiqlaridan tashkil topgan fosfor

- saqlovchi yuqori molekulari organik birikmalar
 - C. Polipeptid zanjiridan iborat bo'lib organizmdagi biologik reaksiyalarni tezlashtiruvchi yoki ingibirlovchi molekular
 - D. Suvda erimaydigan, organizmda energetik vazifani bajaruvchi lipidlardan iborat
32. Nukleotidlar nima?
- A. Azot asoslari va uglerod komponentlaridan iborat bo'lib organizmda biologik faol birikma holida uchraydi
 - B. Faqat azot asoslaridan iborat bo'lib, fosfat kislotaga qolig'iga birika olmaydigan organoid.
 - C. Biologik faol moddalarni o'zida mujassamlashtirgan, barcha biologik jarayonlarda ishtirok etadigan molekula
 - D. Nukleozidfosfatlar, nuklein kislotalari, ko'plab kofermentlar va boshqa biologik faol birikmalarni hosil qiluvchi birikmalar; har bir nukleotid azotli asosdan (purinli va pirimidinli), uglevoddan (riboza va dezoksiriboza) va fosfor kislotasini qoldig'idan tuzilgan.
33. Oqsillarni oligomerizatsiyasi qanday jarayon?
- A. Polinukletid zanjirini tashkil topishi
 - B. Polipeptidlarni (protomerlar, subbirliklar) oligomer strukturaga (oligomer molekulaga) qo'shilish jarayoni.
 - C. Peptid zanjirlarini o'zaro parchalanishi
 - D. Oqsillarning hosil bo'lishi
34. Polipeptid qanday hosil bo'ladi?
- A. Ko'plab aminokislotalarni (monomerlarni) peptid (azot - uglerod) bog'lar orqali bog'lanishi natijasida hosil bo'lgan polimer.
 - B. Aminokislotalarning fosfat kislotalar bilan birikishidan hosil bo'lgan birikmalar
 - C. Oqsil zanjirining parchalanishidan hosil bo'ladi
 - D. Nuklein kislotalarning irsiy axborot tashishidan hosil bo'ladi

35. Membranali retseptorlar nima?
- A. Kalsiy va magniy elementlari yordamida signal vazifasini bajaruvchi retseptorlar
 - B. Membrana poralarida o'tkazuvchanligini oshiradigan retseptorlar
 - C. Hujayra membranasida lokalizatsiya bo'lgan retseptorlar
 - D. Membrananing lipid qavatida yarimo'tkazuvchanlikni ta'minlovchi molekula
36. Hujayra ichidagi retseptorlar deganda nimani tushunasiz?
- A. Organoidlarning bir-biri bilan bog'lanishi
 - B. Hujayra organoidi sirtida joylashgan retseptorlar.
 - C. Hujayradagi membrananing yarimo'tkazuvchanligi
 - D. Bir hujayraning ikkinchi hujayra bilan o'zaro aloqasi
37. Sensorli oqsil qanday oqsil?
- A. Signalni tushinish funksiyasini bajaruvchi oqsil, ko'proq hujayra membranasida joylashgan retseptor – oqsil.
 - B. Signalni o'tkazish vazifasini bajaruvchi lipid
 - C. Aminokislotalardan iborat bo'lgan oqsil
 - D. Monasaxaridlar va polisaxaridlardan iborat membranali qavat
38. Transmembranali oqsil qanday oqsil?
- A. Molekulasi hujayra membranasini teshib o'tadigan oqsil.
 - B. Molekulasi faqat sitoplazmada harakatlanuvchi oqsil
 - C. Ribosomada oqsil transportini ta'minlovchi oqsil
 - D. Membranada yarimo'tkazuvchanlikni ta'minlovchi oqsil
39. Amplikon nima?
- A. Replikatsiyadagi jarayonni faollashtiruvchi molekula
 - B. DNK fragmentini ulovchi ferment
 - C. DNK molekulasini turli bo'laklarga bo'luvchi qism
 - D. Amplifikatsiya birligi, ikki tomondan praymerlar bilan chegaralangan genni (DNK fragmentini) sintez qilingan nusxasi.

40. Amplifikatsiya nima?
- A. DNK dan RNK sintezi
 - B. RNK molekulasini polimeraza fermenti yordamida sintezi
 - C. DNK molekulasining vodorod bog'lar yordamida bog'lanishi
 - D. Genni (DNK molekulasini yoki uning fragmenti) izchillik bilan ko'p marotaba nusxalanishi.
41. DNK ni autoreplikatsiyasi (replikatsiya) deganda nimani tushunasiz?
- A. DNK molekulasini ribosomada hosil bo'lishi
 - B. DNK molekulasini tabiiy holatini yo'qotishi
 - C. DNK ni o'z-o'zidan ikkilanishi, bitta ona molekuladan ikkita qiz molekulani hosil bo'lishi.
 - D. DNKdan iRNK ning hosil bo'lish jarayoni
42. Biochip nima?
- A. O'lchami (bir necha santimetrdan iborat bo'lgan matritsa, uning yordamida organizmning genini funksional faolligi haqida ma'lumotlar olish mumkin.
 - B. O'lchami bir necha millimetrdagi shishasimon matritsa
 - C. Biologik faol, tuzulishi bir necha santimetrdan iborat oqsil
 - D. Tirik organizmlardan ko'chirib olishga mo'ljallangan sun'iy biologik strukturalar
43. Gibrizatsiya nima?
- A. DNK tajribada ikki alohida DNK zanjiridan, bir necha zanjirlarning hosil bo'lishi
 - B. DNK (DNK gibrizatsiyasi) – tajribada ikki alohida DNK zanjiridan, ikki zanjirli DNK hosil bo'lishi.
 - C. RNK (RNK gibrizatsiyasi) – tajribada ikki alohida RNK zanjiridan, ikki zanjirli RNK hosil bo'lishi.
 - D. DNK (RNK gibrizatsiyasi) – tajribada ikki alohida DNK hosil bo'lishi.

44. DNK denaturatsiyasi deganda nimani tushunasiz?
- Komplementar azotli asoslar orasidagi vodorod bog'larini parchalanishi va DNK molekulasini 25-30⁰C gacha qizdirilganda ikki polinukleotid zanjirga bo'linishi.
 - Komplementar azotli asoslar orasidagi vodorod bog'larini parchalanishi va DNK molekulasini 93-95⁰C gacha qizdirilganda ikki polinukleotid zanjirga bo'linishi.
 - Komplementar azotli asoslar orasidagi vodorod bog'lanishi va DNK molekulasini 93-95⁰C gacha qizdirilganda bir zanjirli molekula hosil bo'lishi
 - Komplementar azotli asoslar orasidagi vodorod bog'larini parchalanishi va DNK molekulasini 25-30⁰C gacha qizdirilganda bir zanjirli molekula hosil bo'lishi
45. Implantant nima?
- Tirik organizmga ko'chirib o'tkazishga mo'ljallangan tabiiy yoki sun'iy biologik struktura.
 - Tabiiy mikroorganizmlarning organizmlarga ko'chirib o'tkazishi
 - Sun'iy biologik strukturalarni faol biokimyoviy jarayonlarga qatnashishidan hosil bo'lgan modda
 - Tirik organizmlardan ko'chirib olishga mo'ljallangan sun'iy biologik strukturalar
46. Komplementarlik nima?
- Oqsillar tarkibidagi aminokislotalarning ketma-ket joylashuvi
 - Monosaxaridlar va disaxaridlardan polisaxaridlarning komplementarligi
 - Lipidlar bilan oqsillarning komplementarligi
 - Nuklein kislotalarining o'zaro ta'sirida azotli asoslarni vodorod bog'lari yordamida hosil qiladigan juft komplekslar (adenin – timin yoki adenin – uratsil, guanin - sitozin).

47. Yopishqoq uchlar deganda nimani tushunasiz?
- A. DNK molekulasini fragmentlarining restriktazalar yordamida uzishidan hosil bo'lgan uchlar
 - B. RNK molekulasini bir zanjirini ikkinchi zanjiri bilan bog'lana olishi
 - C. DNK molekulasining oxirida joylashgan DNK ni bir zanjirli uchastkasi.
 - D. DNK molekulasini o'rta qismida joylashgan ikki zanjirli molekula
48. Polimeraza zanjirli reaksiyasi qanday metod?
- A. Biologik materialda (nuxxada) nuklein kislotalarini (DNK) fragmentlarini kichik konsentratsiyasini anchagina ko'paytirish imkonini beradigan eksperimental metod.
 - B. RNK molekulasini juda ko'p nuxxada olish imkonini beradigan metod
 - C. Ikki zanjirli DNK molekulasini bir zanjirli molekula hosil qilish reaksiyasi
 - D. DNK polimeraza fermenti yordamida RNK biosintezi metodi
49. Polimerazalar qanday molekular?
- A. Nuklein kislotalarning azot asoslarini vodorod bog'lari bilan bog'lanishini ta'minlovchi ferment
 - B. DNK replikatsiyasini to'xtatuvchi ferment
 - C. RNK transkripsiyasini to'xtatishni amalga oshiruvchi ferment
 - D. Nuklein kislotalarni sintezini katalizlaydigan fermentlar.
50. Praymer nima?
- A. Bir zanjirli RNK molekulasidan transkrip hosil bo'lishini tezlashtiruvchi modda
 - B. Bir zanjir DNK molekulasidan ikki zanjirli DNK molekulasini hosil bo'lishi
 - C. Ikki zanjirli DNK molekulasini initsiatsiya boshlanadigan maxsus uchastkasi

- D. Ikki zanjirli DNK matrictsalaridan biriga komplementar bo'lgan qisqa (18-30 nukleotiddan iborat) oligonukleotid
51. Rekombinant DNK nima?
- A. DNK ni gibridizatsiyasi natijasida hosil bo'lgan DNK molekulasi
 - B. Bir turdagi DNK bo'laklarini komplementar bog'lanishi
 - C. DNK molekulasini bir zanjiri
 - D. DNK replikatsiyasidan hosil bo'luvchi molekula
52. Sekvenlash qanday jarayon?
- A. Nuklein kislotalari yoki oqsillarni molekularida ketma-ketlik (nukleotidlar yoki aminokislotalar) ni aniqlash.
 - B. Aminokislotalar ketma-ketligini aniqlaydi
 - C. DNK va RNK ta'sirini o'rganadi
 - D. Yadro membranasidan tRNK o'tish jarayoni
53. Transkripsiyalanadigan ketma-ketlik deganda nimani tushunasiz?
- A. DNK da nukleotidlarni ketma-ketligi bo'lib, unda axborot (informatsiya) saqlanadi.
 - B. DNK dagi aminokislotalar ketma-ketligini aniqlaydi
 - C. RNK transkripsiyadan hosil bo'ladigan transkrip ketma-ketligi
 - D. tRNK bilan iRNK ni bog'lanishi
54. Bakteriofaglar nima?
- A. Viruslarni kasallantiruvchi molekula
 - B. Bakteriyalarni kasallantiruvchi viruslar.
 - C. Zamburug' bilan bakteriyani simbioz yashashidan hosil bo'lgan virus
 - D. Zamburug'larni vegetativ organi

55. Biodatchik nima?
- A. Azot asoslaridan tayyorlangan nanomolekula.
 - B. Nuklein kislotalari asosida tayyorlangan nanostruktura bo'lib biologik reaksiyalarda ishtirok etmaydi
 - C. Nuklein kislotalari asosida tayyorlangan nanostruktura, sensor ustqurmalarining sezgir elementi sifatida xizmat qiladi, biologik faol moddalar borligini sezadi.
 - D. Nuklein kislotalari biologik jarayonlarda biologik faol moddalar borligini sezadigan uskuna
56. Mikrochastitsalar bilan bombardirovka qilish deganda nimani tushunasiz?
- A. Begona bo'lmagan DNK bo'lagini hujayraga kiritish
 - B. Begona DNK ni hujayraga kiritish metodi. Vektorni yupqa qavati bilan qoplangan oltin, yoki volfram bo'laklarini hujayraga kiritish. Bu bo'lakchalar bilan «gen pushka»lari o'qlanadi va ular otilgandan keyin bo'lakchalar hujayraga kirib qoladi.
 - C. Hujayra rivojlanishiga mikrobo'lakchalarni ta'sir etishi
 - D. Hujayralarni parchalab tashlashi
57. Vektor nima?
- A. Hujayraga oqsil kirituvchi modda
 - B. Hujayrani begona gen ta'siridan himoya qiluvchi uskuna
 - C. Hujayrani yorilib ketishidan saqlovchi modda
 - D. Viruslar yoki plazmida DNK larining molekulasi, u genni (DNK ni bir bo'lagini) xo'jayin - organizm hujayrasiga kiritadi.
58. Gen injeneriyasi fanmi?
- A. Yo'q, fan emas
 - B. Ha, fan
 - C. Biologiyaning xo'jayin - organizm hujayrasida ko'payish imkoniyatiga ega bo'lgan va uni modda almashinuvini o'zgartira oladigan genetik materiallarni yangi kombinatsiyalarini

yaratish bilan shug'ullanadigan bo'limi.

- D. Biologiyada ishlatiladigan metodlardan biri
59. Gen targeting nima?
- A. Ma'lum genni sun'iy bloklab qo'yish (faoliyatini to'xtash).
 - B. Genni tarqalishi
 - C. Genni organizmni tark etishi
 - D. Genni ko'payishi
60. Ligazalar nima?
- A. DNK molekulasini har xil fragmentlarini bir-biriga tikadigan fermentlar guruhi
 - B. DNK molekulasini fragmentlarga bo'laklovchi fermentlar guruhi
 - C. DNK molekulasi hosil bo'lishida ishtirok etadigan ferment
 - D. Yog' parchalovchi ferment
61. DNK ni «yopishqoq uchi» deganda nimani tushunasiz?
- A. RNK molekulasini bir zanjirini ikkinchi zanjiri bilan bog'lana olishi
 - B. DNK molekulasini oxiridagi qisqa (4 tadan 20 ta nukleotidgina) bir zanjirli uchastkasi
 - C. DNK molekulasi fragmentlarining restriktazalar yordamida o'zidan hosil bo'lgan uchlar
 - D. DNK molekulasi o'rta qismida joylashgan ikki zanjirli molekula
62. Liposomalar nima?
- A. Hujayra membranalari (plazmalemmalar) lipidlarida lipidli devorni erishi natijasida hujayraga kirib kelish imkoniyatiga ega bo'lgan dumaloq shaklli pufakchalar.
 - B. Membranasi lipiddan iborat hujayralar
 - C. Lipidlar oqsil bilan bog'lanishidan hosil bo'lgan molekula
 - D. Dumaloq shaklli lipidlar ferment ta'siri parchalanishidan hosil bo'lgan modda

63. Mikroin'eksiya nima?
- A. Kuchli moddalarni mikromiqdori in'eksiya qilish
 - B. O'ta kam miqdorda inyeksiya qilish
 - C. Ingichka shisha trubka va mikromanipulator yordamida begona DNK ni hujayra yadrosiga kiritish usuli.
 - D. Sichqonlarda inyeksiya qilish usuli
64. Plazmida nima?
- A. Bakteriyada yashaydigan virus DNK si
 - B. Mustaqil ko'payish qobiliyatiga ega bo'lmagan viruslar
 - C. Erkin ravishda yashaydigan viruslar
 - D. Mustaqil ko'payish qobiliyatiga ega bo'lgan bakteriyalarni xromosomadan tashqarida joylashgan DNKsi.
65. Teskari transkripsiya reaksiyasi deganda nimani tushunasiz?
- A. Matritsa sifatida RNK molekulasi asosida DNK molekulasining sintezi.
 - B. Matriks DNK dan RNK transkripsiyasi
 - C. RNK polimeraza yordamida RNK sintezi
 - D. DNK polimeraza ishtirokidagi RNK transkripsiyasi
66. Revertazalar nima?
- A. Teskari transkripsiya reaksiyasini kataliz qiluvchi fermentlar guruhi.
 - B. Matriks DNK dan RNK transkripsiyasida ishtirok etuvchi ferment
 - C. RNK polimeraza yordamida RNK sintez jarayonida ishtirok etadigan ferment
 - D. DNK polimeraza ishtirokidagi RNK transkripsiyasida ishtirok etadigan ferment

67. Rekombinant (gibrid) DNK nima?
- A. Ikki yoki undan ko'proq fragmentlardan sun'iy yaratilgan DNK.
 - B. Bir turdagi DNK bo'laklarini komplementar bog'lanishi
 - C. DNK molekulasini bir zanjiri
 - D. DNK replikatsiyasidan hosil bo'luvchi molekula
68. Restriktazalar nima?
- A. DNK molekulasini fragmentlarga bo'laklovchi fermentlar guruhi.
 - B. DNK molekulasini yopishqoq uchlarni bog'lovchi ferment
 - C. DNK fragmentlarni DNK sintezida biri-biriga ulovchi ferment
 - D. DNK molekulasini hosil bo'lishida ishtirok etadigan ferment
69. Transgen o'simlik nima?
- A. Hayvon DNK sini saqlovchi o'simlik
 - B. O'z DNK sigaga ega o'simliklar
 - C. O'xshash DNK sini saqlaydigan o'simlik geni
 - D. Begona gen saqlagan o'simlik
70. Genlarni transplantatsiyasi (transgenoz) deganda nimani tushunasiz?
- A. Plantatsiyadan olingan gen
 - B. Hujayradan yangi gen ajratib olish
 - C. Genlarni keng maydonda plantatsiya qilish
 - D. Xo'jayin - organizm (retsipient-organizm) DNKsigaga yangi genlar kiritish.
71. Transfeksiya nima?
- A. Vektorlarga kalsiy ioni bilan ishlov berish orqali begona genlarni hujayraga kiritish usuli.
 - B. Vektorlarga magniy ioni ulab, genlarni hujayraga kiritish usuli
 - C. Vektorlarga natriy ionini ulab, hujayraga gen kiritish usuli
 - D. Vektorlarga rux ionini ulab genlarni yangi hujayraga kiritish usuli

72. Hujayrani transformatsiyasi nima?
- A. Hujayrani boshqa joyga ko'chishi
 - B. Hujayraning xossalarini o'zgarishi, uning asosida DNK strukturasi o'zgarishi yotadi.
 - C. Hujayrani shaklini o'zgarishi
 - D. Hujayrani xususiyatlarini o'zgarishi
73. Elektroporatsiya nima?
- A. Hujayraga yuqori darajada kuch ta'sirida begona moddalar kiritish usuli
 - B. Plazmalemmaga yuqori kuchlanish impulsi bilan ta'sir etish orqali begona genlarni kiritish usuli.
 - C. Yuqori kuchga ega bo'lgan elektr toki yordamida hujayrani buzulishi
 - D. Hujayrani barqarorligini oshirishda elektr tokidan foydalanish
74. Glikokaliks nima?
- A. Plazmada membranasi tarkibidagi oqsil moddasi
 - B. Plazmidani tarkibidagi modda
 - C. Plazmalemmani membrana ustidagi qavati, uning asosini plazmalemmaning uglevod komponentlari – polisaxaridlar va oligosaxaridlar tashkil qiladi.
 - D. Plazmada membranasiidagi fosfolipidlar
75. Granalar nimalar?
- A. Mitoxondriya ichidagi kristalar
 - B. Xloroplastlarni ichki strukturalari bo'lib, ular bir-birlarini ustiga qalin qilib bosilgan, membranali sistemalar dastasi ko'rinishidagi tilakoidlar.
 - C. Hujayraga ichiga tushgan moddani parchalovchi organoid
 - D. Oqsil biosintezini ta'minlovchi organoid

76. Integral oqsillar nimalar?
- A. Membrananing o'rta qavatidagi oqsillar
 - B. Sitoplazmada uchraydigan oqsillar
 - C. Plazmalemmni o'rab turuvchi oqsillar
 - D. Plazmalemmalarni (hujayra membranalarini) oqsillari, ular membranaga yoki to'liq (integral oqsillar), yoki qisman (yarim integral oqsillar) kirgan bo'ladi.
77. Lipidli bisloy (lipidli ikki qavat) deganda nimani tushunasiz?
- A. Membranalarning tashqi va ichki qismini o'rab turuvchi va o'tkazuvchanlik qobilyatiga ega bo'lmagan qavati
 - B. Faqat gidrofil qavatdan iborat suvni tortuvchi qavat
 - C. Biologik membranalarni asosi; lipid molekularini ikki qavati bilan shakllanadi, ularni gidrofob zanjirlari lipidli bisloyni ichki tomoniga, gidrofil boshchasi esa – tashqariga qaragan
 - D. Membranani tashkil qiluvchi fosfolipid va oqsil moddalar
78. Liposoma nima?
- A. Oqsil-polisaxariddan tashkil topgan pufak
 - B. Oqsil molekulasidan tuzilgan pufak
 - C. Oqsil- lipid aralashmalaridan tuzilgan pufak
 - D. Dumaloq pufak, ularni devori lipidlardan tashkil topgan; lipidlar – ikki qavat – lipidli bisloyni shakllantiradi.
79. Membranali oqsillar nimalar?
- A. Lipidli bisloyni ichiga yoki sirtiga joylashgan oqsil molekulari; membranaga o'ziga xos bo'lgan spetsifik xususiyat beradi, Tashuvchilik, fermentativ faollik, struktura molekulari funksiyasini bajaradi.
 - B. Membrana hosil qiluvchi oqsillar
 - C. Oqsillardan tuzilgan membranalar
 - D. Bakteriyalarni o'rab turgan hujayra qobig'i

80. Membranali organoidlar nimalar?
- A. Tarkibida elementar biologik membranalar saqlaydigan hujayra organoidlari.
 - B. Tarkibida o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega bo'lgan hujayra qobig'i
 - C. Yadroni o'rab turuvchi
 - D. Membranali tuzilishli molekularlar
81. Nanokompozit materiallar deganda nimani tushunasiz?
- A. Ikki yoki undan ko'proq bo'lgan moddalar (strukturalar) ishtirokida shakllangan nanomateriallar, masalan, biologik membranalar va viruslardan olinadigan, nanokompozit materiallar.
 - B. Molekulalarni nano miqdori
 - C. Makromolekulalarni nanometrlarda o'Ichaydigan molekularlar
 - D. Nanomateriallar aralashmasi
82. Nanolitografiya (nanopechat) nima?
- A. Katta miqdorda biologik membrana olish metodikasi; «siyoh» sifatida, lipidlar ishlatiladi. Ular atom-kuchga ega mikroskoplar yordamida shishaga yoki kremniyli plastinkaga surtilib chiqiladi.
 - B. Rasm olish texnikasi
 - C. Kinlentalarni tayyorlash usullari
 - D. Topografiya ishlaydigan usul
83. Nanosomalar – (mitsellalar) nima?
- A. Juda mayda dumaloq pufakchalar bo'lib, lipidlardan tashkil topgan, ammo liposomalardan farqli o'laroq, ular ichki bo'shliqqa ega bo'lmaydi; nanosomalar tashqi muhitdan bir qavatli lipidli devorlar bilan ajratilgan.
 - B. Oqsillardan tashkil topgan pufakchalar
 - C. Polisaxaridlardan tashkil topgan pufakchalar
 - D. Yog'lardan hosil bo'lgan pufakchalar

84. Nanotrubkalar nima?
- A. Nanokattalikdagi trubkalar
 - B. Lipid va uglevod birikmalardan tashkil topgan trubkalar
 - C. Lipid-oqsilli strukturalar: tubulin deb yuritiladigan, globulyar oqsil bo'lib, nanotrubkalarni o'zagini hosil qiladi va lipidli bisloy bilan qoplanadi; halqalar yoki zanjir bilan o'rab olinadi.
 - D. Nanometrlar bilan o'lchanadigan trubkalar
85. Membranasiz organoidlar nimalar?
- A. Tarkibida biologik membrana saqlamagan ribosoma
 - B. Tarkibida biologik membrana saqlamagan sitoplazma
 - C. Tarkibida biologik membrana saqlamagan golji apparati
 - D. Tarkibida elementar biologik membranalar saqlamagan organoidlar.
86. Periferik membranalı oqsillar deganda nimani tushunasiz?
- A. Hujayra sirtidagi oqsillar
 - B. Lipidli bisloyni tashqi va ichki sirtidan joy olgan oqsillar.
 - C. Hujayra tashqi devori tarkibiga kiruvchi oqsillar
 - D. Hujayra qobig'i tagidagi oqsil molekulalar
87. Plazmalemma (hujayra membranası) nima?
- A. Sitoplazmani atrof-muhitdan ajratib turadigan, hujayrani struktura elementi.
 - B. Plazmalarni hosil qiluvchi moddalar
 - C. Plazma tarkibiga kiruvchi moddalar
 - D. Plazmani asosiy qismi
88. Tilakoidlar nimalar?
- A. Xloroplastlarni ichki membranalaridagi o'simtalar
 - B. Protoplast tarkibidagi bir qavat
 - C. Membranalarni ichki tomondan ko'inishi
 - D. Membranalarda joylashib olgan molekulalar

89. Tubulin nima?
- A. Suvda eriydigan oqsil modda
 - B. Globulyar oqsil. U o'z-o'zidan yig'ilish yo'li bilan mikrotrubkalar
 - C. Albuminlar xususiyatiga ega bo'lgan oqsil
 - D. Biologik faollikka ega bo'lmagan oqsillar
90. Elementar biologik membrana deganda nimani tushunasiz?
- A. Barcha biologik membranalar uchun universal nom.
 - B. Biologiyada ishlatilgan har qanday membrani
 - C. Biologik faollikka ega bo'lmagan membranalar
 - D. Biologik faollikka ega bo'lmagan membranalar
91. Azotli asos – adenin, riboza, shakar va 2-ta fosfor kislota qoldig'idan tashkil topgan nukleotid nima deb ataladi?
- A. Adenin riboza difosfat
 - B. Adenin riboza fosfat
 - C. Adenozindifosfat
 - D. Riboza adenin fosfat
92. Tirik hujayralarda kimyoviy energiyani asosiy akkumulatori va universal tashuvchisi nima?
- A. DNK
 - B. Adenozindifosfat (ADF)
 - C. Adenozinmonofosfat
 - D. Adenozintrifosfat (ATF)
93. Aktin nima?
- A. Shakar
 - B. Oqsil tabiatli biologik stimulator
 - C. Polisaxarid
 - D. Sitoskelet mikrofilamentlarini tarkibiga kiruvchi oqsil

94. Nanostrukturalar – bu
- O'lchami 1 dan 100 nanometr (nm) oralig'idagi obyektlar;
 - O'lchami 1 yoki 2 marta (sm) kichik obyektlar
 - O'lchami 1 dan kichik bo'lgan (ml) obyektlar
 - 10 va 100 nanometr o'lchamidagi obyektlar
95. Aktinni necha xil shakli ma'lum?
- 6
 - 4
 - 3
 - 2
96. Aktinni shakllari qanday ataladi?
- Suvda eruvchan va erimaydigan aktin
 - Aktin 1, aktin 2
 - Globulyar (G-aktin) va fibrillar (F-aktin)
 - Organik erituvchilarda eriydigan va erimaydigan aktin
97. Astrotsitlar nima?
- Asab to'qimasi hujayrasi
 - Bakteriyalarni o'ldirish xususiyatiga ega bo'lgan modda
 - Askomitsetlarni bir turi
 - Kasallangan hujayra
98. Ikki bir xil bo'lmagan mikrotrubkalardan tashkil topgan struktura nima deb ataladi?
- Mikrotrubkalar dubleti
 - Ikki qavatli mikrotrubka
 - Har xil mikrotrubka
 - Bir xil mikrotrubka
99. Azotli asos – guanin, shakar-riboza va fosfor kislotasining 3 ta qoldig'idan tashkil topgan birikma nima deb ataladi?
- Guanozintriglobulinfosfat

- B. Guanozidtrifosfat
- C. Guanozidintrifosfat
- D. Trifosfatguanin

100. Terini tashqi qavatli tarkibiga kiruvchi fibrillar oqsillar nima deb ataladi?

- A. Albuminlar
- B. Globulinlar
- C. Keratinlar
- D. Glutininlar

101. Keratinlar nima?

- A. Oqsillar
- B. Terini tashqi qatiga kiruvchi fibrillar oqsillar
- C. Polipeptidlar
- D. Qattiq jimlar

102. Mikrotrubkalar nimadan tashkil topadi?

- A. Tubulin oqsilidan
- B. Kremniydan
- C. Aluminij oksididan
- D. Silikageldan

103. Mikrotrubkalar tripleti nima?

- A. 3 ta bir xil bo'lmagan mikrotrubkalar kompleksi
- B. 3 ta eng mayda trubkalar majmuasi
- C. 3 ta trubkani bir-biriga ulangan
- D. 3 xil trubkalar

104. Mikrotrubkalarni uzunligi qancha?

- A. 100 nm – 1 mm
- B. 1 mm – 10 mm
- C. 10 mm -100 mm
- D. 10 mm – 50 mm

105. Mikrotrubkalarni diametri qancha?
- A. 25 nm
 - B. 50 nm
 - C. 100 nm
 - D. 200 nm
106. Mikrotrubkalar devorining qalinligi nimaga teng?
- A. 5 mkm
 - B. 5 mm
 - C. 5 sm
 - D. 5 nm
107. Mikrotrubkalarni uzunligi nimada o'lchanadi?
- A. mkm
 - B. Nm
 - C. Mm
 - D. Sm
108. Aktinli mikrofilamentlar nima?
- A. Sitoskeletni bir qismi bo'lib, aktinni ipsimon strukturasi bilan tashkil topgan
 - B. Aktin saqlovchi trubkachalar
 - C. Aktinli g'ovaklar
 - D. Aktinli mikrobirikmalar
109. Nadmolekular strukturalar hosil bo'lishiga olib keluvchi, biopolimerlarni birdaniga tartibli birlashib qolishi qanday ataladi?
- A. Birdaniga yig'ilish
 - B. To'satdan to'planish
 - C. To'satdan yig'ilish
 - D. O'z-o'zidan yig'ilish

110. Mikrotrubkalarni asosiy oqsili nima deb ataladi?
- A. Tubulin
 - B. Keratin
 - C. Globulin
 - D. Glutilin
111. Tubulinda nechta subbirlik bor?
- A. 4 ta
 - B. 2 ta
 - C. 1 ta
 - D. 6 ta
112. Tubulinni subbirliklari bir xilmi?
- A. O'xshash, ammo bir xil emas
 - B. Bir xil
 - C. Ikki xil
 - D. To'rt xil
113. Tubulin nechta qanday subbirliklardan tuzilgan?
- A. 4 ta har xil subbirlik
 - B. 2 ta bir xil subbirlik
 - C. Bir xil bo'lmagan 2 ta subbirlik
 - D. 1 ta polipeptid
114. Hujayralararo moddalarni asosiy komponentlarini sekretiya qiluvchi bog'lovchi to'qimalarni hujayralari qanday ataladi?
- A. Sitoskelet
 - B. Fibroblastlar
 - C. Sentrosoma
 - D. Tubulin
115. Sentrosoma nima?
- A. Hujayra organellalarini bir turi
 - B. Markazda turuvchi organella

- C. Hujayrani membranasiz organoidi
 D. Membrana bilan o'ralgan organoid
116. Sitoskelet nima?
 A. Hujayraning tuzilmasi
 B. Ipsimon oqsil strukturalarni majmuasi – mikrofilamentlar, mikrotrubkachalar va hujayrani tayanch - harakatlantiruvchi oraliq filamentlari.
 C. Hujayrani ushlab turuvchi asosi
 D. Hujayra sitologiyasi
117. Nerv hujayrasi–kvant kompyuter ekanligini isbotlagan olim kim?
 A. S.Xameroff
 B. I.P.Pavlov
 C. Yu.V.Ovchinnikov
 D. S.Shvars
118. S.Xameroff gipotezasini ma'nosi nima?
 A. Nerv hujayralarining sitoskeletni mikrotrubkalari, uning hisoblash sistemasi
 B. Oshqozon-ichak faoliyatida fermentlarni roli
 C. Sitoskelet mikrotrubkalardan tashkil topgan
 D. Sitoskeletlar faoliyatida mikrotrubkalarsiz ham kechaveradi
119. Sitoplazmatik mikrotrubkachalarni o'rtacha hayot davri qancha?
 A. 5 daq
 B. 5 soat
 C. 0,5 soat
 D. 10 daq