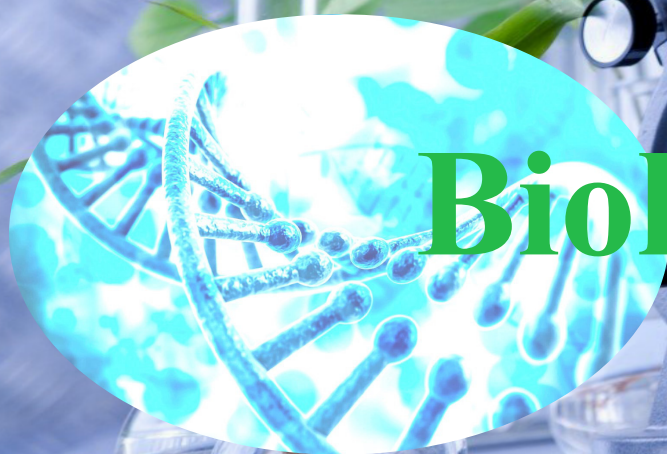




ҚҚДУ ХУЗУРИДАГИ МИНТАҚАВИЙ МАРКАЗИ

2022



Биологиya

“ЗАМОНАВИЙ БИОТЕХНОЛОГИЯ”

Г.Бегдуллаева - биология илимлари кандидаты, доцент

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИ ПЕДАГОГ ВА РАЎБАР КАДРЛАРИНИ
ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШНИ
ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ҚОРАҚАЛПОҚ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШ МИНТАҚАВИЙ МАРКАЗИ**

«Тасдиқлайман»

Марказ директори К.Убайдуллаев

« ____ » _____ 2022 йил

“ЗАМОНАВИЙ БИОТЕХНОЛОГИЯ”

МОДУЛИ БЎЙИЧА

Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А

НУКУС- 2022

Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

Тузувчи:

Г.Бегдуллаева -Қорақалпоқ давлат универститети,
“Биология ва физиология”
кафедраси доценти, биология
фанлари номзоди.

Такризчи:

А. Матчанов -Қорақалпоқ давлат универститети,
“Биология ва физиология”
кафедраси мудири, биология
фанлари доктори, профессор.

Исчи ўқув дастур Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат универститети Илмий
Кенгашида тadbик этилган (20_____ йил “_____” _____ -сонли
протокол).

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР	4
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	10
III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ	12
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАТЕРИАЛЛАРИ	89
V. КЕЙСЛАР БАНКИ.....	105
VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ.....	1054
VII. ГЛОССАРИЙ	109
VIII. ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ	117

I. ИШЧИ ДАСТУР

КИРИШ

Дастур Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда тасдиқланган “Таълим тўғрисида”ги Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сон, 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сон, 2019 йил 8 октябрдаги “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармонларихамда Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарорларида белгиланган устувор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касб маҳорати ҳамда инновацион компетентлигини ривожлантириш, соҳага оид илғор хорижий тажрибалар, янги билим ва малакаларни ўзлаштириш, шунингдек амалиётга жорий этиш кўникмаларини такомиллаштиришни мақсад қилади.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

“Замонавий биотехнология” модулининг мақсади: педагог кадрларни инновацион ёндошувлар асосида ўқув-тарбиявий жараёнларни юксак илмий-методик даражада лойиҳалаштириш, соҳадаги илғор тажрибалар, замонавий билим ва малакаларни ўзлаштириш ва амалиётга жорий этишлари учун зарур бўладиган касбий билим, кўникма ва малакаларини такомиллаштириш, шунингдек уларнинг ижодий фаоллигини ривожлантиришдан иборат.

“Замонавий биотехнология” модулининг вазифалари:

- “Биология” йўналишида педагог кадрларнинг касбий билим, кўникма, малакаларини такомиллаштириш ва ривожлантириш;
- педагогларнинг ижодий-инновацион фаоллик даражасини ошириш;
- мутахассислик фанларини ўқитиш жараёнига замонавий ахборот-коммуникация технологиялари ва хорижий тилларни самарали татбиқ этилишини таъминлаш;

-махсус фанлар соҳасидаги ўқитишнинг инновацион технологиялари ва илғор хорижий тажрибаларини ўзлаштириш;

“Биология” йўналишида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларини фан ва ишлаб чиқаришдаги инновациялар билан ўзаро интеграциясини таъминлаш.

Курс якунида тингловчиларнинг билим, кўникма ва малакалари ҳамда компетентлигига қўйиладиган талаблар:

“Замонавий биотехнология” модули бўйича тингловчилар қуйидаги янги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларга эга бўлишлари талаб этилади:

Махсус фанлар бўйича тингловчилар қуйидаги янги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларга эга бўлишлари талаб этилади:

“Нанобиотехнология” курсини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

Тингловчи:

- биологиядан: микробиология ва вирусология, генетика, молекуляр биология, биокимё, биофизика, физиология, ботаника ва зоология қонуниятлари ҳақида **билимларга эга бўлиши;**

Тингловчи:

- биокимёдан - ферментатив реакциялар механизмлари, ишлаш жараёнлари; хужайра биологиясидан - хужайра тузилиши, хужайрада асосий жараёнларнинг кечиши, хужайраларнинг кўпайиши; молекуляр биологиядан - ДНК ва РНК тузилиши, транскрипция, трансляция қонунлари, рибосомаларнинг тузилиши, генетик код, структура элементлари ҳақида **етарли кўникма ва малакаларини эгаллаши;**

Тингловчи:

- молекуляр биология ва нанотехнологиянинг биргаликдаги кесишувларини тадқиқ қилиш; нанобиотехнологияга оид тажрибаларни олиб бориш **компетенцияларни эгаллаши лозим.**

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Нанобиотехнология” курси маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, педагогик технологиялар ва ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;

- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар

билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усуллари қўллаш назарда тутилади.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Нанобиотехнология” модули мазмуни ўқув режадаги “Биотехнология” ва “Биокимё” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг нанобиотехнологияларни ишлаб чиқиш ва қўллаш бўйича касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

Модулни ўзлаштириш орқали тингловчилар замонавий биотехнологияда нанозаррачаларнинг ўрнини таҳлил этиш, амалда қўллаш ва баҳолашга доир касбий компетентликка эга бўладилар.

Модул бўйича соатлар тақсимооти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юклараси, соат					Мустақил таълим
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юклараси				
			Жами	жумладан			
				Назарий	Амалий машғулот		
1.	Биотехнология фанининг ривожланиши ва унинг янги босқичлари, замонавий биотехнологиянинг саноат ва қишлоқ хужалиги ишлаб чиқариш коархоналарида чиқиндиларни қайта ишлашдаги аҳамияти. Ген, хужайра муҳандислиги.	8	8	2	6		
2.	Иммунобиотехнологик жараенлар. Микроорганизмлар биотехнологияси. Ферментлар ва уларни биотехнологияда қўллаш	6	6	2	4		
3.	Нанобиотехнология соҳасидаги ютуқлар. Уларнинг тиббиёт, қишлоқ хужалиги ва турли анализларда ишлатилиши	6	6	2	4		
	Жами:	20	20	6	14	-	-

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: Биотехнология фанининг ривожланиши ва унинг янги босқичлари, замонавий биотехнологиянинг саноат ва қишлоқ хужалиги ишлаб чиқариш коархоналарида чиқиндиларни қайта ишлашдаги ахамияти. Ген, хужайра мухандислиги

Классик биотехнология: биологик тизимлардан саноат ишлаб чиқаришида фойдаланиш. Замонавий биотехнология: ишлаб чиқариш жараёнларидан тортиб то даволашнинг янги методларигача. Замонавий биотехнология: антителалар, ферментлар ва нуклеин кислоталардан фойдаланишга асосланган ёндашишлар. Бионанотехнология: нанотехнология ва биотехнологиянинг кесишувида.

Тирик системаларнинг тузилишини кўп босқичлилиги: Молекуляр босқич биомолекулалар ва биополимерлар. Ирсий ахборотларни сақланиши ва узатилиши, модда ва энергия алмашинуви, нафас олиш ва ҳ.к. Субхужайрали босқич: надмолекуляр структуралар, биомембрана, органоидларни суббўлакчалари. Хужайраларнинг ўсиши, кўпайиши, ихтисосланиши, органоидларнинг ўсиши ва емирилиши; хужайрали босқич: бактериялар, энг соддалар, кўп хужайрали организмлар. Биосинтез, озикланиш, нафас олиш, ривожланиш, кўпайиш. Тўқима босқичи: тўқима. Янги ҳосил бўлган хужайраларни специализацияси, хужайра ташқарисидаги структураларнинг шаклланиши, ривожланиши, функцияси ва тўқималарнинг регенерацияси. Орган босқичи: орган.

2-мавзу: Иммунобиотехнологик жараёнлар. Микроорганизмлар биотехнологияси. Ферментлар ва уларни биотехнологияда қўллаш

Ферментлар - табиий биообъектлар сифатида. Ферментларнинг биологик роли. Конститутив ва адаптив ферментлар. Ферментларнинг таъсир механизми. Ферментларни наноструктура сифатида нанотехнологияларда ишлатилиши. Микроорганизмлар – ферментларнинг биореактори. Биоиссиқлик ишлаб чиқаришда фойдаланадиган биореакторлар. Табиий биореакторларда нанобўлакчалари олиш усули. Бактериялар – инсоннинг соғлиги ва ҳаётий жараёнларини бошқарувчи биореактор сифатида. Космик учишда - биореакторлар.

3-мавзу: Нанобиотехнология соҳасидаги ютуқлар. Уларнинг тиббиёт, қишлоқ хужалиги ва турли анализларда ишлатилиши

Биомолекулалар. Надмолекуляр биологик структуралар: оксиллар, нуклеин кислоталар, карбон сувлар ва уларнинг комбинациялари (мураккаб оксиллар, нуклеопротеидлар, гликопротеидлар ва ҳ.к.); регулятор-молекулалар (гормонлар, ферментлар, медиаторлар, хилма хил биологик фаол моддалар); - сув, ёғ ва бошқа моддаларнинг молекулалари; ионлар;

мустаҳкам ионлар ва сув молекулаларидан ташкил топган атом – молекуляр, комплекслар.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот:

Биотехнология фанининг ривожланиши ва унинг янги босқичлари, замонавий биотехнологиянинг саноат ва қишлоқ хужалиги ишлаб чиқариш коархоналарида чиқиндиларни қайта ишлашдаги ахамияти. Ген, хужайра мухандислиги

Классик биотехнология: биологик тизимлардан саноат ишлаб чиқаришида фойдаланиш. Замонавий биотехнология: ишлаб чиқариш жараёнларидан тортиб то даволашнинг янги методларигача. Замонавий биотехнология: антителалар, ферментлар ва нуклеин кислоталардан фойдаланишга асосланган ёндашишлар. Бионанотехнология: нанотехнология ва биотехнологиянинг кесишувида.

2- амалий машғулот:

Иммунобиотехнологик жараёнлар. Микроорганизмлар биотехнологияси. Ферментлар ва уларни биотехнологияда қўллаш

Ферментлар - табиий биообъектлар сифатида. Ферментларнинг биологик роли. Конститутив ва адаптив ферментлар. Ферментларнинг таъсир механизми. Ферментларни наноструктура сифатида нанотехнологияларда ишлатилиши. Микроорганизмлар – ферментларнинг биореактори. Биоиссиқлик ишлаб чиқаришда фойдаланадиган биореакторлар. Табиий биореакторларда нанобўлакчалари олиш усули. Бактериялар – инсоннинг соғлиги ва ҳаётий жараёнларини бошқарувчи биореактор сифатида. Космик учишда - биореакторлар.

3-амалий машғулот:

Нанобиотехнология соҳасидаги ютуқлар. Уларнинг тиббиёт, қишлоқ хужалиги ва турли анализларда ишлатилиши

Биомолекулалар. Надмолекуляр биологик структуралар: оксиллар, нуклеин кислоталар, карбон сувлар ва уларнинг комбинациялари (мураккаб оксиллар, нуклеопротеидлар, гликопротеидлар ва ҳ.к.); регулятор-молекулалар (гормонлар, ферментлар, медиаторлар, хилма хил биологик фаол моддалар); - сув, ёғ ва бошқа моддаларнинг молекулалари; ионлар; мустаҳкам ионлар ва сув молекулаларидан ташкил топган атом – молекуляр, комплекслар.

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Мазкур модул маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;
- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усулларини қўллаш назарда тутилади.

БАҲОЛАШ МЕЗОНИ

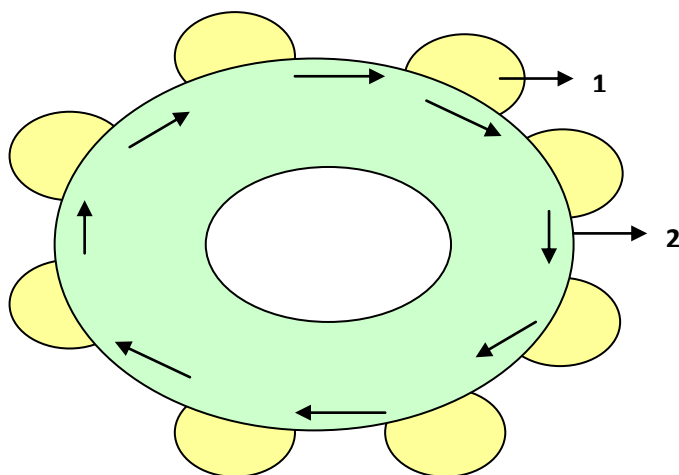
№	Ўқув-топшириқтурлари	Максималбалл	Баҳолашмезони		
		2,5	"аъло" 2,2-2,5	"яхши" 1,8-2,1	"ўрта" 1,4-1,7
1.	Тест-синовтопшириқларинибажариш	0,5	0,4-0,5	0,34- 0,44	0,28- 0,3
2.	Ўқув-лойиҳаишларинибажариш	1	0,9-1	0,73- 0,83	0,56- 0,7
3.	Мустақилиштопшириқларинибажариш	1	0,9-1	0,73- 0,83	0,56- 0,7

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.

“Давра суҳбати” методи

Айлана стол атрофида берилган муаммо ёки саволлар юзасидан таълим олувчилар томонидан ўз фикр-мулоҳазаларини билдириш орқали олиб бориладиган ўқитиш методидир.

“Давра суҳбати” методи қўлланилганда стол-стулларни доира шаклида жойлаштириш керак. Бу ҳар бир таълим олувчининг бир-бири билан “кўз алоқаси”ни ўрнатиб туришига ёрдам беради. Давра суҳбатининг оғзаки ва ёзма шакллари мавжуддир. Оғзаки давра суҳбатида таълим берувчи мавзунини бошлаб беради ва таълим олувчилардан ушбу савол бўйича ўз фикр-мулоҳазаларини билдиришларини сўрайди ва айлана бўйлаб ҳар бир таълим олувчи ўз фикр-мулоҳазаларини оғзаки баён этадилар. Сўзлаётган таълим олувчини барча диққат билан тинглайди, агар муҳокама қилиш лозим бўлса, барча фикр-мулоҳазалар тингланиб бўлингандан сўнг муҳокама қилинади. Бу эса таълим олувчиларнинг мустақил фикрлашига ва нутқ маданиятининг ривожланишига ёрдам беради.

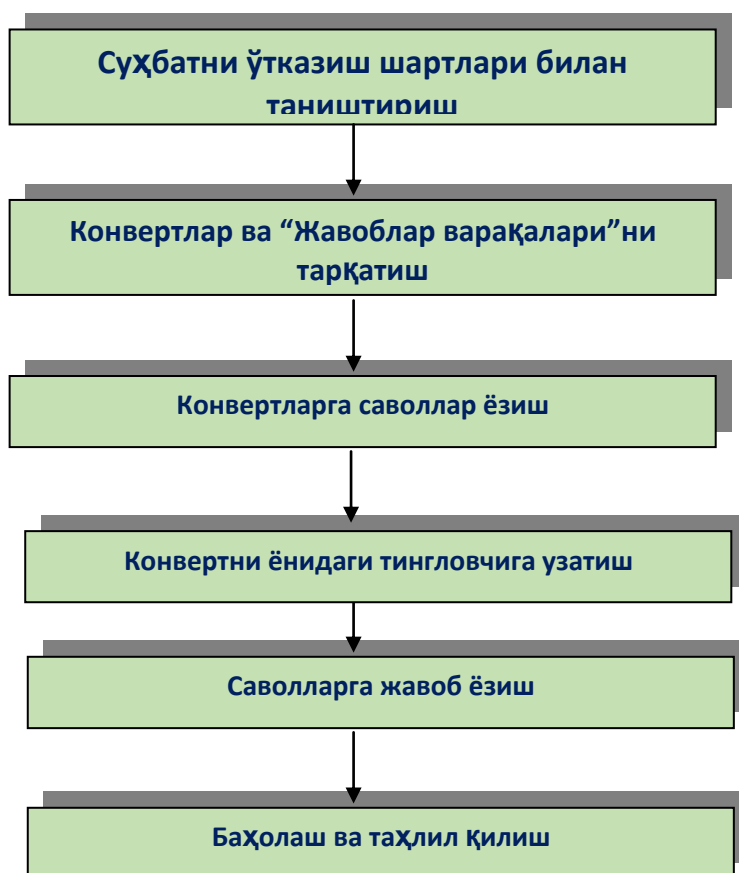


Белгилар:
1-таълим олувчилар
2-айлана стол

Давра столининг тузилмаси

Ёзма давра суҳбатида стол-стуллар айлана шаклида жойлаштирилиб, ҳар бир таълим олувчига конверт қоғози берилади. Ҳар бир таълим олувчи конверт устига маълум бир мавзу бўйича ўз саволини беради ва “Жавоб варақаси”нинг бирига ўз жавобини ёзиб, конверт ичига солиб қўяди. Шундан сўнг конвертнинг соат йўналиши бўйича ёнидаги таълим олувчига узатади. Конвертнинг олган таълим олувчи ўз жавобини “Жавоблар варақаси”нинг

бирига ёзиб, конверт ичига солиб қўяди ва ёнидаги таълим олувчига узатади. Барча конвертлар айлана бўйлаб ҳаракатланади. Якуний қисмда барча конвертлар йиғиб олиниб, таҳлил қилинади. Қуйида “Давра суҳбати” методининг тузилмаси келтирилган



“Давра суҳбати” методининг афзалликлари:

- ўтилган материалнинг яхши эсда қолишига ёрдам беради;
- барча таълим олувчилар иштирок этадилар;
- ҳар бир таълим олувчи ўзининг баҳоланиши масъулиятини ҳис этади;
- ўз фикрини эркин ифода этиш учун имконият яратилади.

“Тушунчалар таҳлили” методи

Методнинг мақсади: мазкур метод талабалар ёки қатнашчиларни мавзу буйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу буйича дастлабки билимлар даражасини ташҳис қилиш мақсадида қўлланилади.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар машғулот қоидалари билан таништирилади;
- тингловчиларга мавзуга ёки бобга тегишли бўлган сўзлар, тушунчалар номи туширилган тарқатмалар берилади (индивидуал ёки гуруҳли тартибда);
- тингловчилар мазкур тушунчалар қандай маъно англатиши, қачон, қандай ҳолатларда қўлланилиши ҳақида ёзма маълумот берадилар;
- белгиланган вақт якунига етгач ўқитувчи берилган тушунчаларнинг тугри ва тулиқ изоҳини уқиб эшиттиради ёки слайд орқали намойиш этади;
- ҳар бир иштирокчи берилган тугри жавоблар билан узининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

«Хулосалаш» (Резюме, Веер) методи

Методнинг мақсади: Бу метод мураккаб, кўптармоқли, мумкин қадар, муаммоли характеридаги мавзуларни ўрганишга қаратилган. Методнинг моҳияти шундан иборатки, бунда мавзунинг турли тармоқлари бўйича бир хил ахборот берилади ва айни пайтда, уларнинг ҳар бири алоҳида аспектларда муҳокама этилади. Масалан, муаммо ижобий ва салбий томонлари, афзаллик, фазилат ва камчиликлари, фойда ва зарарлари бўйича ўрганилади. Бу интерфаол метод танқидий, таҳлилий, аниқ мантиқий фикрлашни муваффақиятли ривожлантиришга ҳамда тингловчиларнинг мустақил ғоялари, фикрларини ёзма ва оғзаки шаклда тизимли баён этиш, ҳимоя қилишга имконият яратади. “Хулосалаш” методидан маъруза машғулотларида индивидуал ва жуфтликлардаги иш шаклида, амалий ва семинар машғулотларида кичик гуруҳлардаги иш шаклида мавзу юзасидан билимларни мустаҳкамлаш, таҳлили қилиш ва таққослаш мақсадида фойдаланиш мумкин.

III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-мавзу: Биотехнология фанининг ривожланиши ва унинг янги босқичлари, замонавий биотехнологиянинг саноат ва қишлоқ хужалиги ишлаб чиқариш коархоналарида чиқиндиларни қайта ишлашдаги ахамияти. Ген, хужайра муҳандислиги.

РЕЖА:

1. Фаннинг мақсад ва вазифалари.
2. Биотехнология фанининг ривожланиш тарихи.
3. Фаннинг ривожланишига чет эл ва маҳаллий олимларнинг қўшган ҳиссалари ҳақида.
4. Биотехнология фанининг ривожланиш истиқболлари ва муаммолари.

Биотехнология ёки биологик жараёнлар технологияси - биологик агентлар ёки уларнинг мажмуаларидан (микроорганизмлар, ўсимликлар ва ҳайвон хужайралари, уларнинг компонентларидан) керакли маҳсулотлар ишлаб чиқариш мақсадида саноатда фойдаланиш деган маънони беради.

Биотехнология жараёнларидан микроорганизмлар, ўсимлик ва ҳайвон хужайралари, улардан ажратилган ферментлар, хужайра органеллалари, уларни ўраб турган мембраналар соф ёки иммобиллашган ҳолатда оқсил, органик кислоталар, аминокислоталар, спиртлар, доривор моддалар, ферментлар, гармонлар ва бошқа моддалар ишлаб чиқаришда ёки баъзи бир органик моддаларни (масалан, биогаз) ишлаб чиқариш, соф ҳолда металл ажратиш, оқова сувларни ва қишлоқ хўжалик ёки саноат чиқиндиларини қайта ишлашда кенг фойдаланилади.

Фан сифатида ўтган асрнинг 60 - йилларидан шакллана бошлаган биотехнологиянинг тарихига чуқурроқ назар ташласак, микроорганизмлар ёрдамида **“бижғитиш”**, **“ачитиш”** жараёнлари инсоният томонидан қадимдан кенг ишлатилиб келинаётганлигини гувоҳи бўламиз. Сутдан - қатиқ, узумдан - вино ва сирка, ачиткилар ёрдамида - нон ва бошқа бир қанча биотехнологик жараёнларнинг қачон ихтиро қилинганлиги ҳозиргача номаълум.

Умуман, юқорида зикр этилган микроорганизмлар ёрдамида амалга ошириладиган биотехнологик жараёнлар ҳозиргача инсониятнинг рўзгор юритишида кенг қўлланилиб келинмоқда.

Биотехнологиянинг моҳиятини тушуниш учун мисолларга мурожаат қилайлик. Бактерия хужайраси ҳар 20-60 минутда, ачитқи замбуруғлари 1,5-2,0 соатда иккига бўлиниб кўпайса, сут эмизувчилар хужайраларининг иккига бўлиниши учун 24 соат керак бўлади. Бир кеча-кундузда 500 килограмми

қорамол 500 грамм оксил моддаси тўпласа, 500 килограмм ачитқи замбуруғи 500000 килограмм ёки ундан 1000 маротаба кўпроқ оксил тўплайди.

Яна бир мисол: 1 куб метр озуқа муҳитида ачитқи замбуруғлари 24 соатда 30 килограмм оксил тўплайди, шунча миқдорда оксил тўплаш учун 18 гектар ерга нўхат экиб, уч ой парвариш қилиш лозим бўлади.

Қолаверса, микроб етиштириш на об-ҳавога ва на фаслга боғлиқ. Уларни энг арзон озуқа муҳитида - ҳар хил чиқиндилар, клетчаткада, метанол, метан гази ва водородда ўстириш мумкин. Микроорганизмлар нафақат оксил, балки турли ферментлар, ёғлар, витаминлар, полисахаридлар ва бошқа бир қатор фойдали маҳсулотлар синтез қилади.

Бугунга келиб, замонавий биотехнологик усуллар ген муҳандислиги ёрдамида фармацевтика учун интерферронлар, инсулин, соматотропин, гепатитга қарши вакцина, ферментлар, клиник тадқиқотлар учун диагностик ашёлар (наркомания, гепатит ва бошқа бир қатор юқумли касалликларни аниқлаш учун тест тизимлар, биокимёвий текширишлар учун реактивлар, эгилувчан биологик пластмассалар, антибиотиклар, биоаралашмали бошқа кўплаб маҳсулотлар) ишлаб чиқарилади.

Пиво, спирт, кир ювиш воситалари, тўқимачилик ва тери ошлаш каби жарёнларда ишлатиладиган фермент препаратларини ишлаб чиқариш ва қўллаш ҳам кенг йўлга қўйилган.

Биотехнологиянинг асосий йўналишларини, шартли равишда, қуйидагича тавсифлаш мумкин:

- * *озуқа маҳсулотлари биотехнологияси;*
- * *қишлоқ хўжалигида ишлатиладиган препаратлар биотехнологияси;*
- * *саноат маҳсулотлари биотехнологияси;*
- * *доривор моддалар, диагностика ва реактивлар биотехнологияси;*
- * *биогидрометаллургияда ишлатиладиган биотехнология;*
- * *табиатни муҳофаза қилиши учун зарур бўлган биотехнологиялар.*

Одатда, микроорганизмларни фойдали ва зарарли деб ўрганишга ҳаракат қилинади. Бу фикр мутлақо тўғри эмас. Фикримизча, барча микроорганизмлар фойдали, чунки улар табиатда модда алмашинувида фаол қатнашади ва кўплаб хилма-хил ҳаётий зарур моддаларни синтез қилади. Бинобарин, микроорганизмлар биз яшаб турган дунёнинг энг қудратли ишлаб чиқарувчи кучидир.

Улар ҳар хил физик-кимёвий муҳитга чидамли, тез мослашувчан, турли озуқа муҳитида яшаш қобилиятига эга.

XXI – асрга замонавий биотехнология улкан ютуқлар билан кириб келди. Инсон геномининг тўла ўқилиши, олдиндан режалаштирилган хусусиятларга эга бўлган штаммларни ярата билиш, қаримаслик сирларини очиш сари интилиш, бир сўз билан айтганда, абадийликка интилиш бугунги кун фани ютуқлари олдида афсона эмаслиги ҳаммага маълумдир.

Ўтган асрнинг 80–90 йилларидан бошлаб, дунё олимларининг “*XXI – аср биотехнология асри*” бўлади деган башоратомуз сўзлари бежиз эмаслиги кўплаб мисоллар билан ўз тасдиғини топмоқда.

Келинг, энди ушбу тармоқларнинг республикамызда ривожланиши учун нималарга эътибор беришимиз лозимлиги ҳақида фикр юритайлик. Дастлаб, эътиборимизни бутун жаҳон диққат эътиборида турган оксил муаммосига қаратмоқчимиз. Статистик маълумотларга кўра: дунёда оксил танқислиги йилига деярли 12–15 млн. тоннани ташкил этади. Бу билан боғлиқ бўлган куйидаги маълумотлар сизларни бефарқ қолдирмайди, деб ўйлаймиз :

Дунё бўйича 850 млн. дан ортиқ киши оксилга муҳтож, шундан 200 млн. дан ортиқроғи 5 ёшда бўлган болалардир. 50 млн. дан ортиқ киши очликдан вафот этади, улардан 40 млн. дан ортиқроғи ёш болалардир. 1 суткада ўртача 11000 ёш бола ҳаётдан кўз юмади. Албатта, келтирилган жумлалар ҳар бир инсонни ларзага солмай қўймайди.

Фикримизнинг исботи сифатида куйидаги мисолларни келтирмоқчимиз: Микроорганизмлар 1 т мўтадил тузилишдаги парафинлардан (10% намликдаги тайёр маҳсулотга ҳисобланганда) 580–630 кг оксил бўлган 1 т биомасса ҳосил қилади. Айти пайтда гидролиз заводлари шунча миқдордаги ачитки маҳсулоти ишлаб чиқариш учун эса 5,5–6,4 тонна мутлақо курук ҳолдаги ёғочдан фойдаланади. Орадаги фарқ албатта жиддий, қолаверса, парафинда ёғочга нисбатан углерод ва водородлар миқдори ниҳоятда кўп бўлиб, биосинтез жараёнига сезиларли таъсир кўрсатади.

Келинг, шу ўринда эътиборимизни чорвачиликда оксилга бўлган талабга қаратайлик. Дастлаб эътиборингизга куйидаги статистика маълумотларини ҳавола этмоқчимиз: Мамлакатимизда, биргина паррандачилик комплекси 200.000 т озуқа ишлатади, бу озуқага 20000 т ОВК, 200 т амилаза, 200 т целлюлоза, 80 т лизин ва 60 т метионин қўшиш керак бўлади.

Олимлар аниқлашича, нонда оксил миқдори унчалик кўп эмас : жавдар унидан тайёрланган ноннинг 100 граммада ҳаммаси бўлиб - 6,5 граммгача, буғдой унидан тайёрланган нонда – 8,3 грамм оксил бўлади, холос. Бироқ, олимлар ўрта ёшли кишининг бир кунда 450 г нон ейиши билан оладиган оксил миқдори бор – йўғи 29 граммга, яъни унинг ўртача суткалик эҳтиёжининг учдан бирига тенг келар экан. Шунингдек, нонда лизин, триптофан, метионин етишмайди. Умуман буғдой нонининг биологик қиймати 38 % ни ташкил этса, оксилнинг соф парчаланиши 33 % га тенг. Хўш, қандай усуллар билан ноннинг биологик самарадорлигини ошириш мумкин?

Бунда бизга яна биотехнологик жараён орқали олинган лизин ёрдам бериши мумкин. Олимлар таъкидлашларича, 1 тонна унга атиги 150 грамм лизин қўшилганда нондаги оксил сифати кескин ошиши аниқланган. Умуман, биотехнология ва саноат микробиологиясининг ривожланиши фақат кўп тоннали қимматли озуқа ишлаб чиқаришни эмас, балки турли хилдаги физиологик фаол моддалар ишлаб чиқариш имконини ҳам беради.

Айни пайтда биотехнологик ишлаб чиқариш амалиётида қуйидаги ширин таъм берувчи маҳсулотлар ишлаб чиқарилмоқда. Аспартам 200, Стевозид 150,0, Тауматин – 3000 маротаба ширинлиги сахарозадан юқори ва буларнинг барчасини фойдали генлари ичак таёқчаси бактериясига трансформация қилинган ва саноатда фойдаланилмоқда.

Ўзбекистон Республикаси мустақилликка эришгандан сўнг қишлоқ хўжалигига бўлган муносабат тубдан ўзгарди. Шу боисдан жаҳон миқёсида халқ хўжалигида кенг кўламда қўлланилаётган биотехнология фанининг ютуқларини мукамал эгаллаш ва бу фан усулларини амалиётга тадбиқ этиш катта илмий-амалий аҳамият касб этади.

1.1. Биотехнология фанининг моҳияти ва вазифалари

Микроб биотехнологияси - бу ўта муҳим микробиологик жараёнларни яратиш ва улардан саноат усулида фойдаланиш орқали зарур бўлган микроб хужайралари, органеллалари ва ферментларини ишлаб чиқариш ҳамда улардан халқ хўжалиги ва медицинада фойдаланишнинг назарий ва амалий томонларини ёритиб берадиган фандир. Бу фан асосан микробиология, физиология, биокимё ва генетика фанлари ютуқлари асосида ташкил қилинган бўлиб, унинг заминиде кўзга куринамас микроорганизмлар фаолиятидан унумли ва оқилона фойдаланиш ётади.

Микроорганизмлар ўзларининг кенг тармоқли ферментлар тизими туфайли ўсиш, ривожланиш ва кўпайиш жараёнларидан, ҳаётий зарур, инсоният учун хизмат қила оладиган минглаб физиологик фаол моддалар ишлаб-чиқариш имкониятларига эга. Бундан ташқари, микроорганизмлар ҳар хил табиий ва кимёвий бирикмаларини ўта муҳим моддаларга айлантириш (**модификация қилиш**) имкониятларига ҳам эгадирлар.

1.2. Ўзбекистонда биотехнологиянинг ривожланиш тарихи

“Биотехнология асослари” фани Ўзбекистон учун энг кенжа фанлардан бири бўлиб, унинг тарихи узоққа бормайди (қадимий биотехнологиялар: нон ёпиш, қатиқ тайёрлаш ва ҳ. к. бундан истисно). Бу фан асосан Ўзбекистон Фанлар академиясининг микробиология институтида, генетика ва ўсимликлар экспериментал биологияси институтида ҳамда Республика Кимё бирлашмасига қарашли бир қатор заводлар (Янгийўл биокимё заводи, Андижон гидролиз заводи, Қўқон спирт заводи) да ривожланиб келмоқда.

Биотехнология ихтисослиги бўйича биринчи ўзбек академиги А. Г. Холмуродов (1939-1996) фузариум авлодига мансуб замбуруғлардан НАД-коферменти ва витаминлар комплекси (В гуруҳига кирувчи витаминлар, витамин РР, Q 10 ва ҳ. к.) тайёрлаш технологиясини яратди. Академик М. И. Мавлоний Ўзбекистонда учрайдиган ачитқи замбуруғларни таҳлил қилиб, уларни нонвойчилик, виночилик ва чорвачиликка қўл келадиган турларини топди ва улар асосида махсус хамиртурушлар ва виночилик учун ачитқи тайёрлаш технологияларини яратди.

Профессор Қ. Д. Давранов МДХ мамлакатларида биринчилардан бўлиб ёғ парчаловчи липаза ферментини тайёрлаш технологиясини яратди. Бу

ферментни кўп шакллилиги сабабларини таҳлил қилатуриб, ҳар бир биотехнологик жараён учун ўзига хос спецификликка эга бўлган липаза ферменти зарур деган фикрга келди ва буни амалиётда тасдиқлаб берди. Қ. Д. Давранов яратган *"Ер малҳами"* биопрепарати, азот ўзлаштирувчи микроорганизмлар асосида тайёрланган бўлиб, мамлакатимиз қишлоқ хўжалигида кенг қўлланилмоқда. Бундан ташқари, Қ. Д. Давранов раҳбарлигида целлюлозалигнин биокаркасини (ғўзапоя, сомон, канопо пояси, кипиқ ва бошқалар, махсус тайёрланган базидиомицетларнинг ферментлари иштирокда табиий целлюлозалигнин бирикмалари парчаланишини амалиётда кўрсатиб берилди.

Б.ф.д. Ж. Ташпулатов сомон ва ғўзапояни *парчалашда "триходерма харзианум"* деб аталмиш замбуруғ ферментларидан фойдаланиш мумкинлигини илмий асослаб берди ва бу технологияни амалиётга қўллашни таклиф қилди ва мулоҳазаларини чоп этди. Ж. Ташпулатов яратган бу технология қўлланилганда сомонда шакар миқдори 6-7 % га етгани, унда витаминлар, аминокислоталар пайдо бўлганлиги ва шу туфайли сомонни озуқа-бирлиги бир неча баробар ошганлиги исботлаб берилган.

Ўзбек олимларидан Т. Г. Ғуломова, З. Р. Ахмедова, С. М. Ходжибоева, З. Ф. Исмоилов, И. Ж. Жуманиёзов ва бошқалар мамлакатимизда микроб биотехнологиясининг ривожлантириш устида чуқур илмий ва амалий ишлар олиб бормоқдалар. Шунингдек, мархум профессорлар М. М. Муродов ва Т. Ю. Юсуповлар олиб борган чуқур илмий изланишлар асосида катта илмий амалий назариялар яратилган.

Юқорида фикр этилган уч завод (Андижон гидролиз заводи, Қўқон спирт заводи, Янгийўл биокимё заводи) да спирт олиш учун зарур бўлган амилаза ферментини ишлаб чиқариш бўйича чуқур изланишлар олиб борилмоқда.

Бу каби биотехнологик ишлаб чиқариш назарияларини яратиш, уни амалиётга тадбиқ этиш ишлари юзасидан ЎзФА Микробиология институти ва Тошкент Давлат Аграр Университети Қишлоқ хўжалик биотехнологияси кафедраси ҳамда Ўсимликлар биотехнологияси лабораторияси олимлари фаол илмий изланишлар олиб бормоқдалар.

Мамлакатимиз равнақи, унинг иқтисодини янада ошириш мақсадида энг аввало қуйидаги биопрепаратларни ишлаб чиқаришни йўлга қўймоқ зарур:

- ✓ *Озиқ-овқат ва чорвачилик учун оқсил моддалари;*
- ✓ *Аминокислоталар;*
- ✓ *Органик кислоталар (лимон кислотаси ва уни ўрнини босадиганлар);*
- ✓ *Антибиотиклар (биринчи навбатда 4-5 авлодга мансуб антибиотиклар);*
- ✓ *Витаминлар;*
- ✓ *Ўсимликларни ҳимоя қилиш воситалари ишлаб чиқариш.*

Афсуски, юқоридагилар ҳозиргача мамлакатимизга ташқаридан, валютага келтирилади. Олимларимизни, қолаверса, бугунги кунда таълим

олаётган талабаларни олдиларига қўйиладиган кўп сонли масалаларни энг долзарблари юқоридагилардан иборат.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Давранов Қ.Д. Биотехнология: илмий, амалий, услубий асослари. Т. 2008. -504 бет.
2. Мусаев Д.А., Турабеков Ш., ва б. Генетика ва селекция асослари. Т. 2011. 485 б
3. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. Изд. Либроком, 2014 304 с
4. Лбюин Б. гены. Пер с англ –М. Бином, 2012 400 с
5. Загоскина Н.В. Биотехнология: теория практика М. 2009. 402 с

2-мавзу: Иммунобиотехнологик жараенлар. Микроорганизмлар биотехнологияси. Ферментлар ва уларни биотехнологияда қўллаш

РЕЖА:

1. Ферментлар (энзимлар) ҳақида тушунча.
2. Ферментларнинг халқ хўжалигидаги аҳамияти.
3. Ферментлар ишлаб чиқариш технологияси.
4. Ферментлар продуцентларини ўстириш жараёнига таъсир этувчи омиллар.
5. Ферментатив продуцентларни ўстириш усуллари.
6. Фермент ва хужайралар иммобилизацияси.

Ферментлар (энзимлар) ҳақида тушунча.

Ферментлар (энзимлар) – хилма-хил биокимёвий ва кимёвий реакцияларни амалга оширувчи оқсил туабиятига эга бўлган биокатализаторлардир.

Ферментлардан биологик катализатор сифатида одамлар, турли хил соҳадаги амалий фаолиятларида кенг фойдаланиб келишмоқда. Ферментлар манбаи ҳайвон тўқималари, ўсимликлар хужайралари ва микроорганизмлар бўлиши мумкин. Ҳозирги замонда икки мингдан ортиқ ферментлар борлиги аниқланган, улардан бир неча юзтаси алоҳида модда сифатида тоза ҳолда ажратиб олинган.

Микроорганизмлар ферментлар ишлаб чиқарувчи манба сифатида алоҳида қизиқиш уйғотади, чунки улар арзон муҳитда тез ўсадилар. Ишлатиладиган озуқа таркибига қараб керакли ферментни, хоҳлаганча тайёрлаш имкониятини берадилар. Бунинг устига, кўпгина микроорганизмлар ферментларни ўз хужайра қобиқларидан ташқарига чиқарадилар, бу эса микроорганизмлардан янада фаолроқ фойдаланиш имкониятини яратади.

Метаболизмнинг катта интенсиблигидан ташқари микроорганизмлар биомассасини ўсиш тезлиги жуда каттадир. Бу қисқа вақт оралиғида айрим вақтлари 24-72 соат ичида фермент ажратиш учун жуда катта миқдорда хом ашё олиш мумкин, уни ҳайвон ва ўсимлик хом ашёлари билан солиштириб бўлмайди.

Кўплаб микроорганизмларни муҳим хусусиятларидан яна бири, улар озуқа сифатида ҳар хил чиқиндилардан фойдаланиб ўсиш қобилиятига эгадирлар (целлюлоза, нефть углеводородлари, метан, метанол ва бошқалар). Микроорганизмлар фойдалана оладиган айрим хом-ашёлар одам ва ҳайвонлар учун заҳарлидир. Шундай экан, микроорганизмлар ферментлар ҳосил қилиш билан бир қаторда атроф-муҳит муҳофазаси учун ҳам хизмат қиладилар.

Айрим ферментларнинг синтезланиш миқдори микроорганизмлар хужайрасида жуда катта бўлиши мумкин. Масалан: рибулезобисфосфаткарбоксилазанинг миқдори айрим вақтларда фототроф бактериялар синтез қилинадиган сувда эрийдиган оксилнинг 40 - 60% ни ташкил этади.

Юқорида таъкидланганидек, кўп микроорганизмлар катта миқдорда культурал муҳитга чиқадиган ферментлар ҳосил қиладилар. Бу ферментлар асосан оксил, крахмал, целлюлоза, ёғларни ва бошқа сувда эрмайдиган моддаларни парчалайдиган гидролазаларга таълуқлидир. Бир қанча ферментлар фақат микроорганизмлардагина учрайди. Молекула ҳолидаги азотдан аммиак ҳосил қилишда иштирок этадиган нитрогеназа ферменти азотни ўзлаштириш қобилятига эга бўлган бактериялардагина учраши аниқланган.

Айрим бактерияларнинг характери хусусиятларидан яна бири, уларнинг аноорганик субстратларни: аммиакни, нитритларни, сульфид ва олтингугуртни бошқа бирикмаларини ва шунга ўхшаш икки валентли темирни оксидаш қобилятидир. Бундай жараёнларни амалга ошириш микроорганизмларда алоҳида ферментларнинг мавжудлиги билан боғлиқдир. Бир қанча бактериялар ва сув ўтлари молекула ҳолидаги водород ҳосил қилиши ҳамда оксидаш-қайтарилиш реакцияларини олиб боровчи дегидрогеназа ферментлари аниқлаши аниқланган.

Кўпчилик бактериялар уларга метан, метанол, метилланган аминларни, углерод оксидини ва бошқа бир хил углеродли бирикмалардан субстрат сифатида фойдаланиб, ўсиш ва ривожланишга ёрдам берадиган ферментларни синтезлаш қобилятига эга. Атроф-муҳитни, уни ифлослантирувчи бир қанча моддалардан тозалаш микроорганизмлар ишлаб чиқаришдаги ферментлар ҳисобига амалга оширилади, улар пластмасса, пестицидларни ва бошқа захарли мураккаб бирикмаларни оддий таркибий қисмга парчалаб юборадилар.

Ферментлар классификацияси.

Қабул қилинган классификация тизимига биноан ҳамма ферментлар олти синфга бўлинади:

- ***Оксидоредуктазалар;***
- ***Трансферазалар;***
- ***Гидролазалар;***
- ***Лиазалар;***
- ***Изомеразалар;***
- ***Лигазалар (синтетазалар).***

Кенг миқдорда қўлланиладиган микроорганизмлар ферменти - гидролазалар синфига кирувчилардир (гликозидазалар, пептидазалар ва бошқалар).

Булар гликозид пептид, эфир ва айрим бошқа боғларга сув иштирокида таъсир қилади. Гидролазалар кўпинча хужайра ташқарисидаги (экзоген) ферментларидир. Хужайралардан чиқиб улар культурал муҳитда тўпланади.

Бу ферментларни олиш хужайра ичидаги (эндоген) ферментларни ажратишга нисбатан қулай ва арзондир.

Гликозидазалар. **Гликозидазалар** - гликозид боғларини гидролиз қилувчи ферментлардир. Булар кўп вақтлардан бери ўрганилади ва ишлатилади. Бу гуруҳга крахмални гидролиз қилувчи амилолитик ферментлар, β -амилазалар ва гликоамилазалар киради. Кўп микроорганизмлар α -амилаза ҳосил қилади, β -амилаза синтези эса кам кузатилади.

Амалий мақсадларда қўлланиладиган α -амилазани ажратувчи *Bacillus licheniformis*, *Bac. amyloliquefaciens*, *Aspergillus oryzae* ва бошқа микроорганизмлардир. α -амилаза *Bac. licheniformis* дан олинадиган жуда юқори ҳароратга чидамли ва крахмални 100⁰С атрофидаги ҳароратда гидролиз қилиш қобилиятига эгадир. Микроорганизмларнинг экстремал шароитда тараққий қилиш қобилиятини, яъни паст ва юқори ҳароратда, молекуляр кислород мавжуд бўлмаганда, ишқорли ва кислотали муҳитда, тузни юқори концентрациясида ўсиши кўпинча уларнинг ферментлари характери билан аниқланади.

Шундай қилиб, хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, микроорганизмларда жуда юқори фаол ферментатив реакция олиб бориш қобилияти мавжуд, микроорганизмлар, бошқа йўллар билан амалга ошириб бўлмайдиган жуда кўп жараёнларни ўзларининг махсус ферментлари туфайли амалга ошириш имкониятига эгалар.

Макро- ва микроорганизмларда бир хил функцияли ферментлар, ўзларининг хосса ва хусусиятлари жиҳатидан ҳар хил бўлиши мумкин ва микроорганизмларда ўзини фаоллигини юзага чиқариши учун алоҳида шароитга муҳтож бўлади. Шунинг учун турли хил микроорганизмлар ферментларини ўрганиш жуда муҳим вазифадир.

Глюкоамилаза-(1,4- α -D-глюкан-глюканогидролаза) асосан замбуруғларда кенг ўрганилган. *Asp.niger* замбуруғида у молекуляр массаси 100 000 дальтон атрофида бўлган иккита гликопротеинлардан иборат. Демак, бу ферментни хусусиятлари бир-биридан фарқ қиладиган иккита формаси (шакли) мавжуд.

Декстраназа-(1,6- α -D-глюкан-глюканогидролаза) декстриндаги 1,6-гликозид боғига таъсир қилади.

Лактоза ёки β -галактозидаза (β -D-галактозид-галактогидролазалар) лактозани глюкоза ва галактозага айлантиради. Бу фермент *E.Coli*, *Asp.niger*, *Sacch.cerevisiae*, *Curvularia inaequalis*, *Alternaria tenuis* ва айрим бошқа микроорганизмларда синтез бўлади.

Инвертаза-(β -D-фруктофуранозид-фруктогидролаза) сахарозани глюкозага ва фруктозага парчалайди. Уни *Aspergillus* туркуми вакиллари (*Asp.awamori*, *Asp.batatae*, *Asp.niger*), ачитки замбуруғи *Bacillus subtilis* ва *Bac.diastaticus* ларнинг алоҳида штаммлари ҳосил қилади.

Целлюлолитик ферментлар (целлюлозалар) - фаол оксилларнинг мураккаб комплексидар. Целлюлоза молекуласининг ҳар хил боғларига

таъсир қилади, *C* компонент (*экзонуклеаза*) табиий ҳолдаги целлюлозага (*пахта, фильтр қозоғи*) таъсир қилади, *C_x*-компоненти (*эндонуклеаза*) эрийдиган шаклга ўтказилган клетчаткани (карбосиметилцеллюлозани) гидролизлайди.

Целлюлоза билан бир қаторда микроорганизмлар целлобиаза (β -глюкозидаза) ҳосил қилади, бу фермент целлюлозани ва гемицеллюлозани парчалайди. Целлюлозани гидролизининг охириги босқичи, глюкоза ҳосил бўлиши билан тугалланади.

Саноатда ишлаб чиқариладиган целлюлотик фермент препаратлари одатда *C₁* ва *C_x* ва шунга ўхшаш целлобиаза ва гемицеллюлаза ферментлари бўлиб, бу препаратларнинг рН кўрсаткичи 3,0 дан 8,0 гача. Мана шу рН лар оралиғида улар турғундирлар. Целлюлозани ҳосил қилувчилар кўпинча мицеллиали замбуруғлардир, шулардан *Penicillium notatum*, *P.vuriabili*, *P.iriense*, *Trichoderma roseum*, *Verticillium alboatrum* ва бошқалардир.

Пектиназалар - пектинни парчаловчи ферментлар синтез қилади. Пектолитик ферментлар комплекс ҳосил қилади, уни алоҳида компонентлари пектин молекуласини ҳар хил жойларидан парчалайди.

Пектиназалар (полигалактуроазалар) микроорганизмларда кенг тарқалган бўлиб, ўсимликларда кам учрайди.

Протенизалар ёки теазалар-(пептид-гидролазалар оқсил молекуласидаги пептид боғларини узиш реакциясини катализ қилади, натижада эркин аминокислоталар ди- ва полипептидлар ҳосил қилади. Бундай ферментлар жуда кўп. Улардан айримлари кристалл ҳолатда олинган. Микроорганизмлар протеиназаси ўзларининг хоссалари битлан тубдан фарқ қилиши мумкин. Улар нейтрал бўлиши мумкин (*Bacillus subtilis*, *Asp.terricola*), кислотали (*Asp.foetidus*) ва ишқорли, яъни рН нинг ҳар хил даражасида фаолдирлар. Айрим микроорганизмлар бир қанча протеиназалар синтезлаш қобилиятига эгадирлар. Масалан: *Actinomyces fradiae* 6 та протеиназа синтезлайди.

Амилазалар – бактерия ва замбуруғлардан олинадиган амилазалар крахмални кичик молекуляр шакарлар: декстринлар, глюкозалар, мальтозаларгача парчалайди. Бактериал протеазалар пишлоқ пиширишда ва тери оқлашда оқсилларни бузишда қўлланилади. *Bacillus sp.* дан олинадиган глюкоизомераза ферменти глюкозани фруктозага айлантиришда ёрдамлашади. Кейинги вақтларда олимларнинг диққат-эътиборини қуйидагилар ўзига тортмоқда : циклодикстринглюкозилтрансфераза (ЦДГГ) га мослашиш, циклодекстринлар бирикмаларининг ишлаб чиқарилиши: кимёвий ва фармокологик ишлаб чиқаришда, озиқ-овқат маҳсулотлари сифатини оширишда, косметика ва бошқалар ишлаб чиқаришда зарурдир.

Липазалар - (3.1.1.3-триацил глицеролода гидролазалар липид (ёғ алмашинувида иштирок этадиган, катта амалий қизиқиш уйғотадиган ферментлар.

Пиво ва вино тайёрлашда солод ўрнига амилаза ферменти препаратидан фойдаланилади. Бу ишлаб чиқаришни арзонлаштиради ва ғалла харажатини камайтиради. Шунга ўхшаш амилаза эрийдиган крахмал,

декстрин олиш учун ҳам ишлатилади. Амилаза ферменти билан берилган, сабзаёт ва мевалардан олиган маҳсулот ўзининг таркибида кўп миқдорда қанд моддалари сақлайди ва яхши ҳазм бўлади, айниқса, бу болаларга фойдалидир.

Нон ва нон маҳсулотлари тайёрлашда амилаза хамирни ачишини тезлаштиради ва ноннинг сифатини яхшилади. Кондитер саноатида ачитқи замбуруғининг инвертазасидан (сахарозаси) фойдаланилади, глюкозани сахароза ва фруктозага айлантириб беради. У сахарозанинг юқори миқдорда кристалланишининг олдини олади. Замбуруғларнинг пектиназаси мева ва узум шарбатини тиндириш учун ишлатилади. Вино ишлаб чиқаришда узум чиқиш миқдорини кўпайтириш учун ва кофе ишлаб чиқаришда қўлланилади. Глюкоамилазадан пиво тайёрлаш саноатида пиводан декстрин қолдиғини тозалаш учун ишлатилади. Глюкоизомераза сахарозани ўрнига глюкоза-фруктозали шарбат олишда ишлатилади.

Лактоза лактозасиз сут олиш учун ишлатилади. Лактозалар ёрдамида таркибида кўп миқдорда лактоза бўлган сут зардобидан қанд (глюкоза, галактоза олинади). Замбуруғларни глюкозаоксидазаси катта аҳамиятга эга, чунки булар озик-овқат маҳсулотларини глюкоза қолдиғидан ва молекуляр кислороддан озод қилади ва бу билан уларни сақлаш муддатини узайтиради.

Глюкозаоксидазани тухум кукунига, майонезга, пивога уларни узок муддатда сақлаш учун маълум миқдорда кўшилади. Бу фермент ёрдамида аскорбин кислотасининг (С-витамин) оксидланиши секинлашади.

Целлюлоза препаратидан картошкани қандлаштиришда ва ғалладан крахмал олишда, сув ўтидан агар-агар чиқишини кўпайтиришда, сабзаёт пастаси тайёрлашда, цитрус мевалари қобиғини ажратишда фойдаланилади. Ўсимлик целлюлозасини қандгача парчалашда ишлатилмоқда.

Микроорганизмлардан олинган протеолитик ферменталар пишлоқ тайёрлашда уни қуюқлаштириш учун ишлатиладиган ренин ўрнини босиши мумкин, кейинчалик улардан гўшти юмшатиш (тендиризация) учун фойдаланила бошланди. Бундан ташқари, балиқ унинг пишишини тезлатиш, вино ва пиво тайёрлашда ишлатилмоқда.

Липаза сутни қуруқ ҳолда ишлаб чиқаришда ўз ўрнини топган, пишлоқ тайёрлашда, унинг пишишини тезлаштириш учун, пишлоққа масус таъм ва ёқимли ҳид бериш учун ишлатилади.

Тўқимачилик саноатида микроорганизмларнинг ферментлари зиғирнинг сомонига ишлов бериб, ундан тола олиш учун кўпдан бери ва кенг қўлланилиб келинмоқда. Зиғирни намлаш жараёнида иштирок этадиган асосий микроорганизм сифатида *Clastridium* туркумига кирувчи анаэроб бактерия тан олинган. Намлаш вақтида кетаётган жараёнда зиғир сомонидан пектин моддаси парчаланаяди ва унинг толаси ажралиб чиқади.

Тери ишлаб чиқариш саноатида микроб протеаза ферменти терини ошлашда ва уни майинлаштиришда ишлатилади. Таркибида протеаза ва липаза бўлган комплекс препаратни ишлатиш натижасида жараён тезлашади ва ва юқори сифатли жун олиш имконияти вужудга келади.

Ювиш воситалари ишлаб чиқаришда микроб ферментлари кенг

микёсида қўлланилмоқда. Одатда уларга протеолитик, амилолитик, липолитик фаолликка эга бўлган *Bac.subtilis* ферментлари қўшилади. Препаратлар сирт фаол моддалар билан биргаликда ишлатилади. Таркибида фермент бўлган ювиш воситалари ювиш муддатини қисқартиради, тўқималарни сақланиш қобилятини узайтиради, чунки ювиш 40-60⁰С дан ошмаган ҳароратда олиб борилади.

Ферментларни қишлоқ хўжалигида қўлланилиши икки йўналишда олиб борилади:

1. *Ҳайвонларни озукасида фойдаланилади;*
2. *Фермент билан озуккага ишлов бериб, уларни ҳазм бўлиши оширилади.*

ФЕРМЕНТЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Ферментларни продуцентларини ўстириш уларни қаттиқ ва суюқ озук муҳитларига экиш усуллари билан олиб борилади. Қаттиқ озук муҳитларининг юза қисмида фақат аэроб микроорганизмларни ўстириш мумкин.

Суюқлик ичида ўстириш асосан микроорганизмлар суюқ озук муҳитида ўстирилади ва бунда ҳам аэроб, ҳам анаэроб микроорганизмларни ўстириш мумкин. Ферментларнинг аксарият продуцентлари аэроб бўлган микроорганизмлардир ва шунинг учун қаттиқ ва суюқ озук муҳитларида ўстирилганда узлуксиз ҳаво билан таъминлаб турилади.

Ферментлар продуцентларини ўстириш жараёнига таъсир этувчи омиллар

Ферментларнинг ҳосил бўлиш жараёнига ташқи муҳит шароити, озук моддалари таркиби, уларнинг миқдори, метаболитларнинг чиқиши, муҳитда фаол кислотанинг ўзгариши, ҳарорат, муҳитнинг эриган кислород билан тўйиниши, продуцент культурасининг ҳолати ва ўстириш муддатлари, шунингдек бошқа омиллар таъсир этади.

Бу ферментларнинг аҳамияти ва фермент бўлган таъсир даражаси турлича бўлиб, улар асосан микроорганизмни ўстириш усули продуцентларнинг физиологик хусусиятларига бўйсунган ҳолда кечади. Бироқ, баъзи умумий қонуниятларга эътибор бериб ўтиш керак.

Микроорганизмларни ўстиришда қаттиқ ва қуруқ озук муҳитларининг намлиги жуда катта аҳамиятга эга. Агарда муҳитнинг намлиги 11-20 % атрофида бўлса, микроорганизмлар умуман ўсмайди. Бирмунча кўпроқ ўсишни намлик 30 % бўлганда кузатиш мумкин. Намликнинг 40-45 % бўлиши микроорганизм культурасининг мўътадил ўсишига ва спора ҳосил қилишига жуда қулай шароит ҳисобланади. Бу ҳолат спора ҳосил қилувчи фермент продуцентларининг экиш материалларини олишда ишлатилади. Муҳитнинг намлиги 53-58 % бўлганда ҳосил қилинган ферментларнинг тўпланиши кузатилади. Намлик 60-68 % бўлганда ферментларнинг биосинтези пасая бошлади ва бу ҳолат озук муҳити ичига кирадиган

хавонинг ёмон ўтиши билан тушунтирилади.

Культураларни қаттиқ озуқа муҳитида ўстириш натижасида унинг таркибидаги куруқ моддаларнинг миқдори камайиб, CO_2 ва сувга айланади. Шу сабабли, агарда микроорганизмни ўстириш ёпиқ идишларда (колба, махсус кюветалар) ва ҳ. к. олиб борилса, буғланиш натижасида намликнинг ортиши кузатилади. Агарда ўстириш жараёни очиқ идишларда олиб борилса, культурани озуқа муҳитининг қуриб қолиши ва ҳосил бўлган маҳсулот фаоллиги камайиши кузатилади. Намликнинг даражаси ва мўътадиллиги ҳар бир ўстирилаётган продуцентнинг физиологик хусусиятларига, озуқа муҳит таркиби ва бошқа омилларга боғлиқ бўлиб, ҳар бир омил тадқиқот йўли билан аниқланади.

Ўсаётган культурани ҳаво билан таъминлаш даражаси кўпинча ўстириш усули ва фермент продуцентларининг физиологияси билан белгиланади. Бу жараён асосан уч мақсадни олдига қўяди :

➤ *Ўсаётган микроорганизмларни ўсиши ва ривожланиши учун зарур бўлган кислород билан таъминлаш;*

➤ *Газ қўринишидаги моддалар билан ифлосланган ҳавони чиқариб ташлаш;*

➤ *Микроорганизмларнинг ўсиш жараёнида ҳосил бўладиган иссиқликни қисман бартараф қилиш ёки чиқариб ташлаш.*

Микроорганизмларни қаттиқ озуқа муҳити сиртида ўстиришда вужудга келган иссиқликни чиқариш масаласи катта аҳамиятга эга.

Шунинг учун микроскопик замбуруғларни ўстиришда уларнинг ўсиш босқичларига катта эътибор бериш керак, чунки айнан шу гуруҳ микроорганизмлар қаттиқ озуқа муҳити сиртида ўстирилади.

Биринчи гуруҳ – замбуруғ спораси ёки конидияларини бўкиш ва ривожлантиришдир. Унинг муддати 10-12 соатга чўзилади. Бу босқич айтарли иссиқлик ажралиши билан кузатилмайди ва озуқа муҳити компонентлари ўзгармайди.

Озуқа муҳити сиртида пўпанак ҳосил бўлиши билан иккинчи босқич (тропофаза) мицелияларнинг фаол ўсиш босқичи бошланади. У одатда 12-40 ва шу билан бирга озуқа муҳитидаги моддаларни кўп миқдорда истеъмол қилиши, иссиқлик, ис ва сув ажратиши билан давом этади. Бунда микроорганизм озукани мицелиялари билан тўлиқ ўраб олади. Айнан мана шу босқичда кўп миқдорда иссиқлик ажралади ва умумий ажраладиган иссиқликнинг 75-80 % ни ташкил қилади.

1 тонна культура бир соат давомида фаол ўсиш босқичида $7,6 \text{ м}^3$ га яқин кислороди ўзлаштиради ёки ҳавога бўлган нисбатда эса $36,5 \text{ м}^3$ ни ўзлаштиради. Замбуруғларни мўътадил ўсиши умумий ҳавонинг сарфи ўрта ҳисобда 1 тонна культура учун $600-650 \text{ м}^3$ ни ташкил қилади.

Учинчи босқич (идиофаза) культурани морфологик ва биокимёвий ихтисослашиши кузатилади, яъни бунда микроорганизмлар колонияларни ва иккиламчи метаболитларни ҳосил қиладилар. Ушбу босқичда микроорганизмлар хужайра ташқарисига чиқарилувчи ферментларни ҳосил

киладилар. Бунда ўстириш хоналарида ҳароратни 3-4⁰С га тушириш ва ҳаво алмаштиришни 3-5 мартага камайтириш зарур.

Микроорганизмларни суyoқ озуқа муҳитларида ўстириш давомида ҳам ҳаво билан таъминлашга ва ис гази билан ифлосланган ҳавони ферментёрдан чиқиб кетиш режимига эътибор бериш керак. Масалан, бир культура ҳар хил аэрация шароитларида бир хил ферментни ҳар хил хусусияти билан ҳосил қилиши мумкин. Умуман олганда, ҳаво билан таъминлаш микроорганизмни ўстириш жараёнини ва фермент ҳосил қилишни тезлаштиради.

Ўстириш давомийлиги ҳам муҳим кўрсаткичлардан бири бўлиб, у максимум фермент ишлаб чиқариш самарадорлигини белгилайди. У жуда кўп омилларга боғлиқ: озуқа муҳити таркиби ва уни продуцентга узатиш усули, муҳитни ҳаво билан таъминланганлик даражаси, продуцент тури, фермент хусусияти ва бошқалардир. Ўстириш давомийлиги кўпинча продуцентнинг физиологик хусусиятларига боғлиқ бўлади. Масалан, *B.mesentericus* ПБ учун - 36 соат бўлса, *Asp.awamori* учун эса 144 соатни ташкил этади.

ФЕРМЕНТ ВА ҲУЖАЙРАЛАР ИММОБИЛИЗАЦИЯСИ

Охирги 25-30 йилда икки фан кимё ва биология орасида янги бир фан йўналиши бўлмиш *кимёвий энзимология* ташкил топди. Фаннинг бу йўналишини ташкил топишини асосий сабабчилари - бу ферментлар ва фермент ҳосил қилувчи микроорганизмларни ёки алоҳида ҳужайра ва тўқималарини иммобилизация ҳолатида олиш бўлди.

Иммобилизация қилинган ферментларни саноат миқёсида олиш ва уларни ишлатиш муаммоси жуда катта гуруҳ мутахассисларини ҳамкорликда ишлашларини тақазо этади. Бу муаммони ҳал қилишни долзарблиги эса, олий таълим олдида бундай мутахассисларни тайёрлашдек ўта муҳим муаммони кўяди. Бугунги кунга келиб бу муаммога бағишланган юзлаб монографиялар, илмий мақолалар тўпланмалари ҳамда минглаб илмий-экспериментал мақолалар чоп этилган.

Юқорида келтирилган манбалардан келтирилганидек, ферментлар тизими халқ хўжалигини ҳар хил тармоқларида: озиқ-овқат, фармацевтика, тўқимачилик, чорвачилик ва бошқа бир қатор соҳаларда кенг қўлланилиб келинмоқда.

Шундай бўлишига қарамасдан ферментларни қўллаш масаласи узoқ вақтлардан бери ривож топмасдан келган. Бунга асосий сабаб ферментлар ва ферментлар тизимининг иқтисодий қимматлиги эди. Ишлатилган ферментлар ташлаб юборилаверган, бунинг устига уларни ишлаб чиқаришни ўзи ҳам жуда қиммат бўлган.

Албатта, микробиология саноатини ривожлантириш ҳисобидан керакли ферментларни, керакли миқдорда ишлаб чиқаришни йўлга қўйиш мумкин. Аммо бу ҳам унчалик арзонга тушадиган маҳсулот эмас.

Бундан ташқари ферментларни ишлатишни тўхтатиб турадиган энг камида иккита сабаби бор:

➤ *ферментлар сақлашда, айниқса ташқи муҳит таъсирига (ҳароратга) ўта чидамсиз;*

➤ *ферментларни қайта ишлатиш жуда мураккаб масала, чунки уларни реакция шароитидан ажратиш имконияти йўқ.*

Мана шу сабабларга кўра ферментлардан фойдаланиш ўзини оқламай кўйган эди. Аммо, бугунги кунда бу муаммо бутунлай ҳал қилинган.

Иммобилизация қилинган ферментларни олиш технологиясининг яратилиши бу муаммога чек қўйди.

1916 йилда Д. Ж. Нильсон ва Е. Грифин инвертаза ферментини кўмир майдасига адсорбция қилинганда (иммобилизация қилинганда), уни фаоллиги сақланиб қолганлигини кузатдилар. 20-30 йилларда оқсил ва ферментларни адсорбция қилиш муаммоси бўйича қатор мақолалар эълон қилинган. Аммо бу мақолаларни моҳияти илмий муаммоларга бағишланган бўлиб, ишлаб-чиқариш билан боғлиқ бўлмаган.

1939 йилда Д. Ж. Пфанмюллер ва Г. Шлейхлар протеолитик ферментларни ёғоч кипиғига адсорбция қилиш бўйича биринчи патентни олишга мувофиқ бўлдилар ва олинган ферментни терига ишлов беришда ишлатиш мумкинлигини исботлаб бердилар.

Ферментлар ва сорбентлар орасида мустаҳкам конъюгатлар (боғлар) ҳосил қилиш мумкинлигини биринчилардан бўлиб 1953 йилда Н. Грубховер ва Д. Шлейхлар кўрсатиб бердилар. Бу олимлар фермент билан сорбентни ковалент боғлар билан боғлаш мумкинлигини ва бу ҳолатда фермент фаолиятини сақлаб қолажанин исботлаб бердилар.

1950-60 йилларга келиб, бу соҳадаги илмий йўналишлар ишлаб чиқаришга узвий боғлаш асосида олиб борилди. Бу соҳани ривожланишда Г. Манеке ва Э. Качалскийларни хизматлари бекиёсдир.

Ферментларни адсорбентларга боғлаш натижасида гетероген катализаторлар ҳосил бўлиши ўз исботини топгач, 1971 йилда Хеникер (АҚШ) томонидан ферментлар муҳандислиги бўйича ўтказилган биринчи умумжаҳон конференциясида **"Иммобилизация қилинган ферментлар"** қонунга киритилди. Илмий адабиётларда баъзи вақтларда "эримайдиган ферментлар", "матрицага киритилган ферментлар" деган иборалар ҳам учраб туради. Уларнинг асосий моҳияти сувда эримайдиган сорбентларга ёпиштирилган (тармаштирилган, уланган ва х.к.) деган маъно билан боғлиқ.

Аммо "иммобилизация" сўзининг кенгроқ тушиниш лозим, хусусан оқсил молекуласининг майдонда ҳаракатдан тўхтатиш билан боғлиқ бўлган ҳар қандай тадбир **оқсилни иммобилизация қилиш деб қаралмоғи лозим.** Юқорида баён этилган усуллардан ташқари, молекулалар ичидаги ёки молекулалараро "Боғлаш", оқсилни кичик молекулали икки функциялик молекулалар орқали бошқа оқсилга, юқори молекулали полимерларга, жумладан адсорбентларга ҳам "боғлаш" ёки "улаш" усуллари ҳам иммобилизация усулларига киради.

Иммобилизация қилинган ферментлар, оддий сувда эрувчи ферментлар олдида бир қатор устунликка эга бўладилар.

Биринчидан, уларни реакцион муҳитидан ажратиб олиш жуда ҳам осон, бу эса:

- *реакцияни хоҳлаган вақтда тўхтатиш;*
- *биокатализаторни (ферментни) қайта ишлатиш;*
- *керакли махсулотни тоза ҳолда олиш (фермент билан аралаштирилмаслик) имкониятини беради.*

Охирги бандда кўрсатилган устунлик озиқ-овқат ва фармацевтика саноатида жуда катта рол ўйнайди.

Иккинчидан, иммобилизация қилинган ферментларни ишлатиш шароитида тўхтовсиз олиб боришга имкон беради, масалан, оқиб ўтадиган махсус устунларда (колонкаларда) ва ферментатив реакциянинг тозалигини бошқариш, демак, керакли махсулотни миқдорини ошириш (оқиш тезлигини ўзгартириш ҳисобидан) имкониятини беради.

Учинчидан, ферментни иммобилизация ёки модификация қилиш уни хосса ва хусусиятларини керакли томонга ўзгариш жараёнларини ташкил қилиш мумкин. Иммобилизация қилинган ферментларни олиниши, ферментларни ҳаётга тадбиқ қилишни янги, авваллари имконияти бўлмаган йўллари очиқ берди.

ИММОБИЛИЗАЦИЯ ҚИЛИШ УСУЛЛАРИ

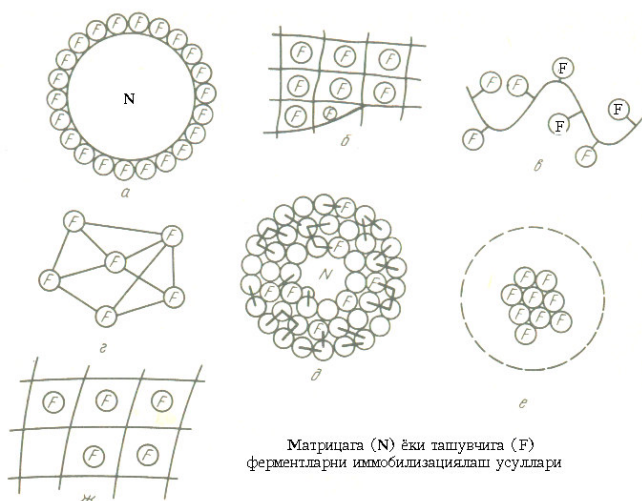
Иммобилизация қилиш усуллари иккига бўлинади:

- ✓ *физикавий йўллар билан иммобилизация қилиш;*
- ✓ *кимёвий йўллар билан иммобилизация қилиш;*

Ҳар қайси усулда иммобилизация қилишда қуйидагиларга эътибор бериш керак: "ташувчилар" (сорбентлар) нинг табиати ва физик-кимёвий хусусияти органик ва ноорганик табиатга эга бўлишлари мумкин.

Иммобилизация қилишга мўлжалланган "ташувчи" ларга қуйидаги талаблар қўйилади:

- *кимёвий ва биологик мўътадиллик;*
- *механик нуқтаи-назардан мустаҳкамлик;*
- *фермент ва уни субстрати учун ўтказувчанлик;*
- *технологик жараёнлар учун зарур бўлган шаклда олиниши;*
- *осонлиги (гранула, мембрана, варақ ва хоказо ҳолатда);*
- *реакцион шаклда тез кириши;*
- *юқори гидрофиллиги (иммобилизация жараёнини сувли муҳитга ўтказиш учун);*
- *арзонлиги.*



Матрицага (N) ёки ташувчига (F) ферментларни иммобилизациялаш усуллари

5 - расм. Иммобилизация усуллари

Табиийки, бу талабларни барчасига жавоб бераоладиган ташувчилар йўқ. Шу сабабли ҳам иммобилизация учун жуда ҳам кўп материаллардан фойдаланишга тўғри келади.

Органик полимерли ташувчилар

Бундай полимерларни икки синфга бўлиш мумкин: табиий полимерлар ва сунъий полимерлар. Ўз навбатида табиий полимерларни ҳам биокимёвий хоссаларига қараб гуруҳларга бўлиш мумкин: полисахаридлар; оксил; липид табиатли ташувчилар. Сунъий, яъни синтез йўли билан олинган полимерлар ҳам гуруҳларга бўлинади, масалан, макромолекуларни асосий занжирни кимёвий тузилишига қараб, полиметиленик, полиамидлик, полиэфирлик ташувчилар ва х.к.

Иммобилизация қилиш усулли, ферментни хусусиятини ва ишлатилишига қараб, "ташувчи"ларга бир қатор қўшимча талаблар қўйилади: ковалент иммобилизация қилинганда "ташувчи" ферментни фаоллигини белгиловчи қисми билан боғланмаслиги лозим; (ферменти фаоллик маркази ўз ҳолда бўлиши шарт), фермент фаоллигини пасайтириш хусусиятлари бўлмаслиги шарт.

Иммобилизация қилиш жараёнида қуйидагиларни билиш лозим: "Ташувчи" ва фермент ҳар хил зарядларга эга бўлсалар, иммобилизация жараёни тез ва мустақкам кечади, аксинча бир хил зарядга эга бўлсалар жараён қийин кечади; "ташувчини" заррачалари қанча кичик бўлса, сорбция қилиш хусусияти шунча баланд бўлади. Иммобилизация жараёнида кўпроқ полиметиленик типидagi "ташувчи"лар бошқаларга нисбатан кенгрок ишлатилади.

ФЕРМЕНТЛАРНИ ИММОБИЛИЗАЦИЯ ҚИЛИШНИНГ ФИЗИК УСУЛЛАРИ

Юқорида кўрсатиб ўтилганидек, ферментни иммобилизацияси дейилганда, уни (ферментни) қандай бир алоҳида фазага киритилиши сув фазасидан ажралиб турадиган ва шундай вазиятда ўзини асосий хусусияти - субстрат ёки эффекторлар билан алоқада бўлиш имкониятидан жудо бўлмаслиги тушунилади.

Шу аниқликдан келиб чиққан ҳолда, физикавий иммобилизация қилиш усуллари тўрт гуруҳга бўлиш мумкин:

- ✓ сувда эримайдиган "ташувчи" ларга адсорбция қилиш;
- ✓ гель тешикчаларига киритиш;

✓ *ярим ўтказгич мембраналар ёрдамида ферментни реакцион тизимини бошқа қисмидан ажратиш;*

✓ *ферментни икки фазалик реакцион муҳитга киритиш, бундай шароитда фермент сувда эрувчан бўлади ва иккинчи фазага кира олмайди.*

Келтирилган классификация шартлидир, чунки бу усуллар орасида аниқ ажримларни ўрнатиш мумкин эмас. Масалан, гель тешикчиларига киритиш усули билан иммобилизация қилишни, ярим ўтказгич мембраналар орқали ажратиб туриш деб ҳам қараш мумкин. Шунга қарамасдан, бу классификация физикавий усуллар билан иммобилизация қилишни бир тизимга солишда ёрдам бера олади.

Адсорбция қилиш орқали иммобилизация қилиш, энг кўхна усулларида хисобланади. Юқорида айтиб ўтилганидек, 1916 йилда Дж. Нильсон ва Э. Гриффин инвертаза ферментини фоаллаштирилган кўмирда ва алюминий гидроксиди гелида иммобилизация қилганлар. Худди шу усулдан кейинроқ, 1969 йилда И. Шибата L-аминоацилаза ферментини иммобилизация қилишда фойдаланган. L-аминоацилаза ферменти N-ацетил-DL-аминокислоталарни бир бирларидан ажратишда саноат миқёсида ҳозиргача ишлатилиб келинмоқда. Умуман адсорбция усулида иммобилизация қилиш бошқа усуллардан осонлиги, вазифани тез бажариш мумкинлиги, ташувчиларни арзонлиги ва бошқа бир қатор устунликларга эга бўлганлиги учун ферментлар муҳандислигида кенг қўлланилиб келинмоқда.

Адсорбцион иммобилизация қилиш учун "ташувчи" лар

Адсорбцион иммобилизация учун ишлатиладиган "ташувчи" ларни икки синфга - органик ва ноорганик ташувчиларга бўлиб ўрганиш мумкин.

Ноорганик ташувчилар сифатида кремнезем, алюмин, титан ва бошқа элементлар оксидлари, алюмосиликатлар (лойлар), шиша, сопол, фоаллаштирилган кўмир ва бошқалар кенг ишлатилади.

Органик ташувчилар орасида кенг тарқалганлари ҳар хил полисахаридлар, полимерли ион алмашув смолалари, коллаген, товук суяклари ва бошқалардир. Ташувчилар кукун, кичик шарчалар, гранулалар сифатида ишлатилади. Баъзи бир ҳолатларда, гидродинамик қаршиликни пасайтириш мақсадида, тор параллел каналлар сақловчи монолитлар сифатида ҳам чиқарилади.

Ташувчиларни энг асосий хусусияти сорбция қилиш қобилияти, тешикчаларини ўлчами, механик ва кимёвий барқарорлигидир.

Адсорбцион иммобилизация қилиш усуллари

Адсорбция қилиш йўли билан иммобилизация қилиш энг содда усуллардан бўлиб, фермент эритмасини "ташувчи" билан аралаштириш йўли билан амалга оширилади. Ёпишмасдан ферментни ювиб ташлагач, иммобилизация қилинган фермент ишлатилишга тайёр бўлади. Адсорбцион

иммобилизация қилинган ферментларни олиш учун қуйидаги услубий кўрсатмалардан фойдаланади.

Статистик усул энг осон йўл бўлиб "ташувчи" фермент эритмасига ташланиб (солиниб) ҳосил бўлган аралашма, маълум вақтга ташлаб қўйилади. Иммобилизация ферментни ўз-ўзидан диффузияси туфайли бошланиб, адсорбция билан тугалланади. Бу усулни камчилиги, фермент эритмаси билан "ташувчи" аралашмаси узоқ вақт (бир неча кунга) ташлаб қўйилиши лозим. Лаборатория шароитида кўпроқ аралаштириш усули ишлатилади. Бу усулда статистик усулдан фарқли ўлароқ фермент эритмаси билан "ташувчи" доимий равишда аралаштириб турилади.

Аралаштириш учун магнит аралаштиргич, механик аралаштиргич ёки микробиологик тебратгичдан фойдаланиш мумкин. Бу усул олдингисидан анча устун туриб "ташувчи" сатхида ферментни бир текис жойланишини белгилаб беради. Баъзида адсорбцион иммобилизация қилиш учун электрочўктириш усулидан фойдаланилади. Бунинг учун фермент эритмасига иккита электрод туширилади, улардан биттасини сатхида бир қатлам "ташувчи" суртилган бўлади. Электродлар токка уланганда фермент сатхидаги фаол гуруҳлар ($-NH_2$; $-COOH$ ва х.к.) ҳисобидан "ташувчи" сақланаётган электрод томонидан ҳаракат қилади ва уни сатхида чўқади.

Технологияда фойдаланиш учун энг қулай усул - колонкалардан ўтказиш усулидир.

Бу усулни икки модификацияси бор, улардан биридан "ташувчи" тўлдирилган колонкадан тепадан пастга қараб, микронасослар ёрдамида фермент эритмаси ҳайдалади, икинчисида эса тескариси, фермент пастдан тепага қараб йўналтиради. Бу усулни афзаллик томони, ферментни ҳайдаш, ювиш, ва кейинги ферментатив жараёнлар, ҳеч қандай манипуляциясиз бир колонкани ўзида олиб борилади.

***Ферментни ташувчи билан боғланиш кучини оширувчи усуллар.
Олдиндан модификация қилинган ташувчиларга
иммобилизация қилиш***

Ташувчининг олдиндан модификация қилиш адсорбция кучини кескин оширишга олиб келади. Бундан ташқари, фермент молекуласи атрофида махсус шароитлар яшаш ҳисобидан, олдиндан модификация қилинган ташувчида иммобилизация қилинган ферментни каталитик хусусияти ҳам ортиб боради.

Бунинг устига, олдиндан модификация қилмаслик адсорбция қилинган ферментни фаоллигини бутунлай йўқолишигача олиб келиш мумкин. Масалан, агар ферментни мўтадиллиги нордон шароитда паст бўлса, силикагельга сорбция қилинган ферментни фаоллиги бутунлай йўқолади, чунки, силикагельни сатхи нордон муҳитга эга ($pH=4,0$).

Бундай шароитда, иммобилизациядан олдин силикагельни маълум pH га эга бўлган буферда ферментни мўтадил pH га тўғри келган pH да сақлаб туриш лозим бўлади.

Худди шундай муаммо, фаол марказида металл сақлайдиган ферментлар билан ишлаганда келиб чиқади. Бунга сабаб, баъзи бир ташувчилар ўзларига металл ионларини тортиб олиш қобилиятига эгалар. Бундай ташувчиларда адсорбция қилинган ферментлар, ўз фаол марказидаги метални чиқиб кетиши ҳисобидан фаолиятларини йўқотишлари мумкин. Бу ҳолни бартараф этиш учун, ташувчини махсус металл ионлари сақлаган эритмаларда узоқ вақт ушлаб туриш ва шу туфайли уни металл ионига нисбатан бўлган эҳтиёжини қондириш мумкин бўлади.

Ташувчиларни металл ионлари билан тўйинтириш адсорбция йўли билан иммобилизация қилишни мўтадиллаштиришда ҳам ишлатилади. Ташувчи сирти металл ионлари билан тўйинтирилганда (бунинг учун Ti, Zn, Sr, V ва Fe ишлатилади), ферментни сорбция қилиш хусусияти ортади, бунга сабаб металл иони фермент билан ташувчи орасида кўприк бўлиб хизмат қилишидир. Иммобилизациянинг бу усули, целлюлоза, нейлон шиша филтър қоғоз каби ташувчилардан фойдаланганда яхши натижалар бериши исботланган.

Олдиндан модификация қилинган ферментларни иммобилизация қилиш

Ионалмашувчи ташувчиларга адсорбция йўли билан иммобилизация қилишда изоэлектрик нуқтаси ва рН – мўтадиллиги бир-бирига яқин бўлган ферментлар билан ишланганда қатор муаммолар пайдо бўлади. Фермент билан ташувчи орасидаги мустаҳкам боғланиш фақатгина, изоэлектрик нуқтадан узоқроқ бўлган рН да, яъни ферментни каталитик хусусияти паст бўлган шароитда амалга оширилади.

Шунинг учун, ҳам ферментни олдиндан модификация қилиш, яъни фермент молекуласига янги ионоген гуруҳлар (поликислоталар, карбоксиметил, целлюлоза, янтарь кислотаси ва х.к.) киритиш мақсадга мувофиқ бўлади. Масалан, L-химотрипсин хлортриазинли ранг билан аралаштирилганда, уни изоэлектрик нуқтаси ишқорий томонга силжиши, ва шу туфайли фермент кўпгина ташувчиларга адсорбция бўлиши, оқибат натижада эса каталитик фаоллиги сақланиб қолиши исботланган.

Бошқа бир мисол, L-химотрипсинни КМ-целлюлоза билан модификация қилинганда, фермент нейтрал рН муҳитида ДЭАЭ-целлюлозада ёки ДЭАЭ-сефадексга фаоллиги сақланган ҳолда иммобилизация бўлади.

Гель ичига киритиш йўли билан иммобилизация қилиш

Бу усулни моҳияти шундан иборатки, фермент молекуласи, қаттиқ тўқилган полимер занжирларидан иборат бўлган гель ҳосил қилувчи учламчи элакларга ўрнатилади. Занжир боғлари орасидаги масофа фермент молекуласидан кичик бўлгани учун, у маҳкам сиқилиб туради ва полимердан чиқиб кета олмайди. Фермент билан ташувчи орасидаги боғни мустаҳкамлигини оширувчи омил ролини фермент ва ташувчи гель орасида пайдо бўлган водород боғлари ҳам ўйнаши мумкин.

Полимер занжирлари орасидаги бўшлиқ сув билан тўлдирилган бўлади. Масалан, акрил кислотаси ҳосилалари асосида пайдо бўлган гелда, унинг миқдорига қараб, 50 дан 90% гача сув бўлиши мумкин.

Ферментларни гелда иммобилизация қилишнинг икки усули бор. Биринчиси, фермент мономер эритмасида эритилади сўнгра полимеризация қилинади. Бундай эритмага кўпчилик ҳолларда бифункционал агентлар ҳам кўшилади.

Иккинчиси, П. Бертфельд ва Дж. Уэнлар ишлатган N-N' метилен-бисакриламидни полимеризация қилиш асосида олинадиган иммобилизацияланган ферментлар.

Гельга киритиш йўли билан иммобилизация қилиш усули ўзининг соддалиги билан ажралиб туради. Бу усул билан ферментни хоҳлаган геометрик конформацияда (сферик заррачалар ва ҳ.к.) олиш ва ферментни ташувчи ичида бир текис тарқалишига эришиш мумкин.

Кўпчилик полимер геллар ўзларининг механик ва кимёвий иссиққа чидамлилиги билан ажралиб туради. Бу хусусиятлар эса ферментларни бир неча мартабалаб ишлатиш имконини беради. Бу усул универсал усул бўлиб, нафақат барча хилдаги ферментлар, балки полифермент тизимлар, хужайра ва хужайра фрагментларини иммобилизация қилиш учун ҳам тўғри келади. Бу усулни ижобий томонларидан яна бири - уни ферментга мўтадиллик бериш имкониятидир. Ва ниҳоят, бу усулда иммобилизация қилинган фермент, бактериологик зарарланишдан кўрқмайди чунки, фермент молекуласидан катта бўлган бактериялар гелни ичига кира олмайдилар.

Усулнинг энг катта камчилиги баъзи бир ҳолатда полимер матрикслари субстратни диффузиясиги халақит беради ва шу туфайли ферментни фаоллиги паст бўлиши мумкин. Шундай экан, субстрат сифатида юқори молекулали моддалар ишлатилганда бу усулдан бутунлай фойдаланиш мумкин эмас.

Ярим ўтказгич мембраналар ёрдамида иммобилизация қилиш

Бу усул кичик молекулали субстратни сувдаги эритмаси, катта молекулага эга бўлган фермент эритмасидан ярим ўтказгич мембрана ёрдамида ажралиб туришига асосланган. Ярим ўтказгич мембрана субстратни осон ўтказди, фермент эса мембранадан ўта олмайди. Бу усулни ҳар хил модификацияси, ярим ўтказгич мембраналарни олиш ва уларни табиати асосида яратилгандир.

Микрокапсулалаш усули биринчи бўлиб, 1964 йилда Т. Чанг томонидан яратилган. Бу усул - ферментни сувдаги эритмасини микрокапсулалар ичига жойлаштиришдан иборат. Майда тешикли полимер плёнкалардан ташкил топган кичик коптокчалар ичидаги ферментларни ташқарига чиқиши белгилаб қўйилган. Капсулаларни олиш усулига қараб, уларни ўлчамаи ҳал хил бўлади (10 дан 100 микрометр гача).

Микрокапсулалар олишнинг икки усули мавжуд бўлиб, биринчисида ферментни сувдаги эритмаси ПАВ (сирт фаол моддалар) сақловчи диэтилэфир билан кучли аралаштириш натижасида дисперс ҳолатга

ўтказилади. ПАВ - бу ерда эмульгатор вазифасини бажаради. Ҳосил бўлган эмульсияга, тўхтатмасдан полимернинг эфирдаги эритмаси кўшиб борилади.

Полимер (нитрат целлюлоза), сувда эримаслиги сабабли эмульсияга теккан жойда юпқа мембрана микрокапсула ҳосил қилади. Тайёр бўлган микрокапсула центрифуга ёрдамида ёки филтрлаш йўли билан ажратиб олинади.

Микрокапсула ҳосил қилишнинг иккинчи йўли - икки модданинг фазалараро поликонденсация қилишига асосланган. Моддалардан бири сувнинг майда эмульсияларида иккинчиси эса органик фазада эриган бўлади. Кўп тарқалганлардан бири полиамид микрокапсуласи.

Бу микрокапсула 1,6-гексаметилендиамин (сув фазаси) ва себацин кислотасининг хлор гидриди (органик фаза) асосида олинади. Бу усул фақатгина юқори рН га чидамли бўлган (диамин эритмаси) ферментлар учун ишлатилиши мумкин. Микрокапсула ҳосил қилиш учун ишлатиладиган фермент эритмаси 10 % атрофида инерт оқсил моддаси (гемоглобин) сақлаши лозим. Бу оқсил капсула ичида керакли босим бўлишини ҳамда ферментни мўтадиллигини таъминлайди. Ферментни мўтадиллигини ошириши учун глутаральдегид билан ишлов беради, баъзида эса адсорбция ёки гелга киритиш йўли билан иммобилизация қилинади.

Баъзи ҳолатларда иммобилизация қилиш учун молекулалари ковалент боғланган оқсиллардан ташкил топган мембраналардан ҳам фойдаланилади.

Иккиламчи эмульгирлаш. Бу йўл билан иммобилизация қилганда, аввало ферментни сувдаги эритмасини органик полимердаги эмульсияси тайёрланади. Тайёр эмульсияни яна бир бор сувда дисперсия қилинади. Натижада, ферментни сувдаги эритмасини сақлаган органик моддани (полимерни) эмульсияси ҳосил бўлади. Вақт ўтиши билан органик эритма қотади ва иммобилашган фермент сақловчи полимер заррачалари ҳосил бўлади.

1972 йилда С. Мэй ва Н. Ли лар бу усулни модификация қилдилар ва мембрана ҳосил қилувчи материалар сифатида сувда эримайдиган полимер ўрнига катта молекуляр массага эга бўлган суюқ углеводородлардан фойдаланишни тавсия қилдилар. Бу усул суюқ мембраналарда иммобилизация қилиш деб аталди. Бундан ташқари толага киритиш, липосомага киритиш, микроэмульсия ҳосил қилиш каби бир қатор усуллар мавжуд.

ФЕРМЕНТЛАРНИ ИММОБИЛИЗАЦИЯ ҚИЛИШНИНГ КИМЁВИЙ УСУЛЛАРИ

Кимёвий усулларни бошқа усуллардан асосий фарқи кимёвий таъсир натижасида фермент билан ташувчи орасида кўшимча ковалент боғи пайдо бўлади. **Бу усулда иммобилизация қилинган ферментларни камида иккита устунлиги бор. Биринчидан,** фермент ва ташувчи орасидаги ковалент боғ ҳосил бўлган конъюгатни юқори мустаҳкам қилади. Бошқача қилиб айтганда, фермент иштирокида ўтадиган реакцияларни рН, ҳарорати

ва бошқа кўрсаткичларини ўзгартириш, ферментни десорбциясига, шу туфайли олинадиган маҳсулотни ифлосланишига олиб келмайди.

Бу эса айниқса медицина, озиқ-овқат маҳсулотлари, аналитик ишлар учун реактивлар олишда ўта муҳим аҳамият касб этади. *Иккинчидан*, кимёвий модификация ферментни фаоллигини ва мўтадиллигини оширишига олиб келади. Фақатгина кимёвий йўл билан, кўп нуқталик боғланишлар натижасида ферментни мўтадиллигини ошириш мумкин. Бу усулни камчилиги, баъзи-бир ферментлар кимёвий модификация жараёнида ўз фаоллигини йўқотиб қўядилар.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Давранов Қ.Д. Биотехнология: илмий, амалий, услубий асослари. Т. 2008. -504 бет.
2. Мусаев Д.А., Турабеков Ш., ва б. Генетика ва селекция асослари. Т. 2011. 485 б
3. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. Изд. Либроком, 2014 304 с
4. Лбюин Б. гены. Пер с англ –М. Бином, 2012 400 с
5. Загоскина Н.В. Биотехнология: теория практика М. 2009. 402 с

3-мавзу: Нанобиотехнология соҳасидаги ютуқлар. Уларнинг тиббиёт, қишлоқ хужалиги ва турли анализларда ишлатилиши

Режа:

- 3.1. *Ген инженерияси нанобиотехнологиясининг бир йўналиши сифатида.*
- 3.2. *Бошқа организмга киритиш учун ген олиш методлари ва генларни хужайрага киритиш технологияси.*

Таянч иборалар: гликокалис, гранлар, интеграл оқсиллар, липидли бислой (липидли икки қават), липосома, мембранали оқсиллар, мембранали органоидлар, нанокмпозит материаллар, наносомалар – (мицеллалар), нанотрубкалар

3.1. Ген инженерияси нанобиотехнологиясининг бир йўналиши сифатида.

Замонавий биотехнологиянинг – хосса ва хусусиятлари одам эҳтиёж ва хошишларига мос келадиган организмни янги шаклини яратишсиз тававвур этиш қийин. **Тирик организмни белгилари ва хоссаларини қандай қилиб ўзгартириш керакки, бу белгилар авлодларда ҳам сақланиб қолсин?** Бунга фақат организмни генотопини яъни уни ирсий материални ўзгартириш орқали, эришиш мумкин.

Ирсий материални (ДНК ни) мақсадга мувофиқ равишда ўзгартириш ва конструкция қилиш – бу генетик инженерия фанининг вазифаси. Ген инженерия методлари билан яратиладиган ДНК молекуласи, рекомбинант молекула деб аталади.

Молекуляр биологиянинг, генетик материални модда алмашинуви маҳсулотларининг биосинтезини таъминлашга қодир бўлган, янги комбинациялар яратиш билан алоқадор бўлган бўлими, генетик инженерия деб ном олган.

Ген инженериясига ким ва қачон асос солган? Америкалик олим П.Берг 1972 йилда лаборатория шароитида биринчи бўлиб, рекомбинант ДНК яратган кундан бошлаб, ген инженериясига асос солинган. Яратилган рекомбинант ДНК, уч организмни: “SV 40” вируси, “лямбда” бактериофаги ва “ичак таёқчаси” бактериясини ДНК фрагментларидан тузилган. Бундан олдинроқ 2 уникал тип ферментлар очилмаганида П. Берг тажрибасини ўтказиб бўлмас эди.

Бу ферментлар:

1) рестриктазалар – ДНК молекуласини аниқ участкадан кесадиган ферментлар;

2) Лигазалар, ҳар хил ДНК молекуласини фрагментларини бир – бирига улайдиган ферментлар.

Рестриктазалар жуда ҳам мувоффақиятли ном – “биологик қайчи” деган ном олган. Бу “қайчилар” ёрдамида ген инженерлари ДНК молекулаларини фрагментларга кесиб, ҳар хил манипуляциялар ўтказадилар. **Ген инженерияси бўйича муваффақиятли тажрибалар ўтказиш учун зарур бўлган иккинчи шароит, бу “векторлардан” фойдаланишдир.**

Векторлар – вируслар ёки бактериялардан олинадиган қисқа хромосомалардан ташқаридаги ДНК фрагменти – **плазмидалар.** Рестриктазалар ва лигазалар ёрдамида олимлар веторларга ДНК ни керак бўлган фрагментини (ген) киритдилар. **Векторни вазифаси – янги ДНК хужайрага киритиш ва уни хўжайин – организм ДНК сига жойлаштириш.**

Ген инженерияси методларини мукамаллаштириш, қариндош бўлмаган организмларни шу жумладан эволюцияни ҳар хил босқичида турган организмларни ҳам генетик информацияларини бирлаштириш имконини беради. Бундан ташқари, “пробиркада” (in vitro) рекомбинант ДНК яратиш жараёнини бошқариш ҳам мумкин. Албатта бундай шароитда тирик

организмни тўсиб қўйувчи механизмларини четлаб ўтиш имкони пайдо бўлади. Бугунги кунда ген инженерияси методлари доривор моддалар ишлаб – чиқаришда ҳамда бошқа қатор жараёнларда мувоффақиятли ишлатиб келинмоқда. Уларни асосида, кенг масштабда инсулин, интерферок ва интерлейкин ишлаб чиқарилмоқда. Ген инженерияси асосида трансген ўсимликлар олиш технологияси яратилган.



3.1-расм. Ген инженерияси усули билан яратилган маккажўхорини янги навлари

Шунингдек, нафақат сермахсул, балки юқори даражада касалликларга ва паразитларга чидамли бўлган ҳайвон зотлари ҳам яратилган. Масалан, Белгияда ва АҚШ да картошкани ва помидорини янги, колорадо қўнғизига чидамли бўлган, инсектицидларни 40-60% га қисқартирадиган навлари яратилган.

Ген инженерия бўйича тажрибаларни муваффақиятли ўтказиш учун, экспериментатор қандай конкрет вазифаларни ҳал қилиши керак?

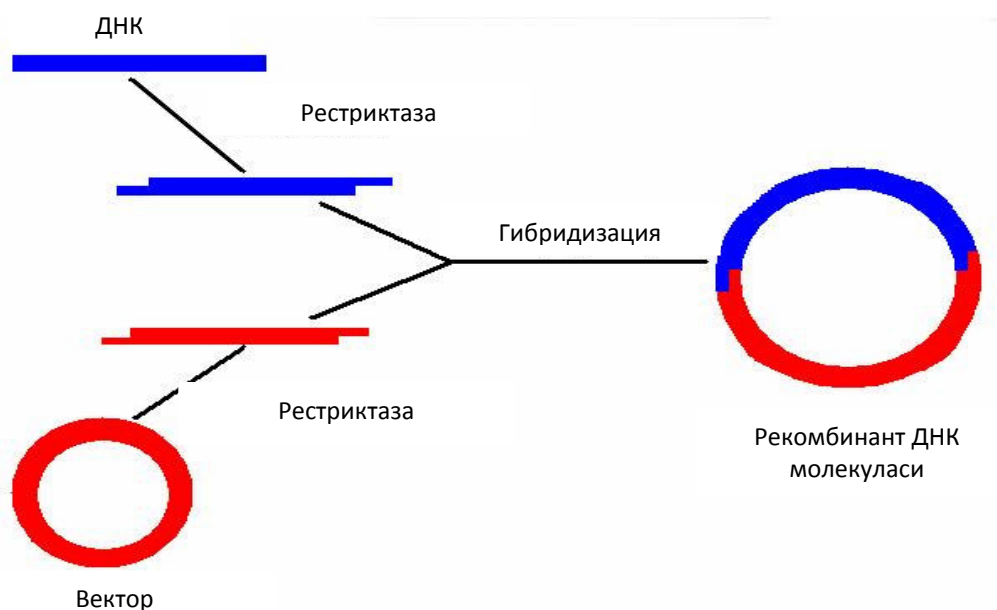
Ген-инженерлик ишларни бажариш учун 3 вазифани бажариш талаб қилинади:

- 1) ҳужайрага кўчириб ўтказишга ярайдиган, рекомбинант ДНК яратиш;
- 2) рекомбинант ДНК ни ҳужайрага киритиш методларини ишлаб-чиқиш;
- 3) ҳўжайин – организм ҳужайрасига киритилган генларни нормал фаолият кўрсатиши шароит яратиш.

Ген тик инженерия бўйича ҳар бир иш, бир неча босқичда амалга оширилади:

- 1) керакли ген табиий манбаълардан ажратиб олинадиган ёки кимёвий йўл билан синтез қилинадиган;
- 2) Вектор (керакли генни ҳужайрага ташиб ўтувчи ДНК молекуласи) танланади;
- 3) вектор ва ташиб ўтадиган ген ягона структурага бирлаштирилади (ДНК ни рекомбинант молекуласи);

4) вектор ва ген сақловчи бирлашган структурани, хўжайин – организмнинг хужайрасига киритилади.



3.2-расм. Рекомбинант (гибрид) ДНК нинг яратилиши

3.2.Бошқа организмга киритиш учун ген олиш методлари ва генларни хужайрага киритиш технологияси

Янги генетик конструкциялар, ДНК молекуласига янги ген (донор – организмнинг ДНК сани фрагменти) киритиш йўли билан олинади. Шундай “трансплантация” учун генни қандай олиш мумкин?

Ҳозиргача бу масалани ечишни 3 методи маълум:

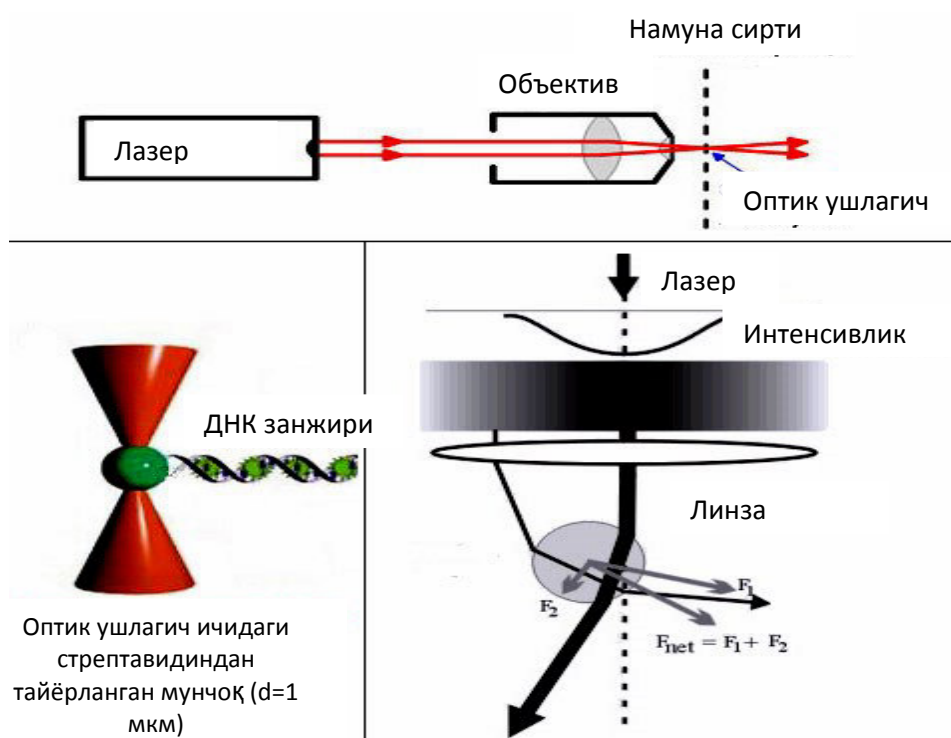
1. Ген ажратиб олиш, тегишли мРНК олишдан кўра қийинроқ бўлганлиги учун, тескари транскрипция реакциясидан фойдаланиш мумкин. Уни моҳияти шундан иборатки, ревертаза ферменти, РНК молекулаларини матрица қилиб ишлатиб, ДНК ни синтез қилади. Ревертаза ёрдамида деярли ҳар қандай генларни синтез қилиш мумкин. Бунинг учун муайян генга мос келадиган м РНК ажратилган ва тадқиқотни ихтиёрига берилган бўлиши керак. Худди шу усулда, одамнинг кўзи хрустали оксилени синтезини кодловчи ген, шунингдек тухум оксили, ипак фиброини ва бошқа генлари олинган.

2. Генни сунъий, кимёвий синтез йўли билан олиш мумкин. Бундай синтезни биринчи марта 1969 йилда Г. Корана бошчилигида илмий коллектив амалга оширган. Дастлаб синтез қилинган ген фаол чикмаганлиги сабабли, бу коллектив тажрибаларни давом эттиришган ва бироз вақт ўтгандан кейин ўз мақсадларига эришганлар – биринчи функционал фаол ген синтез қилганлар. Бу ген, ичак таёқчасини т РНК си ни кодлаган. Ҳозирги вақтда, кўплаб генлар кимёвий синтез йўли билан олинади. Улар орасида

инсулин, соматотропин, сомататин ва бошқа гормонларни синтезини кодловчи генлар бор.

3. Табиий манбаъдан ген ажратиш. Бу жуда мураккаб вазифа, чунки организмда фаолият кўрсатиб келаётган кўп минглаб генлар орасидан, ягонасини, муайян белгини ривожланишини назорат қилиб турганини ажратиш олиш керак. Бунинг учун ажратилиши керак бўлган генни ДНК молекуласида жойлашган жойини аниқ билиш керак ва ўша жойдан тегишли спецификликга эга бўлган рестриктаза ферменти ёрдамида кесиш керак. **Керакли генни қайси жойда жойлашганлигини билиш учун плазмида ишлатилади. Плазмида, ҳар хил генларга кириб олиб, уларни мутациясини чақиради. Мутант белгилари бўйича, керакли ген кирган жойни аниқланади ва уни плазмидадан ажратиш олинади.**

Узоқ вақт давомида, ДНК таркибидаги керакли генни аниқлаш ва уни кесиш олиш қийин вазифа бўлган. ДНК спираллари чалкашган, уларни узунлиги бирнеча миллиметрдан, бирнеча сантиметргача бўлиб, ҳалқага ўралиб олади ва ўзини генини “бекитишга” ҳаракат қилади. Диаметри 1-2 нанометрга тенг бўлган, нозик, тез синувчи молекулалар, спирални тўғрилаб олиш ва тарқатишга қаратилган ҳар қандай тадбирлар, уринишлар таъсирида тез синади. Бундай ҳолатда, керакли генни қидириш йўлида бажарилган ишлар мувоффақиятсиз чиқаверган. Шундай қилиб, керакли генни ДНК дан ажратиш олиш муаммоси, 20 йилдан кўпроқ вақтда самара бермаган. Фақатгина XX – аср охири ва XXI – аср бошларига келиб, Япониянинг Киото университети олимлари, ДНК спиралини “оптик омбир” лар ёрдамида чўзиш усулини яратганлар. “Оптик омбир” ни баъзида “оптик тутқич” ёки “лазерли пинцет” деб ҳам аталади. “Оптик омбир” – ўткир фокусланган лазер нурларидан иборат бўлиб, бу нурлар молекулани ушлаб қолади.



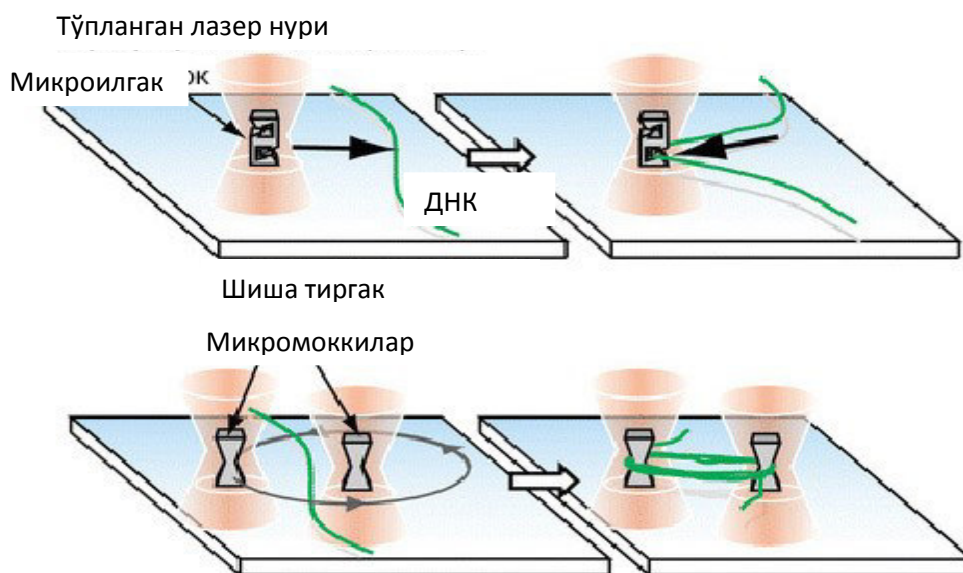
3.3-расм. “Оптик омбир” лар ёрдамида ДНК молекуласининг чўзиш схемаси

Кўпинча текшириладиган молекула охирига кимёвий моддалар ёрдамида тиниқ диэлектрик “мунчоқчалар” қотирилади. Бу “мунчоқчалар” қандайдир синиш коэффиценти, муҳитга нисбатан юқори бўлган полимерлардан тайёрланади. Натижа берадиган куч мунчоқни лазер нурунинг интенсивлиги максимал бўлган зонага яъни уни марказига қараб тортади. Япония олимлари, “мунчоқча” ўрнига “Z” ҳарфига ўхшаган микроилгак ва микроббиналар ишлатганлар.

Микроилгак, спирални олимларни қизиқтирган участкасини ўрганиш имконини беради. Лазерлар ёрдамида, олимлар бўлинадиган ачитки замбуруғини хромосомали ДНК сини спиралини илиб олиб, уларга шикаст етказмасдан чўзиш ва кейин икки микромоккичага, худди ип ўралган ғалтакка ўхшаб ўраб олишга эришдилар. ДНК молекуласи чўзилган ҳолатда, керакли генни турган жойини учламчи фазода аниқлаш анча осон.

Микроилгак, спирални олимларни қизиқтирган участкасини ўрганиш имконини беради. Лазерлар ёрдамида, олимлар бўлинадиган ачитки замбуруғини хромосомали ДНК сини спиралини илиб олиб, уларга шикаст етказмасдан чўзиш ва кейин икки микромоккичага, худди ип ўралган ғалтакка ўхшаб ўраб олишга эришдилар. ДНК молекуласи чўзилган ҳолатда, керакли генни турган жойини учламчи фазода аниқлаш анча осон

Генларни хужайрага киритиш технологияси. Ажратиб олинган



3.4-расм. ДНК спиралини микроилгак ёрдамида илиб олиш ва кейин тортиб, микроббиналарга (микромокки) ўраб олишни схематик кўриниши

ёки синтез қилинган ДНК фрагменти (ген) ўзидан ўзи, мустақил равишда, хўжайин – организм хужайрасига кира олмайди. Тадқиқотчиларни аниқлашича, генни кўчириб ўтказиш ва уни фаолият кўрсатиши учун, бошқа

организмни ДНК си асосида яратилган қўшимча наноструктура зарур бўлар экан.

Савол туғилади: **Бошқа ДНК дан қўшимча наноконструкция қандай қилиб яратилади?** Бошқа организм ДНК сидан яратиладиган қўшимча наноконструкция “вектор” деган ном олди. Вектор бошқа организмга киритишга мўлжалланган ген сақлайди ва хўжайин организм хужайрасини ДНК сига кириб олиш хусусиятига эга. Уни кейинчалик топиш қулай бўлиши учун, баъзида нишонлаб қўйилади. Векторларни плазмидалар ва вирусларни ДНК си асосида яратилади.

Энг содда плазмидали вектор қуйидаги компонентлардан иборат:

1 – хўжайин – хужайра ДНК сига кириши керак бўлган ген;

2–плазмида ва кўчириб ўтказиладиган генни репликациясини таъминловчи участок;

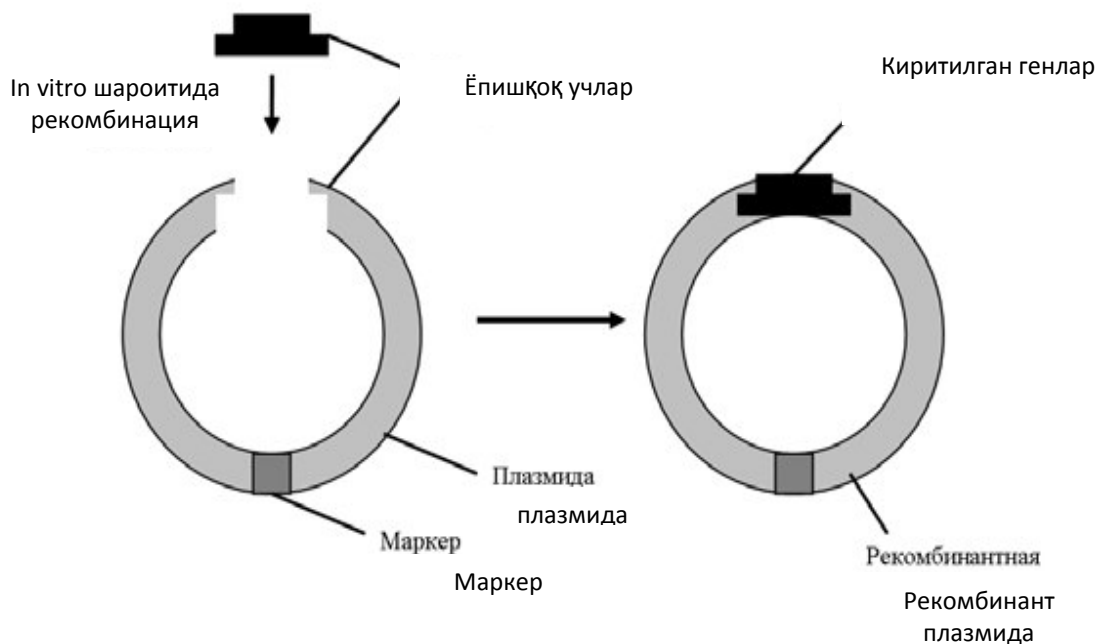
3 – ген киритилган плазмидани сақловчи хужайрани аниқлаш имконини берувчи маркер;

4 – Плазмида ДНК си.

Тирик организм хужайрасида рекомбинация жараёни фақат гомологик (бир хил) ДНК молекулалари орасида содир бўлади. Организмдан ташқарида, рекомбинация келиб-чиқиши ҳар хил бўлган ДНК молекулалари орасида содир бўлиши мумкин. Бу, ген инженерлиги методининг имкониятларини анчагина кенгайтиради.

Организмдан ташқарида рекомбинация амалга ошиши учун нималар керак? Ҳар бир ДНК молекулаларини ҳар иккала учида қисқа (4 тадан 20 тагача нуклеотидлар) бир занжирли участкалар – “ёпишқоқ учлар” бўлишлари керак. Улар, бир занжирли участкалар орасида ҳосил бўладиган водород боғлар ёрдамида, ДНК ни ҳар хил фрагментларини боғлаш имконини беради.

Иккита бирзанжирли “ёпишқоқ учлар” билан таъминлаб, ДНК молекулаларини қандай қилиб, “ўткирлаш” мумкин? Бу вазифани бажариш учун тадқиқотчилар “биологик қайчи” ларни – рестриктаза ферментларини ишлатдилар. Плазмида ДНК сини ва киритиладиган генни ДНК сини рестриктаза билан ишлов бергандан кейин, ҳар иккала ДНК ҳам “ёпишқоқ” уч (бир занжирли участкалар) ҳосил қиладилар. Кейин, плазмида ДНК си ва киритиладиган (бегона) ген аралашмасига лигаза ферменти қўшилади. Бу фермент бегона генни плазмида ДНК сига киритиб қўяди.



3.5-расм. Плазмида ДНК сину (маркер сақлаган) ва киритиладиган ген ДНК сину “ўпишқоқ учлар” орқали боғланиши

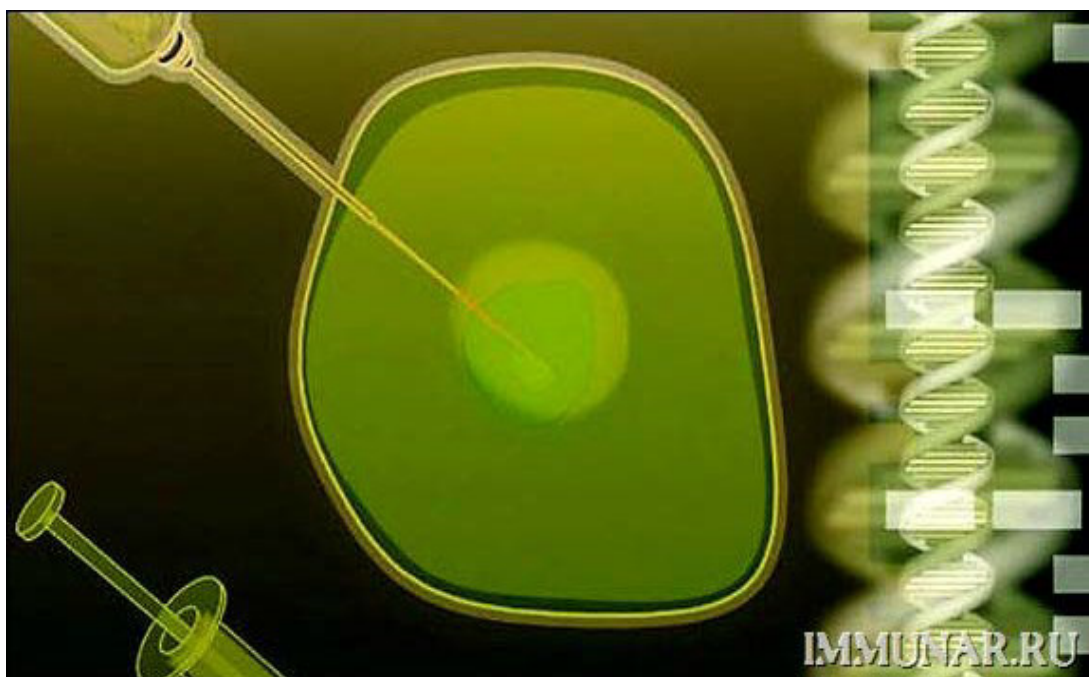
Вектор яратилгандан кейин, уни бошқа организм хужайрасига (хўжайин - организмга) “етказиш ” керак. Нафақат унга (хужайрага) вектор киритиш, балки уни (векторни) хўжайин – организм хужайрасининг ДНК молекуласига жойлаштириш керак.

Хўжайин организм хужайрасига ДНК киритиш усули.Бегона ДНК (ген) ни бактерияга, ҳайвон ва ўсимликларни эмбрионал хужайраларига, ҳайвонларни хужайраларини ядроларига, ажратиб олинган хужайраларга, тўқималарга ва ўсимлик спораларига киритиш мумкин.

Бегона ДНК қандай қилиб, хўжайин – организм хужайраларига киритилади?

Олимлар бегона ДНК (ген) киритишни бир неча усулларини ихтиро қилганлар.

1. **Микроинъекция.** Диаметри 100 нм га тенг бўлган нозик шиша трубкаларчалар (микропипеткалар) ва микроманипуляторлар ёрдамида векторни тўғридан – тўғри хужайра ядросига киритиш мумкин. Бир инъекция билан 100 дан 300 минггача векторларни киритиш мумкин.



3.6-расм. ДНК (векторни) хужайра ядросига микроинъекцияси

2. **Липосомаларга ўраш.** Липосомалар – сферик (думалок) мембранали пуфакчалар бўлиб, уларни девори липидлардан тузилган. Липосомани ичи векторлар билан тўлдирилади. Липосомалар хужайра мембраналарининг липид бислойига киради, ва унда эрийди, уни ичидагилар (векторлар) эса хужайрани цитоплазмасига тушиб оладилар.¹

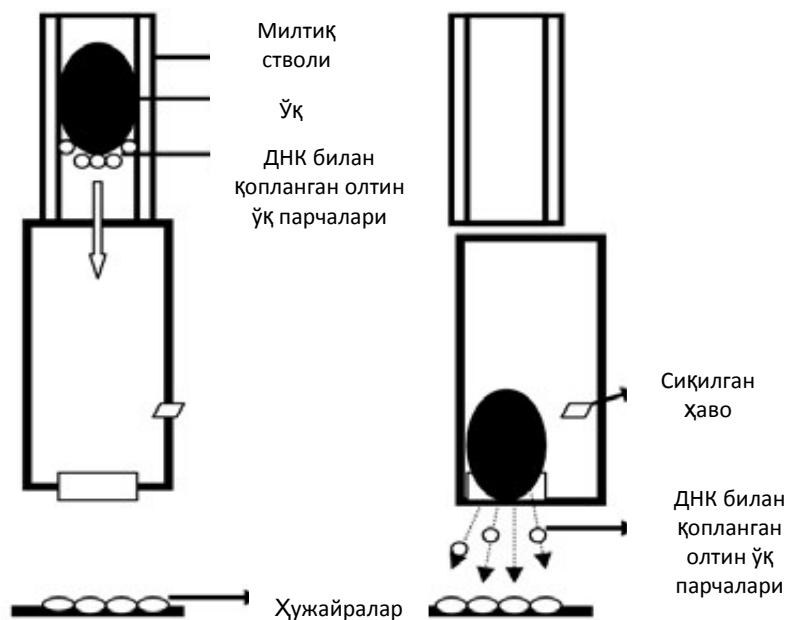
3. **Трансфекция.** Векторларни кальций ионлари билан ишланади. Ҳосил бўлган ионларни наноконкомплекслари ва векторлар, хужайра мембраналаридан ажралиб чиқадиган фрагментлар билан ўраладилар. Мембраналарга жойлашиб (ўралиб) олган наноконкомплекслар (векторлар ва кальций ионлари) микропуфакчалар кўринишида хужайрани цитоплазмасига ўтиб оладилар. Бу методдан векторларни эукариот хужайраларга киритиш мақсадида фойдаланилади.

4. **Электропорация.** Хужайрага юқори кучланишга эга бўлган (200-350 вольт, давомийлиги 54 мс) импульслар билан таъсир этганда, хужайра мембраналарини ўтказувчанлиги ошади. Мембранада қисқа муддатли пайдо бўладиган микротешикчалар орқали векторлар атроф муҳитдан (эритмадан) хужайра цитоплазмасига кириб оладилар.

5. **Микробўлакчалар билан бомбардировка қилиш.** Бу ўсимликлар, ген инженериясида энг самарали методлардан бири. Киритиш учун уруғни пишиб – етилмаган муртакдан фойдаланилади. Уларни олтин ёки вольфрам (диаметри 600 нм атрофида) кукунлари билан бомбардировка қилинади. Дастлаб кукунларни усти векторлар билан ўраб олинади. Бу кукунчалар (бўлакчалар) билан “ген пушка” лари ўқланади. Пушкалар отилгандан кейин, кукунчалар ўсимлик хужайрасига кириб олади. Отиш марказида

¹[Claudio Nicolini. Nanobiotechnology and nanobioscience. Singapore.: «Pan Stanford Publishing Pte. Ltd.», 2009. 46-75 p.].

жойлашган ҳужайралар нобуд бўладилар аммо, марказдан 0,6-6,0 см узоқда жойлашган ҳужайралар, векторлар киритиш учун жуда қулай бўлади. Энг содда ва оригинал “ген пушкасини” Россиялик олим Р.К. Салаев ихтиро қилган. Векторлар ёпиштирилган олтин шарчалар, тефлондан ясалган пулкага жойлаштириб олишга тайёрланади.



3.7-расм. Р.К. Салаев яратган “ген пушкасининг” чизмаси

Отилгандан кейин ўқ стволдан учиб чиқади ва насадкани тешигида ушланиб қолади. Инерция кучи таъсирида векторлар ёпиштирилган олтин шарикчалар отилиб чиқиб насадкани охиридан 10-15 см узоқликда турган ўсимлик ҳужайрасига қараб учеди. Ҳужайрани ва уни ядросини тешиб ўтиб, улар векторларни ўсимлик ҳужайралари ДНК си молекуласига етказиб беради.

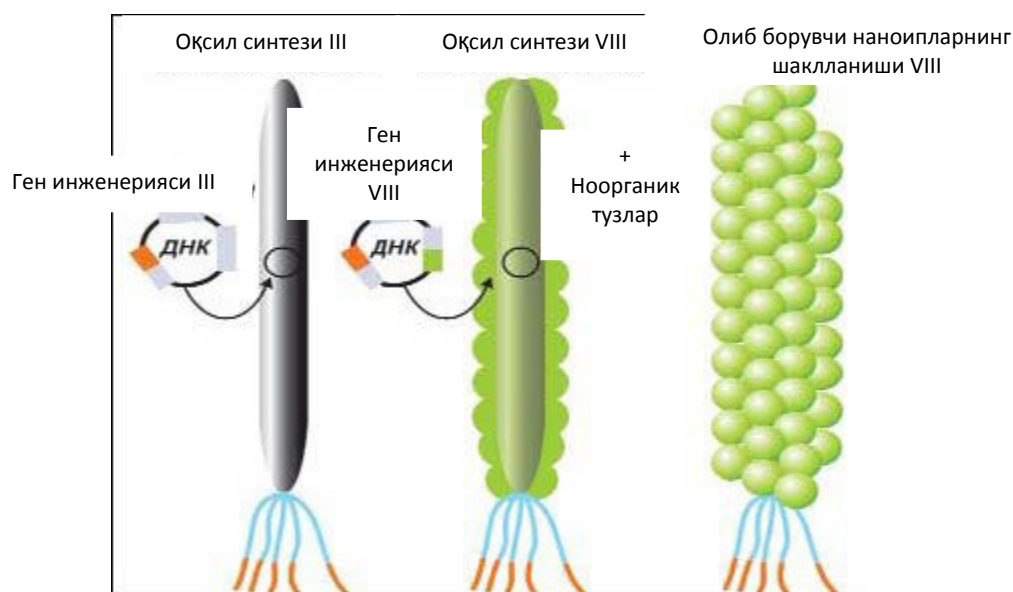
Гибрид материаллар яратишда, бактериофаглари ген инженерияси. Бактериофаглар (бактерияларда паразит ҳолда яшовчи вируслар), наноконструкторлар ва нанотехнологларни диққатини икки сабаб билан ўзига тортганлар:

1 – улар, кенг тарқалган табиий наноконструкторлар ҳисобланадилар;

2 – улар, ген инженерияси методларидан фойдаланиб, манипуляция қилишга жуда қулайлар.

Бактериофаглардан янги уникал табиатда учрамайдиган наноматериаллар яратишда фойдаланиш мумкинми? Бу саволга биринчилардан бўлиб АҚШ нинг Массачуст технология институти олимлари жавоб беришга киришганлар. Улар, бундай конструкция ясаш учун асос қилиб, бактериофаглари ген инженерлиги методини олганлар. Бунинг учун ҳар хил оқсилларни кодловчи ДНК молекуласи, бактериофаг ДНК си таркибига киритилган (бактерияни каслантирувчи вирус). Янги ДНК

бактериофаг ДНК синивирусни сиртки оқсилларини синтези учун жавоб берадиган учаскасига киритилган.



3.8-расм. Ҳар хил оқсиллар кодловчи ДНК фрагментлари бактериофаг ДНК сини шу оқсилларни синтез қиладиган ва уларни ўзини сиртига жойлаштирадиган участкага киритилган

Ген инженерияси методи билан олинган бактериофаг колониялари, махсус муҳитга жойлаштирилган. Бу шароитда олимлар, бактериофагни сиртки оқсилларини субстратга ёпишишини кузатганлар. Субстратни сиртини юшиб ташлагандан кейин, уни сиртида фақат субстратга боғловчи оқсиллар сақлаган бактериофаглар “ёпишган” ҳолда қолганлар холос. Ёпишиб қолган бактериофагларни ажратиб олиниб, уларни янги муҳитга ўтказилган ва уларни колонияларини ўсишини таъминлашга ҳаракат қилганлар.

Шундай қилиб, ҳар хил моддалар билан (субстратлар) боғланадиган ва янги мураккаб структуралар ҳосил қиладиган бактериофаглар яратилган.

Ҳозирги вақтда олимлар, олтинга, платинага, кумушга, рух оксидига, арсенидгаллийга ва бошқа ноёб металлларга адгезив (ёпишувчан) бўлган бактериофагларни “библиотека” сини яратиш устида ишламоқдалар. Мана шундай оқсиллар ва ноорганик моддаларни гибридлари асосида наномашиналар ва наноэлектронли қурилмалар яратиш учун қизиқарли бўлган янги наноматериаллар ва наноконструкциялар конструкция қилиш мумкин бўлади. Тажрибаларни бирида, олимлар бактериофагларни ипсимон “ёғилишишини” кузатганлар. Уларни **сиртларидаги оқсиллари, рух сульфид билан боғланиб, узун диаметри 20 нм бўлган электр ўтказувчи наноиплар ҳосил қилиши кузатилган.** Олинган структурани 350 °С гача киздирилганда, бактериофаглар чикиб, фақат нафис металл иплар қолган холос. Шунга ўхшаш йўл билан органик ва ноорганик моддалардан бошқа оригинал наноструктуралар яратиш мумкин. Олимларни дастлабки

тадқиқотларида ишлатилган бактериофаглар, бор-йўғи 6 хил оксиллардан ташкил топган, улардан иккитаси ноорганик моддалар билан боғланганлар. Ҳозирги вақтда олимлар учламчи ўтказувчи структуралар олиш мақсадида, юқоридаги тажрибаларни оксил таркиби янада мураккаброқ бўлган бактериялар билан олиб бормоқдалар.

Ген терапия ва ген таргетинг. Ҳозирги вақтгача одамни 2000 дан кўпроқ ирсий касалликлари аниқланган. Фақат уларни кичик бир қисминигина анъанавий усуллар ёрдамида даволаса бўлади.

Ген инженериясини ирсий касалликларни даволашда қандай имкониятлари бор? Ген инженерияси методларидан тиббиётда фойдаланишни асослаш бўйича ишлар, дунёнинг кўплаб мамлакатларида 30-35 йиллар давомида олиб борилаётганлигига қарамасдан, бу соҳада эришилган ютуқлар унчалик даражада қониқарли эмас. Энг аввало, ушбу муаммонинг ўта қийинлиги билан боғлиқ. Фақат бирта генда дефект пайдо бўлишидан келиб чиққан касалликларни даволашда тузукроқ натижаларга эришилган. Бундай ҳолатда, **касал ҳужайрани хромосомасига, аниқроғи шикастланган ген турган жойга нормал гени йўналтирган ҳолда киритиш мумкин.** Нормал ген ҳужайрага керакли бўлган оксилларни синтезини (ферментлар ёки бошқа моддалар) таъминлаб бера олади, шу орқали ҳужайрани функцияси жойига тушиб, организм соғломлашади. Ирсий касалликларни даволашни, мана шу оригинал нанобиотехнологияга асосланган усули – **ген терапия** деб ном олган. Ген терапияни мана шундай бир маротабалик процедураси, баъзида ирсий касалликни тўлиғича даволашгача олиб келади. Ирсий касалликларни кўпчилиги, хромосома ДНК сида ўзгарган (“мейоридан ташқари”) ген кириб қолганлиги билан боғлиқ. Бундай гени фаолият кўрсатиши, организмга фақат зарар олиб келади.

Организм учун зарур бўлган гени функциясини қандай тўхтатиш мумкин? Бундай ҳолатлар учун олимлар томонидан даволашни оригинал усули ишлаб чиқилган ва бу усул **генли таргетинг** ёки ген “нокаут” деб ном олган. Бу усул, муайян гени функциясини тўлиқ босиб қўйишга (**ўчириб қўйишга**) асосланган. Бунинг учун, нормал гени муртақ ҳужайрада вақтида “синик” нусха билан алмаштирувчи нанобиотехнология керак. Гени “синик” нусхасига, нуклеотидлардан иборат бўлган махсус (вставка) ямоқ киритилади. “Синик” нусха, нормал гendan фақат мана шу ямоғи билан фарқ қилади холос. Ямоқ (қўшимча, вставка) синик” нусха сақлаган ирсий информацияни ўқиш рамкасини суриб қўяди.

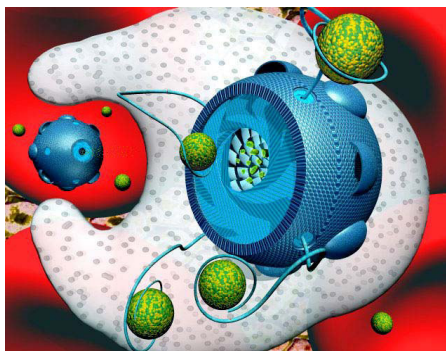
Шу сабабли, бу ген кодлайдиган оксил синтез бўлмайди (яъни ген фаолият кўрсатмайди), демак касаллик пайдо бўлмайди.

Ҳозирги вақтда ген терапия ва ген таргетинг ёрдамида юзлаб касалликларга даво топилган.

Нанобўлакчаларнинг тирик организмларга таъсирининг ўзига хослиги ва таъсир этиш механизмлари.

Нанобўлакчалар (1-100 нм), тирик хужайралар размерига караганда анча кичик. Улар, ноёб физик ва кимёвий хусусиятларга эга.

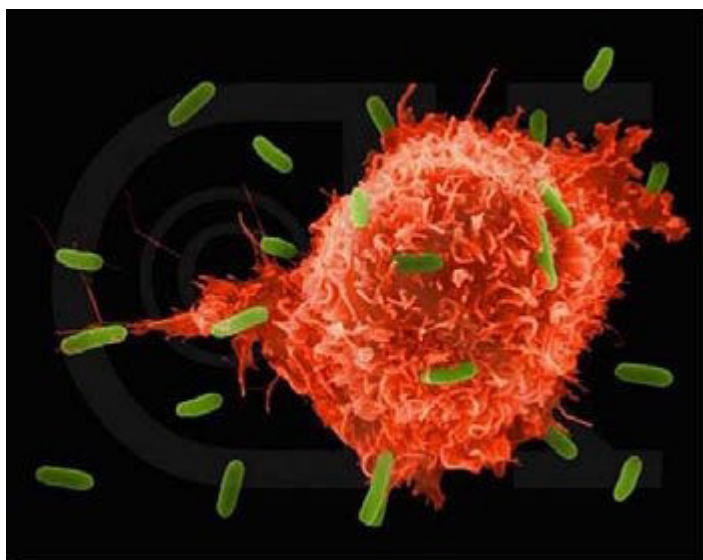
Нанобўлакчалар, тирик хужайралар билан контактга кириб, ўзларини қандай тутадилар? Размери кичик бўлгани учун, улар юқори даражада кириш (ўтиш) ва реакцион имкониятларга эга. Улар, биологик тўқималар ва қон томирлари (улар биргаликда, тўқима-қон тўсиғи шакллантирадилар) ни осонлик билан тешиб ўтадилар.



5.1-расм. Тўқима-қон тўсиғиорқали кирган нанобўлакчалар, тўсиқ (барьер) хужайрада тутиладилар

Орган ва тўқималарни бегона моддалардан ҳимоя қилишга ва организмни ички муҳити таркибининг доимийлигини бошқариб туришга мўлжалланган.

Нанобўлакчалар олдида тўқима-қон баръери заифлик қилади. Бу эса, иммун система ва одамни бутун организмни учун катта ҳавф туғдиради.

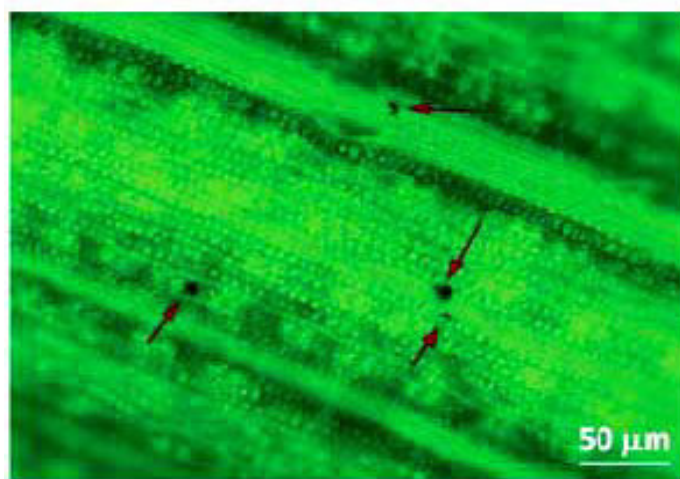


5.2-расм. Нанобўлакчалар, иммун система хужайрани сиртида адсорбция бўлади

Нанобўлакчалар хужайраларда ушлаб олиниб, хужайра органоидларига (митохондрия, ядро ва х.к) тушадилар. Шунинг учун ҳам янги наноматериаллар, олдиндан айтиб бўлмайдиган токсикологик ва экологик

хоссалар кўрсатишлари (ёки бу хоссаларни организмда яратишлари) мумкин. Олдиндан, мана шулар билан боғлиқ бўлган биологик ва экологик рискни аниқлаш ва баҳолаш керак.

Тирик организмга тунган нанобўлакчалар қанча узоқ сақланиши мумкин? Клемсон (АҚШ) университети олимлари, углеродли нанобўлакчаларни гуручда сақланиши ва тўпланиши хақида биринчи маълумотни эълон қилганлар. Шоли уруғини C_{70} углерод нанобўлакчалари кўшилган эритмада ўстирдилар. Ўстирилгандан бир ҳафта ўтгач, углеродни нанобўлакчалар, шolini илдизида, поясида ва баргида топилдилар. Орадан 6 ой ўтгач, бундай ўсимликдан шоли уруғи еғиб олиниб, уни нормал шароитда ўстиришга қўйилган (C_{70} углерод нанобўлакчалари кўшилмаган). Олимларни башоратига қарши ўлароқ, нормал шароитда ўстирилган, иккинчи авлод ўсимликларда, углеродни қора рангли агрегатлари, нанобўлакчалар кўринишида намоён бўлган.



5.3-расм. Углеродни нанобўлакчалари билан ишлов берилмаган “иккинчи авлодини” барги (стрелка билан нанобўлакчалар кўрсатилган)

Демак, тирик организмга кириб қолган углеродни нанобўлакчалари, юқори даражада “яшовчанлик” кўрсатади ва кейинги авлодда ҳам яшаб қолади.

Нанобўлакчаларни ҳавфлилиги, қандай хоссаларда намоён бўлади?

Биринчи навбатда булар:

- нанобўлакчалар сиртки майдонини ҳажмга нисбатан жуда катталиги;
- юқори даражада реакцион қобиляти;
- нанобўлакчаларни эрувчанлигини ошиши;
- нанобўлакчаларни юқори даражада каталитик ва адсорбцион хусусиятлари;
- Нанобўлакчаларни атроф муҳитда ва озуқа занжирида тўпланиши (аккумуляцияси);
- нанобўлакчаларни тўқима барьерларини тешиб ўтиб, жигарга, мияга, ўпкага, буйракга ва бошқа ҳаётий муҳим органларга кириш имконияти;

- нанобўлакчаларни биологик мембраналарга кириб олиш имкониятлари (уларни ўтказувчанлигини бузиб);

- нанобўлакчаларни ҳужайраларда, биологик ўзгаришларга учрашини пастлиги ва организмда чиқиб кетишини жуда секинлиги;

- нанобўлакчаларни биомакромолекулалар ва субҳужайрали структуралар ўзаро муносабатларини олдиндан башорат қилиб бўлмаслиги ва ҳ.к.

Одамзод ўзининг бутун тарихий даврида денгизда ва океан вулканлар отилишида, атмосферага отилиб чиқадиган чўл ва саҳроларни чанглари, микроорганизмлар, замбуруғлар, ўсимликлар ва сувда ҳамда курукликда яшовчи ҳайвонлар чиқарадиган нанобўлакчаларида “чўмилиб” келганлар. Кейинги икки аср мобайнида, шиддат билан кириб келаётган ва қайтмас табиий нанобўлакчаларга атмосферада, сувда ва тупроқда ҳар хил тоғ-қон ишлари, металлургия, кимё ва бошқа ишлаб-чиқариш соҳалари ҳамда йўл қурилиш ва автотранспорт, космик парвозлар ҳосил қиладиган нанобўлакчалар ҳам кўшилди. Мана эндигина нанотехнологияни ривожланиб бораётганлиги туфайли бунга эътибор билан қаралмоқда. Олимлар, нанобўлакчаларни ёниш жараёнининг баъзи-бир ўта ҳавфли маҳсулотларни боғлаб олиши ва бир жойдан бошқа жойга ташиш хусусиятларга эга эканлигини аниқладилар. Ўтказилган медико-экологик тадқиқотлар натижасида, қаттиқ чанг нанобўлакчаларини одам саломатлигига зарар етказиши аниқланган. Бундай бўлакчаларни узоқ таъсир этиши, юрак-қон томир касалликларини ва бошқа касалликларни кўпайтириш ҳавфи борлиги аниқланган.

Нанобўлакчаларни ҳавфсизлиги, уларни конкрет размерига боғлиқми? Бу саволга жавоб топиш мақсадида, наноматериалларни токсинлик хусусияти, уларни размери билан тўғри боғлиқ эканлиги аниқланган: **Наноматериални размери қанча кичик бўлса, уни солиштирма майдони шунча катта бўлади ва унинг токсинлик хусусияти шунча кўп бўлади.** Масалан, олтинни размери 0,8 нм га тенг бўлган нанобўлакчалари, лаборатория ҳайвонларининг эмбрионлари учун, 1,5 нм лик нанобўлакчалардан кўра кўпроқ токсинликга эга эканлиги аниқланган. Аммо, ҳар иккала бўлакчаларни, ҳунуклик ва организмни ривожланишида бошқа ўзгаришлар чақиритиш хусусияти бир хил эканлиги аниқланган.

Ўлчами 5-50 нм бўлган кумушнинг нанобўлакчалари, нафақат бактерияларга, балки лаборатория каламушларининг жигар ҳужайраларига ҳам қаттиқ таъсир кўрсатади(ўлдиради). Унинг токсинлик хусусияти, митохондрияларни функциясини бузилиши ва ҳужайра мембраналарини ўтказувчанлигини кўпайиши билан боғлиқ. Аммо, лаборатория каламушларига кумушни $1,73 \cdot 10^4 - 1,23 \cdot 10^6$ бўлакча/ см³ концентрацияси билан 28 кун давомида ингалицион таъсир қилинганда, уларни оғирлигига ва периферик қонни биокимёвий кўрсаткичларида деярли ўзгаришлар чақирмаганлиги ҳам аниқланган. Бу, америка конференцияси (FCGIH) талабларига мос келади. Бу конференция, кумуш нанобўлакчалари ҳаводаги

рухсат этиладиган концентрациясини – 2, 16. 10^6 бўлакча/ см³ қилиб белгилаган.

Кадмий, хром, мис, никел ва цинкни нанобўлакчаларини токсинлигини ўрганиш, мис ва цинк бир-бирига ўхшаш токсинлик кўрсатишини ва бу хусусият нордон шарбитда кучайишини намоиш қилган. Бунда, муҳитга натрий биосульфат қўшилганда, мис нанобўлакчаларини токсинлик таъсири камайган.

2. Нанобўлакчаларни манбаълари ва уларни одам организмига тушувчи, асосий техноген манбаълари қуйидагилар:

1 – тоғкон ва саноат ташкилотларини атмосферага тушувчи чангсимон чиқиндилари;

2 –ҳар хил ишлаб-чиқариш корхоналарининг қаттиқ чиқиндилари ва оқава сувлари;

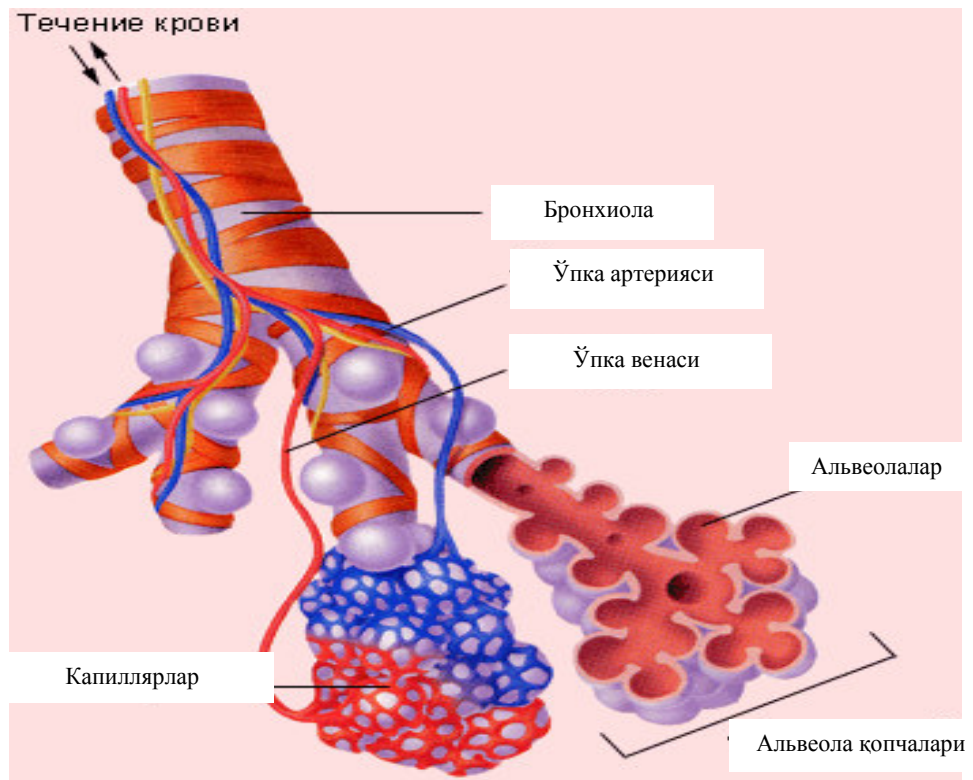
3 – махсус ишлаб-чиқариладиган ва одамлар ишлатадиган эркин ва фиксация қилинган нанобўлакчалар орасидаги фарққа эътибор бериш зарур. Маълум жойга фиксация қилинган нанобўлакчалар, ўзларини ҳаракатсизликлари учун, эркин нанобўлакчаларга нисбатан камроқ ҳавф туғдиради.

Нанобўлакчалар қандай қилиб, одам органларини ҳужайраларига кирадилар? Нанобўлакчаларни одам организмига тушушининг асосий йўллари, қуйидагилар:

1 – нафас олиш органлари (бурун бўшлиғи, бурун-томоғ, трахея, бронхлар, бронхиолалар, ўпка альвеолалари), орқали нанобўлакчалар ўпка капиллярлари қонига ва кейин, кичик қон айланиш системасига тушадилар; ҳаво орқали ташиладиган нанобўлакчалар, конвекция ва диффузия орқали ҳаракат қиладилар; бундай размерга эга бўлган бўлакчалар, кўпроқ, нафас олиш йўлларида диффузия йўли билан чўкадилар.

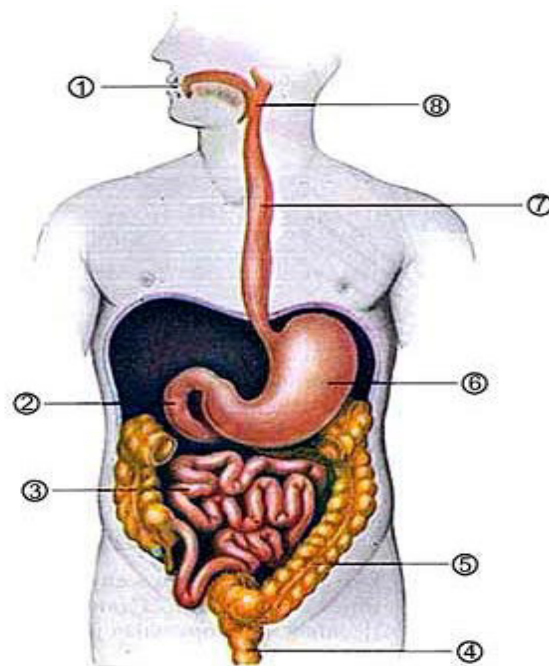
2 – овқатланиш системасининг органлари (оғиз, томоқ, қизил-ўнгач, ошқозон, ингичка ичак, йўғон ичак) дан нанобўлакчалар, терини бирлаштирувчи тўқима қаватига (дермага) тушадилар ва кейин катта қон айланиш системасига ўтадилар.

Қоннинг кириб-чиқиши



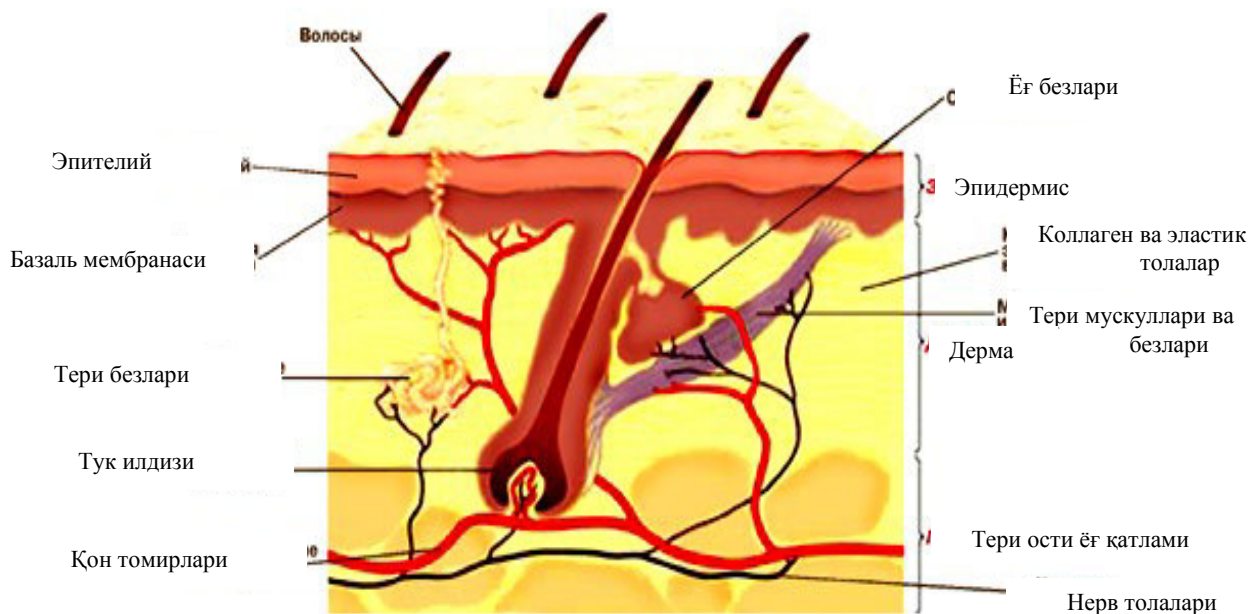
5.4-расм. Нафас орлиш системасининг органлари – нанобўлакчаларни одам организмга ўтиши йўлларида бири (тушунтириши матнда)

Нанобўлакчалар, қон билан иммун, асаб, илик ва репродукция системаларига кириб, уларни хужайраларида тўпланадилар.



5.5-расм. Овқат ҳазм бўлиш системасининг органлари, орқали нанобўлакчалар катта қон айланиш системасининг қон томирларига кириб борадилар: 1 – оғиз бўйлиги; 2 – ўн икки бармоқли ичак; 3 – ингичка ичак; 4 – тўғри ичак; 5 – йўгон ичак; 6 – ошқозон; 7 – қизил унғоч; 8 – томоқ.

Туклар



5.6-рам. Одамни тери қатлами орқали нанобўлакчалар катта қон айланиш системасининг қон томирларига тушади

Нанобўлакчаларни тирик организмга таъсир этиш механизмлари.

Нанобўлакчалар қонга ёки бошқа биологик суюқликка тушганларидан кейин, уларда қандай ҳолатлар бўлади?

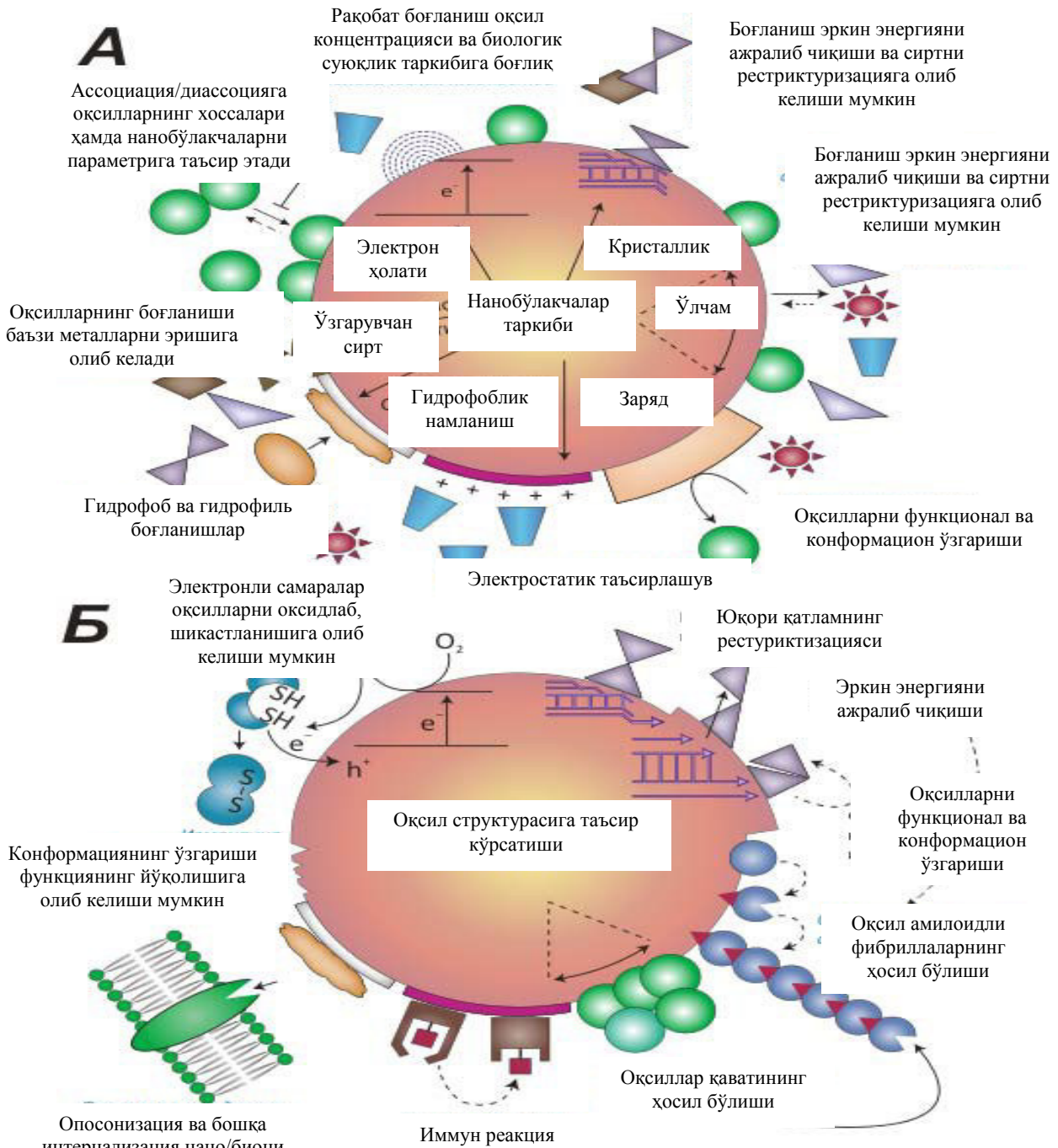
Қон, лимфа, ошқозон соки ёки ҳар қандай бошқа суюқликка тушган нанобўлакчалар, ўзига хос бўлган “тож” билан ўраладилар. “Тож” (“корона”) – биологик суюқликдаги оксил бўлиб, у нанобўлакчаларни ўраб оладилар, яъни уларни сиртига адсорбция бўлиб, ёпишиб оладилар. Ўзаро таъсир натижасида, оксилларни ўзлари ҳам ўзгарадилар. Нанобўлакчаларни ўраб олган оксил молекулалари, модификацияга учрашлари мумкин.

Оксил «тож» - биринчи нанобиозвено, унда организмга тушган нанобўлакча иштирок этади. «Тожни» нанобўлакчани кейинги “ҳаёти” ни аниқлаб беради. Аммо, нанобўлакча билан контактга кирганда, оксил молекулаларида ҳам модификация бўлади. А- “тож” таркиби доимо ўзгариб туради. У, рақобатли боғланиш жараёнининг ассоциация/ диссоциация константасига, адсорбцияга таъсир этувчи факторларга, нанобўлакча турган биологик суюқликни таркибига боғлиқ бўлади. Б – Нанобўлакчалар билан ўзаро муносабатга кирганда содир бўладиган, оксилларни структураси ва функциясини модификация бўлиш вариантлари. Баъзи ҳолатларда, бундай ўзаро таъсирлар, оксилни конформациясини ўзгартиради: Масалан, товук тухумининг лизоцими молекуласи, уни каталитик фаоллиги учун зарур бўлган β -спирални йўқотади. Ҳар хил рангдаги фигуралар, ҳар хил типдаги оксиллар: зарядланган, гидрофоб, лабил фазовий структурага эга бўлган оксиллар, каталитик фаол ва фибрилларни ҳосил қиладиган (микротоғлар) оксиллар.

Шуни ҳам алоҳида таъкидлаш лозимки, “тож” ни шаклланиш жараёни, тирик организмга тушган нанобўлакчаларни “олдинги тарихига” боғлиқ (нанотрубкалар, темир диоксидининг бўлакчалари, полимерни

наногранулалари, липосомалар) бўлади. Нанобўлакча организмга кириб келгунча, ўзида адсорбцияланган молекулалар сақлаши мумкин. Бундай молекулалар: ишлаб-чиқариш жараёнини қолдиқлари, атмосфера газлари, нанобўлакчаларни эритмаларини тайёрлаш учун ишлатиладиган эмульсияларни стабилизаторлари ва бошқалар бўлиши мумкин. «Гож» ҳосил қилувчи асосий оқсиллар – бу, альбумин, иммуноглобулинлар, фиброген ва липопротеинлардирлар. Нанобўлакчаларни бу оқсиллар билан қопланиши, кенг маънода уни кейинги ҳаётини белгилайди. Нанобўлакчаларни тўқима ва органлар орасида бўлиниши, организмдани чиқиб кетиш тезлиги, мембрана рецепторлари иштирокида, хужайрада ютиши каби жараёнлар, айнан нанобўлакчаларни қоплаб олган оқсилни хусусиятларига боғлиқ. Оқсиллар ва бошқа органик моддалар, ZnO, CdSe, темир ва алюминий оксидлари каби нанобўлакчаларни эрувчанлигини оширади.

Ўз навбатида нанобўлакчалар, оқсил молекуласига таъсир кўрсатиши мумкин: улар, агрегация чақирадилар, ён занжирларини оксидлайдилар, ферментатив фаолликни пасайтирадилар, учламчи структурани ўзгартирадилар ва х.к. Мана шуларни ўзи, нанобўлакчалар билан ишлаганда, эҳтиёткорликни талаб қилади. Лаборатория шароитида ўтказилган тажрибада, цезий оксидининг нанобўлакчалари, микроглобулиндан, В₂ фибрилл (микротолалар) ҳосил қилганликлари кузатилган.



2.1-расм. Оксил «тожни» ва нанобўлакчаларни бир-бирларига ўзаро таъсири

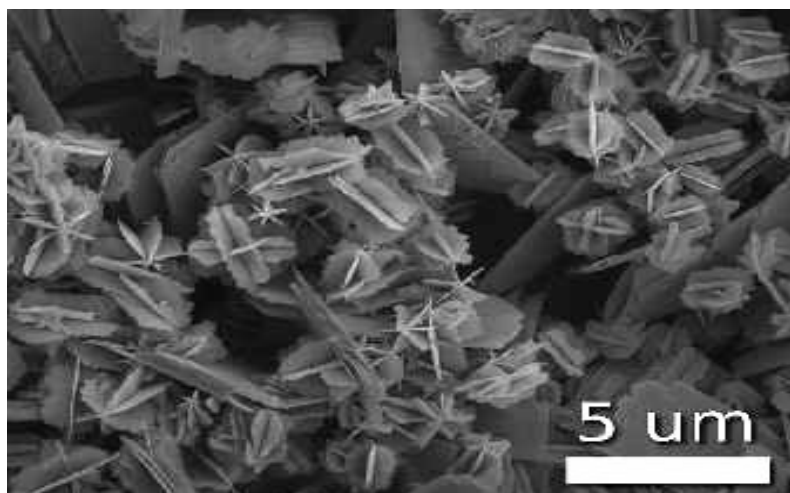
Бу, маълум шароитда, бунга ўхшаган жараён одамни организмида ҳам содир бўлиш мумкинлигини кўрсатади. Масалан, мияда, бундай жараён, Альцгеймер касаллигини ривожланишига олиб келиши мумкин. Аммо, шуни ҳам таъкидлаб ўтиш лозимки, ҳозирги вақтгача, бирорта нанобўлакча, қандайдир ҳолатда, нейродегенератив касалликларни ривожланишида қатнашганлиги ҳақида тўғридан-тўғри маълумотлар йўқ.

Металлар асосидаги нанобўлакчалар. Бу, нанобўлакчаларни кенг ишлатиладиган тури бўлиб, диққатга сазовардир. Биринчи навбатда, бу титан оксидига тегишли. Бу модда, тоза ҳолатда ҳам, наноматериаллар таркибида

хам кенг ишлатилади. **Титан асосидаги наноматериаллар қанчалик даражада ҳавфсиз?**

Катталиги 20 нм га тенг бўлган, TiO_2 нанобўлакчасини ингаляция усулида, нафас йўлига (лаборатория каламушларини) киритиш орқали бажарилган токсикологик тадқиқотлар, улар иммун ва асаб системаси хужайраларида тўпланишини кўрсатган. Улар, В лимфоцитлар ва миянинг асаб хужайраларининг ДНК сида шикастланиш чақиришини кўрсатган. **Титан оксиди нанобўлакчаларининг токсик таъсирини асосий механизми, атомар кислородни индукцияси ҳисобланади.** Маълумки, атомар кислород, биомолекулаларга нисбатан жуда юқори даражада шикастлантирувчи фаолликка эга. Бу фаоллик нафақат нанобўлакчалари мРНК ни синтезини босиб қўяди ва хужайрани бўлинишини чақиради. Бунда митохондрияларни фаолияти бузилади, демак АТФ ҳосил бўлиши ҳам ишдан чиқади. Шундай қилиб, **алюминийни нанобўлакчалари, хужайрани энергия алмашинувини ўзгартиради, бу эса ўз навбатида бутун ҳаётин зарур бўлган жараёнларга салбий таъсир кўрсатади.**

Ванадий оксидининг нанобўлакчаларини токсинлиги, уларни жуда кучли каталитик хоссалари билан боғлиқ.



5.8-расм. Ванадий оксидининг нанобўлакчалари

Катталиги 30 нм га тенг бўлган нанобўлакчаларни концентрацияси 10 мкг/ мл баланд бўлганида, ОН-радикаллар ҳосил қилишлари мумкин. ОН – радикаллар, липидларни шу жумладан мембрана липидларини ва хужайра плазмалеммаларини ҳам оксидлайдилар. Бу, эса ўз навбатида, хужайрани мембранали органоидларини ва плазмалеммаларини функциясини бузилишига олиб келади ва хужайрадаги барча ҳаётин зарур жараёнларга зарар етказади.

Металларни нанобўлакчаларини таъсири, уларни организмга киритиш йўлларига боғлиқ равишда фарқланадими? Бу саволга жавоб топиш учун, лаборатория сичқонлари, каламушлари, йирик шохли ҳайвон, қуш ва балиқларда тажрибалар ўтқазилган. Тажрибаларни бирида, темирни нанобўлакчалари, суспензия ҳолатида ҳайвонларни оғзидан организмга

киритилган. Сичқонларни оғзидан темир суспензияси 50 (100 ва 500) мкг/ кг юборилганда, ҳеч қандай токсик самара бермаган. Фақат, 1000, 2000 ва 5000 мкг/ кг дозада бўлиб-бўлиб юборилганда, ошқозонда ва ичакда шамолланиш жараёнлари, ҳамда қон айланишида ўзгаришлар бўлганликлари кузатилган.

Тажрибаларни иккинчи сериясида, темир нанобўлакчалари, хайвонларга нафас олиш йўллари орқали, ингаляция усулида юборилган. Катталиги 22 ва 280 нм га тенг бўлган темир оксидининг нанобўлакчалари, 08 ва 20 мг/кг дозада каламушларга юборилганда, хужайрада кислородни фаол формасини индукцияси (кучайиши) намоён бўлган. Бунда, ўпка шишиб, уни тўқималари катталашган, ҳамда қонни қотиш системаси бузилган.



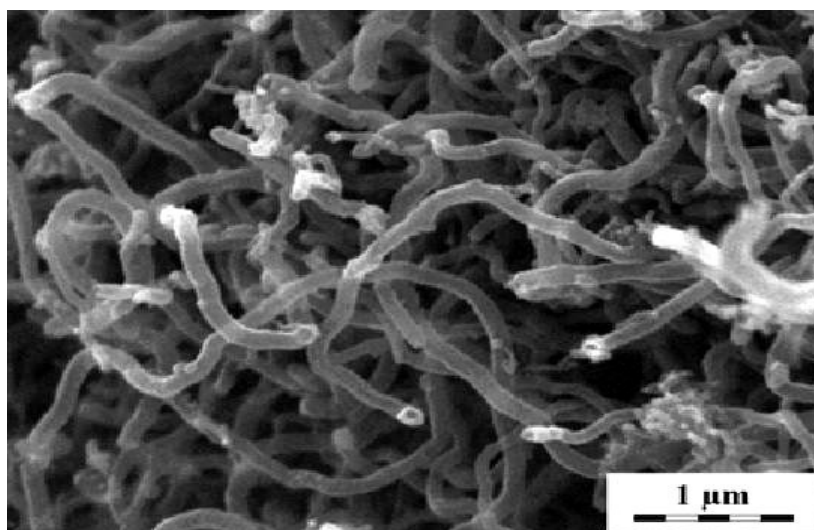
5.9-расм. Темир оксидининг нанобўлакчалари (размери 22 ва 280 нм), 08 ва 20 мг/кг дозада нафас олиш йўлига киритилганда фаол кислородни индукцияси бошланган: ўпка шишган, қонни қотиши бузилган

Демак, темирни нанобўлакчаларини организмга нафас олиш системаси орқали юборилганда, ҳаёт учун, овқат йўли орқали юборилганга нисбатан хавфлироқ эканлиги аниқланган.

Кам миқдорда, доимий равишда, узок вақт давомида организмга киритилган нанобўлакчалар қандай таъсир қиладилар? **Бундай таъсирга организм мослашиши ёки ундан фойда олиши мумкинми?**

Бу, жуда ҳам қизиқ бўлган саволга жавоб бериш учун 3-ой давом этган тажриба қўйилган. Тадқиқотларда, темирни нанобўлакчалари, 20 ва 40 мкг/кг дозада, 90 кун давомида организмда ҳеч қандай ўзгаришлар чақирмаган. Темир нанобўлакчаларини янада камроқ бўлган дозаси (2-6 мкг/кг) хайвонларни ривожланишини кучайтирган, қон зардобини бактерицидли фаоллигини кўтарган ва қон таркибидаги оксил миқдорини кўпайтирган.

Углеродли нанотрубкалар. Лаборатория сичқонларини ва одамни хужайра культураларида (in vitro) олиб борилган тадқиқотлар, углеродли нанотрубкалар захарли таъсирга эга эканлигини кўрсатган.



5.10-расм. Токсинлиги, хужайра культураси ва лаборатория ҳайвонларида синаб кўрилган углеродли нанотрубкалар

Нанотрубкаларни тирик структураларга токсинлик таъсирининг механизмлари:

Углеродли нанотрубкалар, тери эпителиясини плазмалеммаси орқали ўтади ва уларни цитоплазмасида аккумуляция бўлади. Тери хужайралари, нанотрубкаларни тўплаб, вақтидан олдин нобуд бўлади.

Лаборатория ҳайвонларига сувда эрийдиган нанотрубкалар овқатга кўшиб берилганда, улар организмни бутун тўқималари ва органларига тарқалади. Бир деворли нанотрубкалар 25, 50, 100 ва 150 мкг/мл концентрацияда, кўпайишини секинлаштиради.

Кўп деворли углеродли нанотрубкалар, тўқима ва органларга кириб, хужайрани ҳаётий фаолиятини пасайтиради.

Углеродли нанотрубкалар – прокариотларга қандай таъсир кўрсатадилар?

Тажрибалар ёруғлик берувчи денгиз бактерияларини гени киритилган ичак таёқчасидан ўтказилган. 1мл сувли суспензия таркибида 1 млрд хужайра ва 0,2 мг нанотрубка (бир деворли углеродли нанотрубка) яхшилаб аралаштирилган ва хона ҳароратида ҳар хил вақтга қолдирилган. Кейин, хужайраларни нанотрубкалардан ювиб ташлаб, атом-кучли микроскоп тагида кўрилган.

4 сутка углеродли нанотрубка билан инкубация қилинган бактерияларни сиртида деформация бошланган. Баъзи бактериялар ичидагини йўқотганлар, шунинг учун ҳам уларни микроскопда кўринишларида, хужайрани ўрта қисмида ҳеч нарса бўлмаганлиги кузатилган. **7-8-суткада, хужайра ичидаги ҳамма суюқлик бутунлай оқиб чиққан** ва бактериядан фақат ялпоқлашган хужайра қобиғи қолган.

Тирик организмга нима таъсир қилади? Углеродми ёки трубкага ўхшаган наноструктурами?

Бу саволга жавоб бериш учун кўшимча тажрибалар ўтказилган. Бу тажрибаларда, нанотрубка ясалган материал, яъни углерод, хужайрага ҳеч

қандай токсик таъсир кўрсатмаслиги аниқланган. Токсик (бактерицид) таъсирга айнан трубка шаклидаги наноструктура эга эканлиги ҳам аниқланган. Нанотрубка билан инкубация қилинганда, бактериялар сони, 2 соатдан кейин 2 мартагача камайганлиги аниқланган.

Нанобўлакчаларни трубкасимон структураси, бактерияларни хужайра деворини механик парчалаб ташлаганлиги ва ниҳоят бактерия хужайраларини ўлимга олиб келганлиги ҳам аниқланган. **Тирик организм учун углеродли нанотрубкалар хавфлими ёки шахар хавосими?** Бу савол билан ҳам АҚШ олимлари бошқалардан кўра кўпроқ қизикқанлар. Улар, углеродли нанотрубкаларни ва шахар хавосини қонни ивишига таъсирини ўрганганлар. Олимлар, нанобўлакчаларни ўпка орқали тезда қонга ўтганлигини тромбоцитлар билан ўзаро муносабатга киришиб, бир-бирларига ёпишиб, қонни ивишини кўтарганлигини кузатганлар.

Тадқиқотлар натижасида, аралашган углеродли нанобўлакчалар энг кўп негатив самарага эга эканлигини кўрсатган. Бундай самара, одам тромбоцитларини бир-бирига ёпишиши кучайганлигида ва лаборатория ҳайвонларининг уйку артериясида тўсиқлар пайдо бўлганлигида намоён бўлган. Тажрибаларда ҳар хил структурага эга бўлган углеродли нанотрубкалар ишлатилган ва уларни самаралари бир-бирларига нисбатан қуйидагича бўлган: биринчи ўринни аралашган углеродли нанотрубкалар;

иккинчи ўринни – бир қаватли углеродли нанотрубкалар;

учунчи ўринни, кўп қаватли нанотрубкалар ва ниҳоят

тўртинчи ўринни шахар хавоси эгаллаган.

Юқорида келтирилган мисоллар ва ўтказилган тадқиқотлардан олинган натижалар асосида, наноматериалларни токсинлик хусусияти, қуйидагиларни боғлиқ эканлигини айтиш мумкин:

- 1) наноматериалларни физик табиатига;
- 2) наноматериалларни олиш усулига;
- 3) нанобўлакчаларни размерига;
- 4) нанобўлакчаларни структурасига;
- 5) синов ўтказиладиган биологик объектга
- 6) нанобўлакчаларни бир марта кирадиган дозасига;
- 7) нанобўлакчаларни киритиш тартибига

Нишон – органлар ва токсик самарани ривожланиш механизми хилма-хил. Бир хил наноматериаллар, ўзларининг физик табиати туфайли, фаол формадаги кислород ҳосил бўлишини индукция қилса, бошқаси, тўқима тўсиқларидан ўтиб ва хужайра плазмалеммасини ичига кириб, хужайра ичидаги компонентлар билан ўзаро муносабатларга киришади.

Учунчи наноматериаллар эса, органоидларни биологик мембраналарини ва плазмалеммаларни бузиб, уларни токсик ва бошқа хавфли моддалар учун ўтадиган қилиб қўядилар.

Наноматериаллар ва нанотехнологияларни хавфсизлиги соҳасидаги миллий ва ҳалқаро лойиҳалар. Дунёда, нанотехнологияларни ривожланиш истиқболларига эътибор, кучайиб бормоқда. Наноматериаллар ҳақидаги илмий маълумотларни мажмуаси, уларни бутунлай янги класс

маҳсулотлар эканлигини кўрсатди. Шунинг учун ҳам, наноматериалларни ҳавфсизлигини ўрганиш, ҳамда уларни токсинлик хусусиятини баҳолаш методологиясини ишлаб – чиқиш долзарб муаммога айланган. Нанотехнология соҳасида фаолият олиб бораётган мамлакатларда, бундай норматив ҳужжатларга талаб тобора ошиб бормокда.

Миллий ташаббуслар. Наноматериаллар ва нанотехнология масалаларининг ҳавфсизлигига кўплаб мамлакатлар қатори, ўзбекистон ҳам қизиқиш билан қарайди. Гарчан бу муаммони ечиш соҳасида қилинадиган ишлар унчалик кўзга кўринарли бўлмасда, яқин келажакда бу соҳага эътибор бошқача кўринишга эга бўлади. Қўшни, Россия мамлақати мисолида шунини айтиш мумкинки, (бу мамлакатда ҳам ҳозирча нанотехнология кучли ривожланган эмас), 2015 йилга келиб, наноиндустрия маҳсулотлари сотишга чиқарган ҳажми – 300 млрд руб га тенг бўлиши башорат қилинмоқда.

Нанотехнология соҳасида давлат сиёсатини ҳаётга тадбиқ этиш мақсадида Россияда 2007 й-да нанотехнология бўйича корпорация тузилган. Ўша йилдан бошлаб, бу соҳада назорат системаси ташкил қилинган. Бунда, Россия фанлар академияси билан бирга давлат ташкилотлари иштирок этадилар. 2007 йили Давлат Бош санитар врачининг қарори билан “наноматериалларни миқдорий аниқлаш ва идентификация методлари, рискни баҳолаш методикаси, ва токсинологик тадқиқотлар концепцияси” тасдиқланган. “Концепция” да наноматериалларни, нанобўлакчаларни ва нанотехнологияларни (аниқлаш), классификация қилиш ва ишлатиш соҳалари кўрсатилган. Шунингдек, бу ҳужжатда, ҳар бир наноматериални токсикологиясини ўрганиш зарурлиги ҳам кўрсатилган.

АҚШ да, 2000 й 26 федерал агентликни нанотехнология соҳасидаги фаолиятини координация қилувчи Миллий нанотехнологик ташаббус (NNI) эълон қилинган.

Бу соҳалараро, Дастур бўлиб, у инсон саломатлиги учун ҳавфли агентларни замонавий токсикологик тестлар асосида баҳолаш билан шуғулланади. Мана шу Дастур доирасида, АҚШ ни 6 та федерал агентлиги, наноматериаллардан фойдаланишни одам организмга зарарини (ҳавфини) назорат қилади. Бундай тадқиқотларни асоси ва вазифаларидан бири – наномаҳсулотларни ҳавфсизлигини баҳолаш учун методикалар ва нормативлар ишлаб чиқишдан иборат. АҚШ ни атоф муҳитни муҳофаза қилиш агентлиги (EPA) наноматериаллардан фойдаланиб яратилган маҳсулотларни экологик ҳавфсизлигини аниқлаш бўйича тадқиқотлар олиб боради.

Японияда, ишлаб чиқариладиган наноматериаллардан пайдо бўладиган потенциал рискни баҳолаш бўйича тадқиқотлар олиб борилади. Наноматериалларни токсик хусусиятини аниқлаш бўйича тестлар, рискни баҳолаш методлари (асосан нафас олганда) баҳолаш бўйича тадқиқотлар олиб борилади.

Ҳалқаро лойиҳалар ва ташаббуслар. Наноматериаллардан фойдаланишни биологик ҳавфсизлик бўйича ишларни, иқтосодий ҳамкорлик ва ривожланиш (ОЭСР) Ташкилоти ҳузурида ташкил қилинган саноат

материаллари бўйича ишчи гуруҳ координация қилади. Наноматериалларни потенциал ҳавфини аиклаш бўйича яратилган давлатлараро дастурни бажаришда, 20 дан кўпроқ мамлакатлар иштирок этади. Мана шу дастур доирасида, атроф муҳитда наноматериалларни миқдори, уларни тирик организмлар учун потенциал токсинлиги мониторинг қилинади.

Хуллас, наносаноат билан шуғулланадиган мамлакатларда, нанотехнологияларни, наноматериалларни ҳар хил турларини ҳавфсизлигига, уларни токсинлик хусусиятларига катта эътибор билан қаралади. АҚШ да, Японияда, Россияда ва бошқа мамлакатларда бу муаммога бағишланган халқаро анжуманлар ўтказиб турилади. Масалан, “Ронанотех 2010” деб аталган III – Халқаро форумда, махсус “наносаноат ва нанотехнологияларни маҳсулотларини инсон саломатлигига ҳавфсизлиги” секцияси фаолият кўрсатган. Бу секция ишида, давлат ташкилотларини, илмий ташкилотлар ва бизнесни Россиялик, Европа мамлакатлари ва АҚШ дан келган вакиллари иштирок этганлар.

Наноиндустрия ва нанотехнология маҳсулотларини инсон саломатлигига ҳавфсизлигини таъминлаш бўйича секция, биринчи навбатдаги вазифалар қилиб қуйидагиларни белгилаган:

1. Наноматериалларни ҳавфсизлигини баҳолаш, уларни ишлаб чиқаришда ва ишлатиладиган рискни баҳолаш бўйича илмий тадқиқотларни давом эттириш.

2. Ишчи зонани ҳавосида, ишлатиладиган сувда ва сув тўпланадиган ҳавузларда, озуқа маҳсулотларида, маиший химия воситаларида, нанобўлакчалар ва наноматериалларни сақланишини гигиеник нормативини ишлаб чиқиш.

3. Ҳавода, сувда, тупроқда, озиқ овқат маҳсулотларида, маиший химия воситаларида наноматериалларни топиш ва миқдорий аниқлашни юқори самарадор методларини ишлаб чиқиш.

4. Нанотехнология ва наноматериалларни ҳавфсизлигини таъминлаш ва баҳолаш соҳасида юқори квалификацияга эга бўлган мутахассислар тайёрлашни ташкил қилиш.

5. Нанотехнологияларни назорат қилиш ва наноматериаллардан фойдаланиш бўйича халқаро ташкилотлар билан ҳамкорликни кенгайтириш.

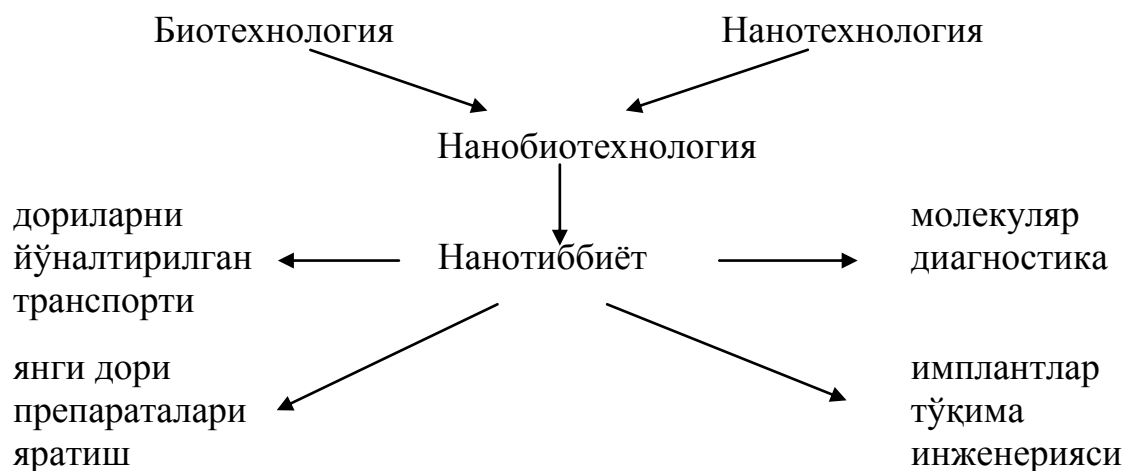
6. Нанотехнологияларни ҳавфсизлиги соҳасида тўпланган илмий тадқиқотларни натижалари билан халқаро маълумотлар алмашишни кенгайтириш.

7. Наноҳавфсизлик бўйича шу жумладан наноматериалларни хоссалари ва уларни биологик таъсирини ўрганиш соҳасидаги тўпланган билимларни халқаро базасини яратиш.

Нанобиотехнология ва нанотиббиёт

Биология ва тиббиётни ривожланиши, бу соҳадаги тадқиқот усулларини кузатиш методларидан секин-аста молекуляр ва атомли методларга ўтиб бориши билан характерланади. Нанобиотехнология методларини тиббиёт амалиётида қўлланилиши, тиббиётда янги йўналиш-“нанотиббиёт” йўналиши пайдо бўлишига олиб келди.

Нанотиббиёт, касалликларга диагноз қўйиш ва уларни даволашни молекуляр даражада бажаришни тақоза қилади. Қуйида келтирилган биотехнология, нанотехнология ва тиббиёт ўзаро боғлиқлиги акс эттирилган.



5.11-расм. Биотехнология, нанотехнология ва тиббиётна ўзаро боғлиқлиги.

Нанотиббиётни методлари, ҳар хил нанобўлакчалардан эҳтиёжли хужайраларга дори моддаларни ва ДНК фрагментларини манзилга етказиш мақсадида фойдаланишни ўз олдига қўяди.

Нанотехнологиялар керакли препаратни нафақат хужайрага, балки уни маълум қисмига (органонидларига) ҳам етказиб бера олади. Янги усуллар препаратларни таъсир даврини чўзиш ва уларни иккинчи даражали таъсирини анча пасайтириш имконини ҳам беради.

Нанотехнологиялар, касалликларга диагноз қўйиш методларини мукамаллаштиради. Нанобўлакчалардан фойдаланиш, тирик организмда рак ва бошқа касал хужайраларни ахтариб топиш имконини беради. Нанотехнологиялар сезгирлигини ошишига олиб келади.

Нанотиббиётни асосий йўналишлари:

- * фаол доривор моддаларни манзилга етказиш;
- * нанометр даражасидаги янги методлар ва даволаш воситалари;
- * тирик организмда ва лаборатория шароитида (invivo vainvitro) нанодиагностика;
- * тўқима инженерияси;
- * тиббиёт имплантлари.

Дори-дармонларни йўналтирилган транспортида эришилган дастлабки ютуқлар. Дори қабул қилишни бугунги кунда ишлатиладиган усуллари қуйидаги камчиликларга эга:

1. Организмга, назарий зарур бўлганидан 10-100 марта кўпроқ дори дозаси юборилади. Бу, дорини бутун организм органлари бўйлаб тарқалиши ва эҳтиёжли органга жуда кам миқдорда етиб бориши билан боғлиқ.

2. Эҳтиёжли органда дорини концентрацияси кам бўлганлиги ва у, тез чиқиб кетиши ҳисобидан, дорини тез-тез қабул қилишга тўғри келганлиги.

3. Организмга киритилган дори бутун организмга таъсир этади ва уни функциясини бузади. Бунинг натижасида “қўшимча” самара пайдо бўлади.

4. Кўплаб дориларни сувда ёмон эриши туфайли, уларни организмга киритиш ҳамда орган-нишонга етарли миқдорда етказишда муаммолар пайдо бўлади.

Бу камчиликларни қандай йўқотиш мумкин?

Бунинг учун, дориларни керакли яъни эҳтиёжли манзилга етказишни йўлга қўйиш керак. Аммо, барча тирик ҳужайралар, ташқаридан кириб келадиган “куч”лардан табиий тўсиқлар билан ҳимояланганлар. Шунинг учун, ҳужайрани табиий барьеридан йўл топиш учун тадқиқотчилар забардаст табиат билан курашга тушадилар. Юқорида, нанобўлакчалар, организмни тўқима-қонтомир тўсиқларини ва ҳужайра мембранаси орқали, ҳужайра цитоплазмасига ёриб кириш имкониятига эга эканлиги ҳақида фактлар келтирилган. Нанобўлакчаларни мана шу хусусиятлари, наноўлчамдаги доривор моддалар яратиш имконини берди.

Бундай воситаларни яратиш учун қуйидаги вазифаларни бажариш зарур:

1. Доривор моддаларни вақтидан олдин парчаланишидан ҳимоя қилиш;
2. Сувда эримайдиган моддаларни организмга сўрилиш даражасини кўпайтириш;
3. Ҳар хил даражада организмдаги биологик тўсиқларни ўтиш;
4. Доривор моддаларни манзилга етказилишини амалга ошириш.

Нанобўлакчаларни манзилга етказиш икки йўл билан амалга оширилади: **пассив** ва **актив**.

Пассив йўл- нанобўлакчаларни ўз-ўзидан шамоллаган нуқталарда ва хатарли шиш тўқималарида тўпланиши.

Актив йўл- (йўналтирилган транспорт) нанобўлакчалар сиртига тегишли лиганд улаш орқали амалга оширилади.

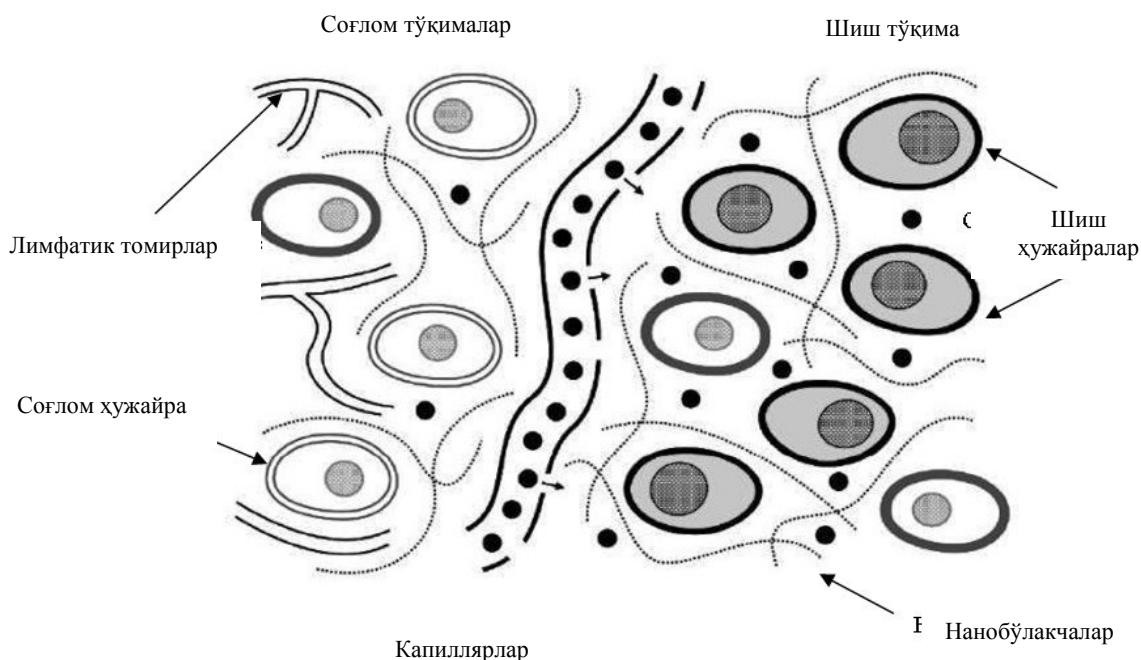
Пассив тўпланишга –“қон томирларни ўтказувчанлигини ошиши” сабаб бўлиши мумкин.

Шиш ҳужайраларда қон капиллярларининг девори ўзгарганлиги сабабли бу ҳужайралар орасида тешикчалар пайдо бўлади.

Улар орқали нанобўлакчалар эркин ўтишлари ва кейин шиш ҳужайраларига қараб йўналишлари мумкин.

Лимфатик томирларни яхши ривожланмаганлиги ва ҳужайралар орасида суяқлик ўтиши етарли бўлмаганлиги сабабли, нанобўлакчалар, шиш тўқималарида тўпланадилар.

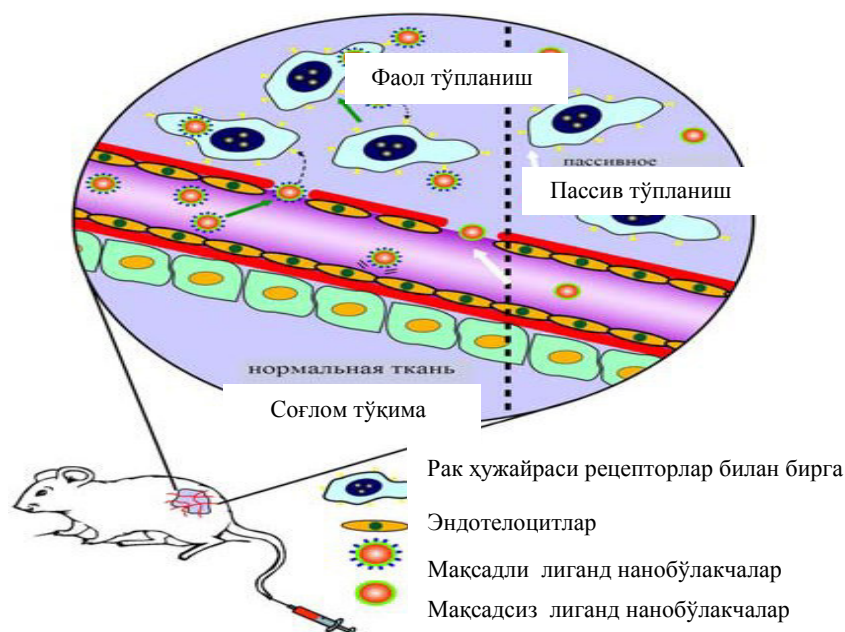
Юқорида зикр этилганидек, фаол (бошқарувчан транспорт) тўпланиш нанобўлакчалар сиртига, “молекуляр манзил” функциясини бажарувчи, тегишли лиганд ўрнатилган. Бундай “манзил, яъни адрес” ролини антитела ёки уларни бир бўлаги, пептидлар, углеводлар бажаришлари мумкин.



5.12-расм. Хатарли шиж тўқималарда “қон томирларни ўтказувчанлигини ошиши” иллюстрация ҳодисаси: қон капилляри девори ўзгарган, уларда тешикчалар пайдо бўлган; лимфа томирлари яхши ривожланмаган, хужайралар орасидан суюқлик ўтиши етарли эмас; бу нанобўлакчаларни шиж тўқималарда тўпланишига олиб келади

Доривор модда нанобўлакчани ичига жойлаштирилиши ёки уни устига (сиртига) кимёвий боғлар ёки адсорбция йўли билан боғланиши мумкин.²

²[P. Boisseau., P. Houdy., M. Lahmani. Nanoscience: Nanobiotechnology and Nanobiology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg - 2010.1111-1114p.].



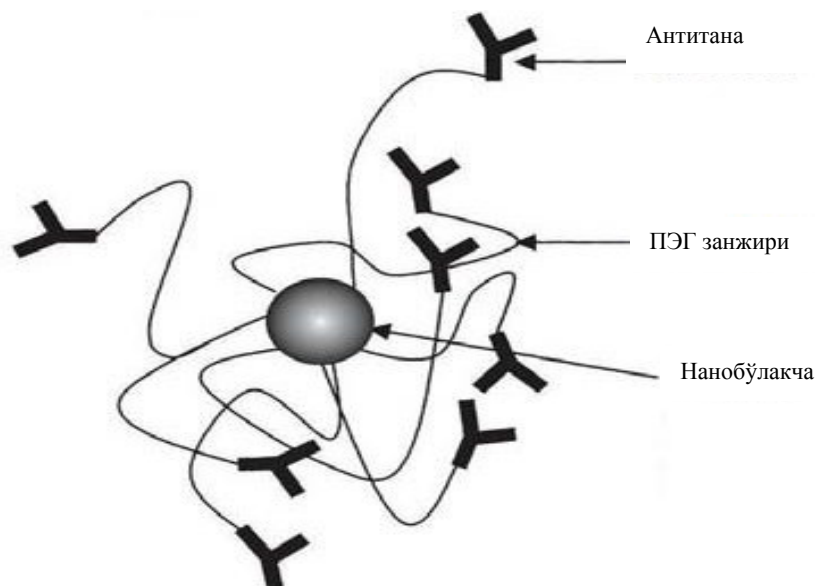
5.13-расм. Нанобўлакчаларни тўқимага киришини икки йўли: актив (чап қисми) ва пассив (ўнг қисми) тўпланиши

Нанобўлакчаларни нишон-хужайрада тўпланишига, уларни узоқ вақт давомида қон томирларида айланиб юришлари ёрдам қилади. Аммо, нанобўлакчалар вена қон томирларига юборилганида, улар қон айланишидан тез чиқиб кетадилар ва жигар ҳамда қораталоқ (селезёнка) хужайраларида кўпроқ тўпланадилар. Бунинг устига, нанобўлакчалар қон оқсиллари билан ўраб олинадилар, ва шундан кейин иммун тизим хужайралари уларни ютиб оладилар.

Нанобўлакчаларни қон айланиш системасида узоқроқ қолишини қандай таъминлаш мумкин?

Уларни иммун системаси хужайралари учун сезмайдиган қилиш мумкинми?

Бу муаммоларни ечиш учун, нанобўлакчаларни сиртига полиэтиленгликоль (ПЭГ) полимери жойлаштирилди. ПЭГ молекуласи, нанобўлакчалар сиртига гидрофоб химоя қавати шакллантиради ва у оқсиллар сиртига оқсилларни тўпланишига йўл қўймайди.



5.14-расм. ПЭГ (стабилаштирувчи полимер) билан қопланган (ва антителалар билан бирлаштирилган) нанобўлакчаларни схематик тасвири: ПЭГ ёки ПЭГ уланган антитела билан қопланган нанобўлакчага қон оқсиллари ўтира олмайдилар. Оқибатда, бундай бўлакча қонда кўпроқ айланади

Бундай нанобўлакчалар, нишон-хужайра атрофига ўтиб келганларида, уларни сиртидаги ПЭГ қават ажралади ва нанобўлакчалар хужайрага кирадилар. Бунга, рНни ўзгариши ва бошқа кимёвий ўзаро таъсирлар сабаб бўлиши мумкин. Нанобўлакчалар жуда хилма-хил. Аммо, уларни ҳаммаси ҳам тиббиётда ишлатаверилмайди.

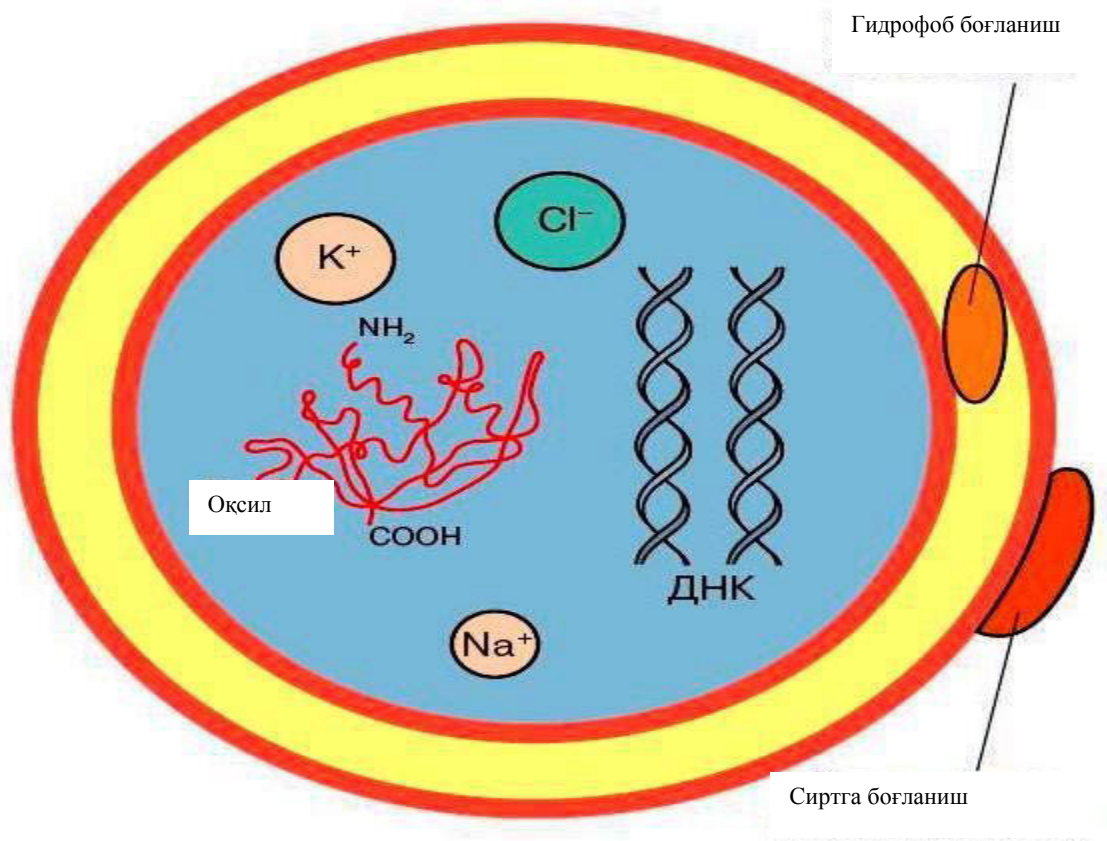
Доривор моддалар ташувчи нанобўлакчаларга қўйиладиган талаблар:

- токсик таъсирга эга бўлмаслик;
- етарли миқдорда доривор модда ташиш имконияти;
- дорини нишон-хужайрада, оптимал дозада чиқара олиши;
- иммун системаси хужайраларига кўринмаслик.

Бундай хусусиятга бошқалардан кўра кўпроқ липосомалар жавоб бера оладилар.

Липосома- девори икки қават липидлардан тузилган думалоқ пуфак. Улар йўналтирилган транспортда ишлатилган биринчи бўлакчалардирлар. Уларни токсинлик хусусияти йўқ, мембраналари хужайра билан бирлашиб, липосома ичига жойлаштирилган моддани хужайрага кирита олади. Липосомага ҳар хил моддаларни киритиш мумкин.

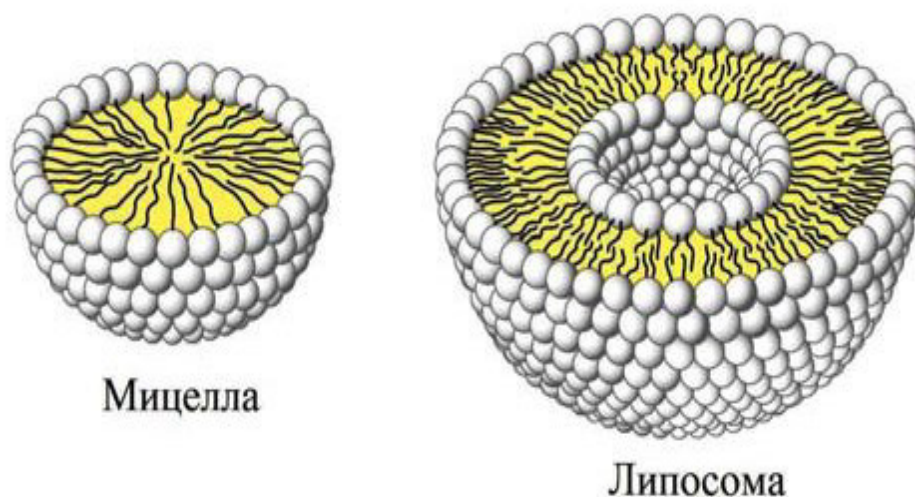
Бунда, сувда эрийдиган моддалар кўпроқ липосома ичида, сувда эримайдиган моддалар эса бислойни углеводлар қисмида жойлашади. Баъзи-бир моддалар липосомани ташқи сиртига боғланиб оладилар.



5.15-расм. Ҳар хил моддаларни липосомага кириши йўллари: сувда эрийдиган моддалар, липосомани ичига; сувда эримайдиганлари- гидрофоб боғлар билан бислойни углеводород қисмида; баъзи моддалар ташқи сиртига боғланиб оладилар

Липосомага кириб олган моддалар, ферментлар таъсиридан химояланган бўлади, бу эса, препаратни самарадорлигини оширади. Липосомалар- табиий ёки сунъий липидлардан тайёрланади. Бу мақсадда кўпроқ фосфолипидлар, яъни биологик мембраналарни энг кенг тарқалган липидларидан фойдаланилади.

Сувли муҳитда липидлар хилма-хил шаклга эга бўлган бўлакчалар ҳосил қиладилар: ғовак вакуолалар, текис везикулалар ёки трубкасимон структуралар. Узун, гидрофоб “дум”га эга бўлган липидлар, бислой бўлмаганлар (небислойные) деб аталади, чунки улар эритмаларда икки қаватли структуралар эмас, балки бир қаватли мицеллалар ҳосил қиладилар.



5.16-расм. Липид молекулалари ҳосил қиладиган структуралар:
 Мицелла- *Липосома-*
 -узун гидрофоб “дум”га *-липидли бислойдан*
 эга бўлган липидлар *ҳосил бўлган структура*
 ҳосил қиладилар

Липосомаларни ўлчами ҳар хил. Масалан, кўп қаватли липосомаларни диаметри- 10мкм гача, бир қаватли липосомаларни минимал диаметри 20-50 нм га тенг. Ҳозирги вақтда липосомалар ДНК, оксил моддалар, доривор моддаларни йўналтирилган транспорти учун ишлатиб келинмоқда.

Полимерли нанобўлакчалар. – XX-асрнинг 70-йилларида доривор моддаларни манзилга етказиб берувчи система сифатида таклиф қилинган. Уларни олиш учун дастлабки маҳсулот бўлиб, табиий ёки сунъий полимерлар хизмат қиладилар (масалан, полисахаридлар, полисут кислотаси).

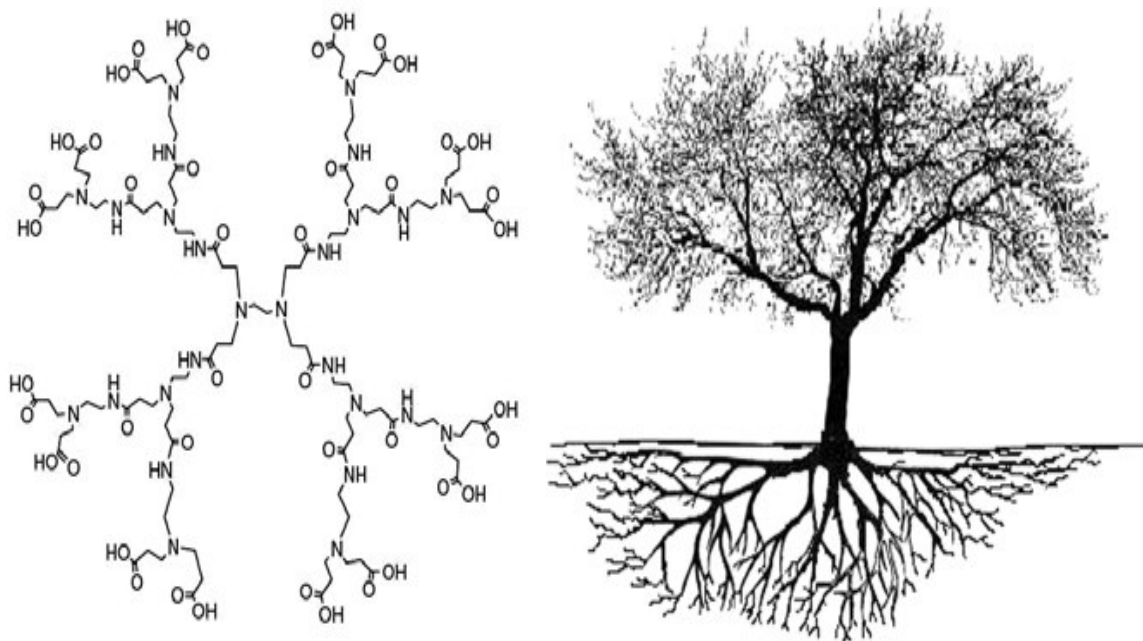
“Полимер бўлакчалар” деганда, икки кўринишга эга бўлган бўлакчалар: наносфералар ва нанокапсулалар тушунилади.

Наносфералар, бутун бўлакчалар бўлиб, уларни сиртига фаол моддалар тарқатиб чиқилади.

Нанокапсулалар, ички бўшлиқни чегаралаб турадиган, полимерли деворданиборат. Ички бўшлиққа ташилиши лозим бўлган моддалар жойлаштирилади.

Нанобўлакчаларни бу икки хили бир-бирларидан доривор моддаларни бўшатишлари бўйича фарқ қилади: наносферадан доривор моддаларни чиқиши, вақт кесимида тезлашиб борса, нанокапсулалардан-узоқ вақт давомида бир хил тезликда чиқиб туради.

Дендромерлар - дарахтни эслатувчи, жуда кўп шохланган полимерлардир. Дендромерларни структураси учун характерли бўлган хусусият, марказий ўқ атрофида шохланишни бенуксон қайтарилишидир. Бу эса, дендромерларни геометрик тўғри шаклланишини таъминлайди.



5.17-расм. Дендромерларни шохланиши - дарахтни шохланишини эслатади: 1952 йил П.Флори –уларни бўлишини кўрсатган. 1980 йил Д.Томалиа, М.Н.Бочкарева, А.М.Музаффаровалар синтез қилган

1952 йил П.Флори жуда яхши шохланган полимерлар олиш мумкинлигини кўрсатиб берган. Аммо, уларни синтезини ўтган асрнинг 80-йилларига келиб, Д.Томалиа, М.Н.Бочкарева, А.М.Музаффарова ва бошқалар ўзларининг илмий мақолаларида эълон қилганлар.

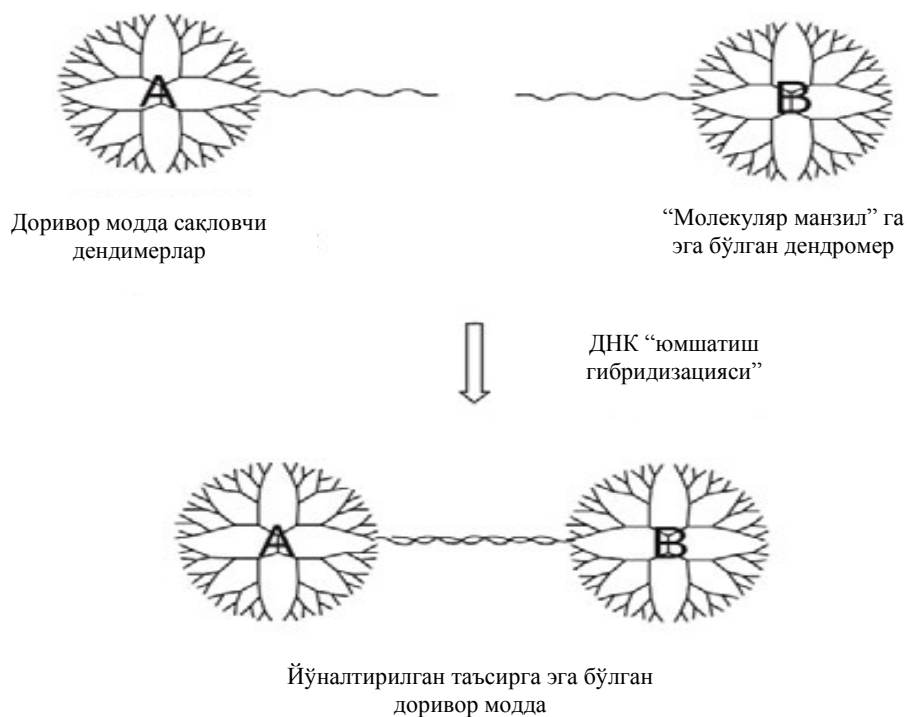
Ҳозирги вақтда 100 дан кўпроқ дендромерлар синтез қилинган. Уларни орасида кўпроқ тарқалганлари полиамидоаминли, фосфорли, карбоксиланли, полилизинли дендромерлар ҳисобланади. Юқори даражада шохланганлиги, думалоқ формаси, катта бўлмаган ўлчами (1-100 нм), ҳамда уларни ишлатилишини енгиллиги, дендромерлардан келажакда дориларни манзилга етказиб бериш учун фойдаланиш истиқболли эканлигига асос бўла олади.

Ташилувчи моддалар ёки дендромерлар билан комплекслар ҳосил қилиб, уларни сиртига боғланиб оладилар, ёки уларни шохлари орасига чуқур кириб оладилар.

Ҳозирги пайтда дендромерлар доривор моддаларни, ДНКсини, диагностика моддаларини ташувчилари сифатида муваффақиятли ишлатилиб келинмоқда.

Бундан ташқари, дендромерлар ёрдамида шамоллашга қарши воситалар, микробларга ва вирусларга қарши агентларни ташиш мақсадида ҳам фойдаланса бўлади.

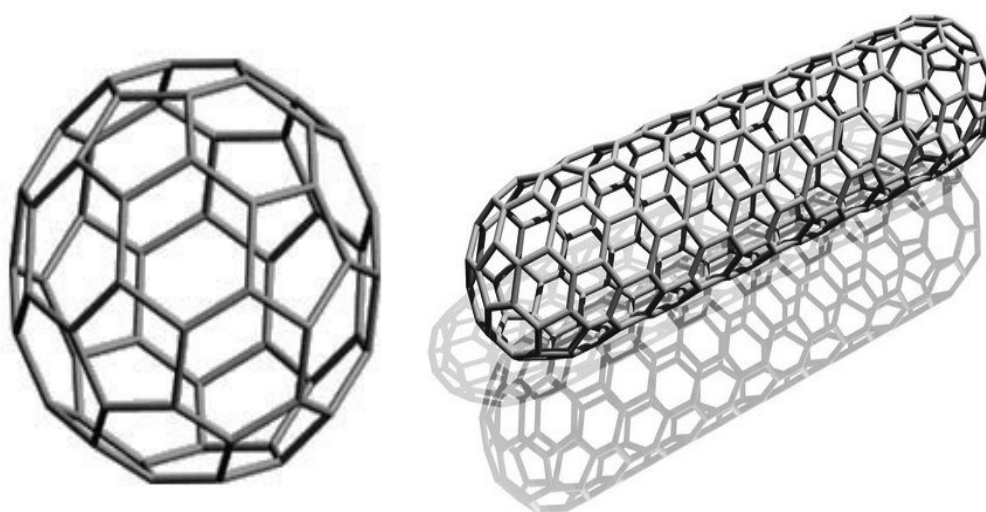
Препаратларни йўналтирилган транспорти учун молекуляр комплексни синтез қилишни янги методи таклиф қилинган бўлиб, у бир-бирига ДНКни бир бўлаги орқали боғланган икки дендромердан ташкил топган.



5.18-расм. Доривор моддаларни йўналтирилган транспорт системасини яратишида бир занжирли ДНКдан фойдаланиши. Икки дендромерни бири-доривор модда, иккинчиси- “молекуляр манзил” (масалан, маълум тип рецепторларга антитела)

Доривор моддаларни ташиш учун ноорганик нанобўлакчалар ҳам ишлатилишлари мумкин. Бунда доривор моддаларни ажралиб чиқишини иссиқлик таъсирида ёки магнит майдонини ўзгартириш орқали назорат қилиш мумкин.

Доривор моддаларни ташувчилари сифатида, шунингдек, углеродли наноматериаллар: фуллеренлар ва нанотрубкалар ҳам қаралмоқда.



5.19-расм. Углеродли наноструктураларни компьютерли моделлари:
 а) Фуллеренлар
 б) нанотрубкалар

Фуллеренлар- олмос, графит ва карбин сингари углеродни аллотроп формалари ҳисобланади.

Фуллеренларни қандай хоссалари ва тузилишини ўзига хослиги, улардан медицинада фойдаланиш имкониятини беради?

- ўлчамини катта эмаслиги (C 60 сферик молекулани диаметри, 0.714 нм);

- хужайрани липидли мембранасидан ўтиши;

- учламчи структурага эга эканлиги ва молекулани ичида бўшлиқни борлиги;

- юқори даражада реакцион имконияти;

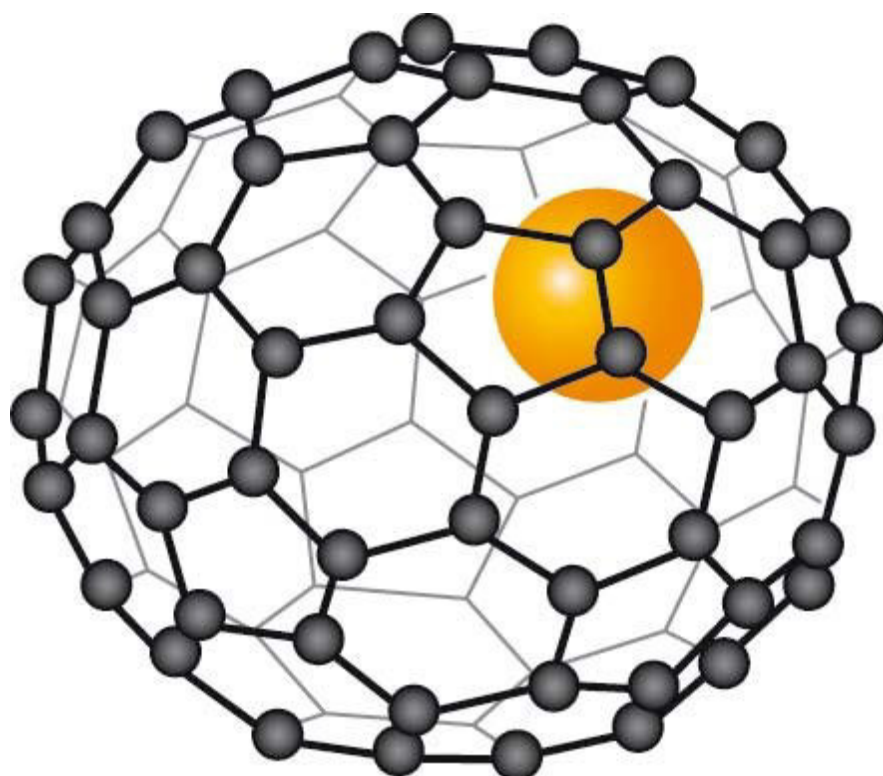
- токсиклигини пастлиги.

Фуллеренни ичига 1-2 дан катта ва ундан кўпроқ бошқа элементлар, шу жумладан металллар ҳам жойланиши мумкин. Мана шу усулларда олинадиган бирикмалар эндофуллеренлар деб аталади. Эндофуллеренлар 1985 йилда, деярли фуллеренлар билан бир вақтда очилган. Микроскопик миқдорда олинган биринчи эндофуллерен – ичига лантан киритилган C 82 фуллерен бўлган.

Ҳозирги пайтда **эндофуллерен** олишга яроқли бўлган 20 дан кўпроқ металл маълум.

Эндофуллеренлар қандай вазифаларни бажариш учун ишлатилади?

Эндофуллеренлар ишлатилишининг йўналишларидан бири- радиоцион тиббиёт. Рак касаллигини даволашда анчадан бери иттирий, скандий ва бошқа радиоактив элементлар сақлаган препаратлар ишлатилади. Одатдаги препаратларга қараганда, эндофуллеренлар стабилроқ. Бундан ташқари, агар фуллеренли деворга “молекуляр манзил” уланса, препаратни фақат хатарли шиш ҳосил қилган хужайрага қараб йўналтириш мумкин. Бу эса, организмни соғлом хужайраларини нурланишдан сақлайди.



5.20-расм. Фуллерен C82 ичига киритилган, металл атоми – лантанли эндофуллерен

Углеродли нанотрубкалар- углеродли аллотроп модификациясига қарайди. Улар ичи бўш цилиндрсимон найчалар бўлиб, графит вароқчаларидан ҳосил бўлганлар. Нанотрубкаларни икки хили маълум: бир қаватли (сиртки диаметри 0,6-2,4 нм) ва кўп қаватли (сиртки диаметри 2,5-100 нм гача).

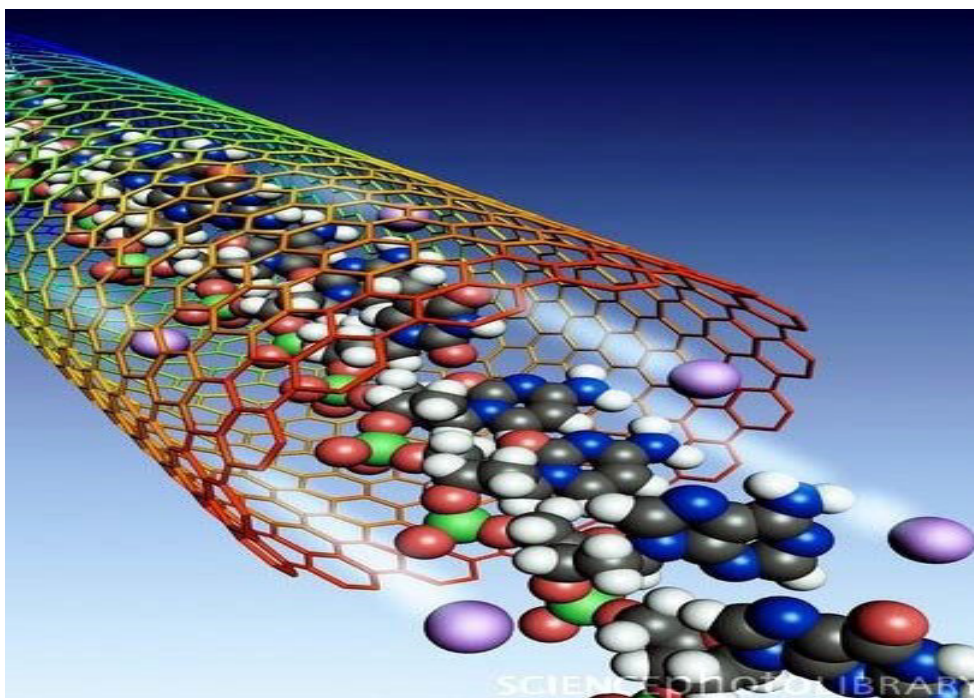
Углеродли нанотрубкаларни тиббиётда ишлатилиши, уларни структураларини ноёб хоссаларига асосланган: ўта қаттиқ ва мустаҳкам, қийшайиши ва структурасини ўзгариб туриши, биологик макромолекулалар билан боғланиш имконияти.

Нанотрубкалардан доривор моддаларни ва диагностик моддаларни йўналтирилган транспортида фойдаланиш мумкинми?

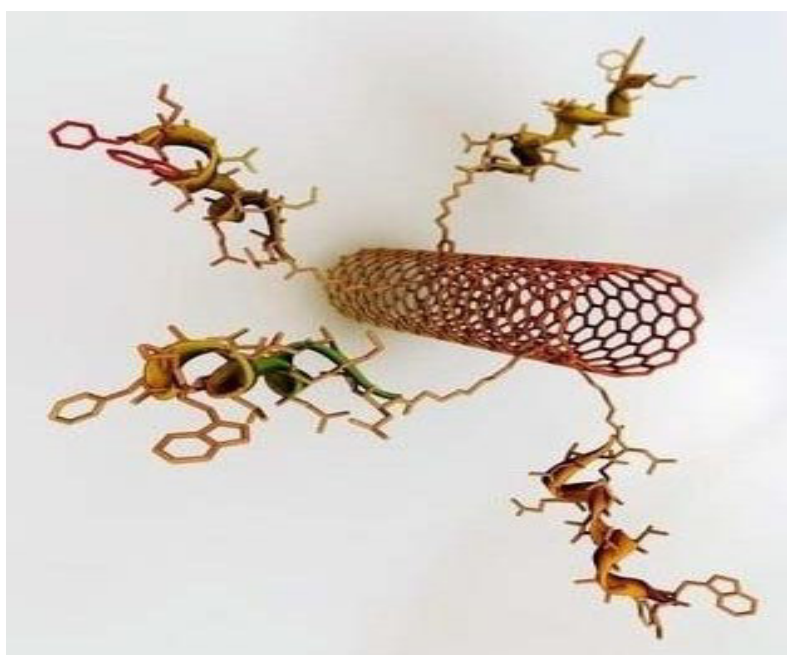
Бу саволга жавоб бериш доирасида олимлар нанотрубкалардан доривор моддаларни транспорти мақсадида фойдаланишни бир неча усулини яратдилар:

- дори молекулаларни нанотрубкани сиртига адсорбция қилиш;
- дори моддаларни нанотрубкани сиртки деворига кимёвий боғлаш;
- доривор моддаларни нанотрубкани ичига жойлаштириш.

Нанотрубкаларни доривор моддалар ташувчиси сифатида ишлатишни энг зарур шарти, уларни сиртини ўзгартириш (функционализация қилиш). Бу жараён, нанотрубкаларни сиртига сирт билан доривор модда орасида боғловчи вазифасини бажарувчи кимёвий гуруҳларни боғлаш орқали амалга оширилади.



5.21-расм. Нанотрубка бўшлигидаги молекулалар. Компьютер модель



5.22-расм. Функционализация қилинган нанотрубка. Компьютер модель.

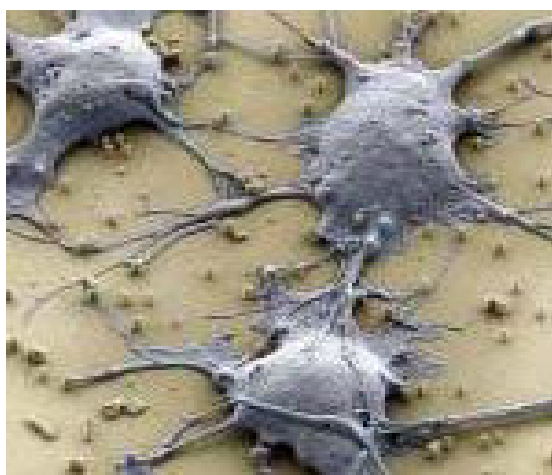
Нанотрубкаларни сиртини ўзгартиришни энг кенг тарқалган методларидан бири, уларни сиртига полиэтиленгликол боғлашдир. Шундай нанотрубкалар доривор моддаларни, унчалик катта бўлмаган молекулаларидан бошлаб, то макромолекулаларгача (ДНК, оксил) бўлган моддаларни ташиш хусусиятига эга.

Хужайраларни нанокосикчаларга “ўтказилади”.

Моддаларни хужайрага етказиш учун ҳар хил усуллардан фойдаланилади. Масалан, оксил вирусга боғланиши ёки бир-бирига, яъни бошқа оксилга боғланиши мумкин. Аммо, бундай методлар кўпинча қисқа специфик бўлиб, улар фақат маълум бирикмалар ва хужайра типларига мўлжалланган бўлади. Бу эса, муаммони яна қийинлаштиради.

Доривор моддаларни ҳар хил типдаги хужайраларга етказадиган универсал усул яратиш мумкинми?

Бу муаммони ечишга қаратилган бир таклифни Гарвард университети (АҚШ) профессор Х.Парк раҳбарлигидаги олимлар берганлар. Улар трупкалар вертикал сепилган асосда ўстирилган хужайралар, ҳеч қандай шикастланмасдан ўзларини нормал тутишларини кузатдилар. Бир неча соатдан кейин хужайралар ўзларининг оғирлигидан секин пасайиб, нанотрубкага “ўтириб” қоладилар ва уларга ҳеч қандай зарар етказилмайди. Бундай “операция”дан кейин хужайралар яхши ўсадилар, ривожланадилар ва бўлинадилар.



5.23-расм. Каламушни нанотрубкалар массивида ўсган нерв хужайралари, ўзларини жуда яхши сезадилар. Улар хатто ривожланиб, бир-бирлари билан боғланадилар ва нерв боғлари ҳосил қиладилар



5.24-расм. Вертикал нанотрубкалар массивида ривожланган хужайраларни нанотрубкалар “тешиб” ўтганда ҳам хужайра бемалол кўпаяверган. Бу усул, керакли моддаларни танлаб ва аниқ етказиб бериш учун ишлатилади

Демак, олимлар нанотрубкалар тешиб ўтган хужайраларга енгил ва оддий физик кира “доступ” олишади. Бу эса бундай хужайраларга чегараланмаган ҳолда, керакли молекулани етказишга йўл очиб беради.

Бу қандай амалга оширилади? Биринчи навбатда организмга киритилиши керак бўлган модда ёки моддалар нисбатан бўшроқ қилиб, нанотрубкани сиртига боғланади. Хужайра экилиб, ривожланиб, нанотрубкалар уларни тешиб кирганларидан кейин, молекулалар хужайра ичига кириб оладилар.

Агар нанотрубкани узунлиги ўзгартирилса, моддани хужайрани керакли жойига етказиб бериш мумкин бўлади. Х.Парк раҳбарлигидаги коллектив РНК, ДНК ва оқсилларни ҳар хил типдаги хужайраларга киритиб, бу методни универсал эканлигини намоиш қилдилар. Нанотрубкалар массивини ташкил қилиш унчалик мураккаб иш эмас, бунинг устига нанотрубкаларга ҳар хил молекулалар боғлаб, хужайрага катта миқдордаги моддаларни бирданига киритиш мумкин.

Вирус касалликларини диагностикасида, сунъий антителалар олишда ва ишлатишда нанобиотехнологиялар.³

Вирусли инфекцияни диагностикаси жуда кўп, хилма-хил методлар яратилганига қарамадан ўз долзарблигини йўқотгани йўқ.

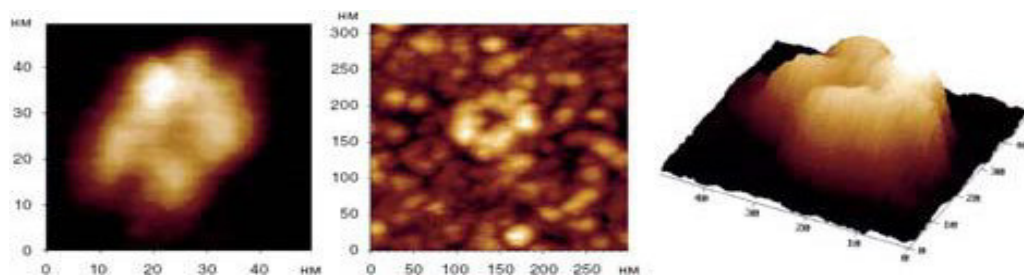
Юқумли касалликлар бўйича қандай вазифаларни биринчи навбатда бажариш керак?

- диагноз қўйиш тадбирларини тезлатиш;
- касаллик чақирадиган вирусларни аниқлаш методларининг сезгирлигини ошириш;
- касаллик чақирадиган вирусларни жуда кам миқдорда ҳам аниқлашни йўлга қўйиш;
- нусҳани нафақат сифат, балки миқдорий анализини йўлга қўйиш.

Бу вазифаларни бажаришда, атом-кучли микроскопдан фойдаланиш долзарб ҳисобланади. Бу метод қисқа вақтда бир неча нм лик нусҳани сиртки кўринишини аниқлашга имкон беради.

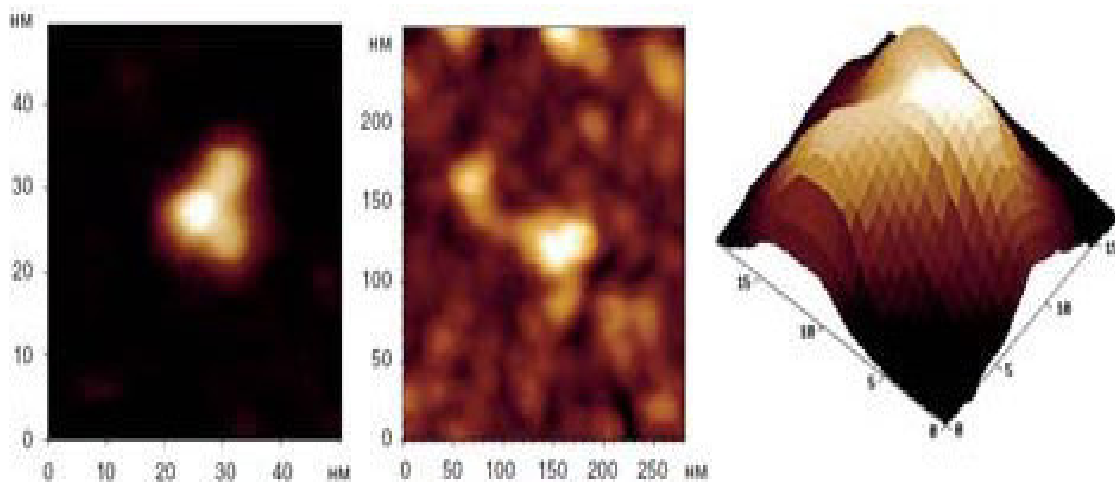
Атом-кучли микроскоп, иммуноглобулинларни (оқсил табиатли антитела) қўшимча ишлов бермасдан аниқлаш имконини беради. Бу иммуноглобулинларни молекулаларини формалари ва ўлчамларидаги фарққа асосланган. Худди шу усул билан вирусларни устки қаватидаги оқсилларни аниқлаш ҳам мумкин (бу оқсиллар антигенлар ролини бажарадилар).

Сунъий антителалар олиш. Бизни хилма-хил ва кунма-кун ўзгариб турадиган микроорганизмлар ўраб туради. Уларни хужумидан бизни антителалар ҳимоя қиладилар. Антителалар- одамни иммун системасини хужайралари- В- лимфоцитлар ишлаб чиқарадилар.

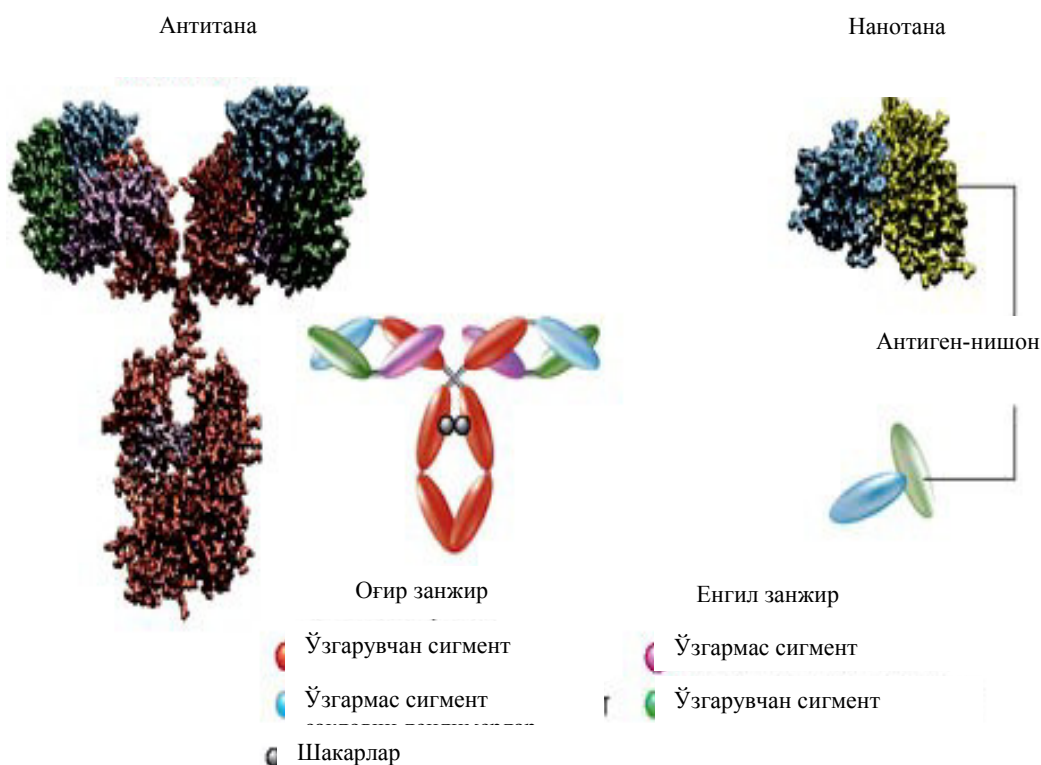


³P. Boisseau., P. Houdy., M. Lahmani. Nanoscience: Nanobiotechnology and Nanobiology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg - 2010.1092-1135 p.

5.25-расм. Иммуноглобулинлар “М” ни эркин ҳолатда (чапда) ва иммунли комплекслар кўринишида (нарқозда), атом-кучли микроскоп ёрдамида олинган кўриниши; ўнгда- алоҳида ажратиб олинган иммуноглобулин молекуласини учламчи реконструкцияси.



5-26-расм. Иммуноглобулинлар “G” ни эркин ҳолатда (чапда) ва иммунли комплекслар ҳолатида (марказда), атом-кучли микроскоп ёрдамида олинган кўриниши; ўнгда- алоҳида ажратиб олинган иммуноглобулин молекуласини учламчи реконструкцияси



5.27-расм. Одам антителаларининг миллионлаб хилма-хил шакллари, биргина структурани ҳар хил вариантлари ҳисобланади: 2та каттароқ (оғирроқ) занжирлар, 2та кичикроқ (енгил) занжир билан боғланган. Занжир шохларини вариабел сегментлар жуфтлиги, ҳар бир типдаги антителалар учун уникал бўлиб, у комплементарликни аниқловчи участка деб аталади. Айнан мана шу участка антитело қандай нишон билан боғланишини белгилайди. Нанотела- бу туя антителосини ўзгарувчан (вариабел) қисми, унда енгил занжир бўлмайди. Катталиги бўйича антителодан 10 марта енгилроқ

Антитаналар қонда сузиб, “йўлма-йўл” ўзига учраган молекулаларни текшириб юрадилар.

Ҳар бир антиген, нафақат битта ўзига мос келадиган микроб турини, аллергенни ёки токсинни “ахтариб” топади.

Иммун ҳимояни малакавийлигига қарамасдан одам тез-тез касалланиб туради. Иммун система фаолиятида камчиликлар сезилади: баъзан жуда секин ишлайди, баъзан оқлаб бўлмайдиган “маданият” (масалан, ракка нисбатан) кўрсатади, баъзан эса катта куч билан трансплантация қилинган органларни чиқариб ташлашга ҳаракат қилади. Баъзида, хатоликка йўл қўйиб, организмни ўзини ҳужайрасига қарши ҳужум бошлайди. Бундай ҳолатда иммун реакцияни ўзи, органларни ўз-ўзидан парчаланишига олиб келади. Масалан, ревматоидли артритда бўғимларни ишдан чиқиши.

Организмга иммун системасини хатосини вақтида тўғрилашга ёрдам бериши мумкинми?

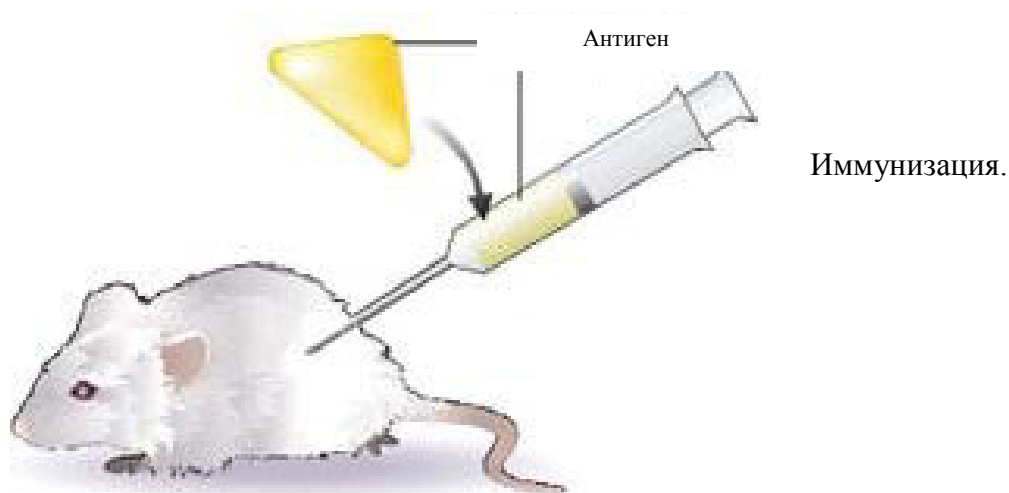
Олимлар кўп йиллар мобайнида бу саволга жавоб беришга ҳаракат қилиб келдилар. Фақат 1975 йилда сунъий антителалар яратилди ва у иммун системасини хатоларини қисман бўлсада юмшатиш имконини берди. Ўша йили идентичний (бир хил) ёки моноклонал антителалар яратиш усули очилди. Бу янгиликлари учун 1984 йилда **Мильштейн, Кёлер** ва **Ерне** физиология ва тиббиёт бўйича Нобель мукофотига сазовор бўлдилар.

Олимлар яратган усулдан фойдаланиб, сунъий антителаларни қандай олиш мумкин?

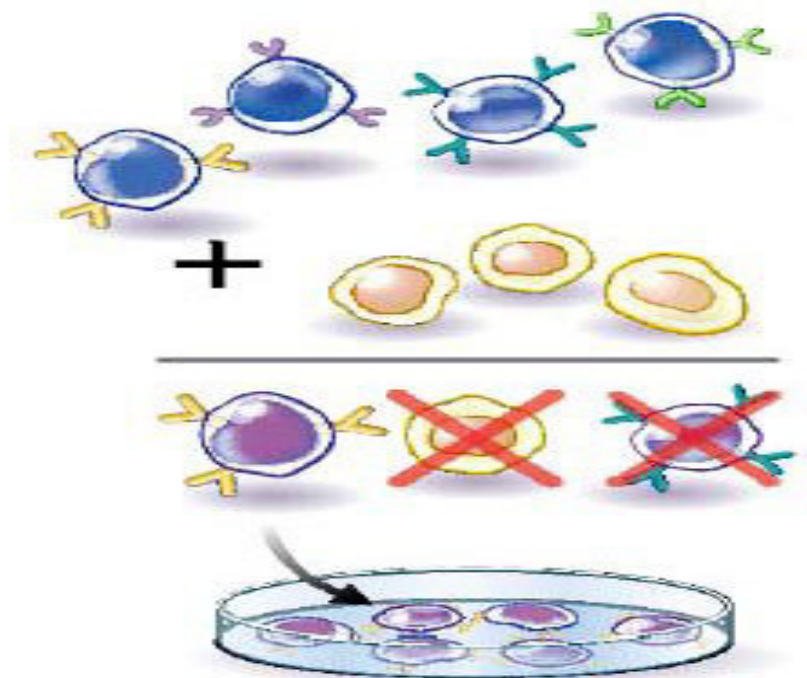
Ҳозирги вақтда одамни иммун системаси учун доривор препаратлар, сичқонларни антителаларидан ишлаб чиқарилади.

Антитело олиш жараёни 4 босқичда амалга оширилади: 5.28-расм.

1. Иммунизация. Антиген (нишон-молекула) лаборатория сичқонларига юборилади. Сичқон иммун системасининг В-лимфоцитлари, мана шу антигенни таниб олувчи ва уни блоклаб қўйувчи антитела ишлаб чиқарадилар.



2. Қўшилиш, танлаш ва кўпайтириш. Сичқонни антитела ишлаб чиқарувчи В-лимфоцити (хаво ранг), тўхтовсиз бўлина оладиган миеломани хатарли шиш ҳужайраси билан ёпишади (лимон рангда), натижада “гибридома” (гунафша ранг) тўхтовсиз бўлиниб турадиган ва антитела ишлаб чиқарадиган ўлмайдиган ҳужайра ҳосил қилади.



5.29-расм. Антитела олиш жараёнини 2-босқичининг схемаси

3. Антителаларнинг олиниши. Ҳужайра культураси (гибридома) антитела ажратади. Кейин улар тозаланади ва текширилади. Антителани муҳим участкаси, уларни комплементарлигини белгиловчи участка ҳисобланади (132-расм).



5.30-расм. Гибридома ишлаб чиққан антители

У, ўзига хос комплементар бўлган антиген участкасини таниб олишини таъминлайди ва у билан контактга киради. Шу билан антители антигенни зарарсизлантиради.

4. Гуманизация. Ген инженерлари, сичқонни антители полипептидини кодловчи генини (ДНК участкасини) ўзгартирадilar. Натижада сичқонни антителаларида одам антителалари полипептидларини фрагментлари пайдо бўлади. Мана шу модификация туфайли касални иммун системаси, сичқонни антителасини худди бегона моддага ўхшатиб қабул қилмай қўяди.

Антителаларни ишлатилиши. Антигенлар, соғлом хужайраларни ҳам рак хужайраларни ҳам плазмалеммаларида учрайди. Аммо, касалланган хужайрани антигени билан соғлом хужайрани антигени орасида фарқ бор. Бу дегани, касал хужайра билан бир антители, соғлом хужайра билан бошқа антители боғланади, дегани бўлади.

Мана шу соғлом ва рак хужайралари антигенлари орасидаги фарқдан онкологик касалликларни даволашда фойдаланса бўладими?

Бу муаммони ечиш учун олимлар, рак хужайралари антигенларига мос келадиган антителидан (моноклонал антителидан) фойдаландилар. Антителалар ферромагнит микробўлакчаларига “боғланди”. Шу йўл билан рак хужайралари учун ўзига хос бўлган иммуномагнитли сорбент тайёрлаб олинди. Органда, бу сорбент фақат касал хужайралар билан бирикма ҳосил қиладилар холос. Бундай органни магнит майдонига солинганда, ундан рак хужайраларни танлаб чиқиши кузатилди. Бундай ажралиб чиқишни сорбентни микробўлакчалари амалга оширди. Микробўлакчалар рак хужайралари билан “боғланиб”, магнит майдонида бир томонлама ҳаракатланди. Орган рак хужайрадан тозаланди. Мана шу тартибда, олимлар юқорида келтирилган муаммони ечишга муваффақ бўлдилар ва антителилар асосида самарали ҳамда нисбатан хавфсиз бўлган даволаш методини яратдилар.

Онкологик касаллик оғир ўтаётган ҳолатларда, органдан рак хужайраларни ажратиб чиқариб ташлаш, органни соғломлаштириш учун етарли эмас. Бундай ҳолатларда, орган (ёки уни бир қисми) соғлом хужайраларни трансплантациясига муҳтожлик сезади.

Касал органдан, соғлом хужайрани қандай ажратиб олиш мумкин?

Иммуномагнитли сорбентга, рак хужайра антителалари ўрнига, соғлом хужайраларни антителалари ўрнатилади. Соғлом органга, (масалан, қизил суяк миясига) киритилганда, сорбент ундан фақат соғлом хужайраларни ажратиб олади. Бу аралашмадан сорбент ажратиб ташлангандан кейин, соғлом хужайра ҳоҳлаган органга ўтказилиши мумкин.

Юқоридагилардан маълум бўлишича, соғлом ёки касал хужайраларни антителаларидан фойдаланиб, онкологик касалликларни даволовчи истиқболли метод ишлаб чиқилган.



5.31-расм. Антителалар асосида рақдан қутулишни самарадор ва нисбатан хавфсиз усули

Нанотехнология асосидаги тиббиёт имплантлари

Замонавий тиббиёт амалиётида, тез-тез “капитал ремонт” ёки шикастланган органи бутунлай алмаштириш усулларидан фойдаланилмоқда. Баъзи ҳолатларда, бунинг учун ўзининг физик хусусиятлари бўйича, табиий органлар ва структуралардан тузукроқ бўлган ўта мураккаб, сунъий материаллар ва конструкциялар керак бўлади. Мана шундай материаллар яратиш, уларни синовлардан ўтказиш ва ишлатиш, тиббиётни янги йўналишини очилишига олиб келди. Бу йўналиш, медико-биологик ва техника фанларини бир-бирларига келиб туташидиган жойда пайдо бўлди. Шундай йўналишлардан бири, тиббиёт имплантлари яратиш ва ишлатишдир.

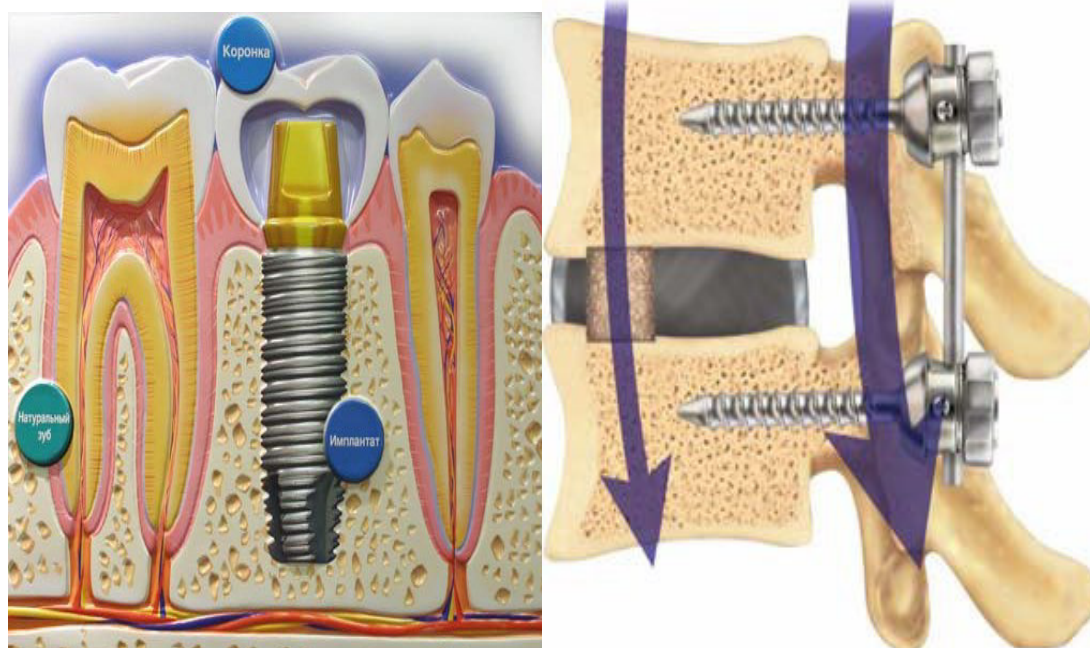
Имплантлар- махсус яратилган конструкциялар бўлиб, шикастланган ёки бутунлай ишдан чиққан органларни алмаштириши оладиган ва одам организмида яшаб кетаоладиган хусусиятга эгалар.

Улар биоматериаллардан тайёрланадилар. Бундай материаллар махсус танланиб, улар организмни тўқима ва хужайраларида яшаб кета олиши шарт.

Биоматериалларга қўйиладиган талаблар:

- биоматериаллар, тирик организмга ўта мос келиши керак;
- юқори даражада механик характеристикага (кўпроқ ҳар бир ҳолат учун махсус, қаттиқлик, тортилиш (чўзилиш) ёки тортилмаслик, эластиклик,

умумий мустаҳкамлик, узок вақт фойдаланишга чидамлик каби хусусиятларга) эга бўлиши керак.



5.32-расм. Имплантларга мисоллар: А- денталь (тиш) имплантат. Б- суюк имплантати (умуртқа погонасини улаб қўядиган винт)

Имплантат тайёрланадиган материаллар, табиий ёки сунъий бўлиши мумкин. Металл, сопол, синтетик ва табиий полимерлар шулар жумласидандир. Ҳозирги вақтда, металлдан ясалган имплантат кенгрок ишлатилмоқда. Биокимёвий мослиги бўйича (тўқималарда шамоллаш реакциясини йўқлиги) металллик материаллар 3 гуруҳга ажратилган:

- “тирик” (Ti ва унинг қотишмалари, цирконий Zr, ниобий Nb, тантал Ta, платина Pt), атрофидаги биологик тўқималарга зарарли таъсир кўрсатмайдиган;
- “инкапсулланадиган” (Al, Fe, Mo, Ag, Au, зангламайдиган пўлат ва CoCr қотишмаси), уларни таъсирдан организм “капсула” ҳосил қилиб, химояланади;
- “токсинли” (Co, Ni, Cu, ванадий V), организмга кескин негатив таъсирга эга бўлганлар.

Кўрсатилган материаллар орасида, энг мустаҳкам характеристикага эга бўлгани – пўлат. Аммо, пўлат мос келиш талабларига жавоб бера олмайди. Легирланган пўлатдан, шу жумладан, коррозияга чидамли бўлган пўлатдан тайёрланган имплантатлар, биологик суюқликлар билан ўзаро муносабатларга киришганда, тўқималарда шамоллаш реакцияларини чақиради. Баъзи ҳолларда, улар организмга умумий ва аллергия таъсир ҳам кўрсатадилар.

Замонавий металллик биоматериаллар орасида етакчи ўринни титан ва уни асосида тайёрланадиган қотишмалар эгаллайдилар. Бу металл ҳар хил протезлар: тос суюгини сон суюги билан туташган бўғини, тизза, жағ

суякларини ўрнига қўядиган ёки суякни ўсишини енгиллаштирадиган пластин ва махсус саҳлар, винтлар тайёрлашда ишлатилади.

Титанни қандай хусусиятлари, улардан тиббиётда фойдаланишни таъминлади?

Титанни ва уни қотишмаларни қимматбаҳо хоссалари қуйидагилар:

- юқори биологик мослик;
- коррозияга чидамлилиқ;
- магнитли хоссаларини йўқлиги;
- иссиқ ўтказувчанлигини пастлиги;
- солиштирма оғирлигини (пўлатга нисбатан) пастлиги.

Титанни юқори даражада коррозияга чидамлилиги, уни сиртида тезда асосий металл билан мустаҳкам боғланган оксидли плёнка ҳосил қилиши билан тушунтирилади. Бу плёнка, металлни тирик организмни коррозия-фаол муҳити билан тўғридан-тўғри контактга киришидан сақлайди. Ҳозирги вақтда, имплантатлар тайёрлаш учун кўпроқ техник тоза титан ҳамда титанли қотишмалар: Ti-4Al-6M, Ti-55Al-2Sn ва Ti-2.5Al-5Mo-5V ва бошқалар ишлатиладилар.

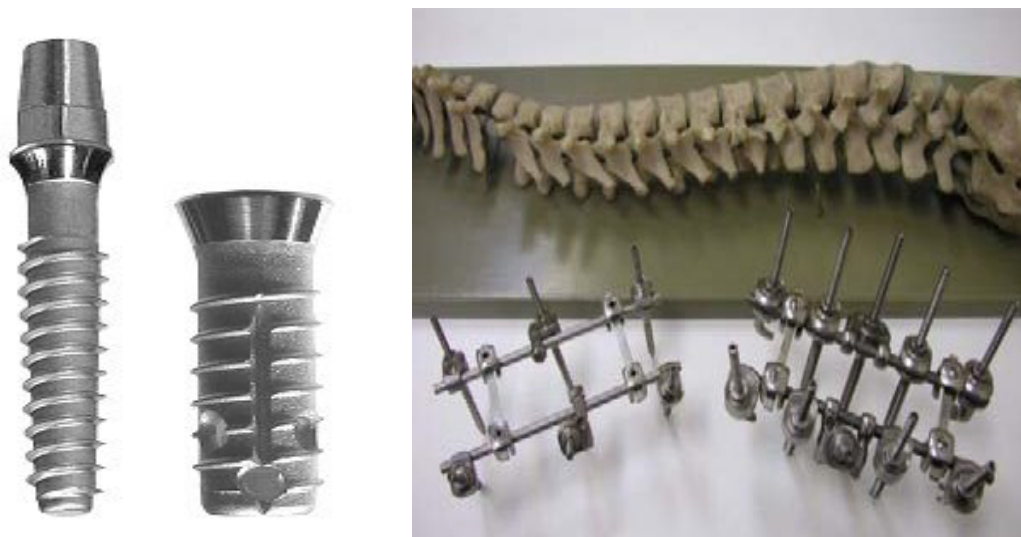
Аммо, ўзини механик характеристикаси бўйича, титанли қотишмалар, пўлатдан пастроқ туради. Бунда, юқорида келтирилган қотишмаларни кўпчилиги, тирик организм учун заҳарли бўлган қотиштирувчи (легирующий) кимёвий элементлар (Ni, Al, V ва бошқалар) сақлайдилар. Тажрибаларда, коррозияга чидамли бўлган титанли қотишмалардан бири Ti-6Al-4V ни суяк хужайраларига нисбатан заҳарли таъсири борлиги аниқланган. Шунинг билан бирга, юқорида келтирилган қотиштирувчи элементлар сақламаган қотишмалар, суяк тўқималари хужайраларига ёмон таъсир кўрсатмайди. Шундай экан, қотиштирувчи элементлардан фойдаланмасдан, титанни механик хусусиятларини қандай ошириш мумкин?

Бу муаммони ҳал қилишни вариантларидан бири- титанли қотишмаларни тоза наноструктураланган титан билан алмаштириш. Наноструктураланган ҳолатда (бўлакчани ўлчами, 100 нм дан кичик). Титанни механик характеристикаси (мустаҳкамлик, қаттиқлик, эгилувчанлик- чўзилувчанлик хусусиятлари), титанни қотишмаларини хоссаларига етиб келади. Механик мустаҳкамлик, наноструктураланган титандан тайёрланган имплантатларда, дастлабки, тоза титандан тайёрланганларидан 2-3 марта кўп бўлади.

Шундай қилиб, титанни наноструктураларидан, нафис ва травма чақирмайдиган талаб қилинган механик хоссаларни сақлайдиган имплантатлар тайёрлаш мумкин.

Афсуски, наноструктураланган титан, ўзининг хоссалари бўйича организмни ҳар қандай тўқималаридан, жумладан, суяк тўқималаридан ҳам фарқ қилади.

Титанли имплантатларни биологик мослигини қандай кўтариш мумкин?



5.33-расм. Наноструктураланган ва оддий титандан тайёрланган имплантатлар : а- *Timplant* (Чехия) фирмаси тайёрлаган стоматологик имплантатлар; *Nanoimplant*[®], $d=2.4\text{mm}$; *Timplant*[®], $d=3.5\text{mm}$; б- умуртқа погонасини коррекция қиладиган имплантлар

Бу муаммони ечишни бир варианты, имплантатларни сиртига махсус ишлов бериш (модификация). Дастлаб, имплантатларни сиртига ғовакли ва адир-будирлик берилади. Кейин уни устига хоссалари бўйича одамни суяк тўқимасини хоссаларига яқин турадиган қоплама билан қопланади.

Бундай қопламани асосини ҳайвон коллагенлари ва гидроксипатитни синтетик наноструктуралари ташкил қиладди.

Бундан ташқари, композицион материалга (препаратга) биологик фаол моддалар- ўстирувчи фактор ва адгезия факторлари киритилишлари мумкин. Улар, суяк тўқимаини нормал фаолиятини ва травмага учраган суякни тезда битиб кетишини таъминлайди.

Имплантатларга қоплама сифатида, углеродли нанотрупкалар ва фуллерен сақлаган материаллар ҳам ишлатиладилар.

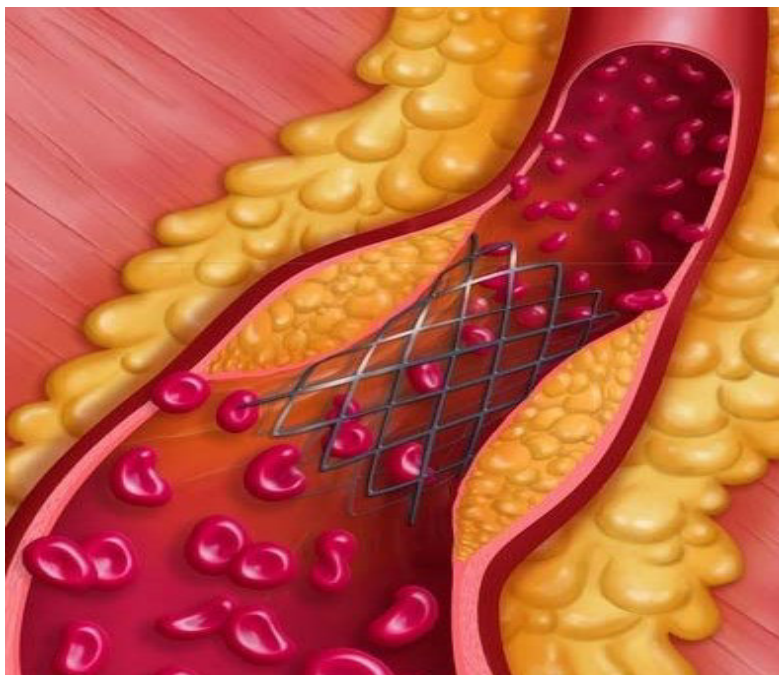
Маълумки, углерод тирик организмларни асосий элементларидан бири, ва сезиларли салбий реакция чақирмаслиги керак.

Ҳайвонларда ўтказилган тажрибаларда, углеродли плёнкаларни яхши биологик мосликка эга эканлигини кўрсатган.

Металлардан фарқли ўлароқ, тирик тўқима ва қон билан ўзаро муносабатга кирган углеродли наноструктуралар, организмни захарловчи фаол ионлар ҳосил қилмайдилар. Хатто, имплантатдан ажралганда ҳам, етарли даражада катта ўлчамга эга бўлган углеродли бўлакчалар, организмда иммун реакция чақирмайди.

Баъзи бир металлардан тиббиёт амалиётида фойдаланишни истиқболли соҳаси, уларни (металларни) олдинги шаклни “эслаб қолишига” асосланади. Бу хусусият, биринчи марта, ўтган асрни 50-йилларида, олтинни кадмий билан қотишмасида сезилган: қотишма, паст ҳароратда деформацияга учраган ва критик ҳароратгача иситилганда, яна эски (олдинги) ҳолатига қайтган.

Бу ҳодиса- шаклни эслаш самараси деб ном олган. XX- асрни охирига келиб, шаклни эслаш самараси, 20 дан кўпроқ қотишмаларда топилган. Шулар орасида, энг кўп тарқалган ва қайта тикланиш тиббиётида кенг ишлатиладиган, никелни титан билан қотишмаси- нитинол ҳисобланади. Нитинолдан фиксаторлар ва бўғинлар учун скобалар, томирларни ичидаги юпқа деворлар, тиббиёт инструментларини ишчи қисмларини тайёрлаш мумкин.



5.34-расм. Томир ичидаги имплантат (стенд)

Бу қотишмаларни фойдали хусусияти, шаклни эслаш самараси билан бирга, юқори даражада эгилувчанлигидир.

Тўқима инженерияси. Бугунги кунда, шикастланган органларни тиклаш, нафақат замонавий тиббиётни балки, биологлар, техника фанлари вакиллари ҳам диққатини ўзига тортган, долзарб муаммога айланган. Мана шу йўналишларни бирлашиши натижасида, бутунлай янги тармоқлараро аро йўналиш – тўқима инженерлиги шаклланди.

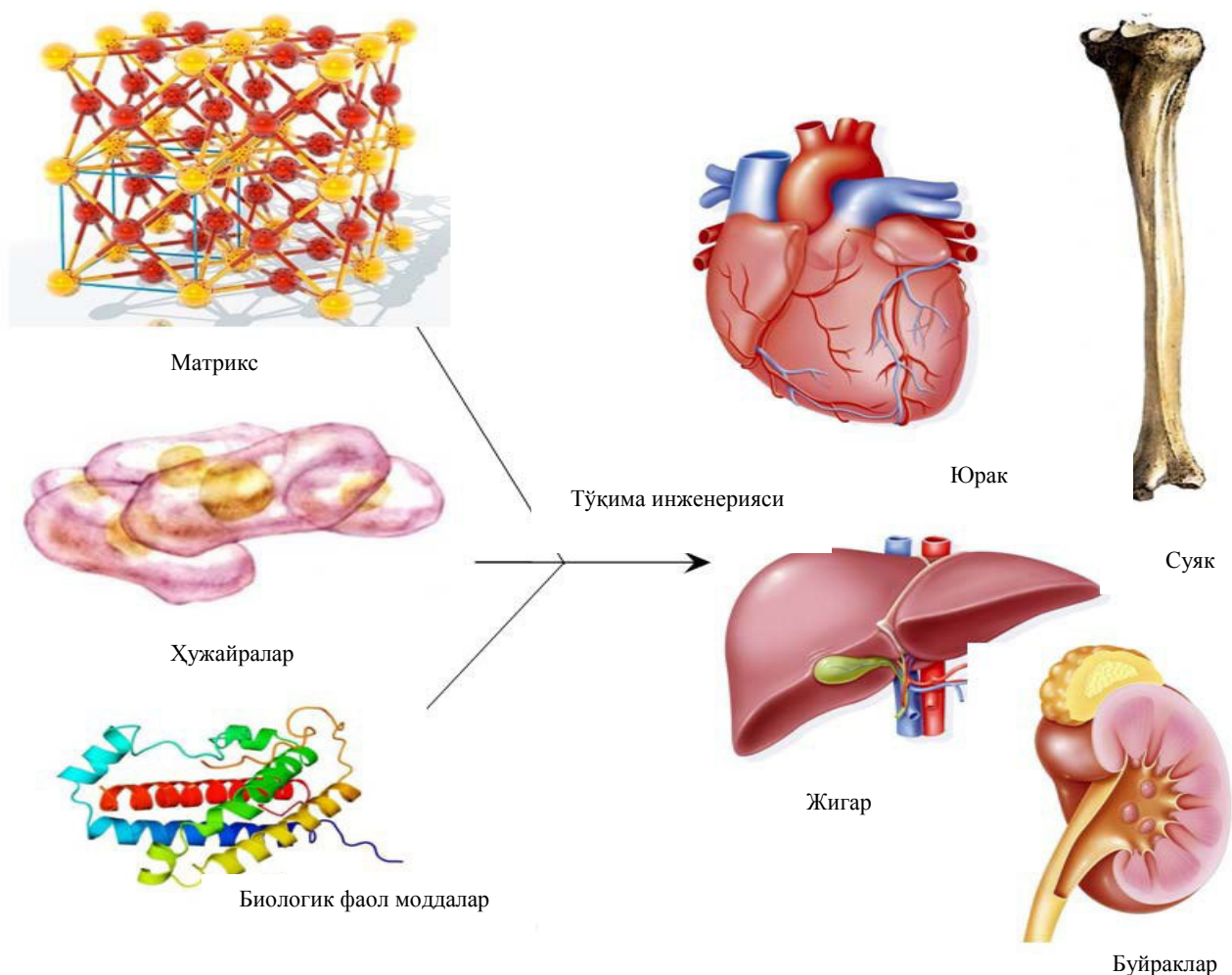
Тўқима инженерлигини вазифаси – биологик тўқималарни компонентларини конструкция қилиш ва уларни тирик организмга имплантация қилишдан иборат.

Тўқима имплантларини тайёрлаш технологияси қуйидагиларни ўз ичига олади:

1. Дастлабки ҳужайра материални тайёрлаш. Бунинг учун пациентни (касалдан) тикланиши лозим бўлган тўқимасидан ҳужайра олинади. Кўпроқ, ихтисослашмаган (ўзак, ствол) ҳужайра олинади, чунки улар сунъий муҳитда бошқалардан кўра яхшироқ кўпаядилар.

2. Пациент ҳужайрасини ўстириш учун биологик мос келаоладиган конструкция (матрикслар) тайёрлаш;

3. Лаборатория шароитида тўқималарни шакллантириш (invitro). Ўзак хужайралар махсус муҳитга солинганда, улар маълум тип хужайрага айланадилар.



5.35-расм. Тўқима инженериясининг принципи

Тўқима инженерлигини муҳим вазифаси, тўқима ҳосил бўлишини осонлаштирувчи учламчи матриксларни конструкция қилишдир. Матрикс, каркас вазифасини бажариши ҳамда ўзак хужайраларини кўпайишига ва уларни янги тўқимани ихтисослашган хужайрасига айланишига ёрдам бериши (мана шу жараёнларни кўчайтириши) керак.

Тўқима, хўжайин организмга имплантация қилингандан кейин ва янги тўқима ҳосил бўлгандан кейин бутунлай эриб кетадиган матриксда ўстирилиши яхшироқ ҳисобланади. Бунда, шикастланган жойда фақат янги тўқима қолади. Шунингдек, матрикс ва янги тўқима қисман шаклланган “Биокомпозит”ни ҳам имплантация қилиш мумкин.

“Идеал” (мукамал) матрикс қандай хоссаларга эга бўлиши керак?

1. Матрикс, хўжайин-организм тўқималарини структурасига ўхшаган ва тўқимани бўшлиқда ўсишини таъминлаши керак.

2. Матрикс, бутун хужайрага озуқа моддалари киришини таъминлаб турадиган йирик ғовакчалар мажмуасига эга бўлиши керак.

3. Матриксларни сирти маълум структурага эга бўлиши керак, чунки матрикслардаги нанометр даражасидаги ғоваклар текстураси (тартиби) ёки уларни сиртини адир-будирлиги, уларга ёпишадиган хужайраларни функционал фаоллигига таъсир кўрсатади.

4. Мукамал матрикс учун зарур бўлган хусусият-бу, биопарчаланиш хусусияти. Матрикс парчалангандан кейин ҳосил бўладиган маҳсулотлар, организмдан тез чиқиб кетиши керак.

5. Оптимал каркаслар, тўқима хужайраларини ўз-ўзидан тикланишини фаоллаштиради (матрикс материалларига, биологик фаол моддалар, хужайраларни ўстириш факторлари, доривор моддалар қўшиш мумкин).

6. Матриксни механик хусусиятлари, хўжайин-организмни тўқималарини хусусиятларига мос келишлари керак.

Матрикслар биологик тўқималардан тайёрланади. Бунинг учун, улардан хужайраларни чиқариб ташлаш ва хужайралараро моддаларни учламчи структурасини сақлаб қолиш ўта муҳимдир. Шунингдек, матриксларни ноорганик ва органик материаллардан, масалан, сопол, гидроксилапатит, полимерлар, коллаген, желатин, маржон ва бошқа бирикмалар асосида ҳам тайёрлаш мумкин.

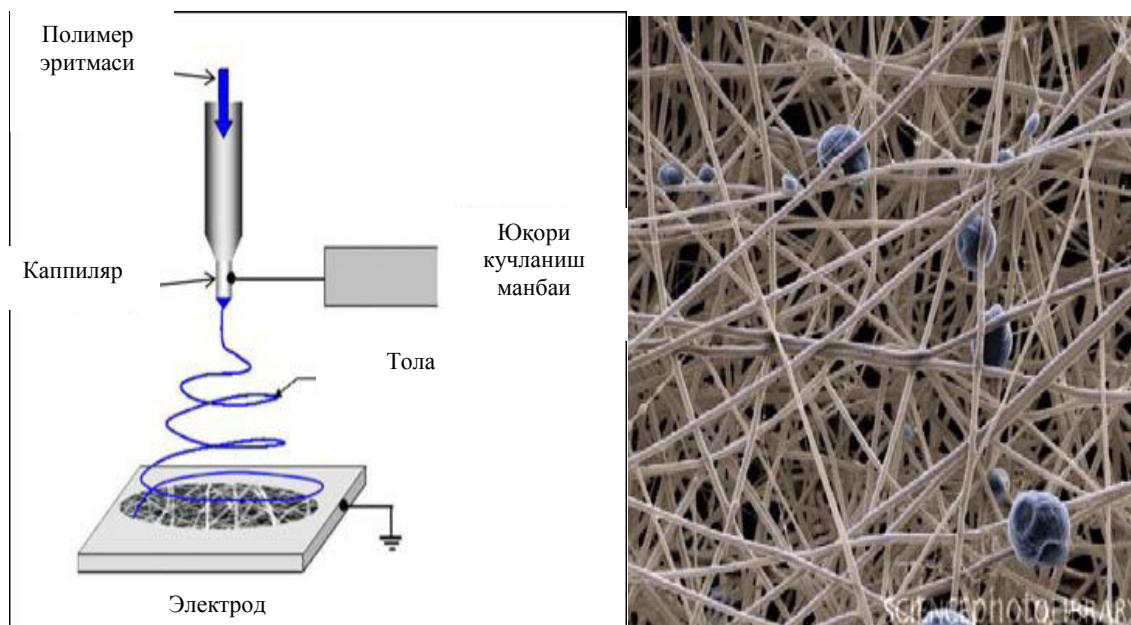
Парчаланмайдиган матрикслардан фойдаланилганда, организмда бегона материални узоқ вақт давомида қолиб кетиши билан алоқадор бўлган муаммолар пайдо бўлади. Матрикслар тайёрлашда биологик парчаланувчи полимерларга устуворлик берилиши ҳам мана шу билан боғлиқ. Ҳозирги вақтда бу мақсадда сут ва гликол кислотаси асосидаги полимерлардан кенг фойдаланиб келинмоқда. Айнан шулар асосида тери, суяк, тоғай, пай, мушак толалари ва бошқалар тайёрлаш йўлга қўйилган.

Матрикс тайёрлашни истиқболли методларидан бири, электростатик шакллантириш ёки электроспиннинг деб аталган методдир.

Полимер эритмаси билан тўлдирилган капилляр электр майдонига қўйилади. Капиллярдаги полимер эритма зарядланиб, уни (капиллярни) текис учи бўртиб чиқади. Кучланиш майдонини кўрсаткичларини, суюқликни ёпишқоқлигини ва суюқликни узатиш тезлигини ўзгартириб, кесими карилляр диаметридан кичик бўлган толани шакллантириш мумкин. Мана шу йўл билан диаметри бир неча нанометрга тенг бўлган тола тайёрлаш мумкин.

Электроспиннинг методи асосида хужайраларни ўсиши, кўпайиши ва дифференцияси учун тайёрланган хужайра матрикслари, юқори ғовакли ва солиштирма сирти, толаларни диаметрларини кичиклиги каби устуворликга эга. Мана шу хусусиятлар туфайли матриксларни хужайра рецепторлари билан боғланиш хусусиятлари кўпайган. Бу эса, матриксни хужайралар билан тўлдириш ва зарарланган жойда уларни концентрациясини кўтариш имконини беради.

Нанотолалардан тайёрланган хужайра матрикслари, тоғай, суяк ва асаб толалари тўқималарин, тери, қон томирларни деворларини регенерация (қайта тикланиш) қилишда ишлатилмоқда.



5.36-расм. *Электроспиннинг методи асосида тола тайёрлаш қурilmасини схемаси* *Электроспиннинг методи билан олинган нанотолалар*

Бундай толаларни яратишда, уларни биологик мослигини таъминлаш мақсадида, кўпроқ табиий полимерлар: коллаген, ипак оксиди, целлюлоза ҳамда уларни аралашмаларидан фойдаланилади.

Толаларни механик хусусиятларини яхшилаш мақсадида, матрикс бир вақтни ўзида биологик ва синтетик полимерлардан тайёрланади. Хужайра матрикслариغا, шунингдек, ноорганик компонентлар ҳам қўшиш тавсия қилинади. Масалан, суяк тўқимасини кўчириб ўтказиш учун кальцийни фосфатли ва карбонатли тузларидан фойдаланилади.

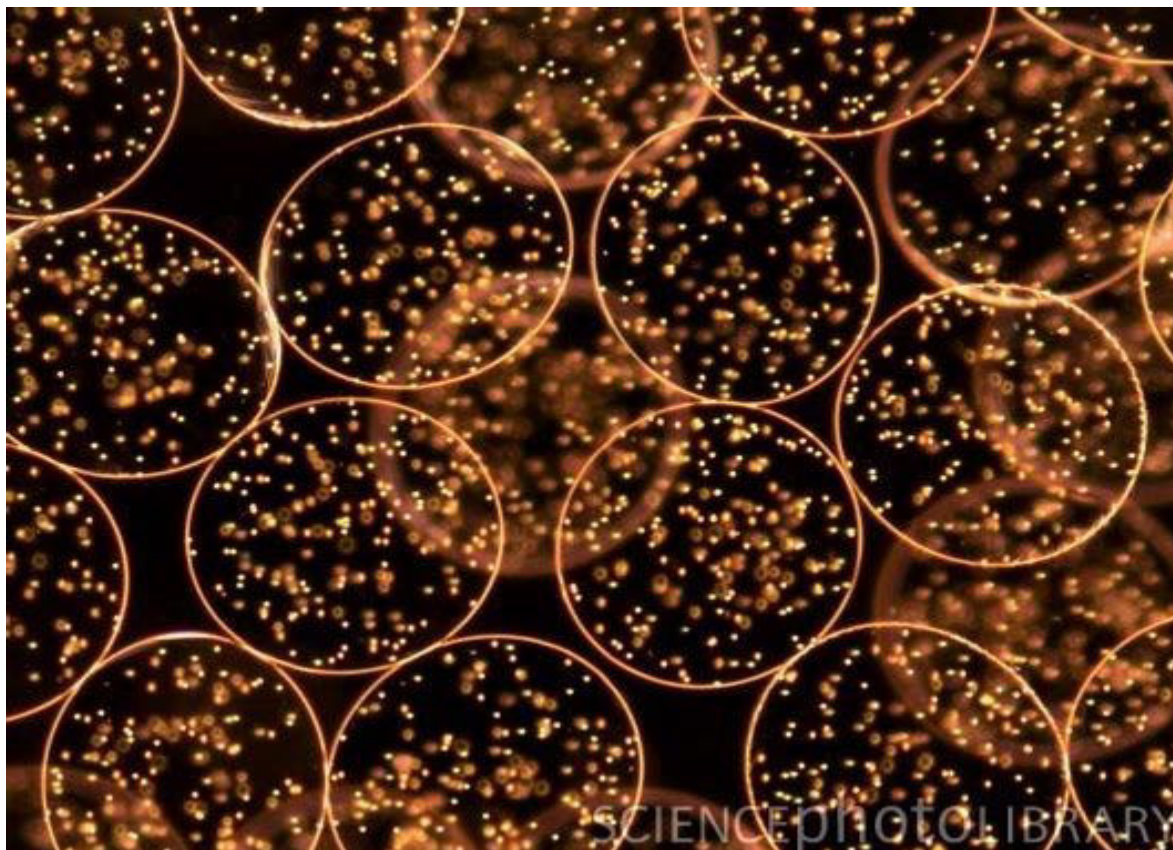
Электроспиннинг методи ичида тирик хужайралар сақлайдиган нанотолалар ва нанокapsулалар тайёрлаш имконини ҳам беради.

Бунинг учун “нина ичида нина” системасидан фойдаланилади. Ички нинадан муҳитда сузиб юрган тирик хужайралар, ташқи нинадан эса, қуюқ, ток ўтказмайдиган полимер келиб тушадилар.

Электр майдонига уланганда, бир томчи полимерни юпка ип қилиб чўзиб олиш имкони пайдо бўлади. Бунда, толани ичида жойлашган ва электр майдони таъсирига тушган хужайралар бир неча кун мобайнида ўзларини хусусиятларини йўқотмайдилар.

Ҳар хил толалардан фойдаланиш, мустаҳкамлиги ва узок ишлатиш имконияти ҳар хил бўлган толалар яратиш имконини беради. Келажакда бундай толалардан жарроҳлик амалиётида, тикувчи иплар сифатида фойдаланиш мумкинлиги ҳақида башоратлар қилинган. Афсуски, электроспиннинг методи камчиликларга ҳам эга; хужайралар, электр токи таъсирида, шикастланишлари мумкин.

Бу камчиликни, яъни электроспиннинг методи ишлатилганда, хужайраларни нобуд бўлишини олдини қандай қилиб олиш мумкин?



5.37-расм. Полимерларга инкапсуляция қилинган тирик хужайраларни микрофотографияси.

Бу муаммони ечиш учун, нанотола олишни янги усули ишлаб чиқилган. Бу босим ёрдамида нанотола олиш усулидир. Бу технологиядан органларни регенерацияси ва дориларни нуқтага етказиш учун сунъий каркаслар яратишда фойдаланиш мумкин.

Тирик хужайра титувчи тола яратиш мақсадида, тадқиқотчилар 3 та концентрик нина билан жиҳозланган мосламадан фойдаланганлар. Ниналарни биринчиси, (ички нина) хужайрани чиқаради, иккинчиси, уларни (хужайраларни) ўраб олаётган полимер олиб келади ва ниҳоят учинчиси, керакли босим билан таъминланади.

Хужайраларни секинлик билан чиқариб, уларни юқорироқ тезликда чиқиб келаётган полимет билан ўраб олиш ва атмосфера босимига нисбатан 2 марта баланд бўлган босим бериш орқали, узун ва нафис нанотола олиш мумкин эканлиги намойиш қилинган. Олинадиган нанотолани йўғонлиги босим орқали бошқариб турилади. Шунини ҳам таъкидлаш лозимки, бу методда ишлатилган босим кучи, хужайрани ҳаётини фаолиятига зарар етказмаган.

Ушбу бобда келтирилаётган материаллар асосида, нанобиология ва нанобиотехнология эришган ютуқлар, тиббиёт амалиёти учун жуда ҳам керакли эканлигига гувоҳ бўламиз. Нанобиотехнологларни тиббиёт

ходимлари билан ҳамкорликда олиб борадиган илмий ва амалий тадқиқотлари, яқин келажакда ўз мевасини бериб, ушбу китобни кириш қисмида келтирилган онкологик ва юқумли – иммун катастрофани олдини олиш имконини беради деган яхши ниятлар билан фикрларимизни ниҳоясига етказамиз.⁴

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Давранов Қ.Д. Биотехнология: илмий, амалий, услубий асослари. Т. 2008. -504 бет.
2. Мусаев Д.А., Турабеков Ш., ва б. Генетика ва селекция асослари. Т. 2011. 485 б
3. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. Изд. Либроком, 2014 304 с
4. Лбюин Б. гены. Пер с англ –М. Бином, 2012 400 с
5. Загоскина Н.В. Биотехнология: теория практика М. 2009. 402 с

⁴P. Boisseau., P. Houdy., M. Lahmani. Nanoscience: Nanobiotechnology and Nanobiology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg - 2010. 1121-1141p.

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАРМАТЕРИАЛЛАРИ

1-амалий машғулот.

Биотехнология фанининг ривожланиши ва унинг янги босқичлари, замонавий биотехнологиянинг саноат ва қишлоқ хужалиги ишлаб чиқариш корхоналарида чиқиндиларни қайта ишлашдаги ахамияти. Ген, хужайра мухандислиги

Ишдан мақсад: Биотехнология фанининг ривожланиш тарийhini ўрганиш. Замонавий биотехнологиянинг саноат ва қишлоқ хужалиги ишлаб чиқариш коархоналарида чиқиндиларни қайта ишлашдаги ахамияти ўрганиш кўникмаларига эга бўлиш.

Масаланинг қўйилиши: Тингловчи амалий машғулотда келтирилган вазифаларни бажариши, таҳлил қилиши ва натижа олиши лозим.

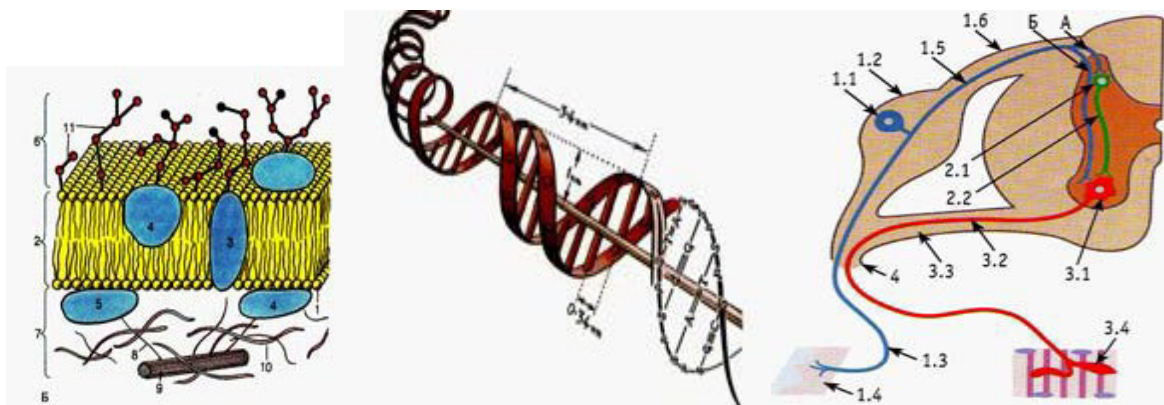
Ишни бажариш учун намуна:

1-вазифа. Биотехнология фанининг ривожланиш босқичлари ва кашфиётлари

2-вазифа. “Тирик системаларни тузилиш босқичлари” жадвалини тўлдилинг.

Тузилиш босқичлари	Босқичнинг структура функционал бирлиги	Шу босқичда ҳаётнинг асосий атрибутлари (кўриниши)

3-вазифа. Тасвири келтирилган биологик структура (а - расм) тирик системани тузилишини қайси даражасига (босқичига) тўғри келади? Расмни дафтарингизга чизинг ва уни тагига ўзингиз билганэлементларни 1-10 рақамлари билан белгилаб келтиринг.



4–вазифа. Структура функционал бирлиги б-расмда келтирилган, тирик системанинг тузилиш босқичини тавсифлаб беринг. Уни қандай кимёвий бирикмалар ҳосил қилади?

5–вазифа. В- расмда келтирилган тасвир тирик системалар тузилишини қайси босқичига тўғри келади?

6–вазифа. Тирик системаларни тузилишини ҳужайра ва организм босқичларини таққосланг? Бу босқичлар учун ҳаётни қайси кўриниши характерли? Бу босқичларга тирик системани структура – функционал босқичи иерархиясининг асосий жойларини киритиш мумкинми? Ҳужайра ва организм даражаларини ўхшашлик ва фарқли томонларини тушинтиринг?

7–вазифа. Ҳаётни молекуляр ва субҳужайрали даражаларини ўхшашлик ва фарқли томонларини кўрсатинг? Молекуляр даражани асосий молекулалари нималар? Улар субҳужайрали структуралар таркибига қира оладими? Субҳужайра босқичи нима, у нима учун “надмолекуляр” деб ҳам аталади? Қандай моддаларни молекулалари ҳужайрани надмолекуляр структуралари (надкомплекслар) ҳосил қилади? Улардан қайсиларини биологик мембраналар таркибида кўриш мумкин? Қандай моддалар атом-молекуляр комплекслар таркибига киришлари мумкин?

8–вазифа. Кўриш ёруғлик диапазони 200-350 нм га тенг бўлганда ёруғлик микроскопининг максимал сезгирлик даражаси нимага тенг? Ультрабинафша нурларидан фойдаланганда ёруғлик микроскопини назарий кўриш имкониятларини ҳисоблаб чиқинг?

9–вазифа. Ёруғлик микроскопи кўзни кўриш имкониятини тахминан 1000 марта оширади. Бу микроскопни “фойдали” кўпайтириши ҳисобланади ва ундан баландроқ кўпайтириш зарурияти бўлганда, тасвирни контурлари кўтарилади, аммо бу кўпайтириш тасвир ичида жойлашган майдароқ деталларни кўриш имконини бермайди. Ёруғликни кўринадиган областидан фойдаланилганда, ёруғлик микроскопида катталиги 0,2 мкм дан кичик бўлган бўлакчаларни ҳам кўриш имкони бор. Мана шунга қандай эришиш мумкин? Бунда қандай самара (эфект) ишлатилади? Ёруғлик микроскопини бундай типни қандай аталади?

Назорат саволлари:

1. Нима учун тирик системани молекуляр босқичи (даражаси) наноструктуралар билан манипуляция қилишда асосий ҳисобланади?

2. Субҳужайра ва ҳужайра босқичлари қандай қилиб, наномеханизмлар яратиш ва улардан фойдаланишда модель бўлиб хизмат қилади?

3. Тирик системани тўқима, орган ва организм даражаларини (босқичларини) тавсифлаб беринг?

4. Тур ҳосил бўлиш жараёни қайси босқичда амалга ошади?

5. Тирик системани популяцион, тур ва биоценодик даражаларини (босқичини) тушинтириб беринг?

6. Хужайрани ўрганишни уни ички тузилиши ва сиртини тадқиқ қилишни қандай методлари бор?

7. Ёруғлик ва электрон микроскопларни кўриш имкониятлари қандай?

8. Ёруғлик микроскопини замонавий маркаларини тушинтириб беринг?

9. Тирик хужайрани ўрганиш учун қандай метод ишлатилади?

10. Квант нуқталарини органик флуорохромларга нисбатан устуворлиги нимада?

Тавсия этиладиган адабиётлар:

1. Давранов Қ.Д. Биотехнология: илмий, амалий, услубий асослари. Т. 2008. -504 бет.

2. Мусаев Д.А., Турабеков Ш., ва б. Генетика ва селекция асослари. Т. 2011. 485 б

3. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. Изд. Либроком, 2014 304 с

4. Лбюин Б. гены. Пер с англ –М. Бином, 2012 400 с

5. Загоскина Н.В. Биотехнология: теория практика М. 2009. 402 с

2-амалий машғулот:

Иммунобиотехнологик жараенлар. Микроорганизмлар биотехнологияси. Ферментлар ва уларни биотехнологияда қўллаш

Ишдан мақсад: Иммунобиотехнологик жараенлар. Микроорганизмлар биотехнологияси. Ферментлар ва уларни биотехнологияда қўллаш бўйича асосий кўникмаларни такрорлаш ва кўникмаларига эга бўлиш.

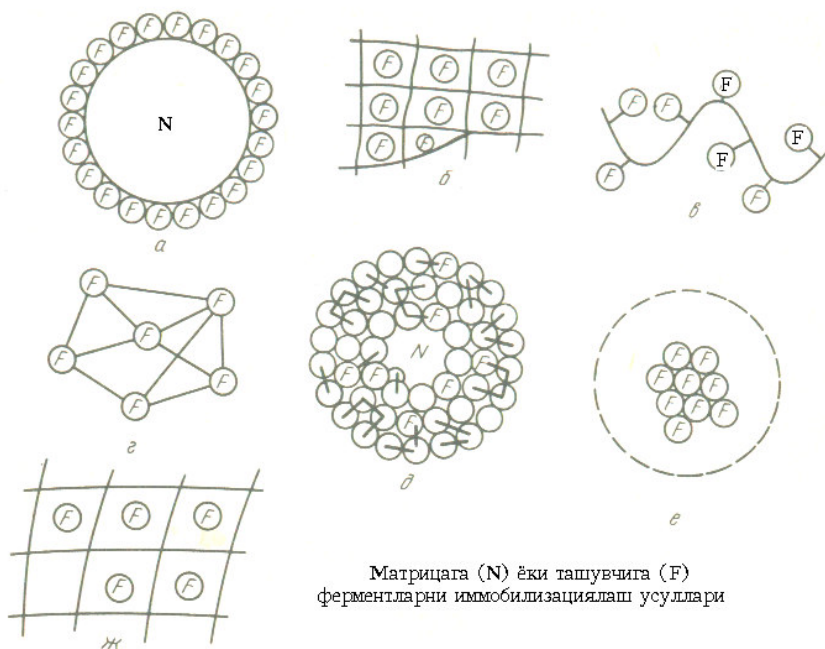
Масаланинг қўйилиши: Тингловчи амалий машғулотда келтирилган вазибаларни бажариши, таҳлил қилиши ва натижа олиши лозим.

Ишни бажариш учун намуна:

1-вазифа. Келтирилган схемани дафтарингизга чизиб чиқинг:

1) Қуйидаги расм тагига схемада акс эттирилган жараённи номини ёзиб чиқинг;

2) Расм схемадаги Сизга таниш бўлган структураларни белгилаб чиқинг (кимёвий бирикмалар).



Иммобилизация усуллари

2-вазифа. Ферментларни иммобилизация қилишнинг кимёвий усуллари қандай?

Тавсия этиладиган адабиётлар:

1. Давранов Қ.Д. Биотехнология: илмий, амалий, услубий асослари. Т. 2008. -504 бет.
2. Мусаев Д.А., Турабеков Ш., ва б. Генетика ва селекция асослари. Т. 2011. 485 б
3. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. Изд. Либроком, 2014 304 с
4. Лбюин Б. гены. Пер с англ –М. Бином, 2012 400 с
5. Загоскина Н.В. Биотехнология: теория практика М. 2009. 402 с

3-амалий машғулот:.

Нанобиотехнология соҳасидаги ютуқлар. Уларнинг тиббиёт, қишлоқ хужалиги ва турли анализларда ишлатилиши.

Ишдан мақсад: Наноматериалларнинг инсон организмига салбий ва ижобий таъсири ҳақида асосий кўникмаларни такрорлаш. Нанотехнологияларни хавфсизлик масалаларини атрофлича муҳокама этиш.

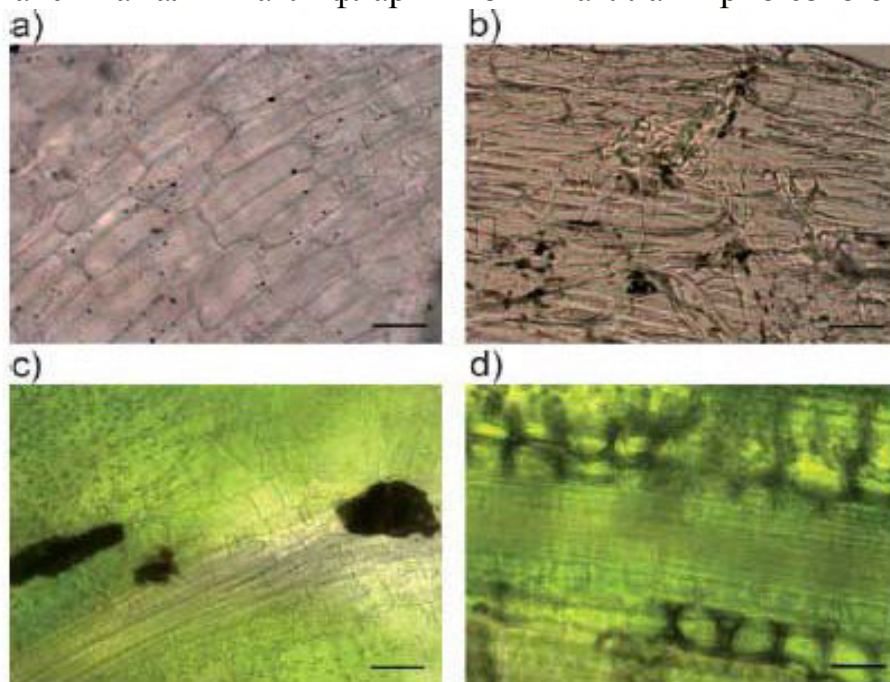
Масаланинг қўйилиши: Тингловчи амалий машғулотда келтирилган вазибаларни бажариши, таҳлил қилиши ва натижа олиши лозим.

1–вазифа. 1–бўлимда нанобўлакчалар тирик организмлар учун хавфсизлигини белгиловчи 9 та хусусияти келтирилган. Уларни хавфлилик даражасига қараб, бирин-кетин ёзиб чиқинг. Мана шу қилган ишингизни натижаларидан фойдаланиб, сизнингча нанобўлакчаларни тирик организм учун хавфли бўлган хусусиятларини ёзиб чиқинг.

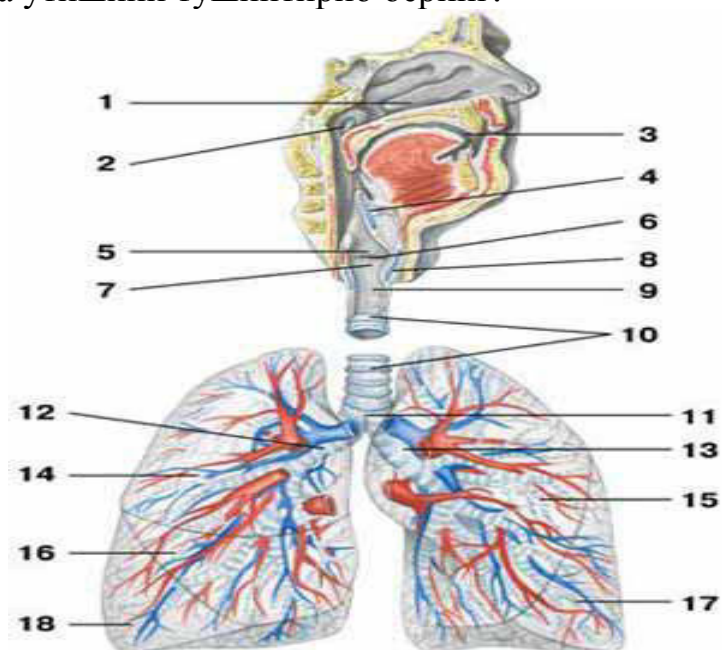
2–вазифа. АҚШ нинг Клемсон университети олимларининг тажрибаларида, шоли уруғи C_{70} ни нанобўлакчалари ўсимликни барча органларида: илдиз, барг, пояда топилган. Бунда, энг майда углерод нанобўлакчалари (расмда қора рангда кўрсатилган) илдиз тукларида топилган (а), йирикроклари илдиз ичидаги тўқималар (b) ҳамда ўтказувчи тўқималарда (с) ва барглари асосий тўқималаридан (d) жой олишган.

Биринчи авлод ўсимликларидан шоли уруғи йиғиб олинган. Бу уруғларга нанобўлакчалар билан ишлов берилмаган. Шунга қарамасдан, ундан ўсиб чиққан ўсимликни баргларида углерод нанобўлакчаларини тўпланганлиги кузатилган. Аммо, улар (углерод нанобўлакчалари) биринчи авлод ўсимликларига нисбатан, иккинчи авлод ўсимликларда камроқ учраган. Америкалик олимлар ўтказган тажриба натижаларини тушинтириб беринг. Нанобўлакчаларни иккинчи авлод ўсимликларга ўтиш механизмини тушинтириб беринг. Нима учун углерод нанобўлакчалари иккинчи авлод ўсимликларда, биринчи авлод ўсимликларга нисбатан камроқ учрашини тушинтиринг. Мана шу тажриба натижалари асосида, қандай хулосага келиш

мумкин? Мана шу натижалар асосида, ўсимликшунос мутахассислар учун ўзингизни шахсий амалий тақлифларингизни шакллантириб ёзиб беринг.

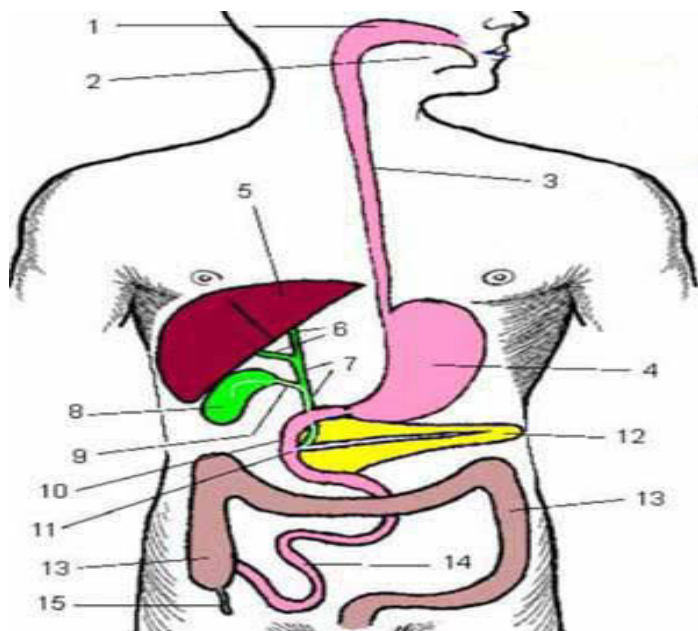


3–вазифа. Келтирилган расмда, нафас олиш системасининг органлари схематик кўрсатилган ва рақамлар билан белгиланган. Ҳаводан нафас олганда нанобўлакчалар организмга келиб тушадиган органларни номерларини белгиланг. Бу органларни номларини ёзиб чиқинг. 14 ва 18 рақамлар билан кичик қон айланиш сстемасидаги вена қон томирлари кўрсатилган бўлиб, уларга нанобўлакчалар ўпка альвеолалари (17) орқали ўтади. Мана шу қон томирларидан нанобўлакчалар қандай қилиб, бош мия қон томирларига ўтишини тушинтириб беринг.



4–вазифа. Келтирилган расмда, овқат ҳазм бўлиш органлари акс эттирилган. Уларни ҳар бири тегишли рақамлар билан белгиланган. Овқат

билан бирга нанобўлакчалар кириб келаётган органларни рақамларини кўрсатинг. Бу органларни номларини тўлиқ ёзиб чиқинг. Нима учун Сиз овқат ҳазм қилиш системасининг бошқа органларини кўрсатмаганингизни тушинтиринг. Қандай ҳолатларда (шароитларда) нанобўлакчалар Сиз кўрсатмаган органларда бўлиб қолишини тушинтиринг.



5–вазифа. Расмда инсонни тери қавати схема шаклда келтирилган. Шулардан қайси бирлари, терини шаклланишида қатнашишни белгилаб чиқинг. Стрелкалар билан нанобўлакчаларни тери орқали катта қон айланиш системасига тушишини кўрсатинг. Терини қайси қавати сиртда турган нанобўлакчаларни вена қон томири деворларидан ажратиб туради?



6–вазифа. Организмга тушган ванадий оксиди нанобўлакчаларини хавфсизлиги, уларни кучли каталитик хоссалари билан боғлиқ. Нанобўлакчалар ОН – радикаллар ҳосил бўлишини чақиради ва улар ўз навбатида (ОН - радикаллар) липидларни, шу жумладан биологик мембраналарни ва ҳужайра плазмалеммаларини липидларини окидлайди.

Организмга ванадий оксидининг нанобўлакчалари келиб тушганида, фаолияти бузиладиган хужайра органоидларини номларини келтиринг.

Ванадий оксиди нанобўлакчалари хужайрага кирганда, хужайра мембранасининг (плазмалеммани) қандай функциялари бузилади? Ванадий оксиди нанобўлакчаларини хавфлилигига уларни атрофида, хужайрага киришгача шаклланган оқсилли “тож” қандай таъсир кўрсатади?

7–вазифа. Олимларни фикрларига кўра, углеродли нанотрубкалар ичак таёқчасига ҳалокатли таъсир кўрсатади. Бактерияни углеродли нанотрубка билан 7 -8 кун ўстирилганда, бактерия хужайраси ичидаги суюқлик бутунлай оқиб чиққан. Бактерияга нима таъсир қилади? Углеродми ёки нанотрубками? Мана шу саволларга тўлиқ ва тўғри жавоб бериш учун қандай янги моддалар (материаллар) талаб қилинади? Сиз бу саволларга қандай тажрибалар асосида жавоб берган бўлар эдингиз?

8–вазифа. Наноиндустрия ва нанотехнологияни инсон саломатлигига хавфсизлигини таъминлаш учун қатор тадбирлар таклиф қилинган. Шу вазифаларни қуйида келтирилган тадбирлар кесимида қандай тартибда бажарилишини тушинтириб беринг.

- вазифани кечиктирмасдан тез бажариш;
- ҳар бир вазифани инсон саломатлиги учун муҳимлилик даражасига қараб бажариш;

9–вазифа. Қуйида келтирилган мавзуларни бирортасидан реферат тайёрланг.

1) Европа мамлакатлари, АҚШ ва Япониянинг наноматериаллар ва нанотехнология хавфсизлиги соҳасида олиб борган миллий ташаббуслар.

2) Наноматериаллар ва нанотехнологияларни хавфсизлиги бўйича Халқаро ташаббуслар ва лойиҳалар.

3) Халқаро анжуманларни таъминлаш бўйича қабул қилинган қарорлари.

10–вазифа. Наноматериаллар ва нанотехнологиялар хавфсизлигини таъминлаш бўйича қабул қилинган ҳужжатлар ҳақида инфор­мацион база яратинг.

4-амалий машғулот:

Нано­биотехнологияни тиббиётда ишлатилиш им­кони­ятларини ўрганиш.

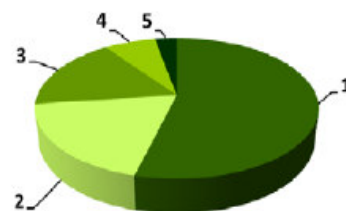
Ишдан мақсад: Тиббиётда нанозарра­чаларнинг қўлланилиши ва истиқболлари бўйича кўник­маларни так­ро­рлаш. Нанотиб­биётда доривор мод­даларни “манзил” ли ет­казилишида нанозарра­чаларнинг ро­лини му­ҳо­кама этиш.

Масаланинг қўйилиши: Тингловчи амалий машғулотда келтирилган вазифаларни бажариши, таҳлил қилиши ва натижа олиши лозим.

1–вазифа. Нанотиббиёт тезкорлик билан ривожланиб бормоқда. Бу ҳақда, нанотехнологик препаратларни ишлаб чиқарувчи ва яратувчи компанияларни улуши ошиб бораётганлиги, тиббиётда ишлатишга руҳсат этилган ҳамда яратилишни ҳар хил босқичида турган препаратларни номлари кундан-кунга ортиб бораётганлигидан далолат беради.

Диаграммада нанотиббиёт соҳасида ишлаётган компанияларни йўналишлари бўйича бўлиниши кўрсатилган:

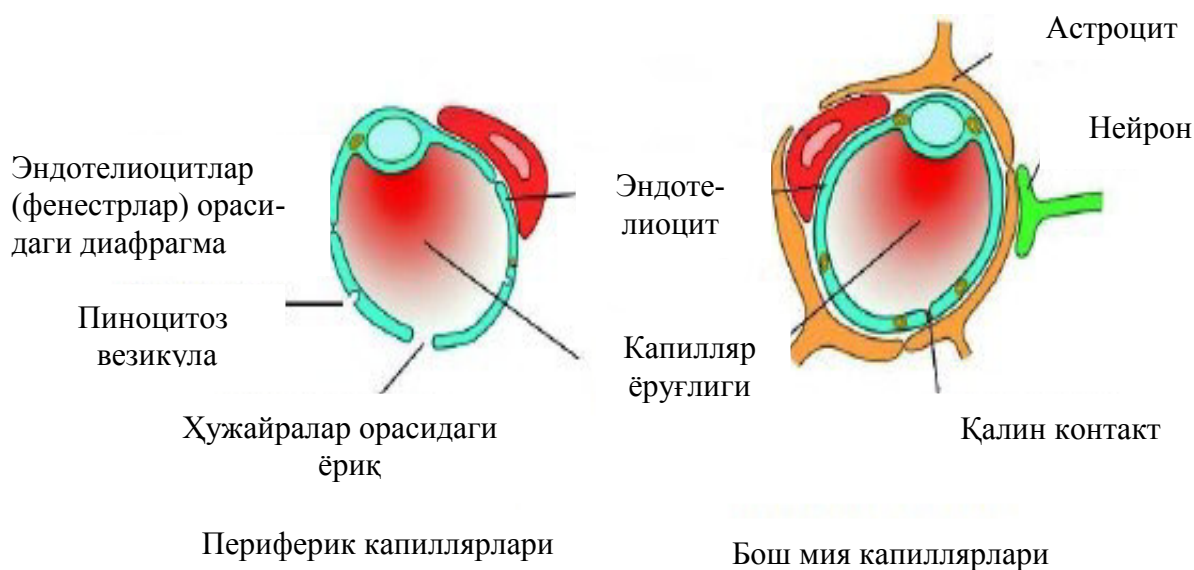
- 1 – етказиб бериш системаси – 54%;
- 2 – имплантатлар – 19%;
- 3 – in vitro диагностика учун воситалар – 17%;
- 4 – in vivo диагностика учун воситалар – 7%;
- 5 – даволаш методлари ва маҳсулотлари – 3%.



Адабиёт ва интернет маълумотларидан фойдаланиб, кўрсатилган йўналишларнинг замонавий бўлинишини баҳоланг. Бу муносабат қандай ўзгарган? Нанотиббиётнинг қайси янги йўналишларини (шу жумладан борлари ҳам) алоҳида ажратиш мумкин?

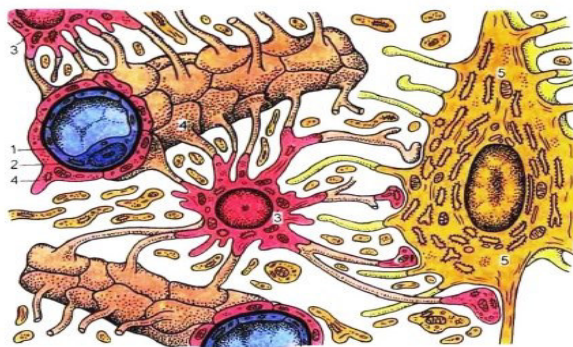
2–вазифа. Одам анатомияси курсида ўтилган умумий қон айланиш схемасини эсланг. Қайси томирлар артериялар, веналар ва капиллярлар деб аталади? Катта қон айланиш системасини капиллярларида нималар амалга ошади? Нима учун капиллярлар артерия ва веналарга нисбатан юқароқ деворга эга?

Капиллярларни кўндаланг кесимига қаранг. Периферик капилляр билан бош мия капиллярлари орасидаги фарқ нимада? Бу капиллярларни қайси биридан макромолекулалар осон ўтади? Организмни қандай хоссаси бош мияни капиллярларини бундай тузилишини таъминлайди? Нима учун марказий асаб системаси касалликларини даволаш қийин? Капиллярлар деворларидан ташқари қандай биологик тўсиқларни биласиз? Уларни қайси принциплари асосида ва қандай классификация қилиш мумкин?



3–вазифа. 1929 йил тўсиқли функцияларни асосчиси Л.С.Штерн қон билан тўқима суюқлиги орасида химоя – бошқарув мослашуви борлигини асослаб берган. Улар орасида қон ва марказий асаб системаси – гематоэнцефалик орасидаги тўсиқ алоҳида ўрин эгаллайди.

Гематоэнцефалик тўсиқ схемасини қараб чиқинг? Уни юқори танловини қайси структуралар таъминлайди? Марказий асаб системасининг капиллярлари тузилишининг ўзига хослигини санаб чиқинг. Қайси хужайралар асаб тўқималари таркибига киради? Нейроглияни функцияси нима?



Гематоэнцефалик тўсиқнинг тузилиш схемаси (Афанасьев бўйича).

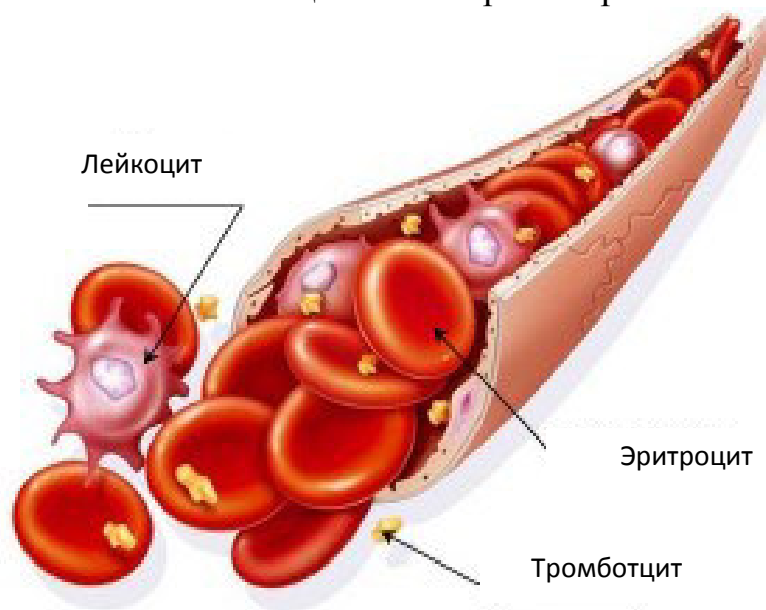
1–капилляр эндотелияси; 2–базаль мембрана; 3–нейроглия хужайралари; 4–нейроглия хужайраларини пластинкали учи; 5–асаб хужайраси.

5–вазифа. XX асрнинг бошида германиялик микробиолог олим Пауль Эрлих дори худди “сеҳрли ўққа” ўхшаб, фақат касалланган жойга етиб бориши ва уни йўқотиши керак деб ёзган. Бундай ўқ бошқа органларни четлаб ўтиб, уларга зарар етказмасдан дориларни тўғри касал органга етказиб берган ва уларни керак бўлмаган, баъзида эса захарли таъсирлардан сақлаган бўлар эди.

1910 йил Пауль Эрлих кимёгар А.Бертгейм билан ҳамкорликда спирохет (қайталама тиф касалини чақирувчи бактерия) ва трипаносга (бир хужайрали уйқу касалини кўзғатувчи) танлаб таъсир кўрсатувчи препарат яратганлар. Аммо, рак хужайралари ривожланганда нима қилиш керак? Ракда бактериялар эмас, балки организмни хужайраларини ўзлари иштирок этади. Хавфли шишга дорини танлаб етказилишин қандай ташкил қилиш мумкин? Доривор моддаларни йўналтирилган транспортини асосий усулларини ёритинг. Уларни самарадорлигини таққосланг. Бу усуллардан қайси бири энг яхши танлов ва етказишни аниқлигини таъминлайди? Жавобингизни тушунтиринг. Бошқарилган транспортда “манзил” сифатида қандай молекулалар ишлатилишлари мумкин? Энг камида 3 та мисол келтиринг.

6–вазифа. Доривор препаратларни ташувчиси сифатида хилма-хил бўлакчалар ишлатилиши мумкин. Улар қандай умумий хоссага эга бўлшлари керак? Бу бўлакчаларни қандай классификация қилиш мумкин? Ташувчига

доривор моддалар қандай боғланиши мумкинлигини тушунтириб беринг. Аниқ методни танлаш нимага боғлиқ? Мисоллар келтиринг.



Дориларни йўналтирилган транспортида ишлатиладиган бўлакчаларни минимал ва максимал ўлчами қандай бўлиши керак? Венага юбориладиган бўлакчаларни максимал ўлчами қандай? Бундай чегаралаш нима билан боғлиқ?

Сиз кўрсатган доривор моддалар ташувчисининг ўлчамини қон хужайраларини ўлчами ва капиллярларни диаметри билан таққосланг. Ўлчами максимал чегарадан каттароқ бўлган бўлакчалар қонга киритилганда нима бўлишини кўз олдингизга келтиринг.

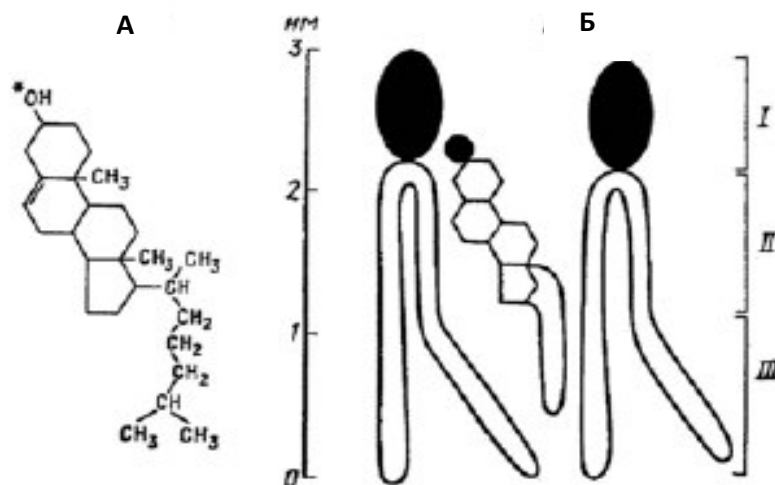
7–вазифа. Доривор моддаларни ташувчи бўлакчалардан энг кенг ишлатиладиган липосомалар. Нима учун липосома олишда кўпроқ фосфолипидлар ишлатилади? Фосфолипид молекулаларини тузилишини кўрсатиб беринг. Сувли эритмаларда икки қаватли (бислой) липосома ва бир қаватли мицеллалар шаклланишини қандай факторлар белгилайди? Нополяри эритувчиларда липосома олиш мумкинми? Агар мумкин бўлса, улар сувли муҳитда олинган липосомалардан нима билан фарқ қилади? Бундай липосомалар нима мақсадда ишлатилади?

Худди табиий биологик мембраналарга ўхшаб, липосомалар таркибига холестерин киради. Бу липид бислойга қандай хусусият бахш этади? Жавобингизни асослаб беринг.

Липосомаларни хужайра мембранаси билан қўшилишини яхшилаш учун липосома таркибини қандай қилиб ўзгартириш керак? Липосомаларни биологик муҳитда парчаланишидан ҳамда хужайранинг иммун тизими “зарба”сидан ҳимоя қилиш мумкинми?

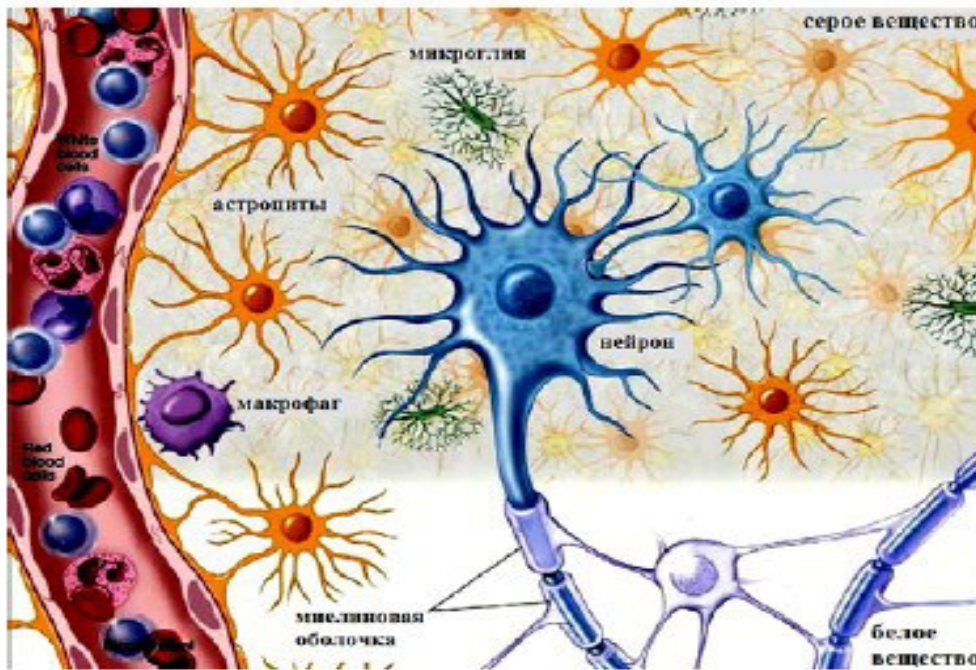
Юқорида келтирилган саволлар асосида “мукамал” липосомани таклиф қилинг? Уни схемасини келтиринг.

Липосомалар ҳайвон ҳужайраларига токсик таъсир кўрсатишлари мумкинми? Жавобингизни асослаб беринг. Доривор моддаларни йўналтирилган транспортда липосомаларнингқандай камчиликлари бор?



А – холестеринни структура формуласи; Б – Бислойда фосфолипидларни ва холестеринни ўзаро жойлашиши.

8–вазифа. Қари одамларда кенг тарқалган касалликлардан бири – **паркинсонизм**. Бу касалликда одам ҳаракати секинлашган, мушаклар таранглашган бўлади, бош мияни бўлимларидан бирида медиатор дофаминни миқдори пасаяди. Шундан келиб чиққан ҳолда, организмга ташқаридан дофамин киритиб, касални даволаш мумкин деб тахмин қилса бўлади. Аммо, дофамин эритмаси ҳеч қандай натижа бермайди. Нима учун дофамин бош миянинг нейронларига етиб бораолмаслигини тушунтириб беринг. Мақсадли жойга етиб бориши учун доривор моддалар қандай “тўсик”лардан ўтиб бориши керак? Моддани вена орқали ҳамда ошқозон-ичак тракти орқали кириш вариантларини кўриб чиқинг. Нима учун кўп касалликларни даволашда бошқа органларга тез-тез қўшимча самара кўрсатилганлиги кузатилади? Биологик тўсиклардан қайси бири “ишончли”? Қуйидаги расмни диққат билан кузатинг.

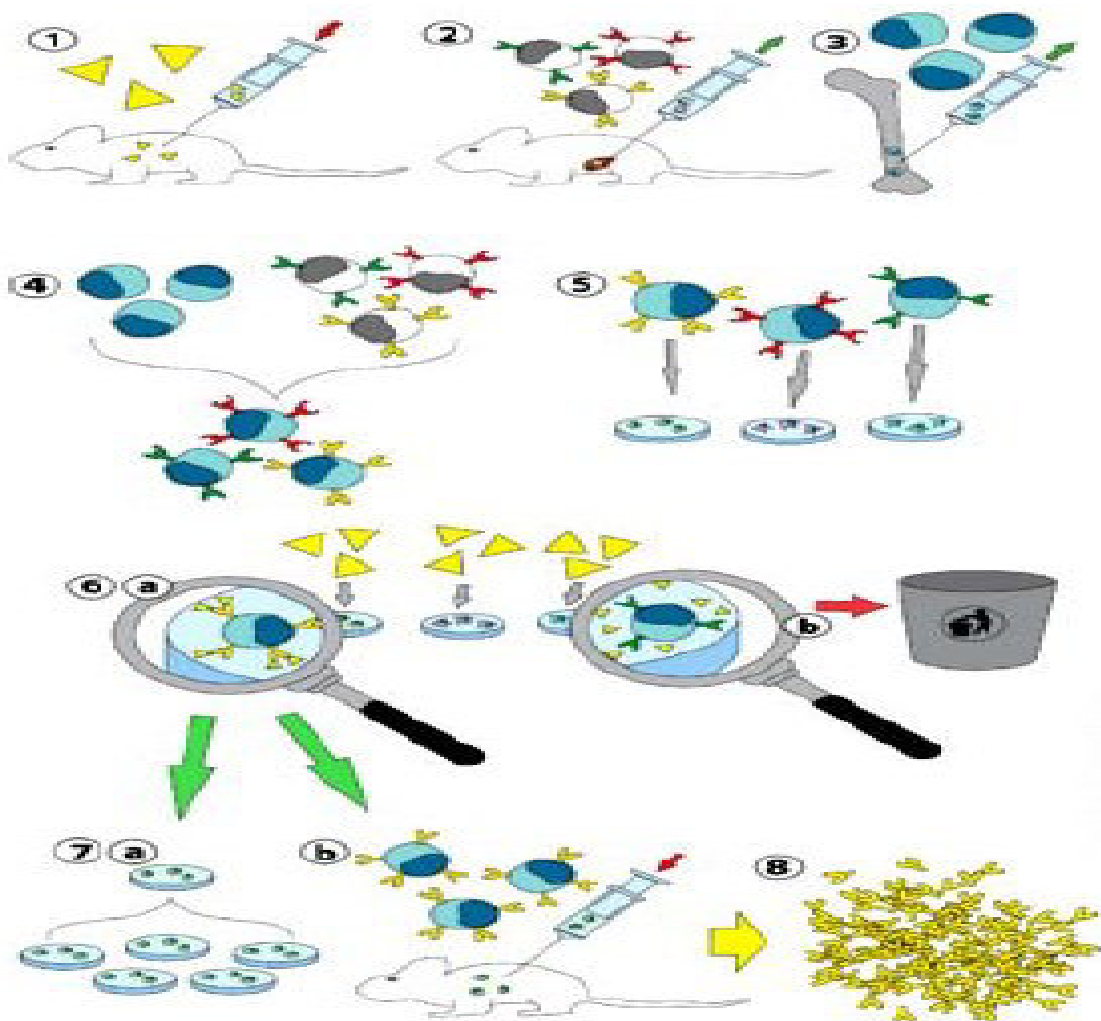


Қон томирларидан моддалар қандай қилиб нейронларга (асаб хужайраларга) келиб тушади? Саволга жавоб бераётганингизда моддаларни мембрана орқали транспорти материалларидан фойдаланинг (2-боб). Келтирилган тўсиқдан қандай моддалар ўта олади? Агар бу моддани сувда яхши эриши маълум бўлса, дофаминни бош миёга қандай етказиш мумкин? Дофаминни бош м **астроцитлар** онларига етказиш вариантларини таклиф қилинг.

9 – вазифа. Расмда сунъий антитанани схемаси келтирилган. Антитана олинишининг қуйидаги жараёнларни ўз ичига олади: ҳайвонларни иммунизацияси; ҳайвонларни талоғидан В – **нейрон** ажратиш; миелома хужайраларини ажратиб олиш.

В – лимфоцитларни **макрофаг** хужайраларини қўшиш; гибри-домаларни хужайра линияларини **селекция**, антитана чиқарувчи хужайра линияларини селек-цияси; гибридомаларни купай-тириш (in vivo, in vitro); антитана олиш. Мана шу жараёнларни номларини ишлатиб, расмдаги (1-8 ва а,б) белгиларни нима эканлигини тушунтириб беринг. Расмда рақамлар билан кўрсатилган жараёнларни моҳия-тини тушунтириб беринг. Жараёнлардан қайси бири:

1) иммунизация; 2) **миелин қават** танлаш ва купайтириш; 3) антитаналар олиш; 4) гуманизация **тўғри** келади? Сунъий **ок** модда олишни кўрсатилган боқичларидан қайси бирида ген инженерия методи ишлатилади?

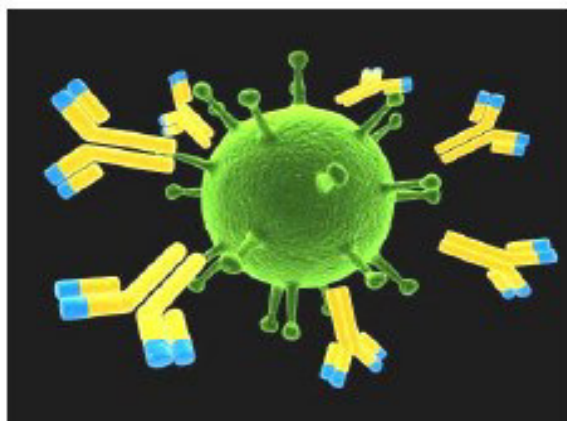


Нима учун В – лимфоцитлар шу органи соғлом ҳужайралари билан эмас, рақ ҳужайралари билан қўшилади? Қон томирларида комплементарликни аниқловчи участкаси бўлмаган сунъий антитаналарнинг фаолиятини башорат қилинг.

10–вазифа. Тадқиқот давомида лимфоцитлар культурасига махсус мақсад билан вирус киритилган. Орадан вақт ўтиши билан вирус оқсили молекуласини антитаналар билан боғланиши кузатилган. Антитаналарни танлаб аниқлаш мақсадида, бу комплекслар устида микроскопик тадқиқотлар олиб борилган. Шу мақсадда қандай микроскоп ишлатилган? Ҳар бир антитана нечта полипептид занжири билан боғланган?

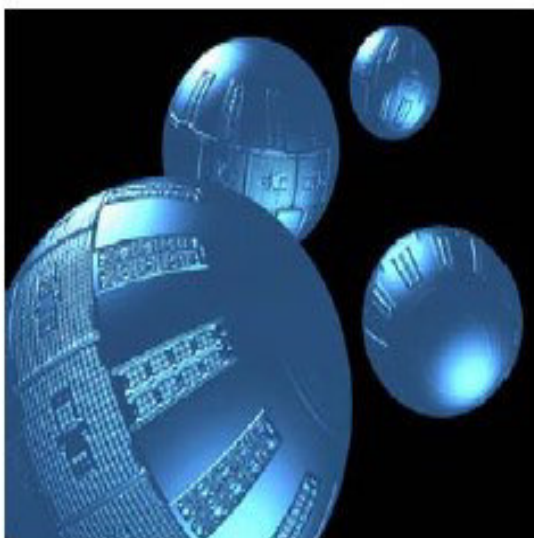
11–вазифа. Кўрсатилган расмда қандай ўзаро муносабатлар келтирилган? Сарик-ҳаво рангда белгиланган структура қандай аталади? Улар ўзларини қандай қисмлари орқали сферик танадаги тиконсимон, бўртиб турган яшил рангли қисм билан ўзаро муносабатга киради?

Ўзаро муносабатга киришган структураларни қайси бири, ҳозирги вақтда сунъий йўл билан олинади? Юқоридаги ўзаро муносабатдан келиб чиқиши мумкин бўлган икки натижани олдиндан айтиб беринг. Жавобингизни исботлаб беришга ҳаракат қилинг.

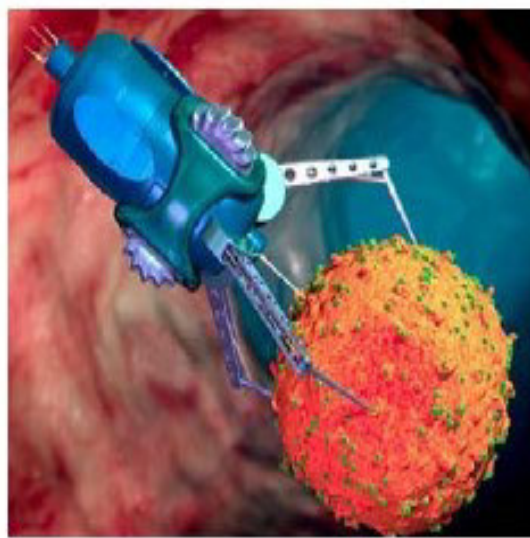


13–вазифа. Даставвал, нанотиббиёт концепцияси одам организмига кириб олган, уни хужайраларини молекуляр даражада “таъминлаб” берадиган бўлакчалар яратиш ва уни тадбиқ қилиш лозимлиги ҳақидаги фантастик ғоядан келиб чиққан. Хўш, шундай нанороботлар яратилди ҳам дейлик, улар қандай хусусиятга эга бўлишлари керак? Уларни қандай материалдан яшаш мумкин? Уларни максимал катталиги қандай бўлиши керак? Ўз фаолияти учун улар қандай энергия манбаларидан фойдаланади? Бу қурилмаларни фаолиятини қандай назорат қилиш мумкин? Улар ўз фаолиятларини бажариб бўлганларидан кейин ёки бузилиб қолганларида организмдан қандай чиқарилади? Улар иммун системаси орқали чиқарилишлари мумкинми? Бундай нанороботлар ўз ишларини қайси органда “ташқил қилишлари” мумкин?

Тирик организмни ичида фаолият кўрсатувчи реал нанороботлар яратилиши мумкинми?



Респироцит – сунъий эритроцит



Юқумли касаллик чақирувчисини хужайрада йўқ қиладиган наноробот

14–вазифа. Кўплаб оғир касалликлар юрак, ўпка, буйрак, жигар, ошқозон ости беши каби ҳаётий зарур органларни ишдан чиқаради. Етарли

даражада фаолият кўрсатаолмайдиган органни алмаштирмаса одам ҳалок бўлади. Зарарланган тўқима ва органларни қайта тиклаш ёки уларни алмаштиришни ҳар хил йўллари бор: донор органларини кўчириб ўтказиш; механик конструкция тикиб қўйиш; тўқима мухандислиги ва ҳ.к.

Нима сабабдан донор органларини кўчириб ўтказиш, касаллик туфайли шикастланган органларни алмаштириш муаммосини тўлиқ ҳал қилаолмайди? Кўчириб ўтказишда қандай муаммолар келиб чиқади? Организм бегона материал киритилишига қандай муносабат кўрсатади? Шу реакцияларни камайтириш ёки бутунлай йўқотиш мумкинми? Жавобингизни асослаб беринг. Қандай ҳолатларда имплантатлар ишлатилади? Камида 3 та мисол келтиринг. Имплантатлар қандай материаллардан тайёрланади? Нанотехнология ёрдамида бугунги биоматериалларни мукамаллаштириш мумкинми?

Тўқима мухандислиги методлари ёрдамида ҳар хил сунъий органлар яратиш имкониятларини анализ қилинг. Шу метод ёрдамида бутун орган ясаш мумкинми? Қон айланиш, нафас олиш, организмдан чиқариш каби организмни функцияларига таянган ҳолда, органлар яратилишини чегаралаб кўядиган муаммо нима эканлигини тушунтиринг. Тўқима мухандислиги қандай типга мансуб бўлган тўқималар яратишда муваффақиятли ишлатилаётганлигини изоҳланг. Мисоллар келтиринг.

15–вазифа. Тўқима мухандислигини асосий функцияси нима? Қандай хужайралар, дастлабки хужайра материали сифатида ишлатилиши мумкин? Бу хужайралар организмни бошқа хужайраларидан нима билан фарқ қилади? Хужайраларни табақаланишини (дифференциацияси, специализацияси) қандай “бошқариш” мумкин? Ўзак (стволовой) хужайрани тиббиётда ишлатилиш муаммосини муҳокама қилинг.

16–вазифа. Қуйидаги мавзулар бўйича маъруза тайёрланг:

- “Титан ва уларнинг қоришмалари: тиббиётда ишлатилиши”;
- “Биосунъий тери: тайёрлаш технологияси ва ишлатилиш истиқболлари”;
- “Сунъий сезиш органлари (кўриш, эшитиш, ҳид сезиш)”;
- “Сунъий юрак”;
- “Бионанотехнологиядан фойдаланиб, суяк тўқимасини тиклаш”.

Тавсия этиладиган адабиётлар:

1. Давранов Қ.Д. Биотехнология: илмий, амалий, услубий асослари. Т. 2008. -504 бет.
2. Мусаев Д.А., Турабеков Ш., ва б. Генетика ва селекция асослари. Т. 2011. 485 б
3. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. Изд. Либроком, 2014 304 с
4. Лбюин Б. гены. Пер с англ –М. Бином, 2012 400 с
5. Загоскина Н.В. Биотехнология: теория практика М. 2009. 402 с

V. КЕЙСЛАР БАНКИ

1-кейс-стади.

Биологияда ишлатиладиган флуорохромларнинг кўпчилиги, қуйидаги бирикмаларга кирадилар. Уларнинг камчиликлари қуйидагилардан иборат:

Биринчиси, паст даражада фотостабиллик;

Иккинчиси, бирнеча объектларни бирвақтда кўриш учун ҳар хил бўёқлардан фойдаланиш зарурияти;

Учинчиси, бу бўёқларни флуоресценциясини кучайтириш учун тегишли бўлган ёруғлик манбаларини танлаш зарурияти.

1-савол. Органик флуорохромларни бу камчиликларини қандай қилиб йўқотиш мумкин?

2-савол. Нанокристалларнингўлчамларни ўзгартириб, оптик спектрни хоҳлаган жойига ўрнаштирилган, флуоресценцияга эга бўлган флуорохромни олиш мумкинми?

3-савол. Биологик тадқиқотларда қайси кимёвий моддалар қопланган квант нуқтали яримўтказгичлар ишлатилади?

2-кейс-стади.

Сувда эримайдиган органик моддаларни, ферментлар ёрдамида ўзгартириш усулини топиш мумкинми? Бу муаммони ечиш учун қатор тажрибалар ўтказилган. Оқибатда, агар эритма тўлиқ сувсизлантирилса ва фақат органик эритувчи қолса, ферментларни хусусиятлари ва структураси сақланиб қолиши мумкин эканлиги тасдиқланган.

Шундан кейин, махсус микроорганизмлар «конструкция» қилинган. Ген инженерлиги методи ёрдамида, микроорганизмларга, органик муҳитда фермент синтез қилиш хусусияти берилган.

Бундай микроорганизмлар, органик захарли муҳит таркибидаги сувда эримайдиган органик моддаларни захарсизлантириш (парчалаш) учун кенг ишлатилиб келинмоқда.

1-савол. Микроорганизмлар сифатида қайси авлод микроорганизмлари ишлатилади?

2-савол. Бу микроорганизмлар асосан қайси сувда эримайдиган органик моддаларни парчалашга мослашганлар?

3-савол. Ген муҳандислиги микроорганизмларнинг бу хоссаларинини лимитловчи муаммоларни ҳал қила оладими?

3-кейс-стади.

Бактериялардан нанобўлакчалар тайёрлашда фойдаланиш йўллари ишлаб чиқилган. Саксониянинг уран конларидан бирида ишлаб келаётган, бир гуруҳ Германиялик биолог олимлар, “Бацилла сферическая JG-A12” деб номланган янги бактерияни топганлар. Бу бактериялар урандан химояланиш учун мустаҳкам сиртки оксил қобиғига эга. Бу қобиқ, кўплаб нанотешиклар (нанопора) сақлаши ҳамда бу нанотешиклар, бир хил нақш (кашта, гул) ҳосил қилиб жойланиши билан фарқланади.

1-савол. Бактериянинг мана шу ноёб қобиғидан, нанобўлакчалар тайёрлаш учун қандай фойдаланиш мумкин?

2-савол. Бундай бактериялар, металл ионлари сақлаган муҳитга тушиб қолганларида, ўзларини қандай тутадилар?

3-савол. Бактерияларнинг металл ионларини ўзларида тўплаши мумкинми?

VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни.

Тингловчи мустақил ишни муайян модулни хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиб тайёрлаши тавсия этилади:

- меъёрий ҳужжатлардан, ўқув ва илмий адабиётлардан фойдаланиш асосида модул мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи дастурлар билан ишлаш;
- махсус адабиётлар бўйича модул бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- тингловчининг касбий фаолияти билан боғлиқ бўлган модул бўлимлари ва мавзуларни чуқур ўрганиш.

Мустақил таълим мавзулари:

1. Биотехнология фанининг ривожланиши ва унинг янги босқичлари,
2. Замонавий биотехнологиянинг саноат ва қишлоқ хужалиги ишлаб чиқариш коархоналарида чиқиндиларни қайта ишлашдаги ахамияти.
3. Ген, хужайра муҳандислиги.
4. Иммунобиотехнологик жараёнлар.
5. Микроорганизмлар биотехнологияси.
6. Ферментлар ва уларни биотехнологияда қўллаш
7. Нанобиотехнология соҳасидаги ютуқлар. Уларнинг тиббиёт, қишлоқ хужалиги ва турли анализларда ишлатилиши
8. Нанобиотехнология – биологиянинг ривожланишини янги босқичи.
9. Нанодунёни ташкил қилувчи биомакромолекулалар.
10. ДНК молекуласининг структураси ва хоссалари асосида нанобиотехнология.
11. Ген инженерияси методи асосидаги нанотехнологиялар.
12. Надмолекуляр (субҳужайрали) даражада ташкил қилинган тирик системаларнинг нанобиотехнологиялари.
13. Ҳаётни прокариот ва ҳужайрасиз шакллари наноконструкциялар ва нанобиотехнологияларда.
14. Биореакторлар ва биокатализаторлар нанотехнологияда.
15. Наноматериаллар ва нанотехнологияларни ҳавфсизлик муаммолари.
16. Нанобиотехнологияни медицинада ишлатилиши.
17. Липосомалар. Липосомаларга гидрофил (гидрофоб) моддалар киритиш.

18. Биологик фаол моддалар (БФМ) йўналтирилган транспорти воситаси сифатида липосомаларни устуворлиги. Доривор моддалар ташувчиси – нанобўлакчалар тайёрлаш учун ишлатиладиган полимерлар.

19. Дендримерлар. Дендримерларнинг хоссалари, улардан доривор моддаларни ташувчилари сифатида фойдаланиш.

20. Фуллерен углероднинг бошқа аллотропик формалари. Эндофуллеренлар. Уларни тиббиётда ишлатиш имкониятлари.

21. Антитана. Антитаналарни қандай ўзига хос бўлган хусусиятлари, уларни атом-кучли микроскоплар ёрдамида қўшимча ишлов бериш босқичлари.

22. Тиббиёт имплантатлари. Имплантатлар тайёрлаш учун ишлатиладиган металлар.

23. “Биоматериаллар”. Уларнинг умумий хоссалари.

24. Нанотехнологиялар яратилган имплантларни. Тўқима имплантати олишнинг босқичлари.

25. Тўқима мухандислиги учун “мукамал” матрикс хоссалари.

26. Электроспиннингнинг моҳияти. Бу усулда олинган микро- ва нанотолалар ишлатилиши. Бу усулнинг камчилиги.

27. Липосомаларни тузилишини ўзига хослиги.

28. Липид молекулалари бислойда жойлашиш ўрни.

29. Оксил-липидли нанотрубкалар.

30. Очиқ ва ёпиқ нанотрубкалар яратиш.

31. Липидлардан фойдаланиб яратилган нанопечать методини моҳияти.

32. Сунъий яратилган мембраналарнинг биологик филтрлар вазифасини бажара олиши. Сунъий буйрак.

33. Хлоропластнинг тузилиши.

34. Хлоропластларни тилакоидлари асосидаги гибридли нонокомплекслар.

35. Вирусларнинг янги композит наноматериаллар тайёрлашда қурувчи блоклар сифатида ишлатилиши?

36. Хужайра мембранасига вирусларни табиий кириш механизмлари.

37. Мембраналар ва вируслар асосида яратилган композит наноматериаллар.

38. Прокариот организмлар.

39. Бактериал ворсинкалар ва пилиларни. Уларни ўзига хослиги ва функциялари.

40. Тирик хужайраларга дорилар ва генлар киритиш учун бактериялардан фойдаланиш.

41. Бактерияларнинг металлар нанобўлакчаларини яратиш ва тўплаш хоссаси.

42. Шеванелла бактерияларини оғир шароитда ишлаш принциплари.

VII. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи	Термин
Avidin Авидин Avidin	Biotenga yuqori affinlikka (dissotsatsiya konstantasi 10^{-15} M^{-1}) ega bo'lgan va u bilan eng mustahkam nokovalent bog' bilan bog'lanuvchi glikoprotein.	Гликопротеин, обладающий очень высокой аффинностью к биотину (константа диссоциации - 10^{15} M^{-1}), образующий с ним самую прочную из известных нековалентных связей.	A glycoprotein that has a very strong affinity for biotin with dissociation constant about to 10^{-15} M^{-1} , the strongest known for noncovalent interactions (also see <i>covalent interactions</i>).
Aktinli filament Актиновый филамент Actin filament	Diametri 7nm bo'lgan, ikki zanjirli spiral o'ralgan polimer molekulasi. Sitosklet va ko'ndalang mushaklarni asosiy oqsil komponenti. Boshqacha nomi mikrofilament (<i>miozin va polimer</i> atamalariga qarang).	Полимерная молекула из двух спирально закрученных цепей диаметром около 7 нм. Основной белковый компонент цитоскелета и поперечнополосатых мышц. Другое название - <i>микрофиламент</i> (см. <i>Миозин и Полимер</i>).	A two-stranded helical polymer with a diameter of about 7 nm. Serves as a major protein component of the cytoskeleton and striated muscles. Also known as <i>microfilaments</i> (also see <i>myosin and polymer</i>).
Amiloidfibrillalar Амилоидные фибриллы Amyloidfibril	Odamorganizmida Alzgeymerva 2-tipdiabet kabik asalliklar g'dapaydobo'ladigan, diametri 7-10 nm bo'lgan, oqsilyoki peptid komponentlaridan tuzilgan tartibli imolekula	Упорядоченные нити из белковых или пептидных компонентов диаметром 7-10 нм, формирующиеся в клетках человека при ряде заболеваний, таких как болезнь Альцгеймера и диабет II типа.	An ordered protein or peptide fibril with a diameter of 7-10 nm that is associated with human disease such as Alzheimer's disease and Type II diabetes.
Aminokislota Аминокислоты Amino acid	Oqsillar va peptidlarni tashkil qiluvchi bloklari. Tipik aminokislota- uglerodni xiral assimetrik atomi va unga ulangan amino-, karboksil guruhlari va yon zanjirlar saqlaydi. (<i>peptidlar, polimer, oqsillarga qarang</i>)	Строительные блоки белков и полимеров-пептидов. Типичная аминокислота включает хирально асимметричный атом углерода, с которым связана аминогруппа, карбоксильная группа и боковая цепь (см. <i>Пептиды, Полимер,</i>	The building blocks of proteins and peptides polymers. A typical amino acid is composed of a chiral carbon linked to an aminogroup, carboxyl group, and a functional side chain (also see <i>peptide, polymer, protein</i>).

		<i>Белки).</i>	
Amfifil birikmalar Амфифильное соедине ние Amphiphilic or Amphipathic	Bir vaqtning o'zida ham gidrofil, ham gidrofob xususiyat namoyon qiladigan birikmalar. (yunonchadan <i>amphis-</i> "xar ikkalasi" <i>philia-</i> "sevgi")	Соединение, проявляющее одновременно свойства гидрофильности и гидрофобности (от греч, <i>amphis-</i> «оба», <i>philia</i> - «любовь»).	A chemical compound that have both hydrophilic and hydrophobic nature (from the Greek <i>amphis</i> : both, and <i>philia</i> : love).
Angestrim (A) Ангстрем(А) Angstrom (Å)	10^{-10} м yoki 0,1nm	0,1нм, 10^{-10} м.	One tenth of a nanometer, 10^{-10} meter.
Antigen Антиген Antigen	Immun javob chaqiradigan ya'ni antitana hosil qiladigan kimyoviy birikma. (<i>antitanaga</i> qarang)	Химическое соединение, вызывающее иммунный ответ, в частности - выработку антител (см. <i>Антитела</i>).	A chemical compound that stimulates an immune response, especially the production of antibodies (also see <i>antibody</i>).
Antitana (immunoglobulinlar) Антитела (иммуноглобулины) Antibody or Immunoglobulin	Yuqori affinlikka ega, ma'lum kimyoviy birikmalar bilan spetsifik bog'lanuvchi oqsil komplekslari. Immun sistemasining bakterial va virusli infeksiyalarga qarshi asosiy " <i>qurol</i> "i (<i>antigenga</i> qarang)	Белковые комплексы, специфически связывающие определенные химические соединения (антигены) с высокой аффинностью. Основное «оружие» иммунной системы в борьбе с бактериальной и вирусной инфекцией (см. <i>Антиген</i>).	A protein complex that binds specific chemical entities ("antigen") at high affinity. Antibodies serve as a major tool of the immune system to combat bacterial or viral infections (also see <i>antigen</i>).
Aromatik birikmalar Ароматическиесоеди нения Aromatic compound	Umumiy elektron qalinlikka ega bo'lgan bir yoki bir necha yuqqa siklik uglerod strukturasi saqlagan birikmalar. Geometrik chegaralarga bilan birdaniga o'zaro ta'sirga kira oladi	Соединения, содержащие одно или несколько плоских циклических углеродных структур с общей электронной плотностью. Способны к спонтанному взаимодействию - стэкингу, обусловленному геометрическими ограничениями.	A compound that contained one or more cyclic planar carbon moieties that includes shared resonant electrons. Aromatic compounds spontaneously organized in geometrically restricted stacking interactions.
Arxebakterialar Археи, архебактерии Archea or Archeabacteria	Prokariotlarning sistematik guruhi, ko'p hollarda bakterialardan bir qancha xususiyatlari bilan farq qiladi va	Систематическая группа прокариот, во многом отличающаяся от бактерий и похожая на эукариот.	A branch of prokaryotes that is different form bacteria in many paramet ers and resembles

	eukariotlarga o'xshaydi. Prokariotlar va eukariotlar bilan bir qator 3 yirik podshohlikni birini tashkil qiladi.	Образуют одно из трех надцарств наряду с прокариотами и эукариотами.	eukaryotes in some aspects. Believed to be a third primary biological kingdom besides bacteria and eukaryotes.
Atomkuchlimikroskop (AKM) Атомно-силовая микроскопия (АСМ) Atomic force microscopy (AFM)	Skanerlovchi zondli mikroskopning yuqori sezgirlikka ega bo'lgan bir turi. Ko'rish, o'lchash va nanobo'lakchalar bilan manipulyatsiya qilishda qo'llaniladi.	Разновидность сканирующей зондовой микроскопии, обеспечивающая очень высокое разрешение. АСМ используется для визуализации, измерения и осуществления манипуляций с нанобулачками.	A type of scanning probe microscope, with very high-resolution. AFM serves for imaging, measuring and manipulating matter at the nano-scale.
Affinlik Аффинность Affinity	Ikki va undan ko'proq kimyoviy birikmalarni dissotsatsiya konstantasi bilan belgilanadigan o'zaro tasiri.	Взаимодействие двух и болс химических сущностей, описываемое константой диссоциации.	The interaction between two or more chemical entities as reflected by their dissociation constant
Bakteria Бактерии Bacterium	Bir hujayrali mikroorganizmlar, hayotning eng tuban shakllaridan biri.	Одноклеточные прокариотические микроорганизмы, одна из низших форм жизни.	A unicellular prokaryote microorganism that is classified as lower form of life.
Bakteriofag Бактериофаг Bacteriophage	Bakteria hujayrasiga kira oladigan va uni ichida ko'paya oladigan virus (bakteria va yunoncha "phagein" – yemoq so'zlaridan olingan)	Вирус, проникающий в бактериальную клетку и размножающийся в ней (от слов «бактерия» и греч, phagein-есть).	A virus, which infects bacteria and manipulate in them (from bacteria and Greek <i>phagein</i> : to eat).
Biomineralizatsiya Биоминерализация Biomineralization	Organizmni minellar hosil qilishi, odatda to'qimalarga mustahkamlik berish uchun kechadigan jarayon.	Образование минералов живыми организмами, обычно для придания тканям прочности.	A process by which organisms produce minerals, often to harden or stiffen existing tissues.
Bionanotexnologiya Бионанотехнология Bionanotechnology	Nanotexnologiyada biologik prinsiplar va qurilish bloklari ishlatadigan fan.	Наука, использующая в нанотехнологии биологические принципы и строительные блоки.	The use of biological principles and building blocks for nanotechnological applications.
Biosensor Биосенсор Biosensor	Biologik kelib chiqishga ega bo'lgan va optik yoki elektrik o'zgartirishga olib	Устройство, включающее детектор биологического происхождения и	A device that combines a biological detection component together with a

	keluvchi detektordan tashkil topgan qurilma. Har xil moddalarni topish uchun ishlatiladi.	электрический либо оптический преобразователь. Используется для обнаружения различных веществ.	transducer component for the electrical or optical detection of analytes.
Biotexnologiya Биотехнологии Biotechnology	Biologiya asosida yaratilgan tibbiyot, qishloq xo'jaligi va boshqa texnologiyalar	Медицинские, сельскохозяйственные и пр. технологии, разработанные на основе биологии.	The technological application of biology in the field of medicine and agriculture.
Biotin (vitamin N va vitamin B₇) Биотин (витамин Н, витамин В₇) Biotin	Kichik organik molekula, tuxum komponentlarida uchraydi. Avidin bilan mustahkam bog' hosil qiladi.	Небольшая органическая молекула, встречается в компонентах яйца. Образует прочный комплекс с авидином.	A small organic compound of egg also known as vitamin H or B ₇ that forms a very strong complex with avidin.
DNK ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) DNA Deoxyribonucleic acid	RNK molekulasini sintezi uchun kerakli informatsiyani o'zida saqlovchi nuklein kislota. Ularning ko'pchiligi oqsil translatsiyasiga foydalaniladi.	Ее молекулы содержат информацию для синтеза молекул РНК, большинство из которых используются для трансляции - синтеза белка.	A nucleic acid that contains the information for the synthesis of RNA molecules that in most cases are being translated into proteins.
Dori vositalarini yetkazish- Доставка лекарств Drug delivery	Farmasevtik birikmalarni inson yoki hayvon organizmiga yetkazib berish metodi.	Метод доставки лекарственного препарата к нужным органам и тканям.	A method for the delivery of a pharmaceutical compound to humans or animals.
Elektronmikroskop Электронная микроскопия (ЭМ) Electron microscopy (EM)	Mikroskopning bir turi hisoblanib obyektни fotonlar orqali emas, balki qisqa to'liqlik elektronlar oqimidan foydalanib aniq tasvirini ko'rish imkonini beradi. Elektronlarning jamlanmasi bir necha nanometr kattalikdagi jismni ko'rish imkonini beradi.	Разновидность микроскопии, в которой изображение объекта формируется не фотонами, а более коротковолновыми электронами. Пучок электронов обеспечивает разрешение порядка нескольких нанометров	A type of microscope that uses electrons instead of photons to create an image of the target. The short wavelength of the electron beam allows nanometric resolution as compared to hundreds of nanometers resolution using optical microscopy.
Sirtfaol moddalari Поверхностно-активное вещество Surfactant	Amfifil modda bo'lib yuzadan suyuqlik tortilishini kamaytiradi	Амфифильное вещество, уменьшающее поверхностное натяжение жидкости.	A wetting agent that lowers the surface tension of a liquid. Surfactants are amphipathic in nature soluble in both polar and non-polar solvent.
Fosfolipid	Manfiy zaryadlangan	Класс липидов,	A class of lipids that

Фосфолипиды Phospholipid	fosfat guruxlarini o'zida saqlagan lipidlarning bir sinfi. Biologik membranalarning asosiy komponentlari.	содержащих отрицательно заряженные фосфатные группы, основные компоненты биомембран.	contains a negatively charged phosphate group. The main constitute of biological membranes.
Foton Фотон Photon	Elektromagnit nurlanish bilan aloqador bo'lgan hodisalarning paydo bo'lishida qatnashuvchi elementar zarracha	Элементарная б'улакча, обуславливающая явления, связанные с электромагнитным излучением.	The elementary particle responsible for electromagnetic phenomena.
Fiksirlangan ionli nurlar Сфокусированный ионный луч Focused ion beam	Fiksirlangan ionlar to'plami oqsilli visual va nanolitografik tasvirni oluvchi asbob. (odatda galiy ionlari)	Инструмент для визуализации и нанолитографии с использованием сфокусированного пучка ионов (обычно ионов галлия).	An instrument that uses a focused beam of ions (usually gallium ions) for imaging and lithography at nano-scale resolution.
Gidrofil Гидрофильное (полярное) Hydrophilic	Suvga o'xshagan polyar eritmalarda eruvchi birikma va polyar bo'lmagan suyuqliklarda erimaydi. (Yunoncha <i>hydros-</i> "suv" va <i>philia-</i> "sevgi" so'zlaridan olingan) gan birikma. (<i>amfifil birikmalarga</i> qarang)	Соединение, растворимое в полярных растворителях, таких как вода, и нерастворимое в неполярных жидкостях (от греч, <i>hydros-</i> «вода» и <i>philia-</i> «любовь») (см. <i>Амфифильное соединение</i>).	A polar chemical compound that prefer polar solvent such as water (from the Greek <i>hydros</i> : water and <i>philia</i> : love). See: <i>Amphiphilic</i> .
Gidrofob Гидрофобное (неполярное) соединение Hydrophobic	Polyar bo'lmagan suyuqliklarda eriydigan va bog' hosil qiladigan birikma, suvda erimaydi. Hidrofil bog'larni lipofil bog'lar ham deyiladi. (Yunoncha <i>hydros-</i> "suv" va <i>phobos-</i> "qo'rqmoq" so'zlaridan olingan)	Соединение, растворимое в неполярных растворителях и нерастворимое в воде (от греч, <i>hydros-</i> «вода» и <i>phobos-</i> «страх»). Гидрофобные соединения также называют липофильными.	A non-polar chemical compound, which is repelled from amass of water and prefer non-polar solvents (from the Greek <i>hydros</i> : water and <i>phobos</i> : fear). Hydrophobic compounds are sometimes known as "lipophilic".
Gidrogel Гидрогель Hydrogel	Suvdan iborat polimer zanjir (99% dan ko'proq), ko'pchilik gidrogellar nanostruktura ko'rinishiga ega.	Сеть из полимерных молекул, насыщенная преимущественно водой (обычно > 99 %). Большинство гидрогелей обладают наноструктурой.	A network of polymer chains which contains predominantly water (typically more than 99%). Many hydrogels show nano-scale order.

Gomologiya Гомология Homology	Biokimyoviy nuqtai nazarga ko'ra DNK molekulalari va oqsillarning o'xshashlik ketma-ketlik darajasi.	В биохимическом смысле - степень сходства последовательностей молекул ДНК и белков.	(In its biochemical context): The share of high degree of sequence identity or similarity in the DNA or protein levels.
Grafit Графит Graphite	Yupqa qatlamli uglerod atomlarining hosil bo'lgan material (<i>graphein</i> - "yozmoq")	Материал, образованный плоскими слоями из атомов углерода (от греч, graphein- «писать»).	A two dimensional flat sheets of carbon (from the Greek: to draw).
Immunoglobulin Иммуноглобулины Immunoglobulin	Antitanaga qarang	см. <i>Антитела</i> .	See <i>antibody</i>
Ion kanal Ионные каналы Ion Channel	Oqsil molekulalari hosil qiladigan membrana teshiklari makum ionlarni (masalan, natriyli yoki kaliyli kanallar) transpotini taminlaydi.	Поры в мембране, образованные белковыми молекулами, обеспечивающие транспорт определенных ионов (например, натриевые и калиевые каналы).	A membrane embedded protein-made pore that allow the transport of specific ions (e.g., sodium channel or potassium channel).
Kevlar Кевлар Kevlar	Aromatik poliamidlardan tashkil topgan judayam mustaxkam tolalarning bir turi. (DuPont firmasining mahsuloti)	Фирменное название (владелец - фирма DuPont) одного из видов очень прочных волокон из ароматических полиамидов.	A brand name for a particular light but very strong aramid (aromatic polyamide) fibre (see also <i>protein, peptide, polyamide</i>). Trend name of DuPont.
Kontrasthosilqiluvchi modda Контрастирующий агент Contrast agent	"Signal/shovqin" munosabatini kuchayishi hisobidan ko'rish sezgirligini oshiruvchi modda.	Повышает чувствительность при визуализации за счет повышения отношения «сигнал/шум».	An agent that increases the sensitivity of a given imaging technique that improving the noise to signal ratio.
Kinezin Кинезин Kinesin	Modda solingan mikrotrubkalar bo'ylab harakatlanuvchi oqsillar sinfi. "mikrotrubkalarga qarang"	Класс двигательных белков, перемещающихся вдоль микротрубочек с грузом (см. <i>Микротрубочки</i>).	A class of motor protein that moves along the microtubules to transport cellular cargo (also see <i>microtubule</i>).
Koalent bog' Ковалентная связь Covalent bond	Bir yoki bir necha elektronlarni ikki atom bilan mujassamlanishidan kelib chiqadigan kimyoviy bog'.	Химическая связь, возникающая путем обобществления одного или нескольких электронов двумя атомами.	A chemical bond that is characterized by the sharing of one or more electrons between two atoms.
Kvant nuqta Квантовая точка	Noyob optik va flyurosent hususiyatga	Полупроводниковая структура с	A semiconductor nanostructure that have

Quantum dot	ega bo'lgan yarim o'tkazuvchi struktura.	уникальными оптическими и флуоресцентными свойствами.	unique optical and fluorescent properties.
Labaratoriya chipi Лаборатория на чипе Lab-on-a-chip	Juda kam hajmdagi suyuqlik namunalarini (bir necha pikolitr hajmli) tekshiruvchi asbob.	Устройство для анализа очень малых (порядка нескольких пиколитров) объемов жидких образцов.	A device that is capable of handling extremely small fluid volumes down to less than pico liters of chemical analysis of analytes.
Litografiya Литография Lithography	Umuman aytganda-silliq yuzani tasvirga olish metodi. Mikro va nanoelektronikada nurlanish yo'li bilan (fotonlar, elektronlar yoki ionlar bilan) rasm tushirish metodi	В общем смысле - метод печати на гладкой поверхности. В контексте микро- и нанoelektroniki - метод нанесения рисунка путем облучения (фотонами, электронами или ионами) подложки закрытой маской.	In general, a method for printing on a smooth surface. In the context of micro- and nano-electronics, a method for the patterning of substrates using a mask and source of radiation (that could be photonic, electronic, or ionic).
Lipofil Липофильный Lipophilic	Gidrofob birikma	<i>Гидрофобное соединение.</i>	<i>see hydrophobic.</i>
Mikrotrubka Микротрубочки Microtubule	Diametri taxminan 25 nm bo'lgan uzunligi bir necha mikrondan bir necha millimetr gacha bo'lgan (nerv hujayrasining aksonlarida) oqsilli nanotolalar.	Белковые нановолокна диаметром около 25 нм и длиной от нескольких микронов до нескольких миллиметров (в аксонах нервных клеток).	A protein nano-fiber with a diameter of about 25 nm and length varying from several micrometers to millimeters in axons of nerve cells.
Miozin Миозин Myosin	Eukariot hujayralarning harakatlantiruvchi oqsili bo'lib aktiv filamentlar tarkibiga kiradi. (<i>aktin filamentga qarang</i>)	Двигательный белок эукариотических клеток, перемещается вдоль актиновых филаментов (см. <i>Актиновый фтамент</i>).	A motor protein found in eukaryotic tissues that moves along the actin filaments (also see <i>actin filaments</i>).
Molekulyar biologiya Молекулярная биология Molecular biology	Molekulyar darajadagi hayot haqidagi fan bo'lib, kimyo, biokimyo, biofizika metodlaridan foydalanadi.	Наука о жизни на молекулярном уровне, применяющая методы химии, биохимии и биофизики.	The study of biology at the level of molecules by the use of tools from chemistry, biochemistry, and biophysics.
Molekulyar tanish Молекулярное узнавание Molecular recognition	Molekulalararo kuchli va spetsifik nokovalent o'zaro munosabatlar bo'lib, barqaror nadmolekulyar	Сильное и специфичное нековалентное взаимодействие между молекулами,	The strong and specific non-covalent interactions between molecules that allow the formation of stable

	komplekslar hosil bo'lishini taminlaydi (<i>nadmolekulyar kimyoga qarang</i>).	обеспечивающее образование стабильного надмолекулярного комплекса (см. <i>Надмолекулярная химия</i>).	supramolecular complex (also see <i>Supramolecular Chemistry</i>).
Murakkab material Композитные материалы Composite material	Bir biridan fizikaviy va kimyoviy hususiyatlari bilan farq qiluvchi ikki yoki undan ko'proq komponentlardan yaratilgan sun'iy materialdir. Ularni tashkil qiluvchi dastlabki komponentlar bir birlari bilan aralashmaydilar va kompozit materiallar tarkibida strukturaviy aloxida holatda bo'ladilar.	Искусственные материалы, созданные из двух или более компонентов, существенно различающихся по физическим и химическим свойствам. Исходные компоненты не смешиваются и структурно обособлены в составе композитного материала.	An engineered material that is composed of two or more constituent materials with significantly different physical or chemical properties and which remain separate and distinct within the finished structure.
Monomer Мономер Monomer	Kichik molekula, boshqa monomerlar bilan kimyoviy bog'lanib polimerlar hosil qiladilar.	Небольшая молекула, которая, связываясь с другими мономерами, образует полимер	A small molecule that could be chemically bonded to other monomers to form a polymer.
Nadmolekulyar kimyo Надмолекулярная химия Supramolecular chemistry	Kimyoning nokovalent komplekslar- "yuqori molekular" hosil bo'lishini o'rganuvchi soxasi.	Область химии, изучающая образование нековалентных комплексов - «сверхмолекул».	A field of chemistry, which is concerned, with the formation of non-covalent chemical complexes, supramolecules.
Nano-qishloq xo'jaligi Нано-сельское хозяйство Nanoagriculture	Nanotexnologini qishloq xo'jaligida ishlatilishi. (chorvachilik va o'simlikshunoslikda)	Применение нанотехнологий в сельском хозяйстве (животноводстве и растениеводстве).	The use of nanotechnology of agriculture purposes, including animal and plant applications.
Nanobiotexnologiya. Нанобиотехнология Nanobiotechnology	Biologiya va tibbiyot muammolarini yechishda nanotexnologiyadan foydalaniladigan fan.	Наука о применении нанотехнологии для решения задач биологии и медицины.	The use of nanotechnology for biological and medical applications.
Nanokanal Нанотрубки Nanotubes	Uglerodan va boshqa organik va noorganik materiallardan tayyorlanadigan g'ovurchali	Трубчатые наноструктуры из углерода и других органических и неорганических	A tubular structure at the nano-scale could be composed of carbon, inorganic, or organic materials (also see

	nanostruktura.	материалов.	<i>inorganic, organic).</i>
Nanokosmetika Нанокосметика Nanocosmetics	Nanotexnologiyani kosmetikada foydalanilishi, masalan liposomalarda faol birikmalar yetkazib berish uchun ishlatiladi.	Использование нанотехнологии в косметике, например, липосомы служат для доставки активных веществ.	The use of nanotechnology for cosmetic application such as delivery of cosmetically active compounds in liposomes or other nano-scale carriers.
Nanometer Нанометр Nanometer	Metarning milliondan bir qismi (10^{-9} м).	(нм) миллионная доля метра (10^{-9} м).	(<i>Abbr nm</i>): 1 billionth or 10^{-9} meter.
Nokovalent bog' Нековалентная связь Non-covalent interaction	Kimyoviy bog', unda elektronlarni atomlar bilan to'planishi sodir bo'lmaydi. Gidrofob bog', vodorod bog', Vandervals o'zaro munosabatlar ham nokovalent bog'larga kiradi. (<i>kovalent bog'ga qarang</i>)	Химическая связь, при которой не происходит обобществление электронов атомами. К нековалентным относится образование водородных связей, гидрофобные и ван-дер-Ваальсовы взаимодействия (см. <i>Ковалентная связь</i>).	Chemical interaction that do not include sharing of electrons between atoms. Non-covalent interactions include hydrogen bonds, hydrophobic interaction, and van der Waals interactions (also see <i>covalent interactions</i>).
Nuklein kislota Нуклеиновые кислоты	Nukleotidlardan tashkil topgan polimer birikma: DNK yoki RNK.	Полимеры, состоящие из нуклеотидов (ДНК или РНК).	Polymers composed of nucleotides, either <i>DNA</i> or <i>RNA</i> (also see <i>DNA, nucleotide, RNA</i>).
Nukleotid Нуклеотиды	DNK va RNKni asosiy komponentlari, nukleotid azotli asos, shakar va bir yoki undan ortiq fosfat gruxni o'z ichiga oladi	Основные компоненты ДНК и РНК. Нуклеотид включает азотистое основание, сахар и одну или несколько фосфатных групп.	The main constituents of DNA and RNA, a chemical compound that consists of a heterocyclic base, a sugar, and one or more phosphate groups.
O'zini shakllantiruvchi Самосборка Self-Assembly	Oddiy qurilish oqsillaridan murakkab strukturani birdaniga hosil bo'lishi.	Спонтанное образование сложных структур из простых строительных блоков.	A process by which simple building blocks interact with each other to form a complex of higher complexity.
Oqsil Белки Protein	40-50 yoki undan ko'proq aminokislotalardan iborat polimer zanjir. Yirik oqsillar minglab aminokislotalardan tuzilgan. (<i>peptidlarga qarang</i>)	Длинные полимерные молекулы из 40-50 и более аминокислотных остатков. Крупные белки состоят из тысяч аминокислот (см. <i>Пептиды</i>).	A long polymer composed of 40-50 amino-acids or more. Large proteins can contain thousands of amino acids (see also <i>peptide</i>).
Pastdan-terepaga Bottom up Принцип	Oddiy bloklardan boshqarilgan yo'l bilan murakkab	Образование сложных структур путем координированной	A process that is based on the formation of complex structures by

«снизуверх»	strukturalarning hosil bo'lishi/ (“Tepadon pastga” prinsipiga qarang)	сборки простых блоков (см. <i>Принцип «сверху вниз»</i>).	the coordinated assembly of simple building blocks
Peptid nuklein kislotasi Пептидно-нуклеиновые кислоты (PNA) Peptide nucleic acid (PNA)	DNK yoki RNK ga o'xshash polimer, ammo peptidli karkazda “yig'ilgan”.	Полимеры, напоминающие ДНК и РНК, но «собранные» на пептидном каркасе.	A polymer similar to DNA or RNA but differing in the presence of an amide backbone.
Peptid Пептиды Peptid	Ikki yoki undan ortiq aminokislotadan tashkil topgan qisqa polimer. (<i>oqsillarga qarang</i>)	Короткие полимеры из двух и более молекул аминокислот (см. <i>Белки</i>).	Short polymers composed of two or more amino-acids (also see <i>protein</i>).
Picomol Пикомоль Picomolar	Konsentratsiyasi 10^{-12} molyar	10^{-12} моля.	A concentration of 10-12 Molar
Poliamid Полиамид Polyamide	Peptid bog'lar orqali bog'langan monomerlar. Poliamid tabiiy oqsil va peptidni shuningdek, sun'iy materiallar neylon, Kevlar va peptid nuklein kislotani o'z ichiga oladi. (<i>oqsillar, peptidlar, kevlarga qarang</i>)	Полимер, в котором мономеры связаны пептидными (амидными) связями. Включают природные белки и искусственные материалы, такие как кевлар, нейлон и PNA (см. <i>Белки. Пептиды, Кевлар</i>).	A polymer that contains monomers joined by peptide (amide) bonds. Polyamide includes the natural protein and peptide but also the artificial Nylon, Kevlar®, and peptide nucleic acids (also see <i>protein, peptide, Kevlar</i>).
Polimer Полимер Polymer	Kimyoviy kovalent bog'lar bilan bog'langan monomerlarni takrorlanuvchi yirik molekulasi. (<i>kovalent bog'ga qarang</i>)	Крупная молекула из повторяющихся единиц (мономеров), связанных ковалентными связями (см. <i>Ковалентная связь и др.</i>)	A large molecule consisting of repeating structural units, or monomers, connected by covalent chemical bonds (see also <i>covalent bond</i>).
Polisaxarid Полисахарид Polysaccharide	Monosaxaridlarni glikozid bog'lari orqali bog'langan polimer birikma.	Полимер из молекул моносахаридов, соединенных гликозидными связями	A polymers composed of monosaccharides joined together by glycosidic links
Qo'shzanjir Двойная спираль Doublehelix	Umumiy o'q atrofida o'ralgan mos strukturali ikki spiralli nadmolekulyar struktura. Qo'shsipiral – DNK molekulasining o'z igaxos strukturasidir.	Надмолекулярная структура из двух спиралей с согласованной структурой, закрученных вокруг общей оси. Двойная спираль - характерная структура молекул	A supramolecular structure composed of two congruent helices with the same axis, differing by a translation along the axis. DNA has a double helix structure.

		ДНК.	
Rak Рак Cancer	Metastazlar hosil bo'lishi bilan va hujayralarning tartibsiz bo'linishi orqali hosil bo'ladigan kasalliklar guruhi.	Группа заболеваний, характеризующихся бесконтрольным делением клеток и образованием метастазов.	A class of diseases or disorders that is characterized by the uncontrolled division of cells and formation of metastases.
Ribosoma Рибосома Ribosome	Oqsil sinteziga javobgar bo'lgan RNK va oqsildan iborat hujayra organellasi	Клеточная органелла, состоящая из РНК и белков; обеспечивает синтез белка.	An organelle in cells composed of RNA and proteins that allows the synthesis of proteins.
RNK РНК RNA	(Рибонуклеин kislota) monomer nukleotidlardan tashkil topgan polimer, informatsion RNK oqsil sintizi uchun DNKdan axborot tashiydi, bundan tashqari RNK struktura va signal funksiyasini bajaradi.	(Рибонуклеиновая кислота) Полимер из мономеров нуклеотидов. Информационная РНК переносит информацию от ДНК для синтеза белка, РНК также выполняет структурную и сигнальную функции.	Ribonucleic acid A nucleic acid polymer consisting of nucleotide monomers. mRNA is transcribed from the DNA to serve as the code for the synthesis of proteins. RNA can also serve as a structural and regulatory component.
Suv texnologiyasi Водные технологии Water Technology or WaTech	Oqava va turib qolgan tabiiy suvlarni tozalash texnologiyasi	Технологии очистки сточных и опреснения природных вод.	Technology that is associated with the treatment of water such as desalination and sewage treatment.
Sopolimer Сополимер Copolymer	Bir molekula tarkibida ikki yoki undan ortiq monomer turlarini saqlagan polimer.	Полимер, состоящий из двух и более типов мономеров в одной молекуле.	A polymer formed by two or more different types of monomer that are linked in the same chain.
S qavat S-layer S-слой	Bakteriya va arxeilar hujayra membranasi bilan assotsiyalangan oqsillar va glikoproteinlardan hosil bo'lgan struktura.	Структура, ассоциированная с клеточной мембраной бактерий и архей, образованная белками и гликопротеинами.	A cell membrane structure composed of protein and glycoprotein that is found in bacteria and archaea.
Tepadon-pastga Top-down Принцип «сверху вниз»	Murakkab sistemalarning miniaturizatsiyasi bo'lib komponent o'lchamlarini kamayishidir ("pastdan – tepaga" jarayoniga qarang)	Миниатюризация сложных систем путем уменьшения размеров их компонентов (см. Принцип «снизу вверх»).	A process that is based on the miniaturization of complex system by sizing-down of its components (also see bottom up).
To'qima inlenerligi Тканевая инженерия	To'qimalar yig'indisidan tashkil topgan biologik	Конструирование биологических систем на тканевом уровне	The ability to engineer biological systems at the level of a tissue

Tissue engineering	sistemalarning shakllanishi	организации	rather than cellular or sub-cellular
<p>Virus Вирус Virus</p>	<p>Eng mayda parazit organizm, DNK yoki RNK molekularidan tashkil topgan oqsil yoki lipidli qobiq bilan o'ralgan. (<i>bakteriofagga</i> qarang)</p>	<p>Мельчайший паразит, состоит из молекул ДНК или РНК в белковой или липидной оболочке (см. <i>Бактериофаг</i>).</p>	<p>A parasite composed of DNA or RNA molecule that wrapped in a protein capsid or lipid envelope (also see <i>bacteriophage</i>).</p>

VIII. АДАБИЁТЛАР

Қўшимча адабиётлар

1. Мирзиёев Ш.М. буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураимиз. Тошкент, Ўзбекистон нашриёти, 2017.
2. Мирзиёев Ш.М. Қонун устиворлиги ва инсон манфаатларини таъминлаш-юрт тараққиёти ва халқ фаровонлигининг гарови. Тошкент, Ўзбекистон нашриёти, 2017.
3. Мирзиёев Ш.М. Эркин ва фаровон, демократик Ўзбекистон давлатини биргаликда барпо этамиз. Тошкент, Ўзбекистон нашриёти, 2016.
4. Мирзиёев Ш.М. Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгордик-ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қонидаси бўлиши керак. Тошкент, Ўзбекистон нашриёти, 2017.
5. Чернавский Д.С. Синергетика и информация. М. Едиториал УРСС. 2004.
6. Иванов А.С. Биоинформатика: путь от генома к лекарству ин селисо Вест.РГМУ. 2003.№4.
7. Бауэр Ф.Л., Гооз Г. Информатика. Вводный курс. В 2 ч.М. Мир, 1990.
8. М.Бордовский, С.Екишева Задачи и решение по анализу биологических последовательностей М.-Ижевск: РХД, 2008.
9. Дромашко С.Е. Очерки биоинформатики. Минск, Беларуская наука, 2009.

Асосий адабиётлар

1. Давранов Қ.Д. Биотехнология: илмий, амалий, услубий асослари. Т. 2008. -504 бет.
2. Мусаев Д.А., Турабеков Ш., ва б. Генетика ва селекция асослари. Т. 2011. 485 б
3. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. Изд. Либроком, 2014 304 с
4. Лбюин Б. гены. Пер с англ –М. Бином, 2012 400 с
5. Загоскина Н.В. Биотехнология: теория практика М. 2009. 402 с

Интернет-сайтлар:

1. [www. Biochemistry.ru](http://www.Biochemistry.ru)
2. www. Biochemistry.ru
3. www. nanorf.ru
4. www. nsu. ru / asf/phnews/digest 2005 1020/ Bio Nan tech/html
5. www. sciam. ru/2004/9/nano
6. www.botan0.ru/?cat=2&id=13
7. www.cbio.ru
8. www.electrospinning.ru
9. www.express-k.kz/show_article.php?art_id=42460
10. www.foresight.org