

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

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

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ  
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРИНИГ МАЛАКАСИНИ  
ОШИРИШ ТАРМОҚ (МИНТАҚАВИЙ) МАРКАЗИ**

**“ЗАМОНАВИЙ БИОТЕХНОЛОГИЯ”**

**МОДУЛИ БЎЙИЧА  
Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А**

**Тошкент - 2021**

**Модулнинг ишчи ўқув дастури Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2020 йил 7 декабрдаги 648-сонли буйруғи билан тасдиқланган намунавий ўқув режа ва дастурлар асосида ишлаб чиқилган.**

**Тузувчи:** ЎзМУ “Генетика” кафедраси ф.ф.д., PhD Шапулатов У.М

**Такризчи:** ЎзМУ “Микробиология ва биотехнология” кафедраси б.ф.н.  
И.Якубов

*Ўқув -услубий мажмуа Ўзбекистон миллий университети Кенгашининг қарори билан нашрга тавсия қилинган (2020 йил 24 декабрдаги №3 -сонли баённомаси)*

## МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР.....	4
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТРЕФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	10
III. НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ.....	13
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАТЕРИАЛЛАРИ.....	70
V. ГЛОССАРИЙ.....	80
VI. ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	87

## I. ИШЧИ ДАСТУР

### Кириш

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чоратадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли, 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли Фармонлари, шунингдек 2017 йил 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чоратадбирлари тўғрисида”ги ПҚ–2909-сонли қарори ҳамда 2019 йил 27 августдаги “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789 – сонли Фармонида 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.

Мазкур дастур ривожланган хорижий давлатларнинг олий таълим соҳасида эришган ютуқлари ҳамда орттирган тажрибалари асосида “Биология” қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналиши учун тайёрланган намунавий ўқув режа ҳамда дастур мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Жамият тараққиёти нафақат мамлакат иқтисодий салоҳиятининг юксаклиги билан, балки бу салоҳият ҳар бир инсоннинг камол топиши ва уйғун ривожланишига қанчалик йўналтирилганлиги, инновацияларни тадбиқ этилганлиги билан ҳам ўлчанади. Демак, таълим тизими самарадорлигини ошириш, педагогларни замонавий билим ҳамда амалий кўникма ва малакалар билан қуроллантириш, чет эл илғор тажрибаларини ўрганиш ва таълим амалиётига тадбиқ этиш бугунги куннинг долзарб вазифасидир. “Замонавий биотехнология” модули айнан мана шу йўналишдаги масалаларни ҳал этишга қаратилган.

Ушбу дастурда биотехнологиянинг долзарб муаммолари ва ютуқлари, нанозаррачаларнинг хусусиятлари, нанобиотехнологиянинг йўналишлари, турли биочиплар, нанороботлар ва наночип тизимлари ҳамда уларни яратиш усуллари, нанозаррачаларнинг олишни, биологик фаол моддаларни нанокапсуллаш усуллари, биологик фаол моддаларни фаоллигини аниқлаш усуллари, нанобиотехнологияни халқ хўжалигида ва тиббиётда қўллашни замонавий ҳолати ва муаммолари кабилар баён этилган.

## **Модулнинг мақсади ва вазифалари**

**“Замонавий биотехнология” модулининг мақсади:** педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчиларини наноструктурага эга бўлган наномашиналар ва молекулаларнинг баъзи хусусиятларини биотехнологик объект сифатида ҳамда ген, оксил ва ферментлар муҳандислиги усулларидадан микроҳажм даражасида фойдаланишга ўргатишдан иборатдир.

Тингловчилар ушбу фанни ўзлаштириш борасида нанозаррачалар ва наноматериалларни баъзи биологик жараёнларда қўллаш, потенциал биологик ҳавф, нано ва биоструктураларни компьютер орқали дизайнларини яратиш, молекулаларни моделлаш, нано-биоструктураларни бир манъбага жамлаш, наноқурилмалар ва наноишланмалар яратиш, биоматериаллар ва ўргимчаксимонларни тўрига ўхшаш оксиллар асосида биоматериаллар яратиш, турли касалликлар диагностикаси ва баъзи фаол доривор моддаларни керакли манзилга етказиш каби технологик жараёнлар тўғрисида керакли билимга эга бўладилар.

**Модулнинг вазифалари:** “Замонавий биотехнология” фанини ўқитишнинг вазифаси, педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчиларига ҳозирги замон нанобиотехнологияси ҳамда уларга чегарадош бўлган фанлар ютуқларига асосланган ҳолда нанозаррачалар асосида янги технологик жараёнлар яратиш ва нанобиотехнология назариясининг асосларидан билим беришдан иборатдир. Ҳозирги кунда бу соҳани жадал суръатларда ривожланиши натижасида, замон талабига жавоб бера оладиган мутахассисларни тайёрлаш талаб этилмоқда. Шу сабабли педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчиларига нанозаррачалардан биотехнологик жараёнларда фойдаланиш йўлларини очиб бериш, замонавий илмий педагогик кадрлар тайёрлашга ёрдам беради ва бу фанни биология ва унга турдош бўлган фанлар соҳаларида педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курсида билим олаётган тингловчиларга ўргатиш замон талабига мувофиқлиги билан ажралиб туради.

### **Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникмаси, малакаси ва компетенцияларига қўйиладиган талаблар**

“Замонавий биотехнология” курсини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида:

#### **Тингловчи:**

- микробиология ва вирусология, генетика, молекуляр биология, биокимё, биофизика, физиология, ботаника ва зоология қонуниятлари ҳақида **билиши** керак;

#### **Тингловчи:**

- ферментатив реакциялар механизмлари, ишлаш жараёнлари; хужайра биологиясидан - хужайра тузилиши, хужайрада асосий жараёнларнинг кечиши, хужайраларнинг қўпайиши;

- ДНК ва РНК тузилиши, транскрипция, трансляция қонунлари, рибосомаларнинг тузилиши, генетик код, структура элементлари;

- олинган натижаларни экспериментал таҳлил қилиш, экспериментал тадқиқотлар натижаларига ишлов бериш ва қайта ишлаш устида етарли **қўникмаларига** эга бўлиши лозим;

**Тингловчи:**

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

**Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар**

“Замонавий биотехнология” 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 усулларини қўллаш назарда тутилади.

**Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги**

“Замонавий биотехнология” 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 тақсимоти

№	Модуль мавзулари	Аудитория уқув юкламаси			
		Жами	жумладан		
			Назарий	Амаий машғулот	Кўчма машғулот
1.	Биотехнология фанининг ривожланиши ва унинг янги босқичлари.	2	2		
2.	Замонавий биотехнологиянинг саноат ва ишлаб чиқариш корхоналарининг чиқиндиларини қайта ишлашдаги аҳамияти. Ҳозирги даврда биотехнология ёрдамида ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар ва уларнинг аҳамияти.	2	2		
3	Нанобиотехнология соҳасидаги ютуқлар. Уларнинг тиббиёт, қишлоқ хўжалиги ва турли анализларда ишлатилиши.	2	2		
4	Микроорганизмлар биотехнологияси	2		2	
5	Ўсимликлар ҳосилдорлигини оширишда замонавий биотехнологиянинг роли.	2		2	
6	Ҳайвонлардан маҳсулдор зотларни яратишда сўнгги тадқиқотлар.	2		2	
7	Ген ва ҳужайра инженерлиги йўналишида олиб борилаётган сўнгги тадқиқотлар. Соматик ҳужайралардан гибридомалар олиш технологияси	4		4	
8	Ферментлар ва уларни биотехнологияда қўллаш.	2		2	
9	Ферментлар иммобилизацияси.	2		2	
	<b>Жами:</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	

### НАЗАРИЙ ВА АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

#### 1-мавзу: Биотехнология фанининг ривожланиши ва унинг янги босқичлари. (2 соат)

- 1.1 Биотехнология фанининг ривожланиши ва унинг янги босқичлари.
- 1.2 Анъанавий ва замонавий биотехнологиянинг асосий фарқлари.

**2-мавзу Замонавий биотехнологиянинг саноат ва ишлаб чиқариш корхоналарининг чиқиндиларини қайта ишлашдаги аҳамияти. Ҳозирги даврда биотехнология ёрдамида ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар ва уларнинг аҳамияти. (2 соат)**



2.1 Замонавий биотехнологиянинг саноат ва ишлаб чиқариш корхоналарининг чиқиндиларини қайта ишлашдаги аҳамияти.

2.2 Ҳозирги даврда биотехнология ёрдамида ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар ва уларнинг аҳамияти.

**3-мавзу: Нанобиотехнология соҳасидаги ютуқлар. Уларнинг тиббиёт, қишлоқ хўжалиги ва турли анализларда ишлатилиши. (2 соат)**

3.1 Нанобиотехнология соҳасидаги ютуқлар.

3.2 Уларнинг тиббиёт, қишлоқ хўжалиги ва турли анализларда ишлатилиши.

### **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.

### **АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ**

Ўқув машғулотларни ташкил этиш бўйича кафедра профессор-ўқитувчилари томонидан кўрсатма ва тавсиялар ишлаб чиқилади. Унда педагог кадрларни қайта тайёрлаш ва малака ошириш курси тингловчилари асосий маъруза мавзулари бўйича олган билим ва кўникмаларини машғулотлар олиб бориш жараёнида янада бойитадилар. Шунингдек, дарслик ва ўқув қўлланмалар асосида тингловчилар билимларини мустаҳкамлашга эришиш, тарқатма материаллардан фойдаланиш, илмий мақолалар ва тезисларни тайёрлаш орқали тингловчилар билиминини ошириш, мавзулар бўйича кўргазмали қуроқлар тайёрлаш ва бошқалар тавсия этилади.

Амалий машғулотларда тингловчилар Биологик ривожланишнинг асосларидан олган назарий билимларни мустаҳкамлаши ва умумий хулосалар чиқара олиши мумкин. Олинган билим ва кўникмалар дарсликлар, қўлланмалар, маъруза материаллари, илмий мақола ва тезислар ёрдамида, тарқатма материаллардан фойдаланилган ҳолда мустаҳкамланади.

**1-амалий машғулот мавзуси: Микроорганизмлар биотехнологияси (2 соат)**

**2-амалий машғулот мавзуси: Ўсимликлар ҳосилдорлигини оширишда замонавий биотехнологиянинг роли. (2 соат)**

**3-амалий машғулот мавзуси: Ҳайвонлардан маҳсулдор зотларни яратишда сўнгги тадқиқотлар. (2 соат)**



**4-амалий машғулот мавзуси:** Ген ва ҳужайра инженерлиги йўналишида олиб борилаётган сўнгги тадқиқотлар. Соматик ҳужайралардан гибридомалар олиш технологияси **(4 соат)**

**5-амалий машғулот мавзуси:** Ферментлар ва уларни биотехнологияда қўллаш. **(2 соат)**

**6-амалий машғулот мавзуси:** Ферментлар иммобилизацияси. **(2 соат)**

### **Ўқитиш шакллари**

Мазкур модул бўйича қуйидаги ўқитиш шаклларидан фойдаланилади:

- маърузалар, амалий машғулотлар (маълумотлар ва технологияларни англаб олиш, ақлий қизиқишни ривожлантириш, назарий билимларни мустаҳкамлаш);

- давра суҳбатлари (кўрилаётган лойиҳа ечимлари бўйича таклиф бериш қобилиятини ошириш, эшитиш, идрок қилиш ва мантиқий хулосалар чиқариш);

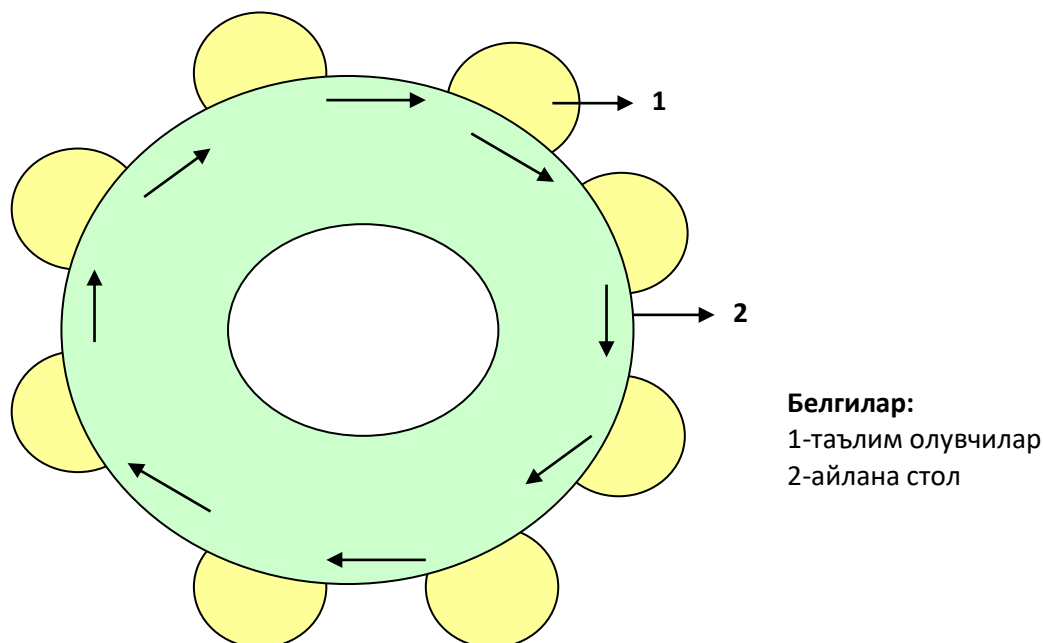
- баҳс ва мунозаралар (лойиҳалар ечими бўйича далиллар ва асосли аргументларни тақдим қилиш, эшитиш ва муаммолар ечимини топиш қобилиятини ривожлантириш).

## 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.

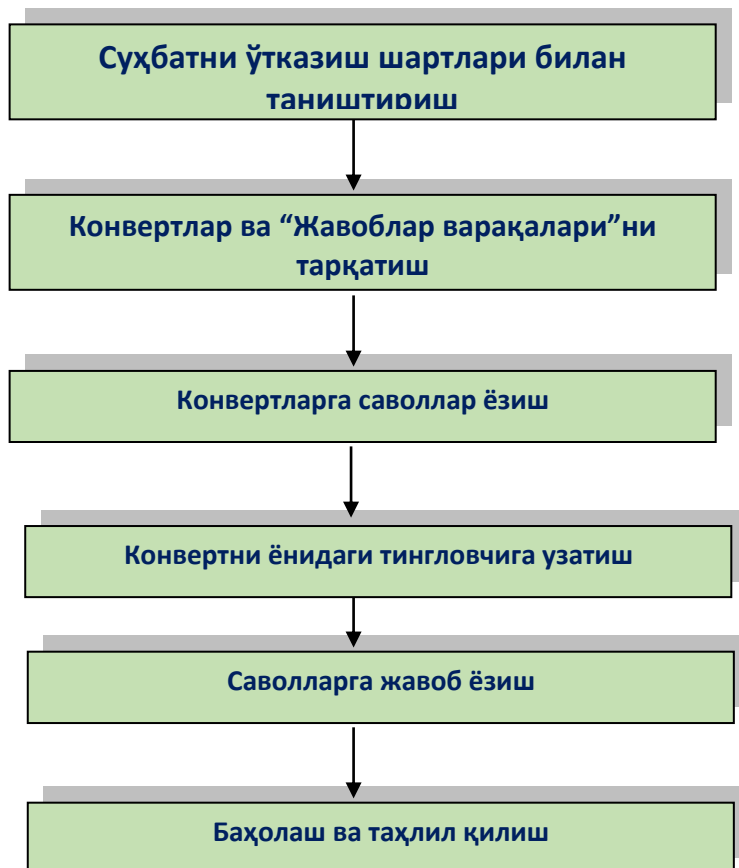
“Давра суҳбати” методи қўлланилганда стол-стулларни доира шаклида жойлаштириш керак. Бу ҳар бир таълим олувчининг бир-бири билан “кўз алоқаси” ни ўрнатиб туришига ёрдам беради. Давра суҳбатининг оғзаки ва ёзма шакллари мавжуддир. Оғзаки давра суҳбатида таълим берувчи мавзунини бошлаб беради ва таълим 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.



### 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 конвертни соат йўналиши бўйича ёнидаги таълим олувчига узатади. Конвертни 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 бўйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу

бўйича дастлабки билимлар даражасини ташхис 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 айтилган 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.

XXI–асрни биология асри деб эълон қилинишини талаб қилиб чиққан олимларни фикрига кўра, биз яшаб турган бу аср ёки биология асри бўлиши керак ёки у инсониятни йўқолиш асрига айланиб қолиши мумкин! Аммо XXI–асрни охириги 10 йилликларида хитоб қилинган “физиклар асри”, эстафета таёқчасини “биологлар асрига” узатиш лозим деган фикрлари ҳозирча ўз ечимини топгани йўқ. Олдимизда турган 30-40 йилларда инсоният учун катастрофа бўлиб хизмат қила оладиган даражада 4 та энг катта ҳавфни кириб келаётганлиги ҳақида фикр қилинса, одамни юраги орқага тортиб кетиши муқаррар. Хўш бу ҳавфли катастрофалар нималардан иборат?

**Инфекция билан алоқадор бўлган иммун системасини пасайиб кетиш ҳавфи.** XXI–асрни ўрталарига келиб, ишлаб-чиқарила бошлаган ва жуда кенг ишлатилган антибиотиклар икки муаммони пайдо бўлишига олиб келди: а) антибиотиклар таъсиридан зарар кўрган бактериялар ўрнини, улардан кўра ҳавфлироқ бўлган вируслар эгаллаб олишди; б) XXI–асрни охирига келиб, инсониятга кенг миқёсда ҳужумга ўтиб олган вирусларга, ҳар хил саабларга кўра антибиотиклар таъсиридан тирик қолган, уларни таъсирига чидамли бўлган бактерияларни махсус штаммлари келиб қўшиладилар. Бактерияларни чидамлилигини ошишига одамларни ўзлари ёрдам қилдилар. Чунки, кўпчилик инсонлар антибиотиклар ишлатиш зарур бўлмаган ҳолатларда ҳам улардан фойдаланилган, фойдаланилганда ҳам нотўғри фойдаланадиган бўлиб қолдилар. Шу тарзда бир томондан жуда кенг шароитда, (бутун сайёрамиз бўйлаб десак ҳам хато бўлмайди) бактерияларни антибиотикларга бўлган штаммларини селекцияси амалга оширилди, иккинчи томондан эса, одам ўз организмни иммун ҳимоя тизимини кучсизланишига сабаб бўлди.

**Озиқ-овқат катастрофасини содир бўлиш белгилари.** Биз яшаб турган даврда сайёрамизда 1 млрд дан кўпроқ одамлар очликдан, табиат, эволюция уларни овқатланишга ўргатиб қўйган маҳсулотларни етишмаслигидан захмат тортмоқдалар. Агарда, сайёрамиздаги бутун ботқоқликларни қуритиб, бугунги чўлларга сув чиқариб, уларни ўзлаштириб, экин экиб, ҳосил кўтариб, озиқ-овқат маҳсулотлари тайёрланганда ҳам, яқин 40-50 йилда бу катастрофа яна инсоният олдида гавдаланади.

**Онкологик катастрофа.** Бу маммо XXI–асрни давомида, кам ҳаракатли ва фаолият олиб бориш, калориялик овқатланишни структураси ва режими йўқлиги доимий стресс ҳолатда ҳаёт кечириш ва бошқа кўплаб сабаблар ёрдамида инсониятга ҳужум қилишга тайёргарлик кўрди. Ўтган аср давомида, онкологик касалликлар билан касалланиш 9 маротабага ошди ва шундай шиддат билан давом этмоқдаки, биз яшаб турган асрни ўрталарига келиб, рак касалликлари тўғрисида одамларни бошига қирғин солиш ҳавфи башорат қилинмоқда.

**Глобал экологик катастрофа.** Кўп олимлар бу муаммо ҳам қочиб бўлмайдиган катастрофага олиб келишини хитоб қилмоқдалар. Фақатгина уни кириб келиши вақтигина муҳокама қилинмоқда холос. Атроф - муҳитга инсон фаолоияти билан боғлиқ бўлган таъсир, меёридан 10-12 мартабо ошиб кетган. Биосфера, ўзини-ўзи бошқариш ва ўзини-ўзи тиклаш хусусиятини қайтариб бўлмайдиган даражада йўқотди.

Фақатгина биологик тадқиқотларни жуда тезкорлик билан, ҳар томонлама ўйлаб, олиб борилишигина, инсоният олдида турган бу катастрофани бутунлай олдини ололмаса ҳам, уни биров орқага суриш имконини беради. Бундай бурилиш, тиббиётда, қишлоқ-хўжалигида, табиатдан фойдаланишда, атроф-муҳит муҳофазасида жуда катта ютуқларни таъминлашга қодир бўлиши керак. Биологик тадқиқотларда кутиладиган бундай бурилишни нанобиология ва нанобиотехнология таъминласа ажаб эмас.

Нанотехнология деганда, наноструктуралар (нанобўлакчалар) ёрдамида манипуляция қилишга асосланган фундаментал технологиялар тушунилади. Наноструктуралар – катталиги 1 нм дан 100 нм гача бўлган манбалар (объектлар) дир ( $1\text{нм}=10^{-9}$ ). Наномасштаб ўзига хос бўлган хусусиятга эга. Чунки, нанодунёни материалларини фундаментал хоссалари, уларни ўлчамига боғлиқ бўлади. Бундай хусусият бошқа, улардан кўра каттарок бўлган объектларга хос эмас.

Молекуляр даражада, молекуляр комплексларни хусусиятлари билан белгиланадиган янги хоссалар пайдо бўлади. Бу хосса ва хусусиятларни тушуниш, уларни ўрганиш ва назорат қилиш имконияти, бир дунё функционал молекуляр қурилмалар ва технологияларни очишига сабаб бўлади.

Нанотехнологиянинг ютуқларидан биологияда фойдаланиш – янги йўналиш, нанобиотехнологияни пайдо бўлишига олиб келди.

Нанобиотехнология – нанобиотехнологияни бир қисми бўлиб, у, нанобўлакчаларни тирик системага таъсирини ўрганиш, ҳамда биологик наноструктураларни наноҳодисалар ва наножараёнларни моделлаштириш ва уларни экспериментал биология, тиббиёт, экология, қишлоқ – хўжалиги ва иқтисодиётни бошқа тармоқларида ишлатиш усулларини яратиш билан шуғулланади. Ҳозирги вақтга келиб, нанобиотехнологияларни яратиш ва ривожлантиришни уч асосий йўналиши шаклланди.

**Биринчи йўналиш**– лаборатория ва ишлаб-чиқариш шароитида, тирик системанинг наноҳодисалари ва наномеханизмларини моделлаштириш ва уларни қайта тиклаш масалалари билан шуғулланади.

**Иккинчи йўналиш** – тирик организмлар иштирокида нанобўлакчалар ва наномашиналар яратиш билан шуғулланади.

**Учинчи йўналиш** – наноструктуралар ва наножараёнларни тирик организмга киритиш билан шуғулланади ва тирик организмларни ўрганиш, уларни ҳолатини диагноз қилиш ва даволашни ўз олдига мақсад қилиб қўяди.

## 1. Тирик системаларнинг тузилишини кўп босқичлилиги.

Тирик табиатни эволюцияси давомида, тирик системаларни мерархияси (бир-бирига қарамлилик, таъбийлик) шаклланди. Бу, тирик организмларни тузилишини кўп босқичлилигида намоён бўлади. Юқорироқ даражадаги ҳаётий жараёнлар, ўзидан паст бўлган даражадаги структуралар билан таъминланади.

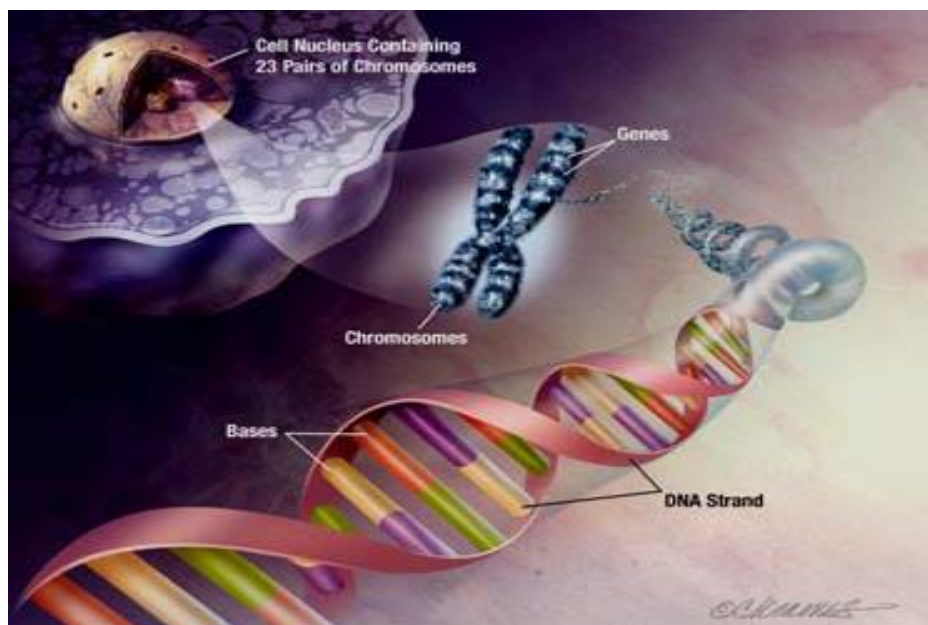
Тирикликни ҳар-бир босқичи, ўзини структура – функционал бирлиги билан характерланади. Бу бирликни системани тарихий ўзгариши, муайян даражада эволюцион жараёнларни моҳиятини аниқлаб беради. Ҳар бир босқичда, ҳаётни асосий хусусиятлари намоён бўлади. Бу босқичлар нималар? Уларни ўзига-хос хусусиятлари нималар?

Тирикликни бошланғич босқичи (энг чуқур босқичи) молекуляр босқич ҳисобланади. Бу босқични структура – функционал бирлиги бўлиб, биомолекула (1- расм) ёки биополимерлар (нуклеин кислоталар, оксил моддалар, полисахаридлар молекулалари) ҳисобланадилар. Бу босқичда, ҳаёт ва фаолиятни энг муҳим жараёнлари амалга ошади: ирсий ахборотларни сақланиши ва узатилиши, модда ва энергия алмашинуви, нафас олиш ва бошқалар. Биомолекулалардан надмолекуляр структуралар шаклланади.

**Субҳужайрали босқич (даражаси)**, молекуляр ва ҳужайра босқичлари (1-расм) орасидаги ўтувчи босқич ҳисобланади. Бу босқичнинг бирлиги – тирик системанинг надмолекуляр структуралари ҳисобланади (элементар биологик мембрана, органоидни суб бўлакчалари, органоидлар). Бу босқичда содир бўладиган ҳаётий жараёнларда намоён бўлади.

**Ҳужайра босқичи (даражаси)** – ҳужайраларга, мустақил организмлар (бактериялар, простейшийлар) ҳамда, кўп ҳужайрали организмларни ҳужайралари сифатида қараш босқичи ҳисобланади. Ҳужайралар, биосинтез, озикланиш, нафас олиш, ривожланиш, кўпайиш ва ҳ.к. хусусиятларга эга бўлганлиги туфайли, улар тирик табиатни ташкил бўлишида асосий структура бўлиб хизмат қиладилар (1- расм).

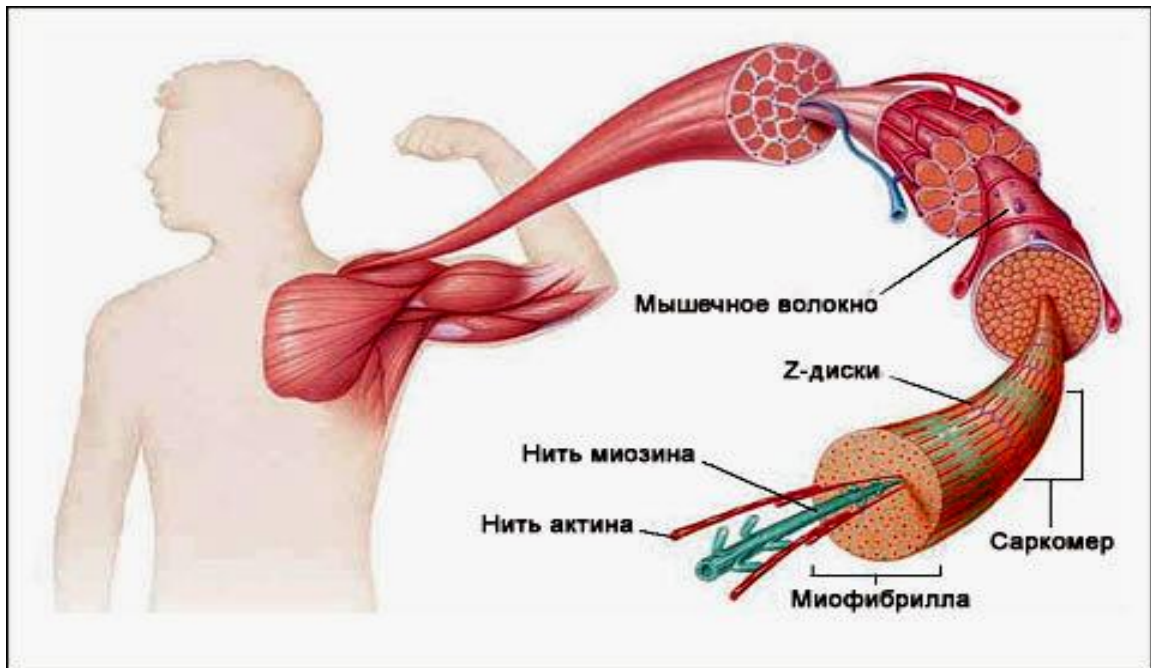




1-расм. Ҳаётни ташкил бўлиш босқичларининг молекуляр (ўнгда), субҳужайравий (ўртада) ва ҳужайравий (чапда) кўринишидаги биологик структуралар.

**Тўқима босқичи.** Бу босқич, эволюция жараёнида, кўпҳужайралик ва ҳужайраларни специализацияси (дифференциацияси) пайда бўлганлиги сабабли, келиб чиқди. Унинг структура – функционал бирлиги – тўқима. Тўқима – келиб чиқиши, функциялари, жойланиши ва кўп ҳолатларда тузилиши ҳам бир хил бўлган ҳужайраларни ва уларни ҳосилаларини тўплами ҳисобланади. Тўқима даражасида (босқичида), янги ҳосил бўлган ҳужайраларни специализацияси, ҳужайрадан ташқаридаги структураларни шаклланиши, ривожланиши, фаолият кўрсатиши ва тўқималарни регенерацияси (қайта тикланиши) содир бўлади.

**Орган босқичи (даражаси)** – мураккаб, кўп тўқимали тирик система эканлиги билан характерланади. Бу босқични структура – функционал бирлиги – орган. Орган, организмни бир бўлаги бўлиб, у маълум шаклга эга ва ўзига специфик бўлган функцияни бажаради (2- расм). Органлар биринчи навбатда, умумий функцияга ёки организмдаги биологик ролига қараб, органлар системасини ташкил қиладилар.



2- расм. Ҳаётни ташкил бўлишини тўқима (мушак толалари), орган (мушаклар) ва системали (мушак системаси – скелет мускулатураси) даражадаги биологик структуралар.

Тирикликни система даражасидаги организациясининг структура – функционал бирлиги, органлар системаси ҳисобланади. Ўз навбатида биологик роли ёки функцияси ўхшаш бўлган органларни бир-бири билан боғлайди. Худди мана шу тартибда, организмда қон айланишини таъминланади. Қон айланиш системаси, юрак, қон – томирлар каби органлардан ташкил топган.

**Организм (даража) босқичини вакили** – тирик организмлар ҳисобланади. Бу босқични структура функционал бирлиги сифатида, тирик организмга, ҳаётни барча кўриниши ва хусусиятлари хос. Бу босқичда, организмни ўсиши ва ривожланиши, ташқи муҳит омиллари таъсирига мослашуви, худди ягона бир бутундай намоён бўлади.

**Популяция (даража) босқич.** Бу босқични эволюцион жараёнга киритилган вакили сифатида мустақил деб кечирувчи организмларни минимал гуруҳи хизмат қилади ва уларни популяциялар деб юритилади. Бу босқични структура функционал бирлиги – популяция бўлиб, бир вақтнинг ўзида у эволюциянинг элементар бирлиги ҳам ҳисобланади. Алоҳида организмларни популяцияга тўпланиши, уларни мослашувини яшаб қолишларини, кўпайишини, умуман олганда эволюциядаги ўрнини таъминлайди.

**Тур (даражаси) босқичи** – мустақил яшовчи организм (особ) ларни популяциядан кейинги, улардан баланд турадиган бирлашмаси – биологик турлар билан вакилланган. Популяциялар қатори, тур – табиатда микроэволюция жараёнини ниҳоясига етказди.

**Биоценодик даражани (босқични) структура** – функционал бирлиги, ҳар хил турларни ўзаро бир-бирига боғлиқ бўлган ҳамжамияти – биогеоценозлар (экосистемалар) шаклланган. Биогеоценоз – бир-бирлари билан ўзаро боғлиқ бўлган организмлардан (биогеоценозлардан) ташқари, атроф муҳитни абиотик омилларини ҳам ўзига қўшиб олади.

**Биосфера (даражаси) босқичи** (структура – функционал бирлиги биосфера), тирик материяни энг юқори даражали организацияси ҳисобланади. Бу босқичда, моддаларни ва энергияни барча биогеоценодик алмашинуви, ягона биосфера (глобал) алмашинувга бирлашади.

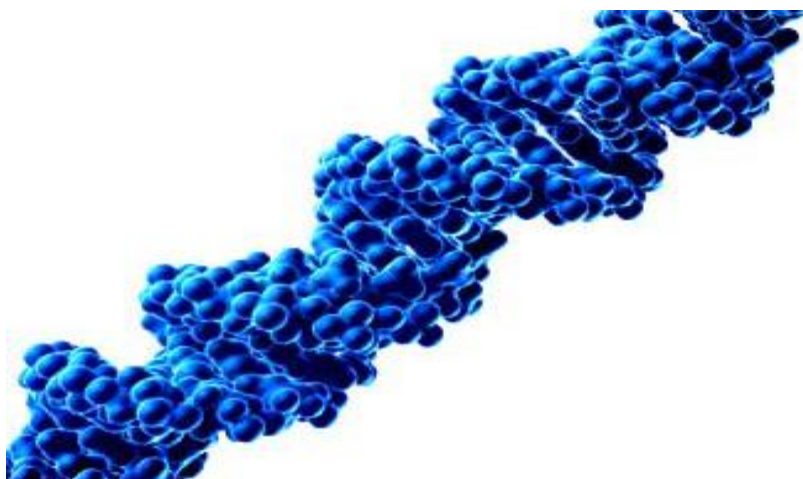
### Тирик системаларнинг тузилини кўп босқичлилиги

Тириклик босқичлари	структура– функционал– бирлиги	амалга ошадиган жараёнлар
Молекуляр	биомолекула биополимерлар	Ирсий ахборотларни сақланиши ва узатилиши, модда ва энергия алмашинуви, нафас олиш ва х.к
Субҳужайрали	надмолекуляр структуралар: биомембрана; органоидларни суббўлакчалари	Ҳужайраларни ўсиши, кўпайиши, ихтисосланиши, органоидларни ўсиши ва емирилиши
Ҳужайра	бактериялар, энг соддалар, кўп ҳужайрали организмларни ҳужайралари	Биосинтез, озикланиш, нафас олиш, ривожланиш, кўпайиш. Улар тирик табиатни ташкил бўлишида асосий структура бўлиб хизмат қиладилар.
Тўқима	тўқима	Янги ҳосил бўлган ҳужайраларни специализацияси, ҳужайра ташқарисидаги структураларни шаклланиши, ривожланиши, функцияси ва тўқималарни регенерацияси содир бўлади.
Орган	орган	Организмни бир бўлаги. Маълум шаклга эга, функциясига қараб органлар системасини ҳосил қилади. (қон айланиши: юрак-қон томирлари).
Система	органлар системаси	Биологик вазифаси бир хил бўлган органларни бир-бирига

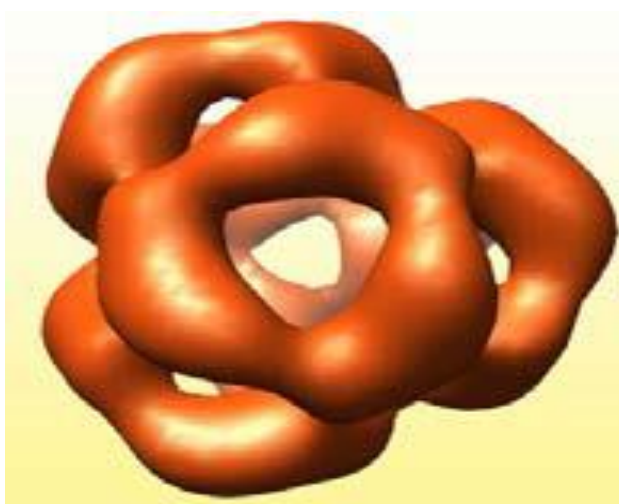
Организм	тирик организмга хос бўлган ҳаётни барча кўриниши ва хусусиятлари	боғлайди. Организмни ўсиши, ривожланиши, мослашуви ва ҳ.к
Популяция	Эволюцион жараёндан ўрин олган мустақил ҳаёт кечирувчи организм (особлар) ни минимал гуруҳи–популяциялар	Организмларни популяцияга тўпланиши, уларни мослашувини, яшаб қолишларини, кўпайиши ва ҳ.к умуман эволюциядаги ўрнини белгилайди.
Тур	Мустақил организмларни популяциядан кейинги босқичи	Микроэволюция жараёнини ниҳоясига етказди.
Биоценотик	Биоценоз (ҳар хил турларни бир-бирига ўзаро боғлиқ бўлган ҳамжамияти)	Эволюцияда биогеоценозлар (экосистемалар) шаклланган. Биогеоценоз - бир-бирлари билан ўзаро боғлиқ бўлган организмлар-атроф муҳитни абиотик омиллари.
Биосфера	биосфера	Тирик материяни энг юқори даражадаги организациyasi моддаларни ва энергияни барча биогеоценотик алмашинуви, ягона (глобал) биосферага бирлашган.

## 2. “Наноструктуралар”, “Наноҳодисалар”, “Наножарёнлар”, ва “Нанотехнологиялар” тушунчаси.

Наноструктуралар – катталиги (ўлчами) 1 дан 100 нанометргача бўлган объектлар (манбалар). (Нанометр – метрни миллиарддан бир бўлаги,  $10^{-9}$ м). Наноструктуралар, на фақат инсонлар яратган энг кичик манбалар, балки улар энг майда қаттиқ материаллар бўлиб, уларни алоҳида ажратиб олиш, ҳатто улардан баъзиларини манипуляция қилиш ҳам мумкин (3,4-расм).



3-расм. ДНК ни икки занжирли молекуласи.



4-расм – Оксил молекуласи - тирик системада энг кўп тарқалган наноструктуралар (катталиги 4-50нм).

Наномасштаб жуда ноёб (уникален), чунки нанодунёни элементларни фундаментал хусусиятлари, уларни размери билан шунчалик боғлиқки, бундай боғлиқлик бошқа бирор масштабда сезилмайди. Молекуляр даражада, атомларни, молекулаларни ва наноконплексларни ўзларини тутишлари билан боғлиқ бўлган, янги физик-кимёвий хусусиятлар пайдо бўлади. Биологик наноструктураларга масалан, катталиги 4-50нм оралиғида бўлган оксил молекулаларини киритиш мумкин (4-расм). Қалинлиги 1-2 нм га тенг бўлган ДНК молекулаларини ҳам, уларни узунлиги бирнеча миллиметрга тенг бўлишига қарамасдан, наноструктурага киритиш мумкин. Тирик организмлардан, ҳаётни хужайрасиз шакли бўлган вирусларни нанодунёга киритиш мумкин. Вирусларни катталиги 10-200 нм оралиғида ётади.

Нанобўлакчалар яратиш технологиясида, моддаларга ишлов беришни бир-биридан табора фарқ қилувчи икки ёндашув маълум:

- “**Тепадан пастга**”, яъни физик жисмларга механик ёки бошқа хилдаги таъсир кўрсатиб, уларни катталигини (ўлчамини - размерини) нанометрга тушириш;
- “**Пастдан тепага**”, яъни йирикрок нанообъектларни “пастроқ қаторда” турган элементлардан (атомлар, молекулалар, биологик хужайраларни структурали бўлаклари ва ҳ.к) йиғиш.

Наноструктуралар (нанобўлакчалар) иштирокида бажариладиган жараёнлар **наножараёнлар** деб аталади. Тирик организмдаги энг асосий наножараён – оқсил биосинтези.

Тирик табиатда наноструктуралар иштирокида ўтадиган ходиса (воқеа) **наноходисалар** деб юритилади. Ажойиб, аммо Шарқда тозалик белгиси деб юритиладиган лотос (Нилуфар гуллар туркумига кирадиган чиройли сув ўсимлиги) барглари ўз-ўзидан тозаланишини ҳам наноходисаларга киритиш мумкин. Лотос барглари, баландлиги 5-10 мкм га тенг бўлган микро бўртмачалар билан қопланган бўлиб, улардан нанотукчалар ўсиб чиқади. Мана шу нанотукчалар туфайли, ёмғир томчилари бирданига оқиб кетмасдан, барг сиртидан сирпаниб ўтадилар ва ўзлари билан бирга барг сиртида тўпланадиган чанглари олиб тушадилар ва баргни тозалаб турадилар.

Бундан анча қадимий бўлган наноходисаларга, ДКН ни ауторепликациясини (ўзидан-ўзи пайдо бўлиши) келтириш мумкин. Бу, ўта мураккаб ходисани бундан 3,5 млрд йиллар аввал пайдо бўлган бактериялар намойиш қилиб беришган.

**Нанотехнология деганда**, наноструктуралар (нанобўлакчалар) ни манипуляциясига асосланган фундаментал технологиялар тушунилади. Бу ҳақда кейинги бобларда батафсилроқ тўхталиб ўтамиз.

### **3. Тирик системаларни молекуляр ва субхужайра тузилиши– нанодунё даражаси сифатида.**

**Тирик системани молекуляр даражадаги тузилишини белгиловчи структураларни энг асосийлари биомакромолекулалар ёт биополимерларни молекулалари ҳисобланадилар.** Улар, нуклеин кислоталари, оқсил ва полисахаридлар молекулаларидан иборат (3,4-расмлар). Бу молекулалар размери каттароқ бўлган, надмолекуляр биологик структуралар (нанокомплекслар) ҳосил қилиш хусусиятига эгалар.

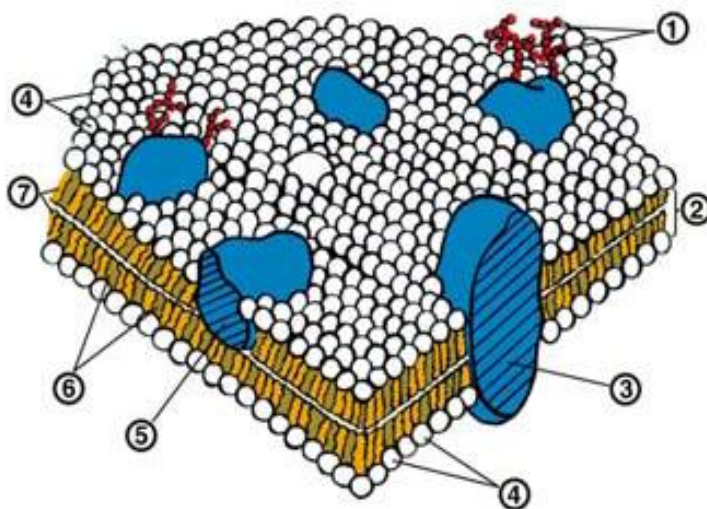
Надмолекуляр биологик структуралар:

- Оқсиллар, нуклеин кислоталар, карбонсувларни макромолекулалари ва уларни комбинациялари (мураккаб оқсиллар, нуклеопротеидлар ва ҳ.к);
- Регулятор молекулалар (гормонлар, ферментлар, медиаторлар, хилма-хил биологик фаол моддалар);
- Сув, ёғ ва бошқа моддаларни молекулалари;
- Ионлар;



– Мустаҳкам ионлар ва сув молекулаларидан ташкил топган атом-молекуляр комплекслар, ҳамда хужайраларни юқорида келтириб ўтилган органик моддаларнинг молекулалари ёрдамида ҳосил бўлади.

Атом-молекуляр комплекслар таркибидаги молекулаларни ва ионларни биргаликдаги хоссалари, жуда ҳам ўзига хос, (специфик, яъни махсус) аммо, ҳозирча яхши ўрганилмаган. Мана шунга ўхшаган надмолекуляр нанобиокомплексларни ҳосил бўлиши, фаолият кўрсатиш ва парчаланиши, баландроқ – надмолекуляр ёки субхужайрали даражада ўтади. Бунда, биологик мембраналар алоҳида ўрин тутади (5-расм). Биологик мембраналар, барча тирик организмлар хужайрасида плазмалеммалар ва кўплаб бошқа органоидлар шаклланишида иштирок этадилар.



5-расм. Биологик мембраналарининг чизмаси.

1-мураккаб оксиллар-гликопротеинларни углевод (карбонсув) занжири; 2-липидларни биомолекуляр қавати; 3-трансмембраналик оксил; 4-липид молекулаларини гидрофил қисми; 5-ярим интегралланган оксил; 6,7-липид молекулаларини гидрофоб қисми.

Бу хусусиятларни ўрганиш ва назорат қилиш, бир дунё функционал молекулалар қурилмалар очишга имкон беради. Улар, бутун дунёда жадаллик билан ривож топаётган нанобиотехнологияни предмети ҳисобланадилар.

#### 4. Нанодунёни ўрганишда ишлатиладиган микроскоплар.

**Ёруғлик микроскопи.** Кўплаб ҳайвон хужайраларини ўлчами-10-20мкм га тенг. Бу одам кўриши мумкин бўлмаган ҳар қандай бўлакчадан 5 марта кичик (одамни кўзи, тўғридан –тўғри, катталиги 100 мкм га тенг бўлган буюмни кўра олади).

**Ҳайвон хужайрасини оддий ёруғлик микроскопи орқали кўриш мумкинми?** Ёруғлик микроскопида кўриш мумкин бўлган энг кичик структура, рухсат этилган ораликни энг қисқаи билан ( $d_0$ ) белгиланади. Оралик- асосан ёруғлик тўлқини ( $\gamma$ ) нинг узунлигига боғлиқ. Бу боғлиқлик, куйидаги формула билан изоҳланади:



$$D_0 = 1/2 \gamma$$

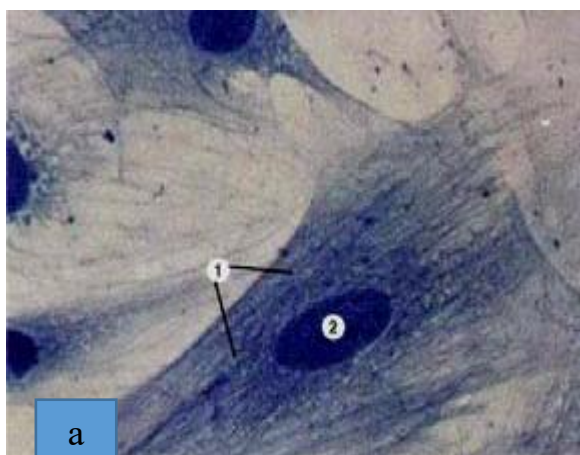
Эслатма: микроскопни кўрсатиш имконияти:  $d_0 = 0,61 \gamma / n \sin Q$  формуласи орқали ҳисобланади.

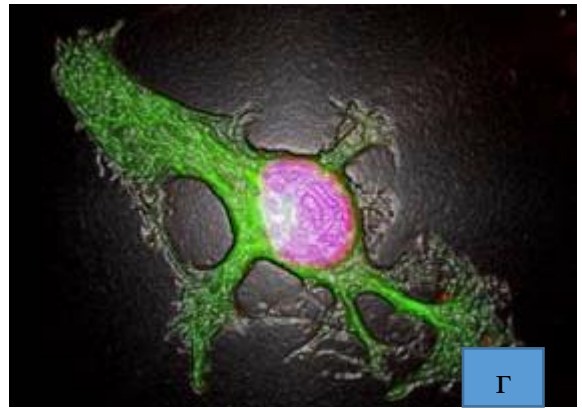
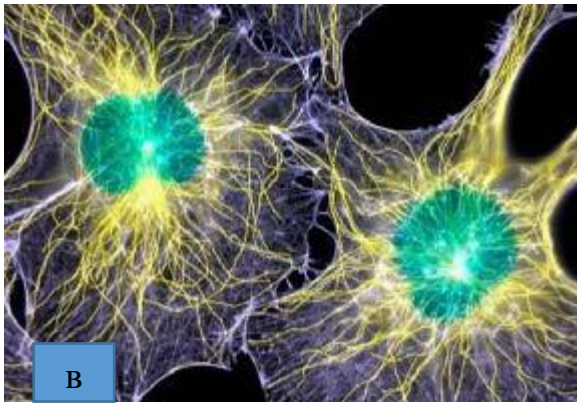
Бу ерда  $\gamma$  – ишлатилган ёруғликни тўлқин узунлиги (оқ ранг учун 0,53 мкм қабул қилинган),  $n$  – муҳитни синиш коэффициентини. Бу нусхани объектив линзасидан ёки конденсатордан ажратиб туради (одатда, ҳаво ёки ёғдан);  $Q$  - объективни оптик ось билан объективга тушадиган энг кўп нур орасидаги бурчак.

Одатда, ёруғлик микроскопларида, ёруғлик манбалари сифатида кўриш спектридаги (400-700 нм) ёруғлик ишлатилади. Шунинг учун микроскопни максимал кўрсаткичи 200-350 нм (0,2-0,35 мкм) дан ошмайди. Демак, размери бирнеча микрометрга тенг бўлган ҳайвон ҳужайраларини одатдаги ёруғлик микроскопи ёрадамида кузатиш мумкин. Аммо, тирик организмларни ҳужайралари, рангсиз ва тиниқ бўладилар. Шунинг учун ҳам табиий ҳолатда ҳужайралар ёруғлик микроскопида кўринмайди. Шундай экан, ҳайвон ҳужайрасини қандай қилиб микроскопда кўриш мумкин?

Ҳужайраларни кўзга кўринарли қилишни ҳар хил йўллари маълум. **Биринчидан**, ҳар хил бўёқлардан фойдаланиб бўяш (6<sup>а</sup>-расм). Масалан, ишқорий бўёқлар (гематоксилин, азур) ҳужайрани нордон компонентларини ядрони (нуклеин кислоталарини) специфик бўяйдилар. Нордон– бўёқлар эса. (эозин) ишқорий реакцияга эга бўлган ҳужайра структуралари (цитоплазманинг оксиллари) билан боғланиб ранг берадилар.

**Иккинчидан**, ёруғлик микроскопиясининг хилма-хиллиги ҳам ҳужайраларни кузатишга ёрдам беради. Шулардан бири – фазо – контрастли микроскопия методи, тирик бўлмаган ҳужайрани кузатиш имконини беради. Бўялмаган структураларни контрастлиги, микроскопга уланадиган кўшимча оптик системалар ҳисобидан кўчади. Контрастликни кўтарилиши, ёруғликни ўтаётган хилма-хил синдирадиган ҳужайра структураларини кузатиш имконини беради (6<sup>б</sup>-расм).





6 -расм. Фибробластлар. а) ёруғлик микроскопияси ёрдамида олинган сурат (1- актинли микрофиламенлар, 2-ядро)  $\times 1000$  (минг марта катталаштирилган); б) фазо – контрастли микроскопия  $\times 500$ ; в) иммунофлуоресцентли микроскопия (микротрубкалар сарик рангга бўялган)  $\times 980$ ; г) конфокален микроскопия  $\times 1000$ .

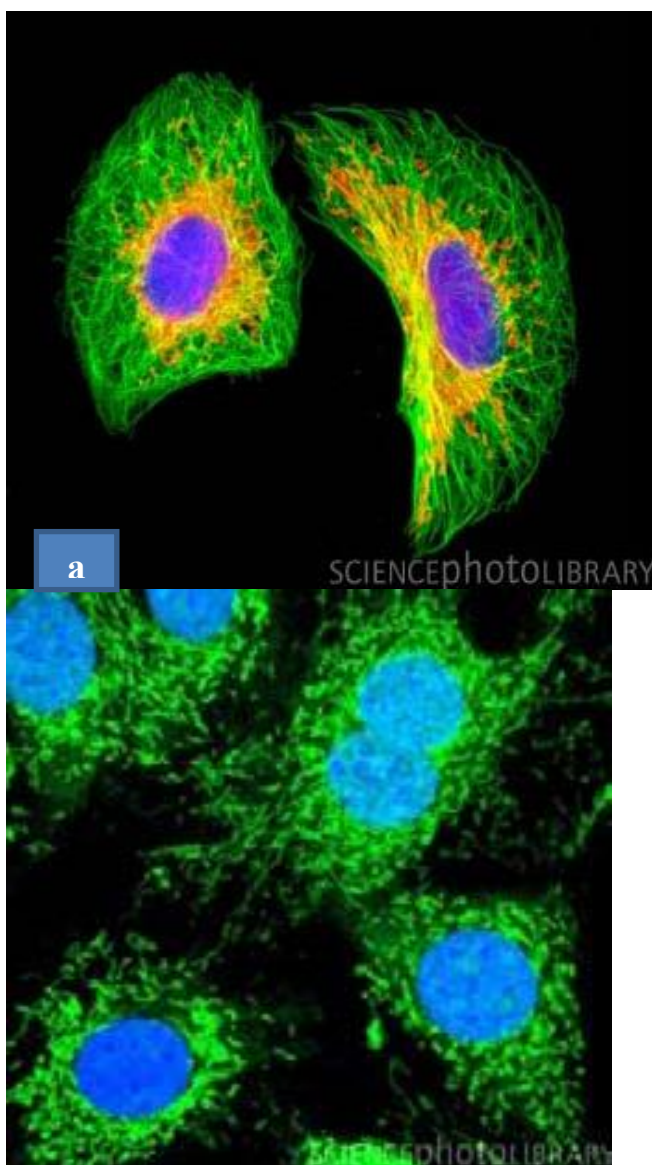
Тирик хужайраларни кузатишни иккинчи йўли, бу **флуоресцент микроскопия усули**. Бу усул, қатор моддаларни қисқа тўлқинли нур таъсирида ёруғлик бериш (флуоресценацияланиш) хусусиятига асосланган. Кўплаб пигментлар, витаминлар, гормонлар ва қатор бошқа моддалар, хужайрага қисқа тўлқинли нур туширилганда, ўз-ўзидан (спонтан) флуоресценцияланиш хусусиятига эгалар. Худди шундай хусусиятга тирик организмларни барча хужайралари ҳам эга, аммо кўп ҳолатларда бу воқеялик жуда ҳам кучсиз намоён бўлади. Бундай ҳолатларда, кўплаб хужайралар ичидаги структураларни кузатиш учун иккаламчи ёки наведенной флуоресценциядан фойдаланилади. Бу эса, хужайрага олдиндан махсус флуорохромлар (флуоресцеин, родамин ва х.к) билан ишлов беришни талаб қилади.

Флуорохромлар антителаларни молекулалари билан боғланишлари мумкин, бу эса уларни фақат маълум макромолекулалар билан танлаб боғланувчи юқори специфик реагентлар сафига кўшиб қўяди.

Флуоресценцияни бу турини **иммунофлуоресценция** деб аталади. Бунда, аввал оқсилга (масалан тубилинга) антитана сақлаган специфик зардоб олинади. Тозаланган антитаналар кимёвий йўл билан флуоресцент микроскоп ёрдамида, (текшириладиган объектда) хужайрада оқсилни локализациясини флуорохромни нур бериши орқали ўрганилади (6<sup>в</sup> -расм).

**Ёруғлик микроскопидан фойдаланиб, объектни учўлчовли кўринишини аниқлаш мумкинми?** Одатда, ёруғлик микроскопияси унчалик катта ёруғлик бера олмайди. Бу эса, ўрганиладиган объектни учўлчовли кўринишини аниқлаш имконини бермайди. Бу муаммо, конфокалли сканирловчи ёруғлик микроскопи яратилиши билан ижобий ҳал қилинган. Бунда нур берувчи сифатида, лазер нуридан фойдаланилган, Бу нур, бирин-кетин препаратни бутун қалинлигини сканер қилиш имконини беради. Объектни зичлиги ҳақида информация, сканирлашни ҳар-бир

линияси бўйлаб, компьютерда узатилади, ва бу ерда (компьютерда) махсус дастур ёрдамида, объектни ҳажмдор учўлчовли тасвири реконструкция бўлади. Одатда, бундай кузатишлар учун, флуорохромлар билан бўялган объектлар ишлатилади (6<sup>г</sup>-расм). Конфокалли микроскоп хужайрани шакли, цитоскелети, ядро ва хромосомани структуралари ҳамда хужайра ичидаги органеллаларни жойланиш характери ҳақида ахборот тўплаш имконини беради (7-расм).



7-расм. Конфокалли микроскопия: а-буйракни эпителиал хужайралари,  $\times$  1000 (митохондрия тўқ сариқ рангда), б- одамни шиш хужайралари **HeLa**  $\times$  1000 (митохондриялар яшил рангга бўялган).

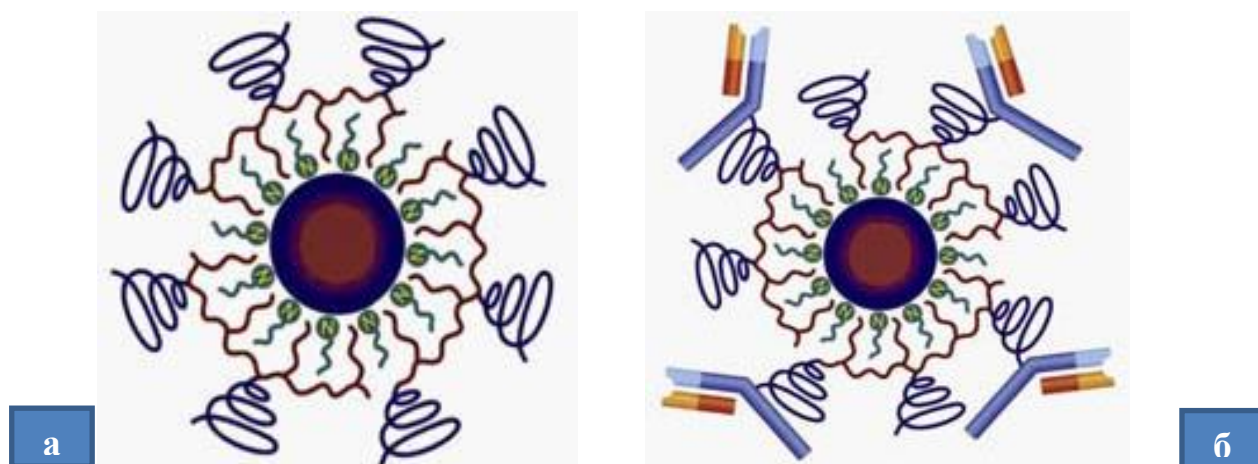
Биологияда ишлатиладиган флуорохромларни кўпчилиги, қуйидаги бирикмаларга кирадилар. Уларни камчиликлари. Қуйидагилардан иборат: 1- паст даражада фотостабиллик; 2- бирнеча объектларни бирвақтда кўриш учун ҳар хил бўёқлардан фойдаланиш зарурияти; 3- бу бўёқларни



флуоресценциясини кучайтириш учун тегишли бўлган ёруғлик манбаларини танлаш зарурияти.

**Органик флуорохромларни бу камчиликларини қандай қилиб йўқотиш мумкин?** Бу муаммони, квант нуқталари ёки ноорганик флуорохромлар ишлатиш орқали ечилди. Квант нуқталар – яримўтказгич нанокристаллар ҳисобланадилар. Биологик тадқиқотларда **CdSe** ни **ZnS** билан қопланган. **ZnS** квант нуқталани оксидланишига чидамлилигини оширади ва флуоресценцияни интенсивлигини бирнеча мартага оширади.

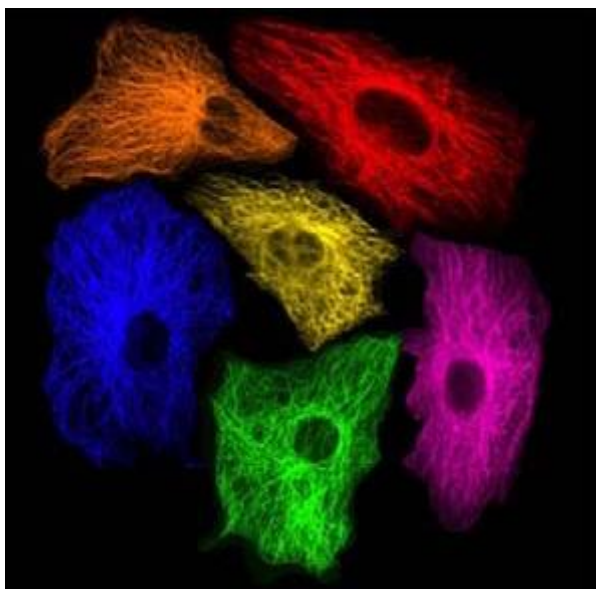
Нанокристалларни размерини ўзгартириб, оптик спектрни хоҳлаган жойига ўрнаштирилган, флуоресценцияга эга бўлган флуорохромни олиш мумкин. Аммо, **CdSe/ZnS** ни нанокристалларини биологик системада ишлатиш, уларни жуда паст бўлган гидрофиллиги учун, ишлатилиши чегараланган. Квант нуқталарини солубилизация қилиш (сувли муҳитга ўтказиш) методларидан бири, уларни сиртида полимер қават ҳосил қилиш ҳисобланади. Кейин бундай полимерга антителалар боғлаш мумкин бўлади. Бу эса, ўз навбатида нанокристаллни биологик мишенга специфик ва юқори даражада танлаб боғлаш имконини беради (8-расм).



8-расм. Квант нуқтани тузилиш чизмаси. а) полимер билан қопланган; б) антителолар билан қопланган. 1- ядро (Cd Se), 2-ZnS қават (оболочка), 3 – полимер, 4 – антитела (антитана).

Ҳар хил размерга эга бўлган квант нуқталар, кенг диапазонли оптик спектрли (ультрабинафшадан – яқин инфрақизил областгача) нурларни юта оладилар. Бу эса, бир манба ёрдамида, нанокристалларни ҳар хил рангга кириб товланишини таъминлайди.

**Нанокристаллар** органик флуорохромларга қараганда, юқорирак фотостабилликка ва қисқа спектрли флуоресценцияга эгалар. Нанокристалларни юқори даражада фотостабиллиги (бу хусусият, органик флуорохромларга нисбатан бирнеча даража баланд), уларни конфокалли микроскопияда ишлатиш имконини беради (9-расм). Бунда, узоқ вақт давомида (соатлаб, хатто бирнеча кунлаб), реал вақт режимда, хужайра ичида ўтадиган жараёнларни кузатиш имконини беради.



9-расм. Фибробластларда, квант нуқталар ёрдамида  $\alpha$  - тубулин оқилини топилиши. Конфокал микроскопия.

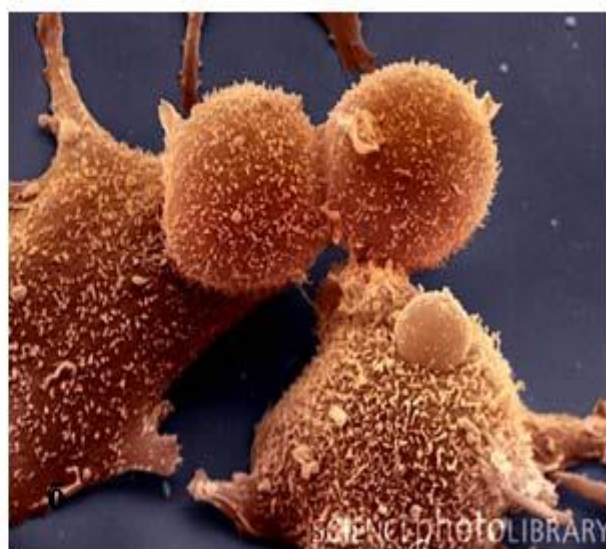
**Электрон микроскопия.** Электрон микроскопияда, жуда тўлқин узунлигига эга бўлган электронлар оқимидан фойдаланилади. 50 кВли кучланишда, электромагнит тебранишларни тўлқин узунлиги 0, 0056 нм ни ташкил қилади. Бу шароитларда, назарий ҳисоблаб чиқилган, максимал оралиқ – 0,002 нм га тенг бўлиши мумкин. Бу, ёруғлик микроскопига нисбатан 100000 марта кичик. Демак, электрон микроскопни кўриш имконияти, ёруғлик микроскопига қараганда, 100000 марта каттароқ. Замонавий электрон микроскоп катталиги 0,1-0,7 нм га тенг бўлган жисмни кўра олади, агар биологик объект бўлса, бу рақам 2 нм атрофида бўлади.

Ҳозирги вақтда, биологияда трансмиссион (ёритиб кўриш) ва сканирловчи электрон микроскоплардан кўпроқ фойдаланилади. Трансмиссион электрон микроскоп ёрдамида, ўрганиладиган объектни иккаламчи тасвири олинади (10-расм).



10-расм. Биологик тадқиқотларда ишлатиладиган трансмиссион (ёритиб кўрувчи) электрон микроскопларни кўриниши.

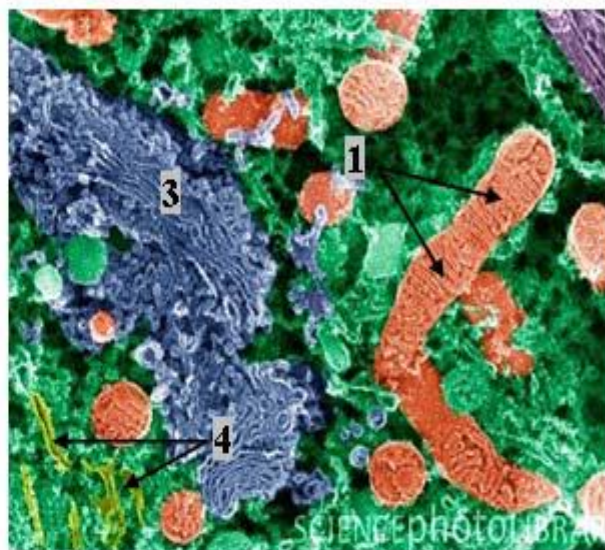
Трансмиссион электрон микроскопияда, биологик объектларни ультранафис (юпқа) кесмаларидан (қалинлиги, 0.1 мкм га тенг бўлган) фойдаланилади ва уларни контрастлиги оғир металллар ёки уларни тузлари ёрдамида кучайтирилади (11<sup>а</sup>, 12<sup>а</sup>-расмлар).



11-расм. Фибробластни ёритувчи (а) ва сканирланган (б) электрон микрофотографиялар: 1 – ядро, 2 – эндоплазматик тўрнинг донатор (гранула) каналлари, 3 – лизосома  $\times 10000$ .



**Электрон микроскопия ёрдамида объектни фазовий тасвирини олиш мумкинми?** Бундай кузатишларни олиб бориш учун сканирловчи электрон микроскоп яратилган. Объекти тасвири шаклланишида, объект қайтарган электронлар қатнашадилар. Бунинг учун, объектни сиртини электрон ўтказадиган қилиш керак. Кўп ҳолатларда бу, нусха сиртига нафис металл порошокларини пуркаш орқали энг катта устуворлик томони – катта аниқликка эгаллиги ҳисобланади. Аммо уни кўриш имконияти (биологик объектлар учун 3-5 нм га тенг), трансмиссион электрон микроскопга нисбатан анча паст ( $11^6$ ,  $12^6$  - расмлар).



12 –расм. Хужайра органоидларини трансмиссион (а) ва сканирланган микрофотографиялари: 1 – митохондрия кристаллари. 2- митохондрия матриксидаги гранулалар; 3- Гольджи аппарати, 4- эндоплазматик тўрнинг каналлари  $\times 20000$ .

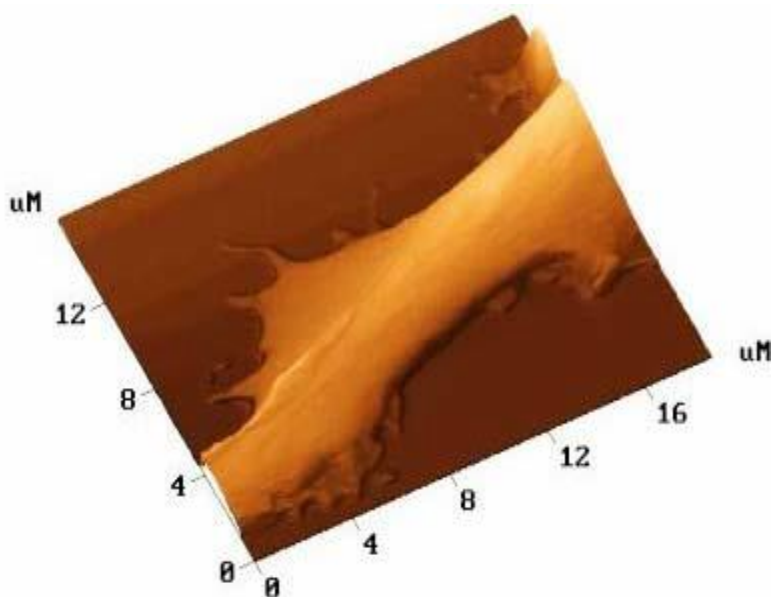
Сканирловчи электрон микроскопияни камчилиги, объектга металллар кукуни билан ишлов бериш заурлиги, бу эса, хужайра қобиғидаги баъзи структураларни тасвирини аниқ чиқмаслигига олиб келади. Бундан ташқари, тадқиқот учун тайёрланган нусхаларни хужайралари ўлиб қоладилар.

**Биологик структураларни, табиий ҳолатга яқинроқ бўлган шароитда кузатишни қандай таъминлаш мумкин?** Бу муаммо, сканирловчи зондли микроскоп яратилиши билан ўз ечимини топди (13-расм). Бу микроскоп ўзини кўриш имкониятлари бўйича (14- расм) электрон микроскопдан кам эмас.





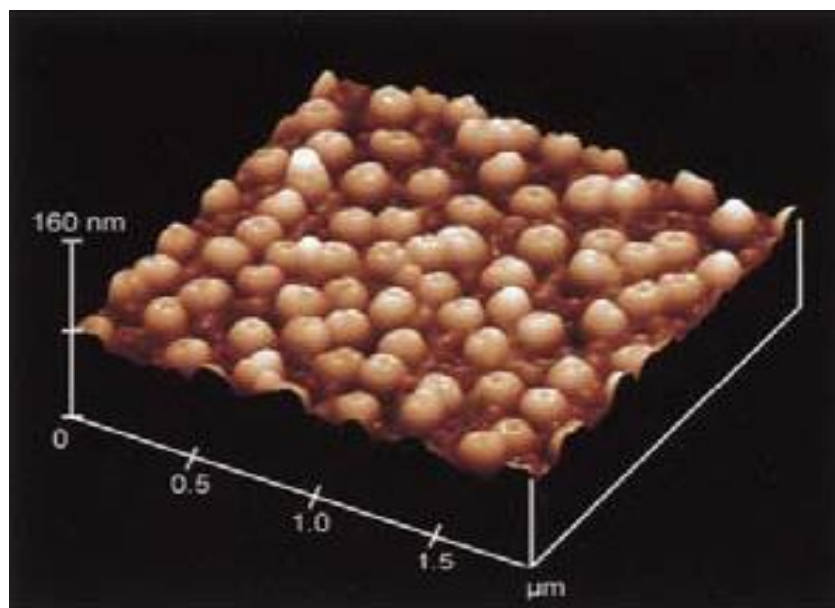
13- расм. Сканирловчи –зондли микроскоплар, ўқув – илмий лабораторияларда.



14- расм. Сканирловчи –зондли микроскоп ёрдамида олинган фибробластларни бир қисмини тасвири.

**Атом-куч микроскопия.** Замонавий биологик тадқиқотларда атомли-куч микроскопиядан кенг фойдаланиб келинмоқда. **Бу микроскопни ўзига хос томони нима?** Атом-кучли микроскопни ишлашини асосида, зондни ўрганиладиган объектни сирти билан содир бўладиган ўзаро таъсирни ҳар хил турларидан фойдаланиш ётади. Улар орасида, Ван-дер-Ваальс кучлари, электростатик, капиллярли, кимёвий ўзаро муносабатлар ва бошқалар бор. Бу метод нусхани мураккаб йўллар билан тайёрлашни талаб қилмайди, хусусан электрон микроскопияда ишлатиладиган объектни контрастлигини металл ёрдамида оширишни кераги йўқ. Бу усул нусхаларни нафақат ҳавода, балки

сууюқликда ҳам ўрганиш мумкин. Атомли-куч микроскопияни устуворлиги, уни кўриш имкониятлари: у, атомлар ва молекулалар даражасида учламчи тасвирни олиш имконини беради (15-расм).



15-расм. Атомли-куч микроскоп ёрдамида ядро оқсилларни комплексини кўриниши.

Ҳозирги вақтда, бу усул ҳужайра мембраналарини ўрганишда, ҳужайра ва вируслар орасидаги ўзаро таъсирни ўрганишда, бактерияларни идентификация қилишда кенг ишлатилади. Бу метод, шунингдек нуклеин кислоталарни ўрганишда ва ДНК ни структурасини аниқлашда катта самара беради.

Бу микроскопдан фойдаланиш, шиш ҳужайраларни сиртини ўрганишда катта самара билан ишлатилмоқда. Шиш ҳужайралар, нормал ҳужайралардан структураси, биокимёвий ва физик – кимёвий белгилари билан фарқ қилади. Шунинг учун, орган ҳужайраларини механик хоссаларини ўзгариши, ёмон сифатли ўзгаришларни аниқлашда маркер сифатида ишлатилади.

### **5. Нанобиотехнологияни ривожланишини асосий йўналишлари.**

Нанотехнология соҳасидаги фундаментал тадқиқотлар нанодунёнинг биологик, кимёвий ва физикавий хоссалари ва ходисаларини ўрганишга йўналтирилган. Бундан ташқари, улар, янги материаллар ишлаб-чиқаришда ва янги технологиялар яратишда, мана шу хосса ва хусусиятларни мужассамлаштиришни мақсад қилади. Нанотадқиқотлар асосида эришилган ютуқлар, биотехнологияда, медицинада, электроникада, транспортда, қишлоқ- хўжалигида, атроф- муҳитни муҳофазасида ва иқтисодиётни бошқа соҳаларида муваффақият билан ишлатилиб келинмоқда. Нанотехнологиялар, табиий фанларни барча ютуқлари бирлашириб, янги инқилобий технологияларга асос солиб келинмоқда. Янги инқилобий технология –

моддалар билан ишлаш жараёнларидан, алоҳида атомлар, молекулалар ва уларни комплексларини манипуляция қилишни кўзда тутди.

**Нанобиотехнологиянинг ривожланишини асосий йўналишларини уч гурпуага еғиш мумкин.**

- лаборатория ва ишлаб-чиқариш шароитларида, тирик системаларни нахоҳисалари ва наномеханизмларини моделлаштириш ва қайта тайёрлаш;
- тирик организмлар иштирокида, нанобўлакчалар ва наноматериаллар олиш;
- тирик организмни ўрганиш, уни ҳолатига ташхис қўйиш ва даволаш мақсадида, наноструктуралар ва наножараёнларни унга киритиш учун ишлатиш.

**Ҳозирги замон нанобиотехнологиясининг конкрет вазифалари қуйидагилар:**

- аъанавий цитологик ва цитохимик методлар ёрдамида ечилмаган фундаментал биологик муаммоларни ечимини топиш (биологик жараёнларни моделлаштириш, тирик ҳужайраларни атом-молекуляр комплексларини ва биомолекулаларни ҳолатини анализ қилиш);
- генетик инженерияни янги методлари яратиш мақсадида нанобўлакчаларни ДНК молекуласи билан ўзаро муносабатларини ўрганиш;
- нанобўлакчалар ишлатиб, биологик мембраналар орқали моддаларни транспорт механизмларини ўрганиш ва дори – дармонларни манзилга йўналтирилган ҳолда етқизиш нанотехнологиясини яратиш;
- маълум моддаларни атроф муҳитда ёки одам организмда аниқлаш, шунингдек мутацияни аниқлаш мақсадида биология ва медицина учун биосенсорли система яратиш;
- нанобўлакчалардан медицинада ишлатиш учун янги наноматериаллар сифатида фойдаланиш имкониятларини ўрганиш: организмдан ва уни сиртидан кераксиз ва захарли моддаларни чиқариб ташлаш учун сорбентлар (метаболизм маҳсулотлари, оғир металлар, радионуклидлар, ксенобиотиклар);
- диагностика ва касалликни энг бошланиш босқичида самарали даволаш учун юқори сезгирликка эга бўлган ва ишлатишга қулай бўлган системалар яратиш;
- нанобўлакча асосида оқсилларни ажратиш, уарни модификация қилиш ва уларни препаратларини катта миқдорда ишлаб-чиқариш учун наноматериаллар ва нанотехнологиялар яратиш;
- биоанологлар – бактериялар, вируслар, энг содда ҳайвонлар асосида ўз-ўзини ишлаб-чиқара оладиган системалар яратиш;
- нанобўлакчаларни мураккаб тузилган организмлар, жумладан ҳайвон ва одам организмга таъсирини ўрганиш;
- нанотехнологиялар асосида, доривор моддаларни янги авлодини яратиш;

- тирик организмга кўчириб киритиш мақсадида, биологик мос бўлган (организм чиқариб ташламайдиган) медицина материаллари яратиш;
- иммун тизимни кўзғатмайдиган (провакация қилмайдиган), организмдаги касалланган жойни тузата оладиган нанороботлар ишлаб-чиқиш.

**2-Мавзу: Замонавий биотехнологиянинг саноат ва ишлаб чиқариш корхоналарининг чиқиндиларини қайта ишлашдаги аҳамияти. Ҳозирги даврда биотехнология ёрдамида ишлаб чиқарилаётган маҳсулотлар ва уларнинг аҳамияти.**

Замонавий биотехнология – бу моддаларнинг ўзгариши ва айланиши биологик жараёнлар ёрдамида кечадиган кимёдир. Ўткир рақобат остида икки химия муваффақиятли ривожланмоқда: синтетик ва биологик. Синтетик кимё атомларни ўрнини алмаштирган, молекулаларни яратган, янги моддаларни яратган ҳолда биз учун бирламчи ва зарур бўлган янги дунё билан ўраб олди. Бу – дори, ювиш воситалари ва бўёқлар, цемент, бетон ва қоғоз, синтетик газламалар, пластинка ва қимматбаҳо тошлар, атир ва сунъий олмослар. Лекин, “иккинчи табиат” маҳсулотларини олиш учун қатъий шароитлар ва специфик катализаторлар зарур. Масалан, мустаҳкам саноат қурилмаларида азотнинг боғланиши юқори ҳарорат ва катта босим остида содир бўлади.

Бунда ҳавога тутун уюрмалари, ариқларга эса оқава сувларининг оқими ташланади. Азот тўпловчи бактериялар учун бу умуман талаб этилмайди. Уларнинг энзимларидаги кўрсатмаларига асосан, бу реакциялар чиқинди ажратилмасдан тоза ҳолда яхши шароитларда амалга оширилади. Лекин, инсоннинг “иккинчи табиат” га яқинлашиши уни аллергия ва турли бошқа хавфлар ўраб олишига олиб келди. Шунинг учун она табиатга яқинроқ турсак ёмон бўлмасди. Агарда микроб оқилларидан сунъий тўқималар тайёрласакда, дори воситаларини қабул қилсакда ҳамасидан ҳам олдиорганизмда ишлаб чиқариладиганларидан қабул қилиш лозим.

Мана шу ердан биотехнологиянинг тирик ҳужайралардан (маълум кимёвий реакцияларда катализаторлар вазифасини бажарувчи бактерия сифатидаги ачитки замбуруғлари ва алоҳида энзимлар каби микроорганизмлар) фойдаланувчи фармацевтик саноатининг қўлланилиши ва ривожланиш перспективалари намоён бўлади. Ноёб танловчанликка эга бўлган энзимлар биргина ягона реакцияни амалга оширади ва чиқиндисиз тоза маҳсулот олиш имкониятини беради.

Ферментлар ўзининг ноёб хусусиятларини (эффektivлигини, танловчанлигини) ҳужайра ташқарисида ҳам сақлайди. Кимёвий

катализаторларга қараганда ферментлар захарли эмас, уларнинг саноатда қўлланилиши иқтисодий ва экологик нуқтаи назаридан қулай ҳисобланади. Саноат ҳажмига кўра ферментлар аминокислоталар ва антибиотиклардан кейин учинчи ўринни эгаллайди ва тўқимачилик, тери, целлюлоза-қоғоз саноати, тиббий, кимё саноатида қўлланилмоқда. Турли синф ферментлари атроф-муҳитга тушувчи антропоген органик бирикмаларни бузиш ва ўзгартириш учун ишлатилади.

Ферментларнинг тиббиётда қўлланилиши. Протеолитик ферментлар (амилаза, липаза) ошқозон-ичак, жигар ва ошқозон ости беши тракти касалликларида қўлланилади. Охириги йилларда протеиназанинг ўсма хужайраларни даволашда қўлланилиш эффективлиги кўрсатилди. Протеолитик ферментлар (плазмин ва бошқ.) қон томирларидаги тромбларнинг эритилиши учун ишлатилади. Коллагеназа чандиқлар ҳосил бўлишини тарқатишда, эластаза эса атеросклероз ривожланишини тўхтатиш учун қўлланилади. Ферментлар диагностик мақсадларда, масалан, миокард инфарктини ёки жигар касалликлари тушунтириш учун ишлатилади.

Иммобилланган ферментлар тиббиётда, биринчидан, паст даражадаги захарли ва аллергия таъсирга эга дори воситаларини яратиш учун йўл очди. Дунёдаги биринчи иммобилланган фермент препарати (стрептокиназа) қон-томир касалликларида парентиналь киритиш учун яратилди. Иккинчидан, иммобилизация ёндашувлар организмга дориларнинг йўналтирилган транспорти муаммоларини ечади. Ферментлар иммобилланиши ва уларнинг саноатда қўлланилишига мисол сифатида аланини аминокислотаси ва модель системалардаги кофермент регенерацияси (НАД) олишнинг ўзгармас жараёнлари схемасини келтирамиз. Бу системада дастлабки субстрат (сут кислота) декстран НАД ва иккита НАДга боғлиқ дегидрогеназаларда: лактат ва аланиндегидрогеназада иммобилланган камера-реакторга насос ёрдамида берилади; реакторнинг қарама-қарши томонида реакциянинг маҳсулоти – аланин берилган тезликда ультра-филтрация методи асосида йўқотилади.

Бу турдаги реакторлар фармацевтика саноатида, масалан, гидрокартизон антиревматоиддан преднизолон препаратини синтез қилишда қўлланилиди. Бундан ташқари, улар алмашинмайдиган омилларни олишда ва синтез мақсадида модель сифатида ишлатишга хизмат қилади. Иммобилланган ферментлар ва коферментлар ёрдамида боғланган кимёвий реакцияларни (алмашинмайдиган метоболитлар биосинтезини ҳисобга олган ҳолда) йўналтирилганлик асосида амалга ошириш мумкин. Шу аснода, янги методологик ёндашувлар ёрдамида фан “синтетик биокимё” соҳасига ўзининг биринчи қадамларини қўймоқда.

Тадқиқотларнинг янги муҳим йўналишлари бўлиб ҳужайранинг иммобилланиши ва генотехника методлари (ген муҳандислиги бўйича лойиҳалаш) асосида микроорганизмларнинг саноат штаммлари – витаминлар ва алмашинмайдиган аминокислоталарнинг продуцентларини яратиш ҳисобланади. Биотехнология ютуқларининг тиббиётда қўлланишига мисол сифатида биологик суюқликлар ёки тўқима экстрактларидаги тиреотроп гормонини аниқлаш учун қалқонсимон без ҳужайрасининг иммобиллашни келтириш мумкин. Навбатдаги вазифа – калориясиз ширинликлар, жумладан, юқори калорияга эга бўлмаган, ширинлигини ҳис қилиш мумкин бўлган шакарнинг озуқавий ўриндошларини олишнинг биотехнологик усулини яратишдир. Шундай истиқболли моддалардан бири таркибида дипептид метил эфири – аспартилфенилаланин тутган аспартам ҳисобланади. Аспартам шакардан кўра 300 марта ширинроқ, зарарсиз ва организмда учрайдиган табиий эркин аминокислоталар: аспарагин кислота (аспартат) ва фенилаланин кўринишида тарқалади. Аспартам, шубҳасиз, тиббиётда ҳам, озиқ-овқат саноатида ҳам кенг қўлланилиш соҳасига эга бўлади (масалан, АҚШда уни болалар озуқасида ишлатилади ва диетик кока-кола таркибига шакар ўрнида қўшилади). Генотехника методлари асосида аспартамни ишлаб чиқариш учун фақатгина эркин аспарагин кислотаси ва фенилаланинни эмас, балки бу дипептиднинг биосинтезини катализловчи бактериал ферментни ҳам олиш зарурдир.

Ферментлар бугунги кунда тиббиётда фибролитик препаратлар (фибринолизин + гепарин, стрептолиаза) сифатида; моддалар алмашинуви бузилишида (пепсин + хлорид кислота, пепси-дил, абомин, панкреатин, ораза, панкурнен, фестал, дигестал, три-фермент, холензим ва бошқ.); йирингли яраларни, куйиш ва операциялардан кейинги чандиқларнинг ҳосил бўлишини даволашда кенг қўлланилади. Биотехнология тиббий аҳамиятга эга катта миқдордаги ферментларни олиш имконини беради. Уларни тромбларни эритиш, наслий касалликларни даволаш, ҳужайра ва тўқималарнинг ҳаётий бўлмаган денатурирланган структураларини йўқотиш, организмни захарли моддалардан тозалаш учун қўлланилади. Тромболитик ферментлар (стрептокиназа, урокиназа) ёрдамида қўл-оёқлар, ўпка, юрак-томирлари тромбози билан касалланган кўпчилик касаллар ҳаёти сақланиб қолинган. Замонавий тиббиётда протеазалар организмни патологик маҳсулотлардан қутқариш, куйишларни даволаш учун ишлатилади.

## **Тест- системаларда, микроанализда ва биологик қурилмаларда ферментларни қўлланилиши**

Биосенсорлар-аналитик қурилма бўлиб, улардаги сезувчи қатлам биологик материаллардан иборат ва у маълум бир компонентни мавжудлиги ёки аниқ бир концентрацияга функционал боғланган ҳолда электр сигнал орқали реакция беради. Биологик материал сифатида ферментлар, тўқималар, бактериялар, замбуруғлар, антиген ва антитаналар, липасомалар, органеллалар, рецепторлар, ДНК ва шу билан бирга физик датчикларга иммобилланган ҳужайралар ҳам ишлатилади. Биосенсор технологияси биология ва микро экология фанларининг уйғунлашган асосида яратилган.

Бундай қурилмани яратиш ғояси деярли яқинда 1960-йилларда илгари сурилди. Биринчилардан бўлиб буни 1967-йилда Л. Кларк ва К. Линея айтиб ўтишди. Кларкнинг ғояси шундан иборат эдики ферментли электроддан яъни юзасига фермент иммобилланган электрохимий датчикдан фойдаланиш. Шундан кейин эса “биосенсор” тушунчаси кириб келди.

Кўпчилик биосенсорлар биологик суюқликларнинг анализда қўлланилади. Шундайлардан бири қон бўлиб, уни таркибида 1000 дан ортиқ бирикмалар учраб, баъзида керакли бирикмани концентрациясини тез ва эффектив аниқлаш керак бўлиб қолади. Масалан, диабет билан касалланган беморлар учун глюкозани анализи жуда муҳим ҳисобланади. Биосенсорлар бу имкониятни таъминлаб беради. Функционал равишда биосенсорлар трик организм датчиклари яъни ташқи муҳитдан келадиган сигналларни электириikka айлантириб берадиган биосенсорлар билан тенгма-тенг туради.

Биосенсорларни конструкторлаш принциплари. Конструктори жиҳатидан биосенсорлар ўзидан 2 та ташкил қилувчилари ёки биохимий ва физик трансдюсерлардан иборат бўлиб, улар ўзаро қисқа контактда бўлишади. Биохимий ташкил қилувчи (ёки биотрансдюсер, биоселектор) аниқлашнинг биологик элементи вазифасини бажариб, аниқланаётган компонентни (аниқроғи химий боғ ҳақидаги маълумотни) физик ёки химий таркиб, ҳамда сигналга айлантириб беради. Булар сифатида анча типдаги биологик структуралар: ферментлар, антитела, рецепторлар, нуклеин кислоталар ва ҳатто трик ҳужайралар иштирок этади. Физик ташкил қилувчи (ёки трансдюсер) аниқланаётган компонентни (аниқроғи концентратсиявий сигнали) махсус қурилма ёрдамида электирликга айланади. Информацияни ўқиш ва ёзиш учун сигнални регистрация қилувчи ва тезлаштирувчи электрон системалар қўлланилади. Физик трансдюсерларни кўпгина турлари мавжуд: электрохимий, спектроскопия,

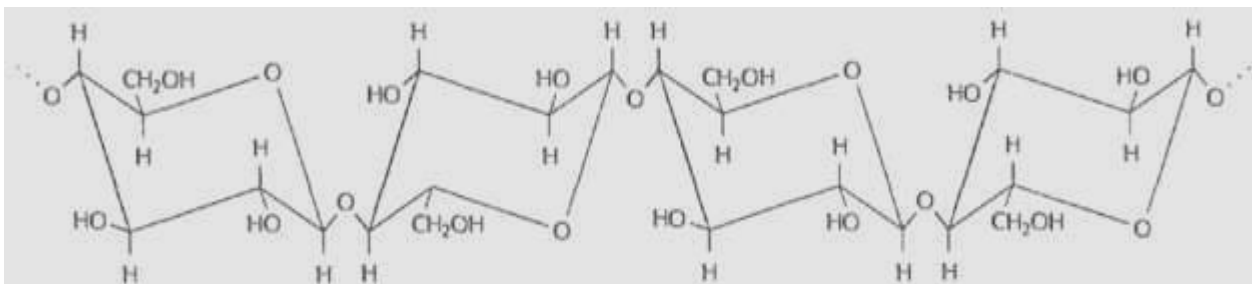
термик, гравитацион, плюзоэлектрик, калориметрик, резонанс системалар ва бошқалар.

Биоселектирик элементларнинг барча турларини турли хил трансдюсерлар билан комбинация қилб, биоценсорларнинг турли-туман типларини яратиш мумкин. Биоценсор анализни змонавий методлар билан таққосланишининг асосий характеристикаси бўлиб, анализнинг аперативлиги, юқори спецификлик, қимматбаҳо апаратларга эҳтиёжсизликдан иборат. қурилмада биоматериалнинг мавжудлиги унинг жуда ҳам мураккаб аралашмадаги керакли бирикмаларни юқори селективлик билан аниқлаш имконини беради.

Биоценсорлар турлари ва уларнинг қўлланилиши. Биоценсорлар яратиш фан билан технологияларга оид бўлиб, ҳозирги замонавий биотехнологиянинг йўналишларидан ҳисобланади. Биосенсорларни турлари жуда кўп бўлиб, уларни орасида етарлича тараққий этганлари ферментли ва хужайрали биоценсорлардир.

### **Целлюлозали чиқиндилардан қандли моддалар олиш технологияси**

Целлюлоза ўзаро 1-4-в- глюкозид боғлари билан боғланган D- глюкоза занжиридан ташкил топган бўлиб, унинг узунлиги 1000 та глюкоза бирлигигача бўлади. Целлюлоза таркибидаги D- глюкоза (“бошдан думга” типиди) жойлашган бўлиб, ўзига хос бўлган кристаллик хусусиятга эга (10-расм).



**1-расм.** Целлюлоза полимер занжирининг сегменти. Глюкоза қолдиқлари в-1,4-бо-лар билан “бошдан думга” типиди боғланган.

Глюкозанинг жойлашиши ва унинг мустаҳкамлиги ўзаро кўндаланг жойлашган водород боғлари билан “тикилган” бўлиб, айна мана шу боғлар целлюлозанинг мустаҳкамлигини белгилаб беради.

Алоҳида олинган водород боғлари унчалик мустаҳкам бўлмаса-да, бу боғларнинг минглаб тўпланганлиги ўта мустаҳкам блокни ташкил қилади.



Шунинг натижасида нафақат сувда эрмайди, балки унинг кристалл ҳолатдаги қисми ҳар қандай кимёвий агентлар, жумладан кучли кислоталар учун ҳам ўтказиб бўлмайдиган ҳолатда бўлади. Аммо глюкозали занжирлар бузилган жойларда (целлюлозани сиртидан занжир қайрилган жойларда, шунингдек, целлюлозага махсус ишлов берилгандан кейин, масалан, ўта майдалангандан кейин) унинг молекуласида аморф қисмлар пайдо бўлади.

Айни мана шу хусусият саноат шароитида микрокристалли целлюлозалар олиш мақсадида ишлатилади. Табiiй целлюлозага кислота билан ишлов берилганда целлюлоза таркибидаги аморф қисм енгил парчаланиб эритмага ўтади. Бунда кичик микрокристаллар ҳосил бўлади. Бу микрокристаллар эса кимёвий реагентлар таъсирига ўта чидамли бўлади.

### **Целлюлолитик микроорганизмлар ва ферментлар**

Табиатда целлюлолитик микроорганизмлар деб аталадиган организмлар мавжуд бўлиб, улар целлюлоза таркибидаги нафақат аморф қисми, балки кристалл ҳолатдаги целлюлозани глюкозагача парчаловчи ферментлар тўплами – целлюлазалар синтез қиладилар.

Целлюлоза сақловчи материалларни сиртига тушган микроорганизмлар даставвал уларга мустақкам ёпишиб оладилар ва кейин целлюлоза ферментларини синтез қилиб секин-аста уларни емириб борадилар ва глюкозага айлантириб борадилар. Бундай микроорганизмлар глюкозадан асосий озуқа муҳити сифатида фойдаланадилар, кўпаядилар ва шу туфайли кўпроқ майдонни эгаллаб борадилар ҳамда ўзларидан янада кўпроқ целлюлаза ферментини чиқариб турадилар. Бу ҳодиса, токи целлюлоза сақловчи материаллар тамом бўлгунча давом этади. Аммо бу жараёнлар жуда секин ўтади.

Тупроққа тушган ғўзапояни тўлиғича парчаланиб бўлиши учун бир неча йиллар керак бўлади.

Агар бу микроорганизмлардан целлюлоза ферментларини ажратиб олинса, уларни концентрлаб целлюлозага қўшилса, бу жараён тезлашади. Бунда ҳосил бўлган глюкоза микроорганизмлар томонидан истеъмол қилинмайди ва реакция аралашмасида тўпланиб боради.

Бундан ташқари, субстрат сифатида тоза целлюлозадан эмас, балки целлюлоза тутувчи саноат ёки қишлоқ хўжалик чиқиндиларидан фойдаланилганда яна бир энг муҳим муаммо – чиқиндиларни йўқотиш – утилизация муаммоси ҳал бўлади.

Олинган целлюлоза унинг тозалигига ва жараённинг иқтисодий самарадорлигига қараб тиббиётда, фармацевтикада, озиқ-овқат саноатида, кимёвий технологияларда ёки техник микробиология амалиётида фойдаланиш мумкин.

Маълумки, глюкозани бижғитиб ундан этанол олиш, кейин эса уни ҳар хил йўлларда фойдаланиш мумкин. Масалан, нефт маҳсулотларини ўрнида ишлатиш мумкин. Ва ниҳоят, этанолнинг дегидратацияси замонавий “катта кимё” нинг асоси бўлган этилен олишда ишлатилади.

Бизнинг планетамизда целлюлоза энг пайдо бўладиган маҳсулот ҳисобланади. Экспертларнинг ҳисоб-китобига қараганда, ҳар йили фотосинтез жараёнида 100 млрд. тоннага яқин целлюлоза ҳосил бўлар экан. Бу маҳсулотни инсон томонидан ишлатилиши целлюлоза сақловчи чиқиндиларни тўпланишига олиб келади.

Бундай чиқиндиларни жуда кам миқдорини ферментатив йўл билан фойдали маҳсулотга айлантирилганда ҳам анчагина озуқа углеводлари ва нефтни алмаштирувчи маҳсулотлар тайёрлаш мумкин бўлади. Шунинг учун ҳам, бу муаммони ечиш устида охириги йилларда жуда кўп олимлар ишламоқдалар.

### **Фруктоза олиш технологияси.**

Фруктоза (левулоза) кетогексозаларга киради. Фруктоза глюкозага нисбатан кислоталар ва ишқорлар таъсирига анча лабильдир.

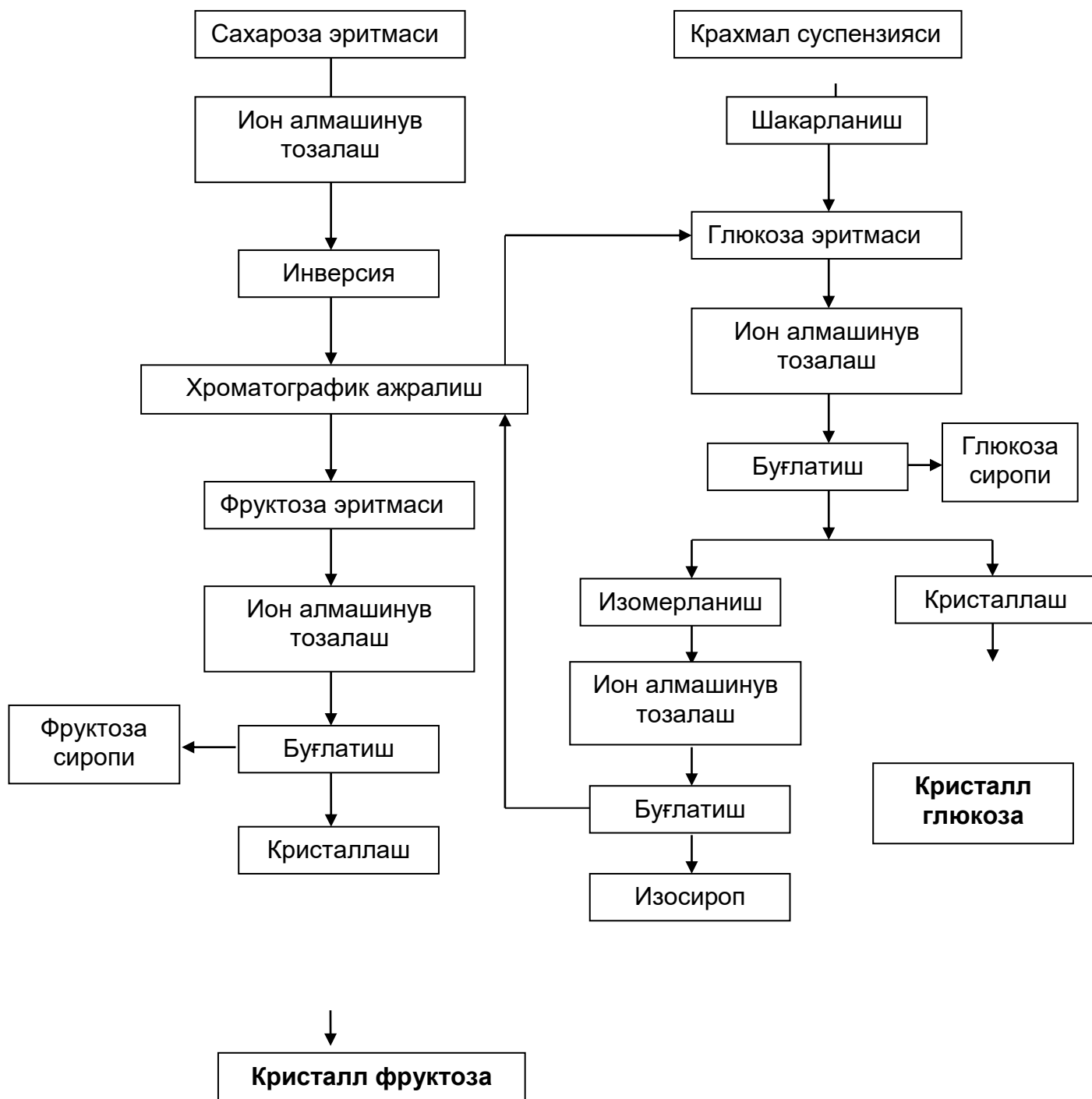
Фруктоза ширинлик даражаси ва физиологик таъсир бўйича глюкоза ва сахарозадан устун туради. Одам организмида фруктоза метаболизми, глюкозадан фарқли, бошқа механизм бўйича амалга ошади, бу эса уни ҳатто қандли диабет билан касалланган беморларга маълум миқдорда истеъмол қилиш имконини беради.

Фруктоза олишнинг бир неча хил усули мавжуд: сахароза гидролизи, глюкоза изомерланиши, фруктоза тутувчи полимерларнинг гидролизи.

Бошқа углеводларни тутувчи эритмалардан фруктоза турли усуллар билан ажратилиши мумкин.

Саноат миқёсида кристалл фруктозани сахароза гидролизатлари ёки глюкозо-фруктозали сироплардан олинади. Глюкозо-фруктозали сироп эса крахмал гидролизатларини изомерланишидан олинади. Фруктоза ишлаб чиқарилишининг самарали усули – ион алмашинув технологиясини қўллаш ёрдамида сахароза ёки крахмалдан олиш ҳисобланади. Бу усулда сахарозани гидролизи ион алмашинув смола ёрдамида амалга оширилади. Крахмал гидролизланади ва ферментлар ёрдамида глюкоза изомерланади. Изомеризатни алоҳида компонентларга ажратилиши хроматографик метод билан амалга оширилади. Хроматография Са-шаклдаги полистиролсульфонатли катионитда ўтказилади.

Фруктоза ва глюкозани сахароза ҳамда крахмалдан олиш схемаси 12-расмда кўрсатилган.



**12-расм.** Глюкоза ва фруктоза олиш схемаси.

Келтирилган схемага кўра, 50% концентрациядаги шакар эритмасы аввал, шакар бўлмаган минерал моддаларни олиб ташлаш учун ионалмашинув тозалашга учрайди. Тозаланган эритма инверсия ва хроматографик ажратиш билан глюкоза ва фруктоза эритмаларига ажратилади. Бундай операцияларни ўтказиш учун  $\text{Ca}^{2+}$  билан нотўлиқ тўйинтирилган катионит бўлган

хроматографик колонкадан фойдаланилади. Агар инверсия алоҳида амалга оширилса, хроматографик ажратиш Са-шаклга тўлиқ ўтказилган катионитда амалга оширилади. Колонкадан фруктоза ва глюкоза фракцияларини 95% тоза ҳолда олинади.

Ўртадаги аралашган фракцияни сахароза эритмасини тайёрлаш учун ишлатилади. Глюкоза ва фруктоза эритмаларини филтрлаб рангсизлантирилгандан кейин 50-70% концентрацияли сиропларни олишгача куюлтирилади. Фруктоза фракциясидан 90-95% фруктоза тутган сироплар олинади. Фруктоза сиропини кристалланиши билан 50% ли кристалл фруктоза олиш мумкин. Агар кристалланишда метанол ишлатилса, кристалл фруктоза чиқими 80% гача ўсади. Фруктоза чиқимини ошириш учун глюкоза сиропини изомерлаш мумкин, бунда изосироп олинади. Бу сироп глюкозадан фарқли, сахароза каби ширинликка эга ва шакар ўрнини босувчи сифатида ишлатилиши ҳамда хроматографик ажратиш ёрдамида ундан фруктоза олиш мумкин.

100% ли 1кг фруктоза олиш учун агарда глюкоза изомерланиши ўтказилмаса 2,1 кг сахароза, агарда ўтказилса – 1,5 кг керак бўлади.

Ширин таъм берувчи сифатида, сахарозадан олинган фруктозани кўлланилиши с сахароза ўрнини босишга имкон беради. Сахарозадан, фруктозадан ташқари, 50% чиқимли глюкоза ҳам олинади. Глюкоза, масалан, витамин С ишлаб чиқаришда ишлатилиши мумкин.

### **Глюкозо-фруктозали сироплар**

Сахарозани тўлиқ ўрнини босувчи сифатида озиқ-овқат саноатида глюкозо-фруктозали сироплардан фойдаланилади.

Глюкозо-фруктозали сироплардан (ГФС) ўзини таркиби ва физиологик қимматлилиги билан сахарозадан устун туради ва шунга мувофиқ, шакарни ўрнини босиши, шарбатлар, кондитер ва бошқа маҳсулотларни ишлаб чиқарилишида ширин таъм берувчи асосий компонент бўлиши керак. ГФС ва шакарни солиштирма анализи, ГФС ни намни яхши ушлаб туриш чусусиятига эгаллигини кўрсатади, бу эса кремларни ўз кўринишини узоқ сақлаб туришига имкон беради. ГФС нинг паст кристалланиш чусусияти эса, мураббо, джем, повидлони сақлашда уларни шакарланишига тўсқинлик қилади. ГФС ни юқори осмотик босими озуқа маҳсулотлари ва шарбатларни микробли инфекцияланиш имкониятини олдини олади. ГФС ли маҳсулотларни истеъмол қилиш тиш кариеси билан кам даражада боғлиқ.

Шакар ГФС билан алмаштирилган, бир хил ширинликдаги маҳсулотлар 30-50% га камроқ энергетик қимматга эга ва организм томонидан тезроқ ўзлаштирилади. ГФС ни шакар олдидаги шу хусусиятлари туфайли кўпгина дунё мамлакатларида озиқ-овқат маҳсулотлари, асосан, фақат сироплар

билан ишлаб чиқарилади. АҚШ да шакарни истеъмол қилиш 1970 йилдан 1986 йилгача 46 дан 28 кг гача камайди, шу даврда ГФС ни ишлатилиши 0,3 дан 18,3 кг гача ошди. Глюкозо-фруктозали сиропларни ишлаб чиқариш учун асосий хомашё бўлиб икки типдаги молекулаларни тутувчи крахмал ҳисобланади. Бу молекулалар глюкоза қолдиқларидан иборат бўлиб, чизиқли (амилоза) ва шоҳланган (амилопектин) бўлади.

ГФС ни крахмалдан кўп босқичли ферментатив йўл билан олинади. Бунда б-амилаза, амилоглюкозидаза ва глюкоизомераза ферментларидан фойдаланилади. Бунда 42, 55 ва 90% фруктоза тутувчи ГФС ишлаб чиқарилади.

Изомеризация учун субстрат сифатида 35-50% концентрацияли глюкоза эритмасидан фойдаланилади. Ҳар бир фермент препарати, асосан, 7,5-8,2 ораликдаги рН оптимумига эга. Кўпгина препаратлар учун ҳароратни оптимал кўрсаткичи 58-65°C да ётади.

Глюкозани фруктозага изомерланиши қайтар реакция ҳисобланади. Муқобил ҳолат 48-52% фруктоза тутиши билан характерланади ва реакция ҳароратларига боғлиқ (1-жадвал).

Ҳарорат, °С	Изомерланишдан кейин фруктоза концентрацияси, %
30	46,5
40	47,5
45	48,2
60	49,9
70	52,4
75	53,1
80	54,2
85	54,7

**1-жадвал.** *Ҳароратни глюкоза изомерланиши жараёнига таъсири*

Фруктоза тутувчи маҳсулотларни крахмалдан олиш жараёни 12-расмда схема кўринишида келтирилган. У 3та босқичдан иборат: крахмал гидролизи, глюкоза изомерланиши, фруктоза ажратилиши.

*Крахмал гидролизи.*

Ишлаб чиқилган технологияга мувофиқ, жўхори крахмалини 38-40% ли суспензиясини қуюлтирилган крахмални рециркуляциялайдиган қисми билан

аралаштирилади ва фермент препарати билан крахмал икки мартаба суюлтирилади (асосий фермент –  $\alpha$ -амилаза). Крахмал сути шнекли насос билан тўпловчи ускунадан инъекторга узатилади. Инъектор суспензияни ўткир буғ билан тез иситиш учун мўлжалланган. Иситилган крахмал клейстери ( $110^{\circ}\text{C}$ ) ушлаб турувчи ускунага юборилади, у ерда босим 0,3-0,4 МПа да ушлаб турилади. Сўнг суюлтирувчи асбобга юборилади, бу ерда қайнаб кетиш сабабли крахмални кўшимча деструкцияси содир бўлади. суюлтирувчи асбобда ушлаб туриш давомийлиги – 15-30 мин ( $100^{\circ}\text{C}$ ). Биринчи босқичда гидролиз даражаси 2-3% ни ташкил қилади. Қисман гидролизланган крахмал инъекторга юборилади, бу ерда сироп  $140^{\circ}\text{C}$  гача иситилади ва буғлатгичга сачратилади. Буғлатгичдаги ҳарорат  $85-90^{\circ}\text{C}$  бўлиб, у ердан сироп баъзида декстринизация босқичи деб аталувчи суюлтиришни иккинчт поғонасига юборилади. Буғлатгичдан кейин сиропга  $\alpha$ -амилаза ферменти кўшилади; одатда бу босқичга ферментни умумий нормасидан  $2/3$  қисми берилади. Суюлтиришнинг 2-поғонасини охирида (1,5-3с) шакарланиш даражаси 14-17% гача етади.

Крахмални суюлтиришдан кейин гидролизат 34-35% концентрацияда бўлиб, йод билан кўк ранга кирмайди, унинг глюкоза эквиваленти 18-20% қовушқоқлиги – 20-25 МПахс ни ташкил қилади. Амилоглюкозидаза билан шакарланиш  $50-60^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}=4,5$  (4,2-4,7), 48-72с да ўтказилади. Сиропни шакарланиши 97-98% гача олиб борилади, бу эса сиропда 93-94% глюкоза миқдorigа мувофиқ. Глюкоза эквиваленти 97-98% гача етказилганда (глюкоза миқдори 96-97%) крахмални шакарланиши тўхтатилади, бунинг учун сироп  $90^{\circ}\text{C}$  гача иситилади.

Шакарга айланган сироп эримайдиган моддаларни олиб ташлаш учун механик филтрлаш станциясига юборилади.

Эритмани эрийдиган моддалардан тозалаш учун эса ион алмашинув ва кўмирли тозалаш билан амалга оширилади. Кўмирни тозалаш икки босқичда ўтказилади. Кукун шаклидаги кўмирни умумий сарфи 10-15 кг/1т ни ташкил қилади. Глюкоза гидролизатларини тозалаш босқичида кўмир умумий миқдорининг 40% и, фруктоза тутувчи сиропларни тозалаш учун эса 60% и ишлатилади. Гранулали кўмирни ишлатишда сорбент  $600-800^{\circ}\text{C}$  да сув буғи билан регенерирланиши ва қайта ишлатилиши мумкин.

Бўёвчи ва эрувчи моддалардан тозаланган глюкоза сиропи ион алмашинув тозалашга юборилади. Одатда, сульфостирол катионитлар ва кучсиз асосли анионитлардан, масалан, КУ-2-8 ва АНТ-Э21 дан фойдаланилади. Колонналар ионитлар билан, одатда, жуфт бўлиб ишлайди – сироп катион ва анион алмашинувдан кетма-кетликда ўтади.

### **Л ва D аминокислоталар олиш технологияси**

Аминокислоталар – организмнинг асосий қурилиш материали бўлиб, ундан пептидлар ва оқсиллар шаклланади. Ўсимлик ва микроорганизмларнинг ўзлари уларга керак бўлган барча аминокислоталарни синтезлай олади. Бунда улар содда кимёвий бирикмалардан фойдаланади. Ваҳоланки, одам организми 20та аминокислотадан ҳаётий фаолияти учун жуда керак бўлган фақатгина 12тасини синтезлай олади. Қолган 8та аминокислоталар алмашмайдиган аминокислоталар деб номланиб, организмга ташқаридан – озуқа билан келиши керак. Алмашмайдиган аминокислотанинг биттаси етишмаса ҳам организм ўсиши секинлашади, патология намоён бўлади. Шунинг учун бу аминокислоталарни даволаш ва профилактика мақсадларида, озикланиш рационали ва бошқаларни меъёрлаштириш учун саноат миқёсида синтезлаш муҳимдир. Бундан ташқари, аминокислоталар (алмашадиган ва алмашинмайдиган) кўпгина биотехнологик жараёнларни таъминлаш учун муҳим хомашё ҳисобланади.

Аминокислоталар саноат миқёсида кимёвий (оқсиллар гидролизи ва кичик молекуляр бирикмалардан синтезлаш) ва микробиологик усуллар билан олинади (2-жадвал).

Аминокислоталар	Ишлаб чиқариш, т/йил	Технология коди	Қўлланилиши
L-аланин	130	1, 3с	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши
DL-аланин	700	2	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши
L-аргинин	1000	1, 3а	Косметика
L-аспарагин	50	1,2	Медицина
L-аспартат	4000	1, 3с	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши
L-валин	150	3а, 3с	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши
L-гистидин	200	3а	Медицина
Глицин	6000	2	Органик синтез

L-глутамат	370000	3a	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши
L-глутамин	500	3a	Медицина
L-изолейцин	150	3a	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши
L-лейцин	150	1, 3a	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши
L-лизин	70000	3a, 3c	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши
DL-метионин	70000	2	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши
L-метионин	150	3c	Медицина
L-орнитин	50	3a, 3c	Медицина
L-пролин	100	3a	—
L-серин	50	3a, 3b	Косметология
L-тирозин	100	1, 3c	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши, органик синтез
L-треонин	160	3a	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши
L-триптофан	200	3a, 3c	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши, медицина
L-фенилаланин	3000	3a, 3c	Медицина, Озиқ-овқат ишлаб чиқариши, озукавий кўшимчалар
L-цистеин	700	1	Озиқ-овқат ишлаб чиқариши

**2-жадвал. Аминокислоталарни саноатда ишлаб чиқарилиши.**  
Технология кодлари: 1-оқсиллар гидролизи, 2-кимёвий синтез, 3-микробиологик синтез (а-тўғри ферментация, б-микробиологик трансформация, с-ферментлар ва иммобилланган ҳужайраларни ишлатилиши).

Биотехнология методлари билан аминокислоталар олишнинг мавжуд усулларини 3та асосий гуруҳларга бирлаштириш мумкин:

- D,L- аминокислоталар аралашмаси ва уларни ҳосилаларини оптик фаол изомерларга ферментатив парчаланиш усуллари;
- маълум бир олдинги аминокислоталардан оптик фаол аминокислоталарнинг энзиматик синтез усуллари;



- оптик фаол аминокислоталарни микробиологик (ферментатив) синтез усуллари.

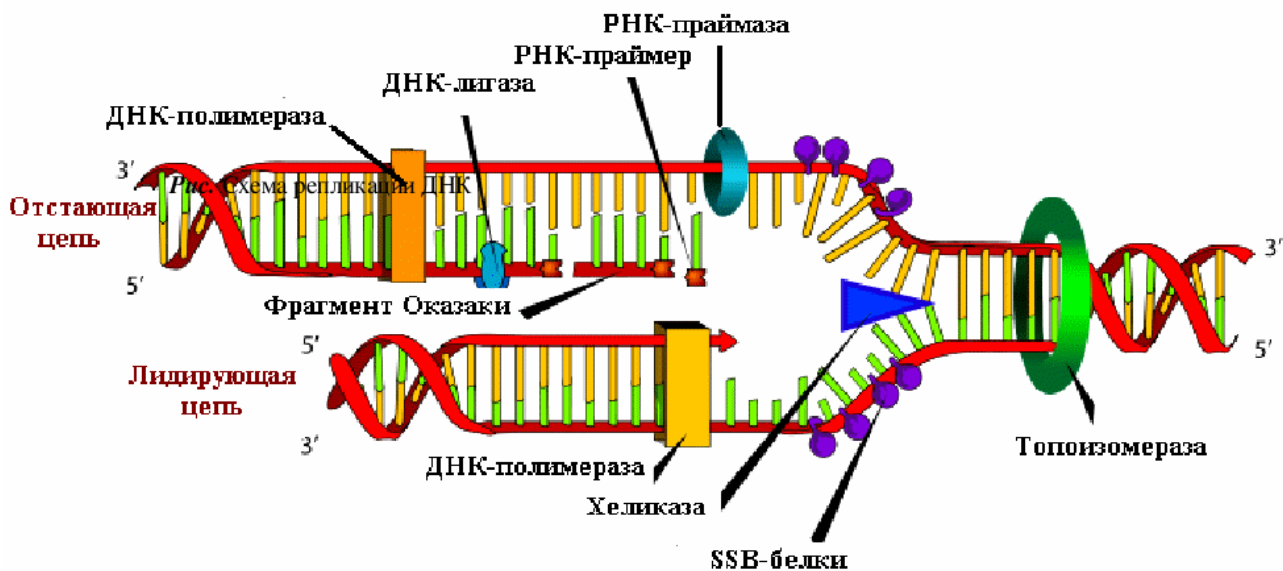
### **3-Мавзу : Нанобиотехнология соҳасидаги ютуқлар. Уларнинг тиббиёт, кишлоқ хўжалиги ва турли анализларда ишлатилиши.**

Тирик организмларни икки асосий хусусияти: – ирсият ва ўзгарувчанлик, ДНК ни нодир хоссаларига асосланади. Хўш, ДНК ни бу хоссалари нималар?

Биринчидан, **ДНК молекуласи ўз-ўзидан тикланиш хусусиятига эга.** Ўз-ўзидан иккаланиш йўли билан ўзини-ўзи тиклай оладиган ягона биологик макромолекула – бу ДНК молекуласидир. Мана шу хусусияти туфайли ДНК – ҳаётни барча хужайрали шаклларида ирсий ахборотларни ташишдек ўта масъулиятли вазифани бажаради. Иккинчидан, **ҳар хил турларни ДНК молекулалари, гибридация учраш имкониятига эга** – ҳар хил турларининг ДНК занжирини бўлакчалари ягона иккизанжирли ДНК молекуласига йиғилиши мумкин.

ДНК ни бу хусусиятлари, нанотехнология муаммолари билан шуғулланадиган тадқиқотчи ва муҳандисларни эътиборини ўзига тортмасдан қолмади. Албатта, ДНК ни нафақат тирик хужайраларда, балки ундан ташқарида, яъни лаборатория шароитида (*in vitro*) ҳам намоён бўлаётган бундай хусусиятлари билан барчани ҳайратга солмасдан қўймайди. Бундай хусусиятни асосида, жуда қаттиқ кетма-кетликда содир бўладиган жараёнлар ва ҳодисалар ётади. Бу жараён ва ҳодисаларни моҳиятини тушунмасдан туриб, уларни моделлаш ҳамда *in vitro* ва ишлаб-чиқариш шароитида қайтариш мумкин эмас.

Тирикликни ўз-ўзидан қайта тиклаш муаммосини табиат қандай қилиб ечди? Қандай қилиб, ДНК молекуласи, ўзини-ўзи қайта тиклаши мумкин, бошқача қилиб айтганда, қандай қилиб она молекула, қиз молекулани пайдо қилиши мумкин? Мана шу ўз-ўзидан қайта тикланишни **асосида, ДНК ни ўз-ўзидан иккиланиши (ауторепликация) ётади.** У қуйидагича амалга ошади (42-расм).



42-расм. ДНК ни ўз-ўзидан иккиланиши (ауторепликация).

Махсус ферментлар (топоизомераза ва хеликаза) ДНК ни дастлабки (она) молекуласини тарқатадилар ва икки полипептид занжирга ажратадилар. **Она ДНК ни ҳар бир занжири, ДНК-полимераза ферменти ёрдамида, ДНК ни янги ёки занжирини еғиш учун матрица бўлиб хизмат қилади.**

ДНК-полимеразани ўзига хос хусусияти шуки, у қиз ДНК ни синтезини нулдан бошлай олмайди. ДНК-полимераза, полинуклеотид занжирини 3<sup>1</sup>-учи бўш бўлганда, уларга нуклеотидлар қўша (улай) олади. Шунинг учун аввал бошқа фермент-РНК-праймаза, РНК-затравка қуради ва ундан кейингина, ДНК-полимераза қиз занжирини узайтиради (ўстиради). Бунда, битта қиз занжир, (етакчи) тўхтосиз синтез бўлиб туради (42-расм). Бошқа қиз занжир (қулок), майда фрагментлардан (оказаки фрагментларидан) еғилади. Шундан кейин, **ДНК ни битта қиз ва битта она занжири уланиб, ДНК ни қиз молекуласини ҳосил қилади.**

Нихоят, тузилиши она ДНК дан фарқ қилмайдиган икки қиз икки занжирли молекулалар пайдо бўлади. Уларни ҳар бири, дастлабки, она ДНК дан молекуласини бир занжирдан ва битта янги синтез бўлган қиз занжирдан ташкил топган бўлади (42-расм). Бир авлоддан, кейинги авлодга она ДНК молекуласидан фақат биргина занжир ўтадиган, ДНК репликациясини механизми, ярим консерватив механизм деб ном олган.

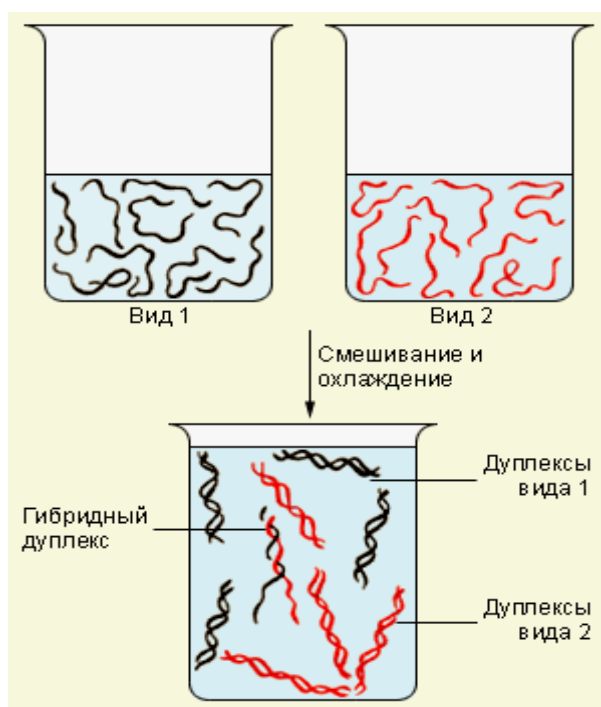
### **Нуклеин кислоталарини гибридизацияси ва уни амалий аҳамияти.**

ДНК молекуласининг иккинчи уникал хусусияти – гибридизацияланиш қобилияти – унинг структурасини ўзига хослигига асосланган (2-бобга қаранг). **Ҳар хил турлар (организмлар) ДНК молекуласини алоҳида занжирлари қўшилиб, ягона иккизанжирли ДНК молекуласини ҳосил қилишига гибридизация деб аталади.**

Агар ҳар икки занжирдаги нуклетидларни ҳаммаси бир-бирига тўлиқ комплементар бўлса, қўшилиш енгил ва тез ўтади. Агар, комплементарлик

тўлиқ бўлмаса, занжирларни бир-бирига қўшилиши ва икки занжирли (дуплекс) молекула ҳосил қилиш секинлашади. Мана шу қўшилишни тезлигини баҳолаш асосида, дастлабки занжирларни комплементарлик даражаси ҳақида хулоса қилинади.

Барча тирик организмларда фақат иккизанжирли ДНК фаолият кўрсатганлиги сабабли, “қаерда ва қандай шароитда ДНК ни битта занжири ҳосил бўлиши бўлиши мумкин?” – деган савол пайдо бўлади. *in vitro* (пробиркада) шароитидаги экспериментларда ДНК ни алоҳида занжирлари олинган. ДНК молекуласини буфер эритмасида эритиб 100 °С да қиздирилганда, комплементар асослар орасидаги водород боғлари узилади ва ДНК молекуласи икки алоҳида полинуклеотид занжирга ажралади (43-расм). Бу жараён ДНК ни денатурацияси (“эриши”) деб ном олган.



43-расм. ДНК молекуласини гибридизацияси бўйича ўтказилган тажриба схемаси.

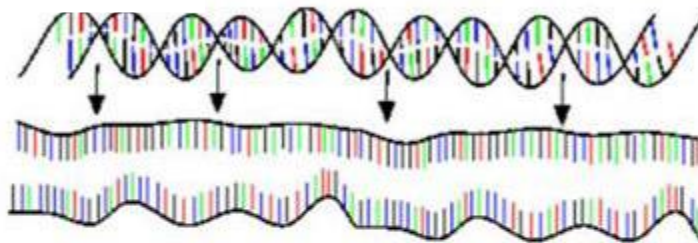
Икки ҳар хил типга мансуб бўлган ДНК занжирларини арлаштиригандан кейин, эритмани совутиб, 65 °С да ушлаб турилса, занжирлар бошқадан бир-бирлари билан қўшилиб, иккизанжирли ДНК ҳосил қиладилар. Иккиламчи спирални қайтарилиши (гибридизацияси, ёки бу жараённи “отжиг” деб аталган) содир бўлади. Бунда, ҳам гибрид молекулалар (дублекслар), ҳам ҳар бир дастлабки турга специфик бўлган молекулалар ҳосил бўладилар (43-расм). **Бир занжирли ДНК ни отжигининг тезлигини анализ қилиш орқали, дастлабки ДНК молекулаларини орасидаги фарқни ва ўхшашликни баҳолаш мумкин.**

Мана шу метод асосида “ДНК-ДНК” типдаги дуплексларни ва “ДНК-ДНК” типдаги бирикмаларни шакллантириш мумкин (44-расм). ДНК/РНК гибридизацияси натижаларини анализ қилиш, У. Гилбертга, генни мозаик

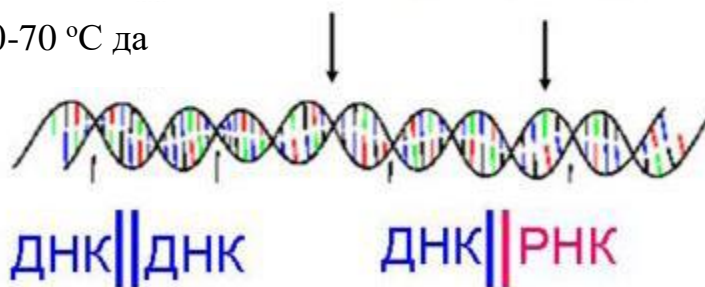
тузилишини кўришга ёрдам берди, бу эса, XX-асрда молекуляр биологияда килинган йирик янгилик сифатида тан олинди.

### ДНК гибридацияси

90-100 °C да денатурация



Гибридизация 50-70 °C да



44-расм. ДНК гибридизациясининг схемаси.

**ДНК ни бу икки уникал хусусиятлари: ўз-ўзидан иккиланиш ва гибридизациядан амалиётдан қандай фойдаланиш мумкин?** Ҳозирги вақтда бу хусусиятлар куйидаги соҳаларда ишлатилмоқда:

- ДНК да маълум нуклеотид кетма-кетликга эга бўлган нуклеотидлар (генлар) сони топиш учун;
- Хужайрада битта генни (ягона генни) борлигини юқори аниқликда кўрсатиб бериш учун;
- Хужайрада матрица РНК сани алоҳида турларини аниқлаш учун;
- Муртак ривожланиши давомида генларни сайлов фаоллигини ўрганиш учун;
- ДНК да саналадиган (транскрибция бўладиган) ва саналмайдиган (транскрибция бўлмайдиган) нуклеотидларни кетма-кетлигини аниқлаш учун;

ДНК ни репликацияланиш ва гибридизацияланиш имкониятлари асосида, олимлар ДНК ни амплификация (кўп маротаба нусхаланиш) методи ишлаб чиқишга эришдилар ва бу метод амалиётда кенг ишлатилиб келинмоқда.

### **Нуклеин кислоталар молекулаларини амплификацияси, уни амалиётда ишлатилиши.**

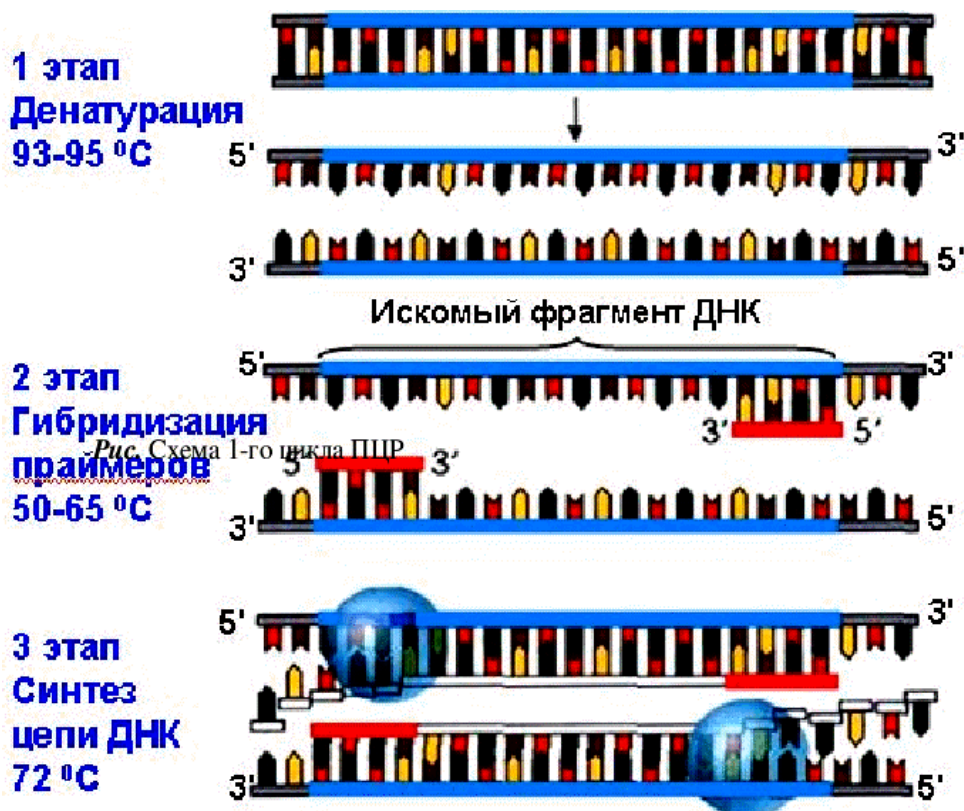
ДНК ни структурасини аниқлаш (нуклеотид кетма-кетлигини), биология, медицина, қишлоқ хўжалиги, археология, палеонтология, криминалистикада кундан-кунга кенг ишлатилиб келинмоқда. ДНК структурасини аниқлаш махсус лаборатория методлари ёрдамида олиб

борилади ва тадқиқот объекти сифатида, бир организмдан ажратиб олинган катта миқдордаги ДНК ни талаб қилади.

**Агар тадқиқотчи ихтиёрида атиги бир неча ёки битта ДНК молекуласи бўлса, нима қилиш керак?** 1983 йилгача ДНК ни структурасини аниқлаш муаммоси ҳал қилинмаган эди. Ўша (1983) йили, америкалик олим, К. Мюллис бу муаммони, ДНК ни уникал хусусиятлари: ўз-ўзидан иккиланиш ва гибридизациядан фойдаланиб, ҳал қилишга эришди. К. Мюллис – **Полимераза занжирли реакцияни (ПЦР–полимеразная цепная реакция) амалга оширди ва бу реакция асосида ДНК молекуласни “нусхаланиш” методи яратилди.** Бу методни илмий номи нуклеин кислоталарини амплификация (нусха сонини кўпайтириш) методи деб аталади. Бу метод билан бир неча соат давомида, молекулаларни (генлар ДНК бўлаклари) миллионлаб нусхаларини олиш имкони туғилди. Нусхалар сони кўпайгандан кейин, уларни оддий лаборатория методлари ёрдамида ўрганиш осонлашади. Америкалик олим яратган ПЦР методларини эслаб ўтишга уриниб кўрамиз. Биринчи масала, бу методни амалга ошириш учун қандай бирламчи (дастлабки) компонентлар тайёрлаш кераклигини аниқлаш. Бундай компонентларга қуйидагилар киради:

- 1). ДНК – матрица – ДНК молекуласи ёки унинг қисми (бу, вирус ёки бактерияни атиги биргина ДНК молекуласи бўлиш мумкин);
- 2). Праймерлар (20-30 жуфт нуклеотиддан ташкил топган, унчалик катталик бўлмаган фрагментлар). Бу праймерлар, ўрганиладиган генни охиридаги нуклеотидлар кетма –кетлигига комплементар бўлиш керак. Праймерлар икки мақсадга хизмат қиладилар: биринчидан, эркин 3<sup>1</sup>-учли кетма-кетлик тағдим қилиб, ДНК – полимеразани ишга тушириб юборади; иккинчидан, ферментни ДНК ни нусхаланишга танланган участкаси доирасидагина ишлашга мажбур қилади, ферментни фаолиятини икки томондан чегара мажбур қилади, ферментни фаолиятини икки томондан чегаралаб қўяди;
- 3). ДНК ни янги комплементар занжирини синтез қилиш учун материал ҳисобланган нуклеотидлар аралашмаси;
- 4). ДНК – полимераза ферменти;
- 5). Буфер эритмалар ( $Mg^{2+}$ , сақлаган реакцион муҳит, бу муҳит ферментни фаоллигини ушлаб туриш учун керак).

Яна савол туғилади: **қандай қилиб, юқорида келтириб ўтилган компонентлар аралашмасидан 4 -5 соат орасидан биргина ДНК молекуласидан триллионлаб нусха олиш мумкин?** Полимераза –занжирли реакция, бир-бирига ўхшаган кўплаб циклар (қайтаришлар) кўринишида ўтади. **Ҳар бир цикл 3 босқичда ўтади (45-расм).**



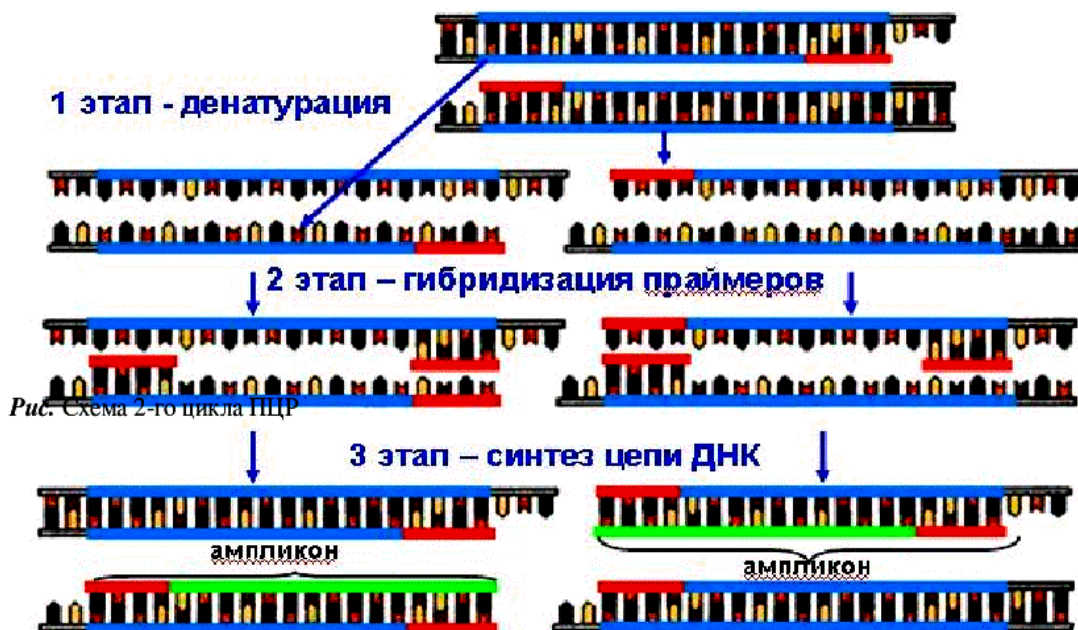
45-расм. ПЦР ни биринчи циклини схемаси.

1 –босқич. ДНК ни денатурацияси (қўш боғли спирални, алохида полинуклеотидлар занжирига ажралиши). Бу жараён 93-95 °C да 30-40 секунд давом этади. Юқори ҳарорат таъсирида азотли асослар орасидаги водород боғлари узилади ва ДНК занжирлари ажралади.

2 –босқич. Праймерларни боғлаш (гибридизация). Ҳарорат пасайтирилади ва праймерлар ўрганиладиган генлар чегарасидаги ўзига комплементар бўлган ДНК участкаси билан боғланадилар. Гибридизация вақти – 20 дан 60 секундгача.

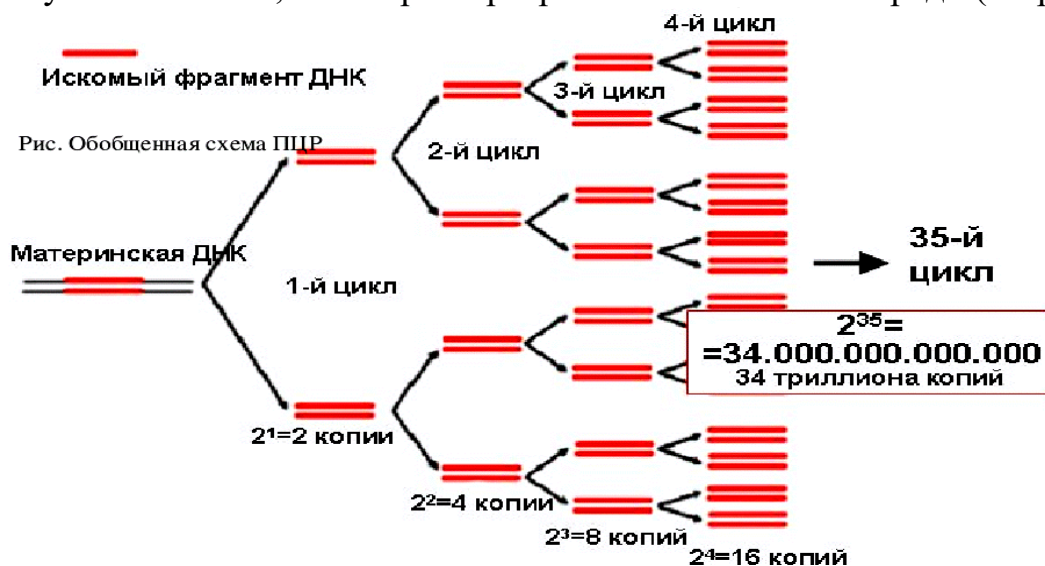
3 –босқич. ДНК занжирини синтези. ДНК – полимераза ёрдамида амалга ошади. Бу фермент, затравка сифатида праймерни 3<sup>1</sup>-учини ишлатади. ДНК – полимераза доимо занжирни 5<sup>1</sup> дан 3<sup>1</sup>-учга қараб қуриб боради. ДНК ни янги занжирини синтези учун материал бўлиб. эритмага қўшиладиган нуклеотидлар хизмат қиладилар. Бу жараён 70 -72 °C да ўтади ва 20-40 секунд давом этади. ПЦР ни **1-цикли-охир**ида, эритмада **2 та икки занжирли ДНК** фрагментлари бўлади. Улардан ҳар бири, **1 та даслабки занжир** ва **1 та янги ҳосил бўлган**, праймер билан боғланган занжир бўлади. **Иккинчи циклда амплификацияни** юқорида акс эттирилган 3 босқични барчаси қайтарилади. ДНК занжирини денатурацияси амалга ошади. Кейин тўртта занжирни ҳар бири яна праймерлар билан ўзаро муносабатга киришади ва ниҳоят қидириладиган генга мос келадиган икки томондан чегараланган фрагмент пайдо бўлади. Бу фрагментлар – ампликонлар деб аталган (46-расм). ПЦР ни 2-циклилини охирида 2 та ампликон пайдо бўлади.





46-расм. ПЦР реакциясининг иккинчи циклининг схемаси.

ПЦР жараёни занжирли характери билан фарқ қилади: синтез бўлган ампликонлар, кейинчалик ўзлари матрица бўлиб хизмат қиладилар. Уларда нусхаланиш жараёни ўтади. Мана шунинг учун ҳам, ҳар бир янги циклда ДНК нусхасини сони, геометрик прогрессия билан ошиб боради (47-расм).



47-расм. ПЦР ни умумий схемаси.

Шунинг учун ҳам, агарда дастлабки эритмада, бошида фақат 1 та, икки зажирли ДНК молекуласи (масалан, қандайдир вирусни ДНК си) бўлган бўлса, 30-40 циклдан кейин (бу, 4-5 соат вақт эгаллайди) эритмада керакли даражада кўп нусха шаклланган бўлади. Бу эса, уларни оддий лаборатория методлари ёрдамида ўрганиш имконини беради.

Ҳозирги пайтда, ПЦР махсус лабораторияларда алоҳида дастурланган термостатда (амплификаторда) ўтказилади (48-расм).



48-расм. ПЦР ўтқазишга мўлжалланган лаборатория.

Берилган дастур асосида, термостат, автоматик равишда, амплификация цикларини сонига мос ҳолда ҳароратни ўзгартиради. ДНК амплификацияси ёрдамида эришилган натижалар, бу методга, фундаментал характерга эга бўлган илмий тадқиқотлар ишларида ҳам, амалиётда фойдаланишда ҳам кўринарли жойни эгаллаш имконини берди. Ҳозирги пайтда ПЦР кўплаб вирусли ва бактериал касалликларни диагностикумида кенг ишлатилиб келинмоқда. Шунингдек, ПЦР криминалистикада (шахсни аниқлашда), ветеринарияда (касалликларни диагностикасида), генетикада (генларни фаоллигини аниқлашда), молекуляр биологияда (нуклеин кислоталар нусхаларини кўпайтириш учун) кенг ишлатилиб келинмоқда.

#### **Нуклеин кислоталар асосида наноконструкциялар яратишга асосий ёндашиш.**

Эволюция жараёнида биологик молекулалар (биомолекулалар), шундай хусусиятларга эга бўлдиларки, бу хусусиятлар туфайли улар, нанометр размеридаги структуралар яратиш учун қулай материаллар бўлиб хизмат қиладиган бўлдилар. Нима сабабдан шундай бўлди?

**Биринчидан**, биомолекулалар тезкорлик билан мураккаб надмолекуляр структуралар ҳосил қилишга (ўз-ўзидан йиғилишга) хусусиятига эгалар.

**Иккинчидан**, бундай биологик структураларни шаклланишини (ўз-ўзидан йиғилиши) ўта нафислик билан бошқариш мумкин. Бу эса, ўзи-ўзидан йиғилишни ҳар хил йўлларга йўналтириш имконини беради, демак. хилма-хил наноконструкциялар ва наноматериаллар яратиш учун кенг имкониятлар очиб беради.

Хилма-хил биологик бирикмалар орасида, нуклеин кислоталар алоҳида ўрин тутадилар. Улар нанокатталиққа эга бўлган материаллар яратишда жуда катта устуворликка эгалар. Қалтагина (узунлиги 50-100 нм) иккизанжирли ДНК молекулалари, қалинлиги бор-йўғи 1-2 нм бўлишига қарамасдан жуда

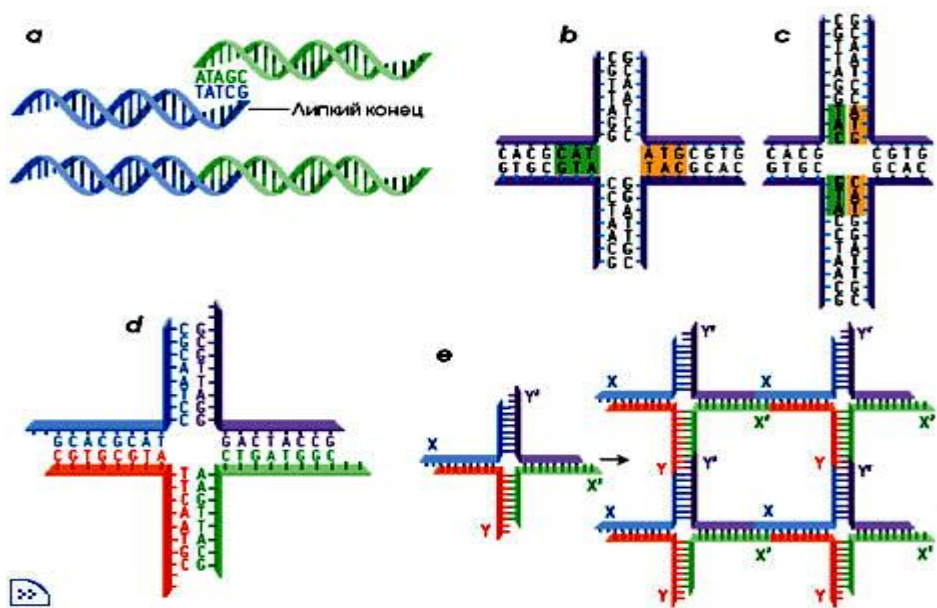
юқори қаттиқликка эгалар. Шунинг учун ҳам ундан “қутилиш блоклари” сифатида фойдаланиш жуда қулай. Шунинг билан бирга, бир занжирли нуклеин кислота эгилувчанликни сақлаган ҳолда, ўзига комплементар бўлган занжирни таниш имкониятига эга. Мана шундай икки занжир осонгина бир-бирига водород боғлари билан боғланиб, иккизанжирли структурани (ДНК молекуласини) ҳосил қилади.

ДНК ни иккизанжирли молекуласини ёки уларни фрагментларини узун қаторга боғлаш муаммоли бўлиб чиқди. Балким, бусиз ДНК асосида наноконструкциялар яратиш имконияти қисқарар. Қандай қилиб, икки занжирли ДНК ни шохланишини ёки ундан маълум бир жойидан ДНК фрагментини чиқаришни йўлга қўйиш мумкин? Мана шундай шохланишсиз наноструктураларни учламчи ҳолатини хилма-хиллигини таъминлаш жуда катта муаммо.

Биолог-олимлар бу муаммони жуда оригинал ҳал қилиш йўлини таклиф қилганлар. Улар (биологлар), ДНК занжирини юқори кўрсатилган имкониятларидан фойдаланган ҳолда (комплементар азотли асослар орасида водород боғлари орқали боғланиш хусусияти), икки занжирли ДНК молекуласини қисқа бир занжирли “дум” билан “таъминлаш”ни таклиф қилишди. Кейинчалик бундай “думчалар”, ДНК молекуласини “ёпишқоқ учи” деб аталди. Агар, иккизанжирли ДНК молекуласини охирида, бирзанжирли “думлар” бўлса, уларга бошқа занжирлар улаш ва шу тартибда шохланган жой шакллантиришни кўрсатиб бердилар. Бу эса, юпқа панжаралар ва мураккаб фазовий структуралар яратиш имконини беради. Нуклеин кислоталардан тузилган иккиламчи ва учламчи структураларини. ўз-ўзидан йиғилиш жараёни содир бўладиган эритувчини ўзгартириш орқали енгил бошқариш мумкин.

Ҳозирги вақтгача, нуклеин кислоталар асосида наноконструкциялар яратишни икки йўналиши шаклланган: “қадам ва қадам” ва “бирданига ҳаммасини” конструкция қилиш.

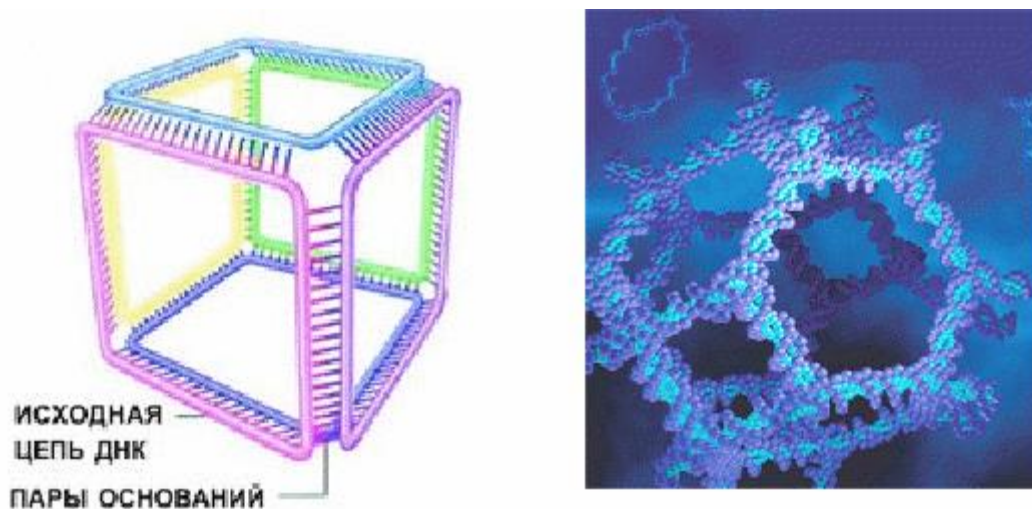
“Қадам ва қадам” конструкция қилиш – дастлабки ДНК молекуласини ёки синтез қилинган полипептидни кетма-кет модификация қилишга асосланган. Бу метод 1982 йилда америкалик олим Н. Симан томонидан назарий асослаб берилган. Конструкция еғишни биринчи қадами, “ёпишқоқ” учга эга бўлган ДНК фрагментини олиш. Иккинчи қадам – ДНК ни ҳар хил фрагментлар орасида пайдо бўладиган водород боғлари ёрдамида бир-бирига ёпиштириб чиқиш (49-расм).



49-расм. Наноконструкцияларни “қадам ва қадам” типиди конструкция қилиш схемаси: а – ДНК молекулари фрагментларини “ёпишқоқ учлари” орқали бир-бирларига боғлаш; в,с,д – крестга ўхшаган ДНК структурасини шаклланиши; Е – крестсимон ДНК молекуласини ясси чамбарага боғланиши.

ДНК занжирида нуклеоидларни маълум кетма-кетлигини танлаш орқали, молекулани “шоҳланиш нуқтасини” яратиш мумкин. “Шоҳланган нуқта” ДНК ни крестсимон фазовий структурасини шакллантириш имконини беради (49, d -расм). Мана шу сунъий яратилган крестсимон ДНК молекуласига “ёпишқоқ учлар” улаш мумкин. Крестсимон ДНК молекулаларини “ёпишқоқ” уч орқали бирин кетин тикиш натижасида, текис нанорешётка ҳосил бўлади. “Шоҳланиш нуқтаси” ДНК молекуласига яна бир ажойиб хусусият инъом этди. Текис нанорешётка қайриладиган ҳолатга олиб келди. ДНК молекуласини ҳаракатчанлиги туфайли, нанорешёткани қаттиқлиги, айнан шоҳланадиган нуқтада пасаяди.

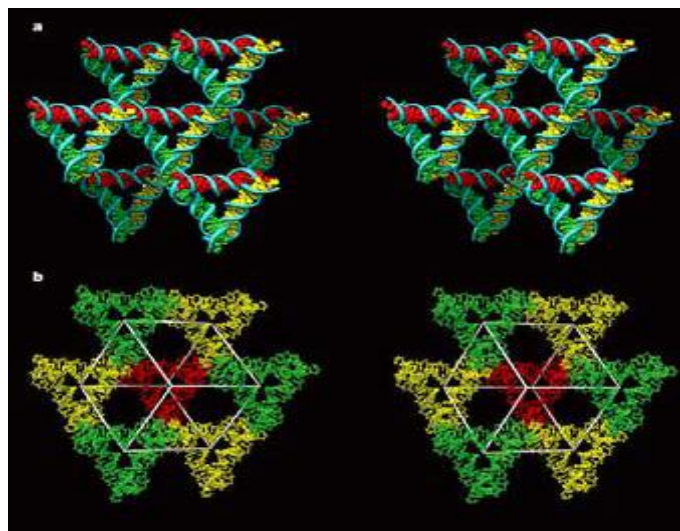
Мана шу хусусият туфайли, бундай нанорешёткаларни енгил қайрилтириш мумкин бўлади. 1991 йили Н. Симан ДНК молекуласидан қобирғали куб ҳамда октаэдрлар шаклидаги наноструктуралар яратишга эришди (50-расм).



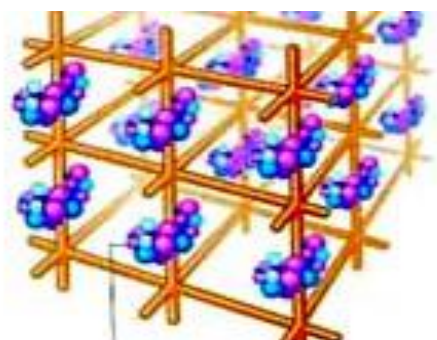


50-расм. Н. Симаннинг ДНК асосида яратган наноструктуралари.

(чапда – куб шаклидаги структура, ўнгда – октаэдр шаклидаги структура). “Ёпишқоқ” учи тепадан кўриниб турган текис учбурчак ДНК структурасини боғлаш орқали, учламчи кристалл наноструктуралар олиш мумкин (51-расм). Кейинги йилларда, ДНК асосида учламчи структуралар олиш технологиясини яратиш бўйича ишлар фаоллашиб кетган. Шундай ишлардан бири, яқинда ДНК дан яратилган, кутича бўлиб, у керакли вақтда, очилиб – ёпилиш хусусиятига эга. Келажакда, бундай структуралар наноразмердаги электрон қурилмалар яратиш ва доривор моддаларни организмни керакли нуқтасига етказиб берувчи системалар яратиш мақсадида ишлатиладиган бўлса ажаб эмас. ДНК асосида яратилган наноконструкцияларнидан амалиётда фойдаланиш бўйича бажарилган дастлабки уринишлар кутилмаганда, уни қисқа имкониятларга эга эканлиги билан тўқнаш келди. Бу имкониятларни кенгайтириш, ДНК занжирига ёки наноструктураларга бошқа моддаларни атомлари ёки молекулаларини киритишни талаб қилди (52-расм).



51-расм. ДНК ни учбурчак структурасидан тайёрланган конструкция.



52-расм. Учламчи наноструктуралар таркибидаги бошқа моддалар (меҳмонлар) ни молекулалари.

Маълум моддаларни молекулаларини таниб, уларни рўйхатга оладиган бундай мураккаб наноконструкциялардан биодатчиклар яратиш мумкин. 1996 йилда дастлабки натижаларга эришилган. Тадқиқотчилар, “қурувчи блок” сифатида коллоид ҳолатдаги олтинни нанобўлакчаларга боғланган синтетик ДНК ни бир занжирли фрагментларини муваффақиятли ишлатишга

эришганлар. Бундай “блоклардан” наноконструкциялар олинган. Бундай нанострук-тураларда, олтин заррачалари бир-бирларидан маълум узоқликда жойлашганлар. Масалан, ДНК ни қўш спиралли айланмаси (3, 4 нм) нм га тенг бўлган масофада олтинни наночастицаларини бирданига бирнеча ДНК фрагментлари билан қўшилганда, олтин атоми тартибли навбатма-навбат жойлашган учламчи наноструктуралар яратиш мумкин.

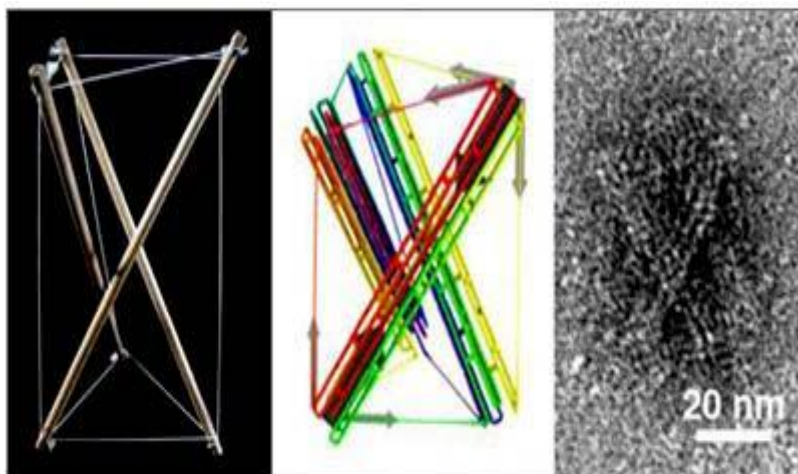
**ДНК дан тузилган наноструктураларни ичига нафақат олтин, балки бошқа металлар, масалан кумуш жойлаштириш мумкин.** Металларни бундай жойланиши, ДНК асосидаги наноконструкцияларни электр ўтказувчанлигини таъминлайди. Бу хусусият эса, ДНК асосидаги наноструктуралардан биодатчикларда ва бошқа электронли ускуналарда фойдаланиш имконини беради.

**ДНК дан трубкага ўхшаган структуралар – нанотрубкалар шакллантириш мумкин.** Яқингача улар фақат цилиндр шаклида яратилган. Уларни қобиғи, керакли даражада қаттиқ қўш занжирли ДНК молекуласидан ташкил топган эди.

**Унчалик даражада қаттиқ бўлмаган (эгиловчан, эластик) ҳолатдаги нанотрубкалар олиш мумкинми? Шакли нафақат цилиндрсимон, балки бошқа шаклли нанотрубкалар олиш мумкинми? – деган саволлар олимларни қизиқтириб келган эди.** Канадалик (Монреал) олимлар, эластик нанотрубкалар яратиш муаммосини ижобий ҳал қилдилар. Бунинг учун улар, икки занжирли қаттиқ ДНК эмас, балки бир занжирли, қаттиқлиги камроқ бўлган ДНК молекуласидан фойдаланганлар. Шунинг билан бир қаторда, улар учбурчакли ва квадрат кесимга эга бўлган нанотрубкалар ҳам яратганлар.

**ДНК асосидаги нанотрубкалар молекула занжирини шакли ва миқдорини ўзгартириш имконияти, уларни ишлатиш чегарасини кенгайтишига сабаб бўлади.** Масалан, нанопроводни узайтиришда, уни шаклини назорат қилиш мумкин. ДНК асосида тайёрланган нанотрубкалар, трансмембранали оқсилларни анализ қилишда ва доривор моддаларни наноразмерда ташувчи сифатида ишлатилиши мумкин.

Ҳаракатланувчи ва шаклини ўзгартирувчи наноқурилмалар ДНК дан ҳаракатсиз (статик) наноструктуралар конструкция қилингандан кейин, олимлар, ҳаракатланувчи наноқурилмалар яратиш устида бош қотира бошлаганлар. Бундай структураларни биринчи бўлиб, Гарвард университети (АҚШ) олимлари яратганлар (53-расм).



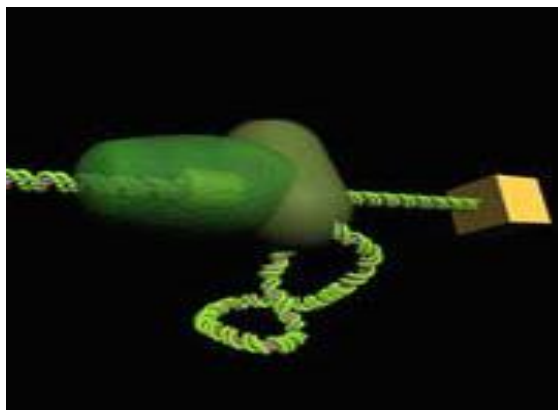
53-расм. ДНК асосида ўзўзидан йиғиладиган наноқурилмалар. Улар ўз ўрнини ўзгартириши, керак бўлганида ўзини шаклини ҳам ўзгартириши мумкин.

Ҳар бир қурилма, ДНК ни узун, ёпиқ молекуласидан тайёрланади. Бу молекула, қисқароқ ДНК молекуласи билан аралашганда, улар билан боғланади. Боғланиш шундай амалга ошадики, унда қисқа молекула распорок сифатида ишлатилади. Қисқа молекулаларни узунлигини ўзгартириб, ДНК ни узун молекуласига дастурланган учламчи структура бериш мумкин бўлади. ДНК ни қисқа молекуласини узунлигини ўзгартириш орқали, бутун наноқурилмани учламчи конфигурациясини ўзгартириш ҳам мумкин (уни фазода ҳаракатланишига мажбур қилиб). Бундай наноқурилмаларни мана шундай ўзига хослиги, улардан наномедицинада фойдаланишни таъминлайди. Биринчидан, ДНК, тирик организмлар билан биологик совместлик, иккинчидан, ДНК тез парчаланиб кетиши мумкин. Энг яхши томони шуки, парчаланиш натижасида ДНК токсик ёки ҳавфли моддалар ҳосил қилмайди. Ўз-ўзидан йиғиладиган наноқурилмаларни бу технологияси, вирусларни хусусиятини қайтарадиган (имитация қиладиган), доривор моддаларни ташувчи системаларни пайдо бўлишига олиб келиши мумкин. ДНК молекуласини ҳаракатчанлиги туфайли, бундай наноқурилмалар, механик ёки кимёвий йўл билан узатиладиган сигналларга муносабат билдириш хусусиятига эгалар. Бу эса, дори препаратларини керакли хужайрага олиб бориш ва уни керакли вақтда “команда бўйича” бўшатиш (тўқиш, озод қилиш) хусусиятига эга. Ҳаракатланувчи наноқурилмалар, шунингдек, ўзак хужайраларни ташиш ва дастурлаш мақсадида ҳам ишлатилса бўлади. Керакли жойга етқазилган ўзак хужайралар ёрдамида шикастланган органлар қайта тикланишлари мумкин.

**Молекуляр “динамо-машина”(наноактуатор).** Англиялик олим К, Фермен (Портсмут университети) раҳбарлигида, ДНК асосида ҳаракатланувчан наноқурилмалар яратиш бўйича тажрибалар муваффақиятли давом эттирган. Аммо, улар масалага бутунлай бошқача ёндашганлар (юқорида келтирилгандан бошқачароқ). Бу ёндашишни ўзига хослиги нимада? Молекуляр “динамо-машиналар” ёки наноактуаторлар ярата туриб, тадқиқотчилар, таранг тортилган ДНК молекуласидан ўзига хос бўлган



монорельсли йўл сифатида фойдаланганлар (Поезд йўлини 1 таси). Улар, ДНК молекуласига, жуда кичик магнит мунчоқчадан иборат бўлган миниатюр ҳолатдаги мотор (двигатель) киритганлар (54-расм).



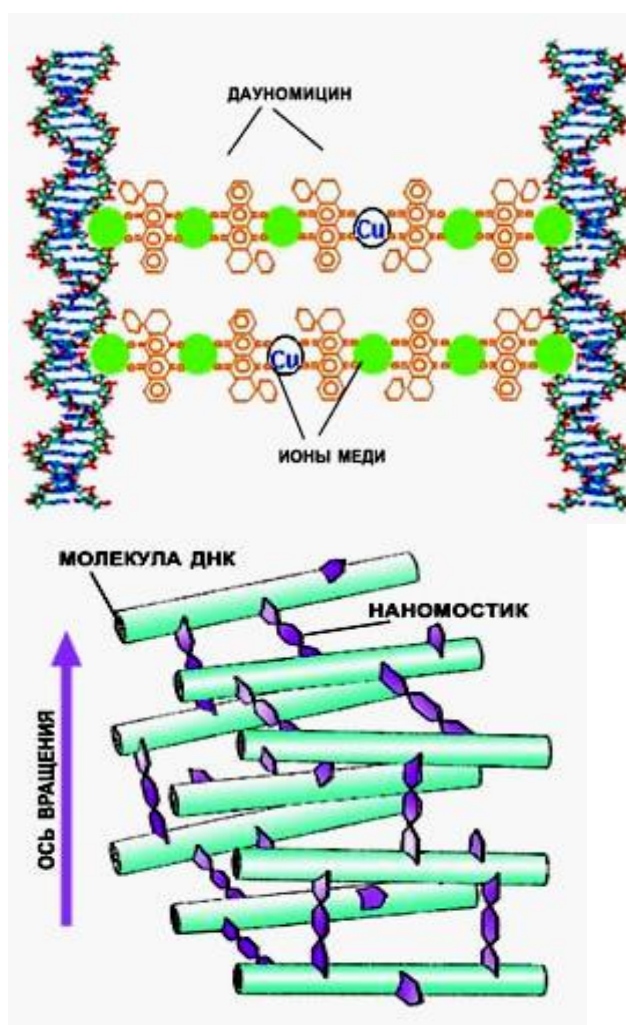
54-расм. ДНК молекуласидаги наноактуаторни компьютер кўриниши.

Аммо, олимлар олдида янги муаммо мана шу унчалик мураккаб бўлмаган “динамо-машина” учун энергия манбаини топиш муаммоси пайдо бўлган. Бу муаммони ечишда, бир томондан мана шу наноконструкцияни миниатюрлиги, иккинчи томондан эса, ҳужайранинг иссиқлик манбаи – АТФ ни универсаллиги қўл келган. Бу икки имконият, олимларни танлови учун ўта қулай бўлиб чиққан.

“Динамо-машина” тирик ҳужайраларни АТФ ни энергиясини ишлатади. АТФ ни қайта ишлашда, электр токи генерация бўлади. Минидвигателни ДНК молекуласи бўйлаб ҳаракат қилганида, электр сигналлар келиб чиқадилар. Бу сигналлар, кейин компьютер ишловига узатилади. Тадқиқотчилар наноактуаторни экологик мониторингда, хусусан, ҳаводаги токсинларни ва патоген микроорганизмларни рўйхатга олишда ишлатишни тавсия қиладилар. Бу системадан фойдаланишни бошқа истиқболли соҳаси – сунъий конечностяи компьютер орқали бошқариш. Аммо, бу қурилмани, кўрсатилган мақсадга мослаш учун 20-30 йил вақт керак бўлади. **“Барчаси бирданига” типиди конструкция қилиш.**

Россия Фанлар Академиясининг В.А. Энгельгард номидаги молекуляр биология институтининг олимлари, ДНК асосидаги наноконструкциялар жараёнини тезлатишни мақсад қилиб қўйишган. Бунда, **шунчалик даражада жадаллаштириш кўзда тутилганки, бир маротабада тартибли учламчи структура олиш режалаштирилган.** Наноконструкция қилиш муаммосини жадаллаштириш учун, улар жуда оригинал ёндашишни таклиф қилганлар. Улар ДНК ни алоҳида молекулалари билан ишлашдан воз кечишиб, ДНК ни суюқ кристалл дисперсиясини ишлатишга киришганлар. Бунда, шаклландирган суюқ кристалл “томчилар” (уларни катталиги 0,5 мкм атрофида) тахминан, 10000 ДНК молекуласини ўз ичига оладилар. Томчилар доирасида, молекулалар бир-бирларидан 3-5 нм узокликда, қатор бўлиб жойлашадилар. Бундай тартибли жойлашиши бўлакчаларга кристалл хусусиятини беради. Бунда, қўшни молекулалар, бундай кристалларда ҳаракатчан қават ҳосил қиладилар, яъни суюқликни хусусиятларини сақлаб қоладилар. Бу эса, олинган структура. суюқ кристалл эканлигини кўрсатади.

Мана шундай кристаллар билан ишлаб туриб, тадқиқотчилар муаммони ечимини топиш учун жуда муҳим ҳолатга ўз диққатларини қаратдилар. **Суюқ кристалл дисперсия ҳосил қилганда ДНК молекулалари бошқа моддалар билан кимёвий бирикмалар ҳосил қилиш хусусиятини йўқотмаслигига эътибор бердилар.** Суюқ кристаллардаги ДНК ни бу хусусиятларидан ДНК ни учламчи структурасини стабиллаш учун фойдаландилар. ДНК ни кўшни молекулалари оралиғида симметрик ҳолатда жойлашаоладиган ҳамда “наноқўприклар” вазифасини бажараоладиган кимёвий моддалар танланди (55-расм).



55-расм. ДНК молекулалари орасидаги наноқўприкчалар.

Бу молекулалар бутун молекулага мустаҳкамлик (қаттиқлик) бериб турадилар ва ДНК ни кўшни молекулаларини ҳаракатчанлигини қисқартирадилар. “Наноқўприкчалар” мустаҳкам бўлиб, сув-тузли эритмада парчаланмайдилар.

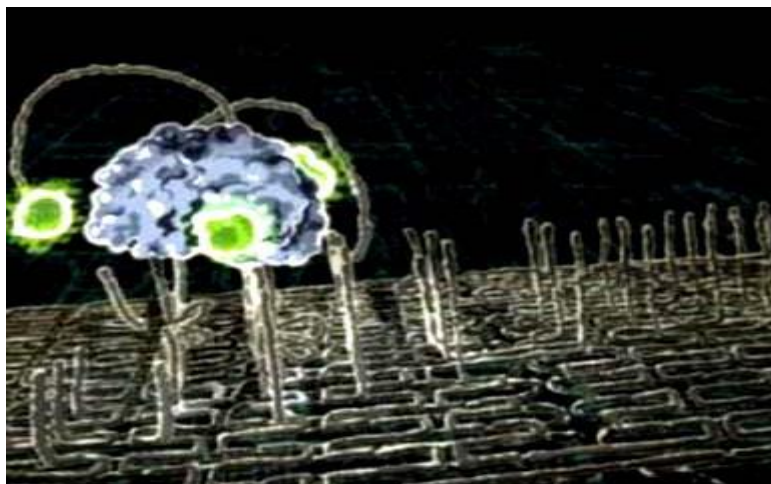
Юқорида келтирилган наноструктуралар генетик материалларни ташувчилари ёки биологик фаол моддалар сифатида ишлатилишлари мумкин. “Нанопосылка» хужайрага келиб тушганидан кейин, конструкцияни

мустаҳкамлаб турган нанокўприкчалар бузиладилар ва конструкцияни ичидаги моддалар (масалан, антибиотиклар) озод бўлиб, ўз фаолиятини кўрсатадилар. Баъзи бир оқсиллар (инсулин, пепсин) ва бошқа моддалар таъсирида нанокўприкчаларни бузилишини бошқариш мумкин.

Нуклеин кислоталар асосида яратилган учлмчи наноструктуралар, оптик сенсорли қурилмалар яратиш билан шуғулланадиган наноконструкторларни диққатини ўзига тортди. **ДНК асосидаги учламчи структураларни сенсор қурилмаларни сезгир элементларини яратишда ишлатиш мумкинми?** Тез орада бу саволга ижобий жавоб олинди. Учламчи наноструктураларни нанокўприкчаларига ўзига хос бўлган “мини – ушлагич” киритилди. Бу, “мини – ушлагич” – кимёвий бирикма бўлиб, у анализ қилинадиган модда билан контактга кирганда, тезда парчаланади. Нанокўприкча бузилгандан кейин, аномал оптик фаоллик пасаяди ва уни катталигини ўлчаланади. Бу кўрсаткични катталиги бўйича, нанокўприкни бузувчи кимёвий (биологик) бирикмани концентрациясини аниқлаш мумкин. Ҳозирги вақтда олимлар ДНК асосида физик-кимёвий хусусиятларини бошқарса бўладиган учламчи наноструктуралар яратиш устида тадқиқотлар олиб бормоқдалар. Уларни полимер пленкалар таркибига киритиш орқали, полимер матрицалар олиш мумкин. Бундай полимер матрицалар, фотоникада, параметрлари бошқарилувчи оптик филтрлар сифатида ўз ўрнини топишлари мумкин.

#### **ДНК ва оқсиллар асосида наноконструкциялар.**

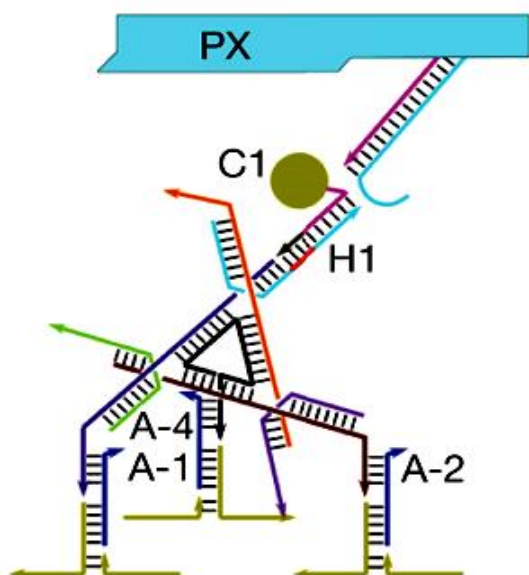
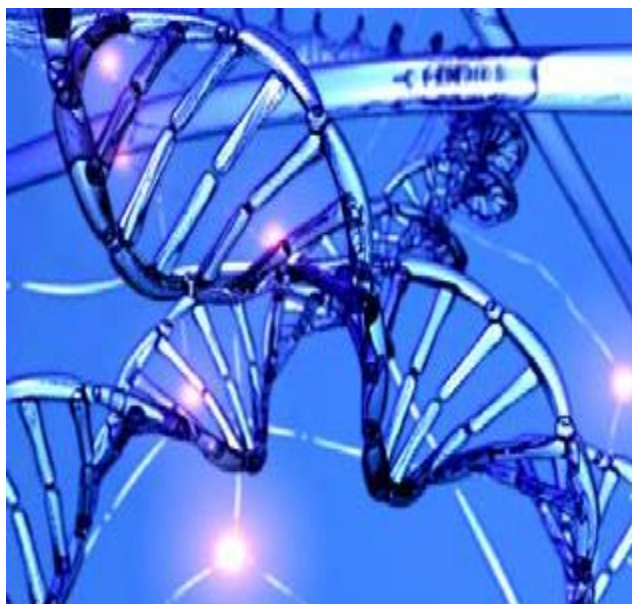
**ДНК дан автоном равишда ҳаракатланувчи ва тўхтайдиган наноробот яшаш мумкинми?** Бу саволга биринчи бўлиб жавобни АҚШ нинг Колумбия университети олимлари берган. Улар, ДНК ва оқсилдан ҳаракатланувчан, ҳаракат йўналишини ўзгартирадиган ва тўхтай оладиган автоном молекуляр работ яратишга эришдилар. Бу ишланма, “ўргимчак” (паук) нанороботи деб ном олган. Нанороботни узунлиги 4 нм дан иборат бўлган (56-расм).



56-расм. ДНК ва оқсилдан тайёрланган “ўргамчак” нанороботи.

Бу нанороботни автоном ҳаракатланиш муаммоси қандай қилиб ечилган? Тадқиқотчилар, ДНК занжиридаги полинуклеотидларни водород боғлари орқали ўзларига комплементар бўлган занжир билан боғланиш хусусиятидан фойдаланганлар. Шунинг учун ҳам нанороботни юрадиган оёқчалари ДНК дан конструкция қилинган (57-расм).

“Ўргамчак” ни жасади “стрептавидин” деб аталган оқсилдан шаклланган. “Ўргамчак” ни тўртта оёғидан учтаси бошқа ДНК молекуласининг кетма-кетлиги билан боғланаоладиган ва уни кесаоладиган ДНК молекуласидан тузилган. “Ўргамчак” ни тўртта оёғи ўзига хос якорь бўлиб, у йўлни бошидаги нуқтага боғланган бўлади. Робот ўзини бошланғич ДНК ни махсус занжири ёрдамида ҳаракатга тушади. Асосий занжирдан ташқарида жойлашган ДНК участкаси билан боғланиб, ва ундан кейин уни кесиб, робот (трек) йўл бўйлаб ҳаракатга тушади. Бундай нанороботларни яратилганига бир неча йил бўлганига қарамасдан, улар ҳозиргача бор-йўғи 3 қадам ташлаганлар холос. “Ўргамчак” нанороботи тахминан 100 нм йўл босиб ўта олади (ўргамчакни ўзини размеридан 25 марта, кўпроқ ёки уни 50 қадами). Бу масофани у, 30-60 минутда босиб ўтади. “Ўргамчак”ни ҳаракатини олимлар Атом-кучли микроскоп ёрдамида кузатганлар. Шу микроскоплар ёрдамида, нанороботларни ҳар хил тўрт йўналишга йўналтириш мумкин эканлиги кузатилган.



57-расм. ДНК молекулаларидан тузилган “Ўргамчак” нанороботининг оёқчалари.

Ҳозирги вақтда олимлар нанороботларни фаолиятини бошқариш ҳамда бир неча “ўргамчак” ларни бирга ишлашга “ўргатиш” устида бош қотирмоқдалар. Узоқ истиқболда бундай нанороботлар энг майда капиллярларни тозалаш ва тирик организмда рак хужайраларни йўқотиш мақсадида ишлатилиши мумкин.

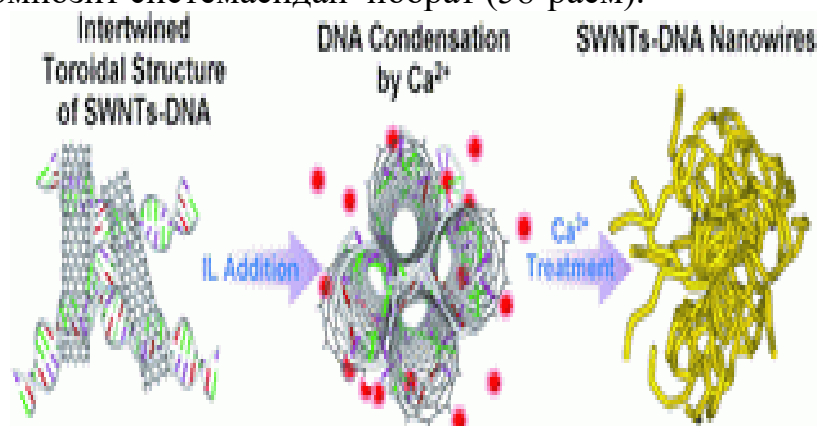
#### **ДНК асосида сунъий наноматериаллар.**

Трансплантация (кўчириб ўтказиш) ни тезкорлик билан ривожланиб кетиши, донор органларни ва биологик тўқималарни етишмаслигига олиб келди. Шунинг учун ҳам, хусусиятлари максимал даражада табиийга яқинлашган мукамал сунъий биологик тўқимлар яратиш жуда долзарб муаммо бўлиб қолди. Бу муаммони ечишда, тирик организмларга кўчириб ўтказилишга мўлжалланган органларни (имплантларни) юқори даражада мустаҳкамлигини ва эгилувчанлигини таъминлаш асосий вазифа бўлиб қолди. Эластиклик (эгилувчалик), имплантантга юқори даражада механик



таъсир ўтказилганда пайдо бўладиган шамоллаш жараёнларини олдини олади. Тирик организм тўқималарига хос бўлган мустаҳкамлик билан эгилувчанликни, сунъий материалларда пайдо қилиш, умуман мумкин бўлмаган муаммо ҳисобланади.

Д. Спинкс раҳбарлигида Австралияда ва Кореяда фаолият олиб бораётган олимлар, бу муаммони ечимдан бир вариантини топишга эришдилар. Улар, трансплантация қилиш мақсадида, механик хоссалари, биологик тўқималарни хоссаларига ўхшаган янги материал яратишга эришдилар. Яратилган материал ДНК спираллари билан углеродли нанотрубкаларни мустаҳкам композит системасидан иборат (58-расм).



58-расм. Углеродли нанотрубкалар ва ДНК молекуласидан (расмда чапда) тайёрланган сунъий нанотол (расмда чапда) ни олиш чизмаси.

Углеродли нанотрубкалар ДНК спираллари билан бутунлай “ўраб” чиқилади ва уларни кальций иони сақлаган махус суюқликка жойлаштирилади. Бундай суюқликда, ДНК спираллари билан ўралган углеродли нанотрубкалардан гелсимон масса шаклланади. Ҳосил бўлган гелни худди синтетик тола тўқиган қилиб тўқиш мумкин. Нанотрубкалар ва ДНК дан ҳосил бўлган тола қуригандан кейин, қалинлиги 50 нм бўлган нанотолалардан тўқилган тармоқ шаклига кириб қолади. Бунда, ҳар бир тола, ғовак, губкасимон структурага эга бўлади.

**Аммо, тиббиёт амалиёти учун янада мустаҳкамроқ ва қалинроқ нанотолалар керак. Бу толаларни характеристикасини қандай ўзгартириш мумкин?** Бу вазифа ҳам муваффақиятли ечилди. Тадқиқотчилар нанотолаларни қалинлигини ва мустаҳкамлигини бошқаришни усулини ўйлаб топдилар.

Агар, қурилган толани кальций хлорид эритмасига солиб ювилса, ДНК молекулаларини янада “тикилиши” содир бўлади. Натижада нанотолалар қалинлашади ва мустаҳкамлашади. Мана шу йўл билан олинган нанотолалар ўзларининг хусусиятлари бўйича, оқсил табиатли толаларга яқин ва улар мушак, артерия, тери, тоғай каби органларни мустаҳкамлигини ва эгилувчанлигини таъминлаб беради.

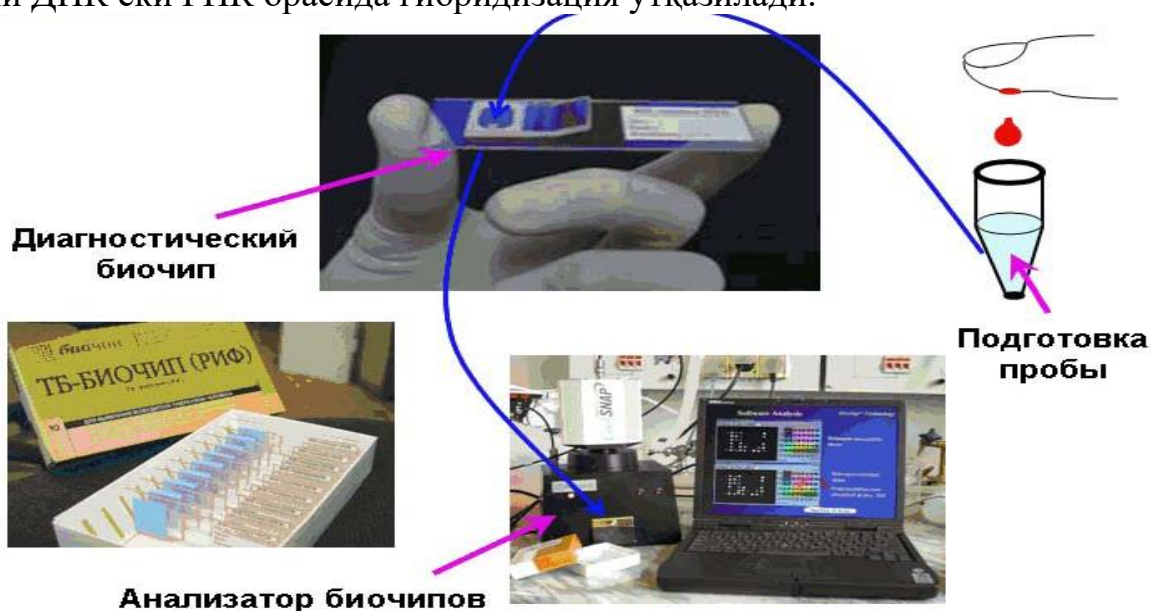
Шунинг учун ҳам ДНК ва углеродли нанотрубкалардан тайёрланган сунъий нанотолалар келажакда, ҳар хил сунъий имплантантлар яратишда ишлатилишига ҳеч шубҳа йўқ.

**Биочиплар ва уларни днк структурасини ўрганишда ишлатилиши.**

Эукариот организмларда генларни сони жуда ҳам кўп. Ачитки замбуруғларида 6200 ген аниқланган бўлса, одам организмида уларни сони 20-25000 фаол генга тенг. Аммо, организмдаги бор генларни барчасини, бирданига (бир вақтда) ўзини фаоллигини намоиш қилавермайди. Бир хил генлар фаолият кўрсатганда, бошқаси бошланади ва тўлиқ иш фаолиятидан чиқиб туради. Муайян бир вақтда, маълум бир ген ёки бирнеча генлар қандай ҳолатда турибди, улар фаолмилар ёки блокланганми? – деган савол жуда кўп туғилади.

Генларни фаоллигини назорат қилиш муаммосини биринчилардан бўлиб, В.А. Энгельгард номидаги Россия Фанлар академиясини молекуляр биология институти олимлари ечишга мувофиқ бўлганлар. Шу институтда, академик А.Д. Мирзабеков раҳбарлигида фаолият кўрсатиб келаётган бир гуруҳ олимлар, биочиплар яратиш технологиясини ишлаб чиқдилар.

**Биочип** – бу размери бир неча сантиметрга тенг бўлган матрица бўлиб, унинг ёрдамида, организмдаги кўплаб генларни функционал фаоллиги ҳақида маълумотлар олиш мумкин. Биочип тайёрлаётганда, махсус (шиша) подложкага ДНК молекуласини нусхалари суртилади. Улар, ёки алоҳида ген ёки занжирли полимераз реакцияси (ПЦР) натижасида олинган ДНК молекуласи бўлиши мумкин. Анализ ўтказиш учун, тўқима нусхаси (масалан, қон) олдиндан ишлов берилади. Бу ишлов бериш қуйидагича ўтказилади: Нусхадаги ДНК молекулаларни флуоресцент моддалар билан махсус микрокамерага жойлаштирилган биочипга суртиб чиқилади (59-расм). Шундан кейин, биочипдаги генлар билан пробада сақланган флуоресценция қилувчи ДНК ёки РНК орасида гибридизация ўтказилади.

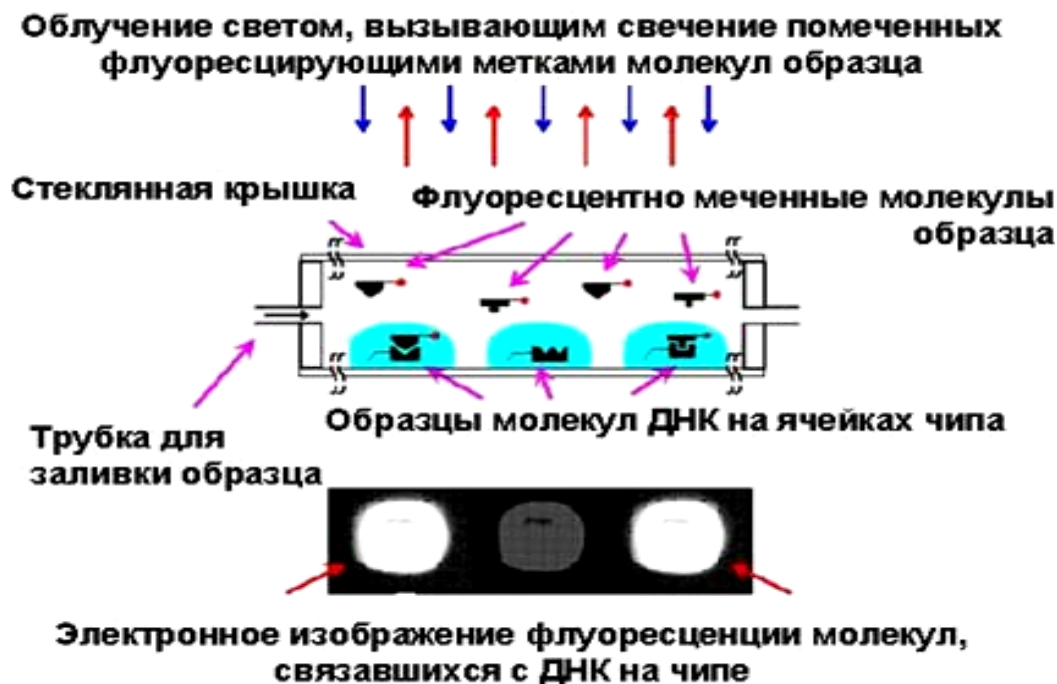


59-расм. Биочип ёрдамида анализ қилиш схемаси.

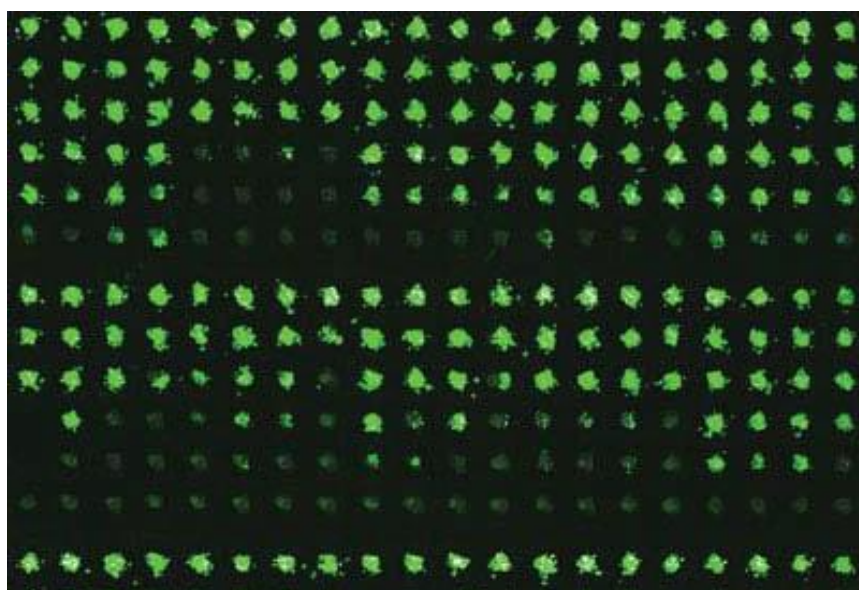
**Нусхани молекуласи чипдаги тегишли ген билан комплиментарлик принципи асосида ўзаро муносабатга киришади.** Биочипга, маълум тўлқин узунлигига эга бўлган нур берилганда, флуоресцент ёруғлик пайдо бўлади (60-расм). Ёруғликни кўринишига қараб,



прибор – анализатор ДНК (РНК) даги характерли кетма-кетликни аниқлайди (61-расм).



60-расм. Биочипни ишлаш механизмининг схемаси.



61- расм. Ячейкаларни ёруғлик бериш картинкаси ўрганиладиган организм учун индивидуал бўлади.

Биочиплардан фойдаланиш, энг аввало атроф муҳитни негатив таъсирга сезгир бўлган генларни аниқлаш ва организмни функциясини назорат қилиш учун истикболли ҳисобланади. Биочипларни ишлатилиши, бактерия ва вирусларни тезкор аниқлаш имконини беради. Биочип ёрдамида, одамни индивидуал генетик ўзига хослигини ўрганиш, уни ирсий

ва онкологик касалликларга мойиллик даражасини аниқлаш имконини беради.

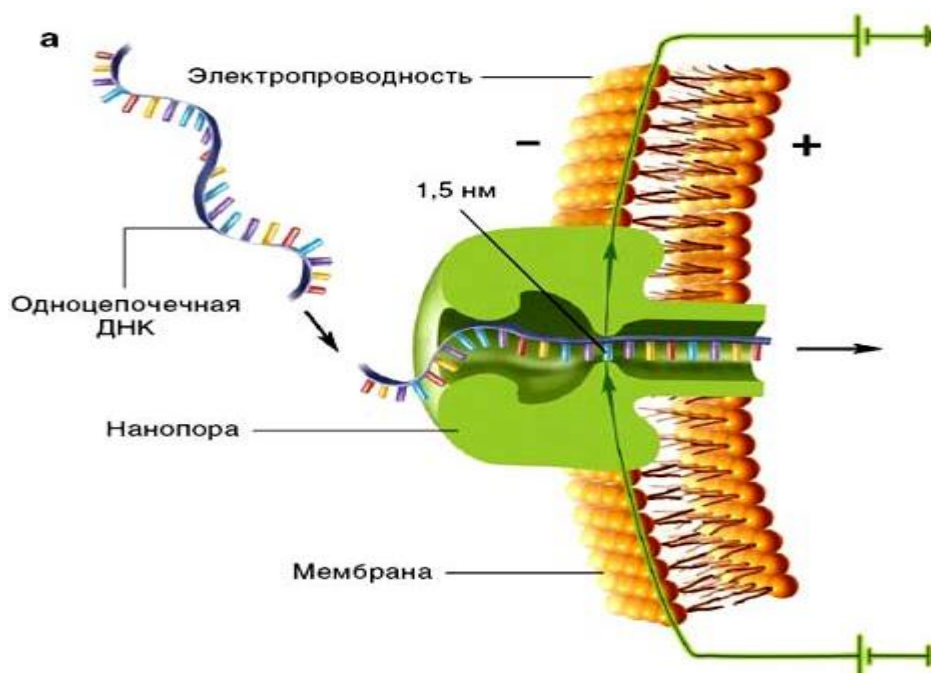
### **ДНК ни секвенлаш.**

**Кўп биотехнологиялар, ДНК таркибидаги нуклеотидларни кетма-кетлигини аниқлашга (ДНК ни секвенлашга) асосланади.** Уни амалга ошириш учун аниқ (ДНК молекуласини узунлигини эътиборга олиб) ва тезкор ДНК секвенаторлар керак. Аммо 1 та одам ДНК ни секвенацияси, ҳозирги пайтда ишлаб турган техника ёрдамида амалга оширилганда жуда қимматга тушади (62-расм) ва бирнеча ой вақтни олади.



62-расм. Ҳозирги вақтда ишлатиладиган ДНК- секвенатор.

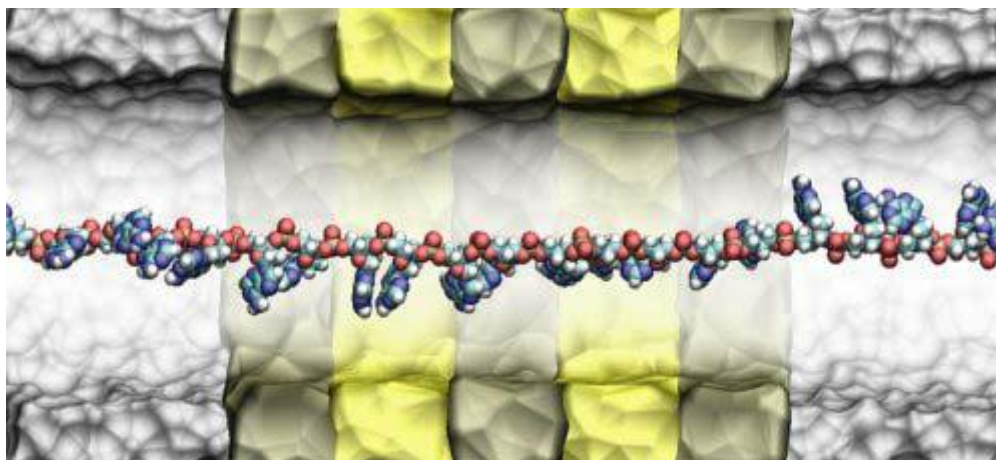
**Арзон ва тезкор ДНК секвенациясини қандай таъминлаш мумкин?** 2005 й бу муаммони ечишга наноконструктурлар аралашдилар. Улар юқори аниқликка эга бўлган ва тезкор ДНК секвенаторини яратишга киришдилар ва буни учун нанотешикчаларни асос қилиб олдилар. Янги наноқурилма, ДНК молекуласини нанопораларда жойлашишини бир нуклеотид аниқлигича назорат қилиш имкониятига эга. Янги ДНК секвенатор одам геномини атиги бир неча соат давомида “ўқиб чиқиш ” имконини беради. **Янги методни моҳияти, ДНК молекулаларини нанопоралар орқали ўтаётганларида электрик потенциалини ўзгаришига асосланади (63-расм).**



63-расм. Нанопоралар асосида яратилган ДНК – секвинаторини фаолият кўрсатиш схемаси.

Ҳозирги вақтда олимлар, наносеквенаторни математик моделини ишлаб чиққанлар. Бу модел ДНК ни алоҳида нуклеотидини аниқлаш имконини беради.

Бир вақтни ўзида, ДНК – транзистор яратиш бўйича ҳам ишлар бошлаб юборилган. Бундан фойдаланиш эса, геномни янада самаралироқ секвенлаш имконини беради. **ДНК – транзистор анча узун бўлган нанопора бўлиб, уни ёнида ярим ўтказгич ва диэлектрик қўшилмалар ўрнатилган.** Нанопорани ичидаги электрик зарядлар, алоҳида (битталиқ) электронларни зарядлари билан таққосланса бўлади. Бир неча нанометрга диаметрға эга бўлган нанопоралардан ДНК ни узун молекуласини ўтказса бўлади (64-расм).



64-расм. ДНК – транзисторни схемаси.

Нанопора диэлектрик билан бўлинган (сарик ранг) металли контактлар (қора-кул ранг) сақлайди. Бундай “қаватланган” структура нанопорани ичида

маҳалли электр майдонни яратишга ва у орқали ДНК ни ўтиш тезлигини бошқаришга имконини беради (қизил-кўк занжирча). Электродларга ўзгарувчан кучланишни узатилиши, нанотешикча ичида ДНК молекулаларини жуда катта аниқликда -1 та нуклеотидгача ҳаракатланишига олиб келади. Бундай наноконструкция **ДНК таркибидаги ҳар бир нуклеотидни аниқлаш имконини беради.** ДНК - транзисторлар учун нанопораларни микроэлектрониканинг замонавий методлари ёрдамида катта миқдорда тайёрлаш мумкин. ДНК - секвенатор ва ДНК – транзисторлардан фойдаланган нанотехнологиялар, пациент геномини ўрганиш имкониятини беради. Булар ёрдамида генетик касалликларни диагностикаси ва даволаш мумкин бўлади. ДНК ни тезкорлик билан секвенлаш ускунасини катта миқдорда ишлаб чиқариш эса, ДНК анализини клиниканинг одатдаги тадбирлари (процедураси) га айлантириб қўяди. Бундан ташқари, бу ишларни ҳар қандай даволаш масканида бажариш мумкин бўлади. Бу эса, замонавий медицинани ривожланишида жуда катта ютуқ бўлади. Ҳар қандай одамни ўзини “шахсий геном картасини” очишга имконияти бўлади. Касалланган шахсга, уни шахсий генетик ўзига хослигига қараб дори-дармон яратиш имкони туғилади. ДНК ни тезкор ва арзон наносеквенаторлари туфайли “шахсий медицина” эрасининг кириб келиши тезлашади.

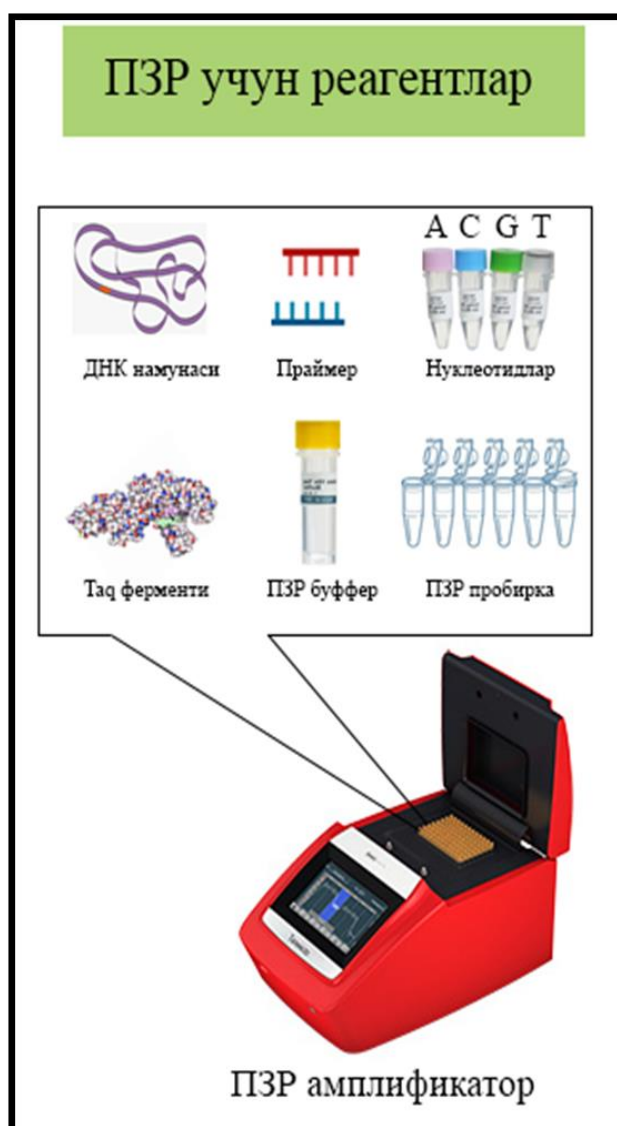
## IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАТЕРИАЛЛАРИ

### 1-амалий машғулот мавзуси: Микроорганизмлар биотехнологияси (2 соат)

Ушбу амалий ишда бир нечта методлар муҳокама қилинади:

#### 1) Генларни ПЗР ёрдамида амплификация қилиш;

Полимераза занжир реакцияси (ПЗР) – бу маълум бир ДНК намунасини миллионлаб нусхаларини тезда яратиш учун молекуляр биологияда кенг қўлланиладиган усул бўлиб, олимларга ДНКнинг жуда кичик намунасини олишга ва батафсил ўрганиш учун етарли миқдорда тўплашга имкон беради. ПЗР усули 1983 йил Кари Муллис томонидан яратилган.



Ушбу босқичда ҳар бир ДНК намунаси учун иккита ПЗР реакцияси ўтказилади. Биринчи реакцияда ўсимликнинг ўзида учрайдиган генлардан бири махсус праймерлар (Таблица-1га қаранг) орқали ПЗР қилинади. Турли ўсимликлар учун алоҳида праймерлар тузилади. Бунда ГМО бўлган ва бўлмаган назорат ДНКнинг ҳар иккисиди ҳам бир хил натижа ижобий бўлиши керак. Бу орқали геном ДНКсининг тозаллиги ва ПЗР реакциясининг тўғрилиги текширилади. Иккинчи ПЗР реакциясида трансгенга (одатда антибиотик ген) тузилган праймерлардан фойдаланилади. Бу орқали намуналарда бегонга ген бор ёки йўқлиги текширилади. Одатда назорат ўсимликда салбий натижа (ПЗР кетмайди) кутилади.

### **Материаллар.**

- 0.2-10µl дозатор (micropipet)
- 10µl Кончик (Tips)
- ПЗР пробирка (PCR tube or plate)
- ПЗР амплификатор (Thermocycler)

### **Реагентлар**

- Стерилланган H<sub>2</sub>O;
- Реакцияси буфферли+MgCl<sub>2</sub>;
- dNTPs (A,T,C,G нуклеотидлари);
- Махсус праймерлар (Жадвал-1 га қаранг);
- Тақ полимераза;

- 2) **Номзод генларни плазмидага клонлаш. Плазмида структурасини ўрганиш;**
- 3) **Бактериялар трансформацияси, махсус озуқа муҳитида ўстириш ва унинг селекцияси;**
- 4) **T-ДНКни Агробактериялар ёрдамида ўсимликка трансформация қилиш;**



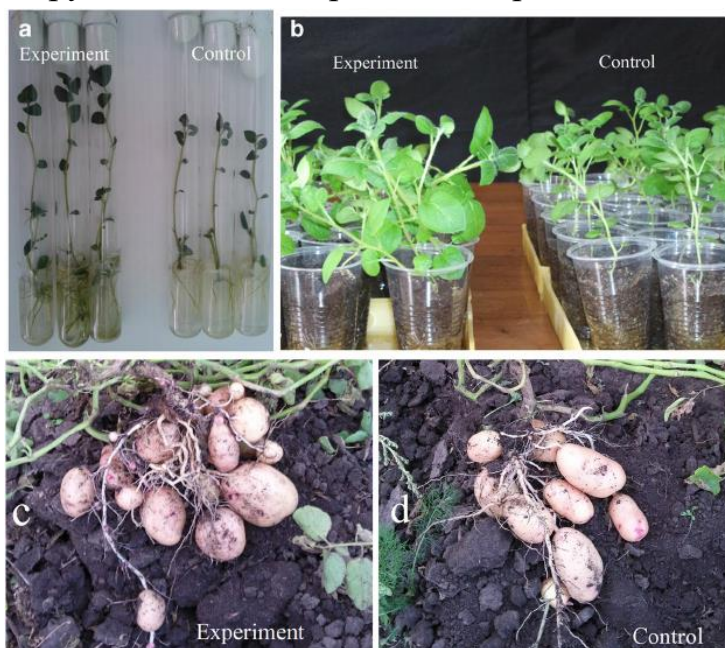
## **2-амалий машғулот мавзуси: Ўсимликлар ҳосилдорлигини оширишда замонавий биотехнологиянинг роли. (2 соат)**

Ушбу амалий ишда қуйидаги методлар муҳокама қилинади:

Ўсимликларни микроклонал ўстириш (in vitro);

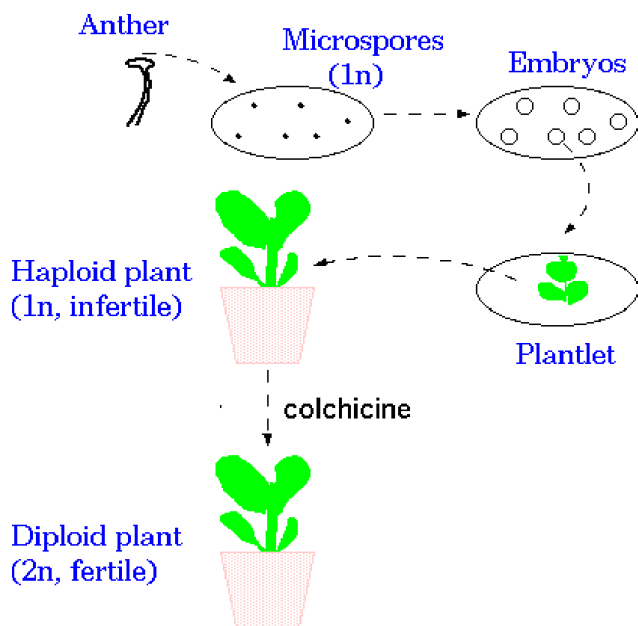


Вирусдан тоза бактерия етиштириш;



Қўш гаплоид технологияи;





Маркерларга асосланган селекция усуладан фойдаланиш

Тингловчилар ушбу амалий иш вазифаси сифатида мавзу доирасида постер тайёрлайди

### **3-амалий машғулот мавзуси: Ҳайвонлардан маҳсулдор зотларни яратишда сўнгги тадқиқотлар. (2 соат)**

Ушбу амалий ишда куйидаги методлар муҳокама қилинади:

- 1) CRISPR-CAS9 технологиясини чорвачиликда фойдаланиш;
- 2) Чорвачиликда in vitro селекция”
- 3) Геномик селекция;

Тингловчилар ушбу амалий иш вазифаси сифатида мавзу доирасида постер тайёрлайди

### **4-амалий машғулот мавзуси: Ген ва ҳужайра инженерлиги йўналишида олиб борилаётган сўнгги тадқиқотлар.**

#### **Соматик ҳужайралардан гибридомалар олиш технологияси.(4 соат)**

Ушбу ишда Номзод генларни маълумотлар базасидан аниқлаш, ДНК секвенсига праймерлар тузиш бажарилади.

Ишнинг бажариш тартиби

- МЕД25 генининг нуклеотид кетма-кетлиги NCBI малумотлар базасидан қидирилади

1) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

2)

All Databases ▾  Search

Genes	
Gene	1,971

3)

4)

- Аниқланган ген намунасига праймерлар қуйидаги линкдан фойдаланиб тузиб чиқилади

<https://www.youtube.com/watch?v=UnjbdlqXg0w>

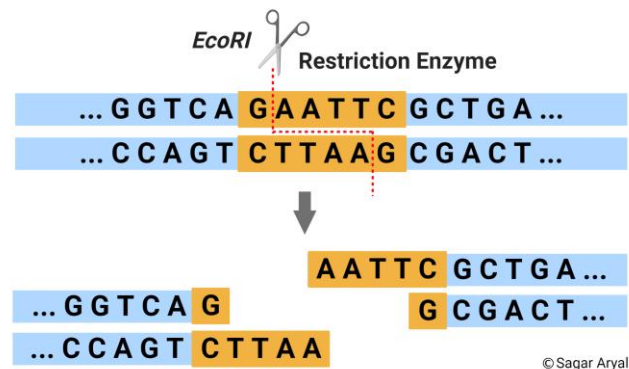
- Тузилган праймерлар кетма кетлиги ёзилади

Ҳар бир тингловчи ушбу ишни мустақил бажаради ва натижаси топширилади

### 5-амалий машғулот мавзуси: Ферментлар ва уларни биотехнологияда қўллаш. (2 соат)

Бугунги кунда ферментлар биотехнологиянинг деярли барча соҳаларида кенг фойдаланилади.

#### Рестриктазаларнинг генларни клонлашда фойдаланиш



Қуйидаги рестриктазаларнинг ДНКни кесиш сайтларини аниқланг.

Enzyme Source Recognition Sequence Cut

EcoRI

EcoRII

BamHI

HindIII

TaqI  
NotI  
HinfI  
Sau3A  
PvuII  
SmaI  
HaeIII  
HgaI  
AluI  
EcoRV  
EcoP15I  
KpnI  
PstI  
SacI  
SalI  
ScaI  
SpeI  
SphI  
StuI  
XbaI

Қуйидаги икки рестриктазанинг асосий фарқини тушунтиринг?

EcoR I –

EcoR V-

### **ФЕРМЕНТ – ОҚСИЛ КОНЬЮГАТЛАРИНИ ОЛИНИШИ.**

Имуноэнзим тахлилида нишон сифатида санокли ферментлар ишлатилади.

Қуйида ушбу ферментлар асосида олинадиган коньюгатлар синтези келтирилган.

**Ишнинг бажариш тартиби**

а) Накане усулида хрен пероксидазасини иммуноглобулин G билан конъюгати синтези.

4 мг хрен пероксидазаси ( RZ – 3,0) нинг 1 мл сувдаги эритмаси 0,2 мл янги тайёрланган 0,1 М NaJO<sub>4</sub> эритмаси кўшилади ва хона ҳароратида 20 минут мобайнида аралаштирилади. Олинган эритма тун бўйи 40С да 0,001 М натрий ацетат буфери, рН 4,4 га қарши диализ қилинади ёки сефадекс G-25 ли колонка (1 x 10см) да хроматография қилинади. Шу модификатция қилинган пероксидазага 20 мкл 0,2 М натрий карбонат буфери рН 9,5 ва 8 мг иммуноглобулин G нинг 2 мл юқоридаги буфердаги эритмаси кўшилади. Реакцион аралашма 2 соат мобайнида хона ҳароратида аралаштирилади, 0,1 мл янги тайёрланган NaBH<sub>4</sub>(4мг/мл) нинг сувли эритмаси кўшилди ва 40С да 2 соат мобайнида аралаштирилади. Олинган конъюгат (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> тузи билан чўктирилади ва диализ қилинади ёки сефадекс G-200 тутган колонка (1,6 x 35 см)да хроматография қилинади. Биринчи пик йиғилади. Конъюгатни стабиллаш учун БСА (1%) , мертиолат (0,025%) ёки глицирин (50%) кўшилади ва оз-оз миқдорда 40С да сақланади.

б) Глутар диальдегиди ёрдамида и муноглобулин G нинг хрен пероксидазадаси ( RZ= A403/A275- 0,3) 0,2 мл таркибида 0,15 М NaC ва 1,25% -ли глутар диальдегиди тутган 0,2 мл 0,1 М фосфат буфериди, рН 6,8 эритилади ва хона ҳароратида тун бўйи аралаштирилади. Глутар диальдегидни ортикчасини 0,15 М NaCl эритмасига қарши диализ йўли билан ёки сефадекс G-25 тутган колонкада (1 x 10 см ) хроматография усулида йўқотилади. 0,15М NaCl эритмаси билан 1мл гача суюлтирилади, 1мл иммуноглобулин G нинг 0,15 М NaCl даги эритмаси в 0,1мл 1 м карбонат буфери, рН 9,5 кўшилади. Хона ҳароратида 2 соат мобайнида инкубция қилинади ва таркибида 0,15 М NaCl тутган 0,01 М (NH<sub>4</sub>)SO<sub>4</sub> нинг тўйинган эритмасини эквивалент ҳажми билан чўктирилади ва 1 мл фосфат буфериди эритилади. Эритма фосфат буферига қарши диализ қилинади. Эритма 10000 г да 30 минут центрфугирланади, чўкмадан ажратилади, 1%-гача альбумин кўшилади ва тешикчаларнинг диаметри 0,2 мкм бўлган фильтр орқали филтрланади. Олинган конъюгат – 200С ёки тенг ҳажм глицирин кўшгандан сўнг +40С ҳароратда сақланади. Конъюгатлар баркарорлиги уларнинг оптимум ҳароратида урганилади. Масалан, пероксидаза 300Сда, амилаза 500Сда аникланади.

#### **Таянч сўзлар ва иборалар:**

Агглютинация – суюқликдаги заррачалар (бактериялар, эритроцитлар ва бошқа хужайра элементлари)нинг бир бирига ёпишиб, ғужланиб қолиши.

Назорат учун саволлар:

1. Иммунобиотехнология фани уз олдига қандай вазифалар куйган?
2. Иммунологиянинг долзарб муаммолари қайси соҳада муҳим?

Адабиётлар:

- 1.Ташмухамедова Ш.С. Иммунобиотехнология. ЎзМУ, 2018.
- 2.Ройт А.Н. Основы иммунологии. М.:Мир, 2006.

3. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология: принципы и применение. М.: Мир. 2002.

## **6-амалий машғулот мавзуси: Ферментлар иммобилизацияси.**

### **(2 соат)**

**Ишнинг мақсади:** талабаларни ачитқи ферментини активланган кўмирга ковалент иммобиллаш усули билан таништириш.

Ишда фойдаланиладиган асбоблар ва жиҳозлар:

1. Аналитик тарози
2. Пробиркалар, стаканлар, пипеткалар
3. 0,1 М борат буфери (pH 7,6)
4. 50% сахароза эритмаси
5. 1% NaCl ва MgCl<sub>2</sub> нинг сувдаги эритмаси
6. 1% NaCl ва MgCl<sub>2</sub> нинг 20% этанолдаги эритмаси
7. 2,5% глутар алдегиди

Ишнинг назарий асослари: Ферментларни иммобиллаш икки хил метод билан амалга оширилади: физикавий ва кимёвий.

Ферментларни физикавий иммобиллаш – бу ферментни шундай бир муҳитга жойлаштириш бўлиб, бунда фермент умумий хажмининг бир қисмигина кира олади. Физикавий иммобиллашда фермент билан ташувчи ковалент боғ билан боғланмайди. Ферментларни боғлашни 4 типи маълум:

- еримайдиган ташувчиларда адсорбцияланиш;
- гел порасига киритиш;
- яримўтказгич мембрана ёрдамида ферментни реакцион системанинг қолган хажмидан фазовий ажратиш;
- икки фазали муҳитга ўтказиш, бу эрда фермент эрийди ва фазалардан биридагина жойлашиши мумкин.

Адсорбцион иммобилизация ферментларни иммобиллашнинг қадимги усули бўлиб, унга 1916 йили асос солинган. Бу усул жуда осон ва у ферментнинг сувли эритмаси билан ташувчи орасидаги контакт ҳисобига амалга ошади. Адсорбцияланмаган оксил ювиб ташлангандан сўнг фермент ишлатишга тайёр бўлади. Ташувчининг юзасида ферментнинг адсорбцияланган молекуласи ташувчи ва оксилнинг юзаки гуруҳларининг Ван-дер-ваальс ўзаро таъсирлашуви, водород боғлари, электростатик ва гидрофоб ўзаро таъсирлашувлар ҳисобига ушланиши мумкин. Ҳар бир боғланиш ташувчининг кимёвий табиати ва фермент молекуласининг юзасидаги функционал гуруҳларга боғлиқдир.

Ташувчи билан фермент ўртасидаги таъсир кучли бўлиб, биокатализаторнинг сорбцияси унинг структурасини бузиши мумкин.

Масалан, ба'зи ўсимлик хужайраларини цитодекс гранулаларида адсорбцияланишида хужайра девори ташувчи заррачаси юзасининг рельефени такрорлаб деформацияланиши мумкин. Адсорбцион иммобилизациянинг афзаллиги унинг қулайлиги ва сорбентларнинг арзонлигидадир. Уларга исталган конфигурацияни бериш ва керакли даражада ғовак қилиш имконияти мавжуд. Энг муҳими - бу методнинг оддийлигидир. Адсорбцион боғланишда ферментни тозалаш ҳам мумкин. Ушбу методнинг камчилиги ташувчи, ҳамда аниқ бир ферментни иммобиллаш учун оптимал шароитни тўғри танлай имконини берадиган умумий йўриқноманинг йўқлигидир.

Кўрсатилган камчиликларни иммобилланган ферментларни гелга киритиш билан бартараф қилиш мумкин. Ушбу методнинг мақсади – фермент молекуласини полимер занжирларидан тўқилган 3 фазали тўрға (гелга) ўтказишдир. Гелдаги қўшни занжирлар орасидаги ўртача масофа киритилган фермент молекуласининг размеридан кичикдир. Шунинг учун у полимер матрицани тарк этолмайди ва атрофдаги эритмага чиқолмайди, я'ни иммобилланган ҳолатга бўла олмайди.

Ферментларни гелда иммобиллашнинг 2 та асосий усули ма'лум. Биринчисида фермент мономернинг сувли эритмасига солинади, кейин полимеризацияланади. Натижада полимерли гел ҳосил бўлади. Реакцион аралашмада кўпинча полимерга уч ўлчамли тўр структурасини берувчи бифункционал (молекуласида 2 та қўш боғи бор бўлган) агентлар қўшилади. Иккинчи ҳолатда фермент тайёр полимер эритмасига солинади ва унга гелсифат ҳолатга ўтказилади. Ферментларни полимер гелга киритиш билан иммобиллаш препаратга исталган геометрия конфигурация бериш билан бирга ташувчида биокатализаторларни текис тақсимлаш мумкин. Метод универсал ҳисобланади, деярли барча ферментлар, полифермент системалар, хужайра фрагментлари ва хужайраларни иммобиллаш учун қулай. Гелга киритилган фермент бактериялар билан зарарланишдан ҳимояланган. Мембраналар ёрдамида ферментларни иммобиллашнинг моҳияти шундаки, бунда ферментнинг сувли эритмаси субстратнинг сувли эритмасидан яримўтказувчан мембрана ёрдамида ажратилади. Яримўтказувчан мембрана субстратнинг кичик молекулаларини осон ўтказиши, катта молекулаларни эса ўтказмайди.

Мембрана типидagi системадан фойдаланиш таркибида кўп миқдорда фермент бўлган иммобилланган препаратларни олиш имконини беради. Бу метод ҳам универсал ва қулай.

Икки фазали муҳит ёрдамида ферментни иммобиллашда фермент системанинг бир фазасидагина эрийди. Субстрат ва маҳсулот қайси фазада эришига қараб иккала фазааро тақсимланади. Фазаларнинг табиати маҳсулот

қайси фазада тўпланиши ва у эрда фермент бўлмаслигига кўра танланади. реакция яқунлангандан сўнг бу фазани ажратиб ундан маҳсулот ажаратиб олинади. Ферментли фазани эса навбатдаги жараёнда қайта ишлатиш мумкин.

Кимёвий метод билан иммобиллашда фермент молекуласи, хусусан оқсил, билан ташувчи ўртасида янги ковалент боғ ҳосил бўлади. Ушбу йўл билан иммобилланган ферментларнинг препаратлари 2 та муҳим ютуққа эга. Биринчидан, ташувчи билан фермент ўртасидаги ковалент боғ ҳосил бўлган кон'югатнинг мустаҳкам бўлишини та'минлайди, ташқи муҳит омиллари, масалан рН, ҳарорат ўзгарганда фермент ташувчидан десорбцияланмайди, олинаётган маҳсулотларни ифлослантормайди. Бу эса тиббиёт ва озиқ овқатга мўлжалланган жараёнларни амалга оширишда жуда муҳим. Иккинчидан, ферментларни кимёвий модификациялаб уларнинг каталитик фаоллиги, барқарорлиги каби хоссасини ўзгартириш мумкин. Бунда ферментнинг фаол марказини иложи борича сақлаб қолиш керак.

Қисқача назарий қисм: активланган кўмирга ачитки ферментини ковалент иммобиллаш усули билан танишиш ферментни ковалент иммобиллашнинг моҳиятини тушуниш ёрдам беради.

#### **Лаборатория ишини бажариш тартиби:**

- 1) Активланган кўмир (100 мг) борат буфери эритмаси муҳитида глутар алдегиди (80 мкл) ёрдамида 2 соат давомида кимёвий модификацияланади ва реакция тугагандан сўнг дистилланган сув билан 3 марта ювилади.
- 2) Кимёвий модификацияланган кўмирга 0,1 М борат буферида (рН 7,6) эритилган фермент препарати қўшилади ва 24 соат 4 оС реакция олиб борилади. Реакция тўхтатилгандан сўнг, дастлаб дистилланган сувда, 1% NaCl ва MgCl<sub>2</sub> нинг сувдаги эритмаси ва 1% NaCl ва MgCl<sub>2</sub> нинг 20% этанолдаги эритмасида ювилади.
- 3) Тайёр препарат 4оС да қуритилади.
- 4) Ферментни фаоллиги аниқланади (Зиш)



## V. ГЛОССАРИЙ

**Гликокалис** – плазмалеммани мембрана устидаги қавати, унинг асосини плазмалеммасини углевод компонентлари – полисахаридлар ва олигосахаридлар ташкил қилади.

**Гранлар** - тилакоидлар – хлоропластларни бир-бирларига босилган мембранали цистернлар дастаси кўринишидаги, ички структуралари. Гранларни мембраналарида, хлорофилл молекулалари жойлашадилар ва улар гранларга ҳамда хлоропластларга, умуман яшил ранг бериб туради.

**Интеграл оксиллар** – плазмалеммаларни хужайра мембраналарини, оксиллари, улар мембранага ёки тўлиқ (интеграл оксиллар), ёки қисман (ярим интеграл оксиллар) кирган бўладилар.

**Липидли бислой (липидли икки қават)** – биологик мембраналарни асоси; липид молекулаларини икки қавати билан шаклланади, уларни гидрофоб занжирлари, липидли бислойни ички томонига, гидрофиль бошчаси эса – ташқарига қараган.

**Липосома** – думалоқ пуфак, уларни девори, липидлардан ташкил топган; липидлар – икки қават – липидли бислойни шакллантиради.

**Мембранали оксиллар** – липидли бислойни ичига ёки сиртига жойлашган оксил молекулалари; мембранага ўзига хос бўлган, специфик хусусият беради, ташувчи, ферментатив фаоллик, структура молекулалари функциясини бажаради.

**Мембранали органоидлар** – таркибида элементар биологик мембраналар сақлайдиган хужайра органоидлари.

**Нанокompозит материаллар** – икки ёки ундан кўпроқ бўлган моддалар (структуралар) иштирокида шакланган наноматериаллар, масалан, биологик мембраналар ва вируслардан олинадиган, нанокompозит материаллар.

**Нанолитография (нанопечать)** – катта миқдорда биологик мембрана олиш методикаси; “сиёҳ” сифатида, липидлар ишлатилади. Улар, атом-кучли микроскоплар ёрдамида шишага ёки кремнийли пластинкага суртилиб чиқилади.

**Наносомалар – (мицеллалар)** – жуда майда думалоқлар, липидлардан ташкил топганлар, аммо липосомалардан фарқли ўлароқ, улар, ички бўшлиққа эга бўлмайдилар; наносомалар, ташқи муҳитдан бир қаватли липидли деворлар билан ажратилган.

**Нанотрубкалар** - липид-оксилли структуралар: тубулин деб юритиладиган, глобуляр оксил, нанотрубкаларни ўзагини ҳосил қилади ва липидли бислой билан қопланади; ҳалқалар ёки занжир билан ўраб олинади.

**Мембранасиз органоидлар** – таркибида элементар биологик мембраналар сақламаган органоидлар.

**Периферик мембранали оксиллар** – липидли бислойни ташқи ва ички сиртидан жой олган оксиллар.

**Плазмалемма (хужайра мембранаси)** – цитоплазмани атроф муҳитдан ажратиб турадиган, хужайрани структура элементи.

**Тилакоидлар** – хлоропластларни ички мембраналаридаги ўсимталар, босилган (мустаҳкамланган) цистернлар шаклида бўладилар; тилакоидлар, ўзига хос бўлган дасталар кўринишида (бир-бирини устига қўйилган тангаларга ўхшаган) жойлашадилар ва уларни гранлар деб юритилади.

**Тубулин** – глобуляр оксил. У, ўз-ўзидан йиғилиш йўли билан, микротрубкалар (хужайрани мембранасиз органоиди ҳосил қиладилар).

**Элементар биологик мембрана** – барча биологик мембраналар учун универсал ном. Унинг асосини икки томонида ҳамда ичида оксил сақлаган липидларни икки молекуляр қавати ташкил қилади; Плазмалемма ва хужайрани мембранали органоидларини ҳосил қилади.

**Бактериофаглар** – бактерияларни касаллантирувчи вируслар.

**Биодатчик** – нуклеин кислоталари асосида тайёрланган наноструктура, сенсор усқурмаларининг сезгир элементи сифатида хизмат қилади, биологик фаол моддалар борлигини сезади.

**Микрочастицалар билан бомбардировка қилиш** – бегона ДНК ни хужайрага киритиш методи. Векторни юпқа қавати билан қопланган олтин ёки вольфрам бўлакларини хужайрага киритиш. Бу бўлакчалар билан “ген пушка”ларини ўқланади ва улар отилгандан кейин бўлакчалар хужайрага кириб қоладилар.

**Вектор** – вируслар ёки плазмида ДНК ларининг молекуласи, у генни (ДНК ни бир бўлагини) хўжайин – организм хужайрасига киритади.

**Ген инженерияси** – биологияни хўжайин организмни хужайрасида кўпайиш имкониятига эга бўлган ва уни модда алмашинувини ўзгартира оладиган генетик материални янги комбинациясини яратиш билан шуғулланадиган бўлими.

**Ген таргетинг** – маълум генни сунъий блоклаб қўйиш (фаолиятини тўхташ).

**Лигазалар** – ДНК молекуласини ҳар хил фрагментларини бир-бирига тикадиган ферментлар гуруҳи.

**ДНК ни “ёпишқоқ учи”** – ДНК молекуласини охиридаги қисқа (4 тадан 20 та нуклеотидгина) бир занжирли участкаси бўлиб, у ДНК ни ҳар хил фрагментларини бир-бирига боғлаб (“ёпиштириб”) қўяди. Боғланиш (“ёпишиш”), ДНК ни бир занжирли учидаги комплементар азотли асослар орасидаги пайдо бўладиган водород боғлари ҳисобидан амалга ошади.

**Липосомалар** – хужайра мембраналари (плазмалеммалар) липидларида липидли деворни эриши натижасида хужайрага кириб келиш имкониятига эга бўлган думалоқ шаклли образование

**Микроинъекция** – ингичка шиша трубка ва микроманипулятор ёрдамида бегона ДНК ни хужайра ядросига киритиш усули.

**Плазмида** – мустақил кўпайиш қобилиятига эга бўлган бактерияларни хромосомадан ташқарида жойлашган ДНК си.

**Тескари транскрипция реакцияси** – матрица сифатида РНК молекуласи асосида ДНК молекуласининг синтези.

**Ревертазалар** – тескари транскрипция реакциясини катализ қилувчи ферментлар гуруҳи.

**Рекомбинант (гибрид) ДНК** – икки ёки ундан кўпроқ фрагментлардан сунъий яратилган ДНК.

**Рестриктазалар** – ДНК молекуласини фрагментларга кесувчи ферментлар гуруҳи.

**Трансген ўсимлик** – бегона ген сақлаган ўсимлик

**Генларни трансплантацияси (трансгеноз)** - хўжайин – организм (реципиент-организм) ДНК сига янги генлар киритиш.

**Трансфекция** – векторларга кальций иони билан ишлов бериш орқали бегона генларни хужайрага киритиш усули. Ҳосил бўлган ионларни ва векторни нанокомплекси ўзини хужайра мембраналари фрагментлари билан ўраб олиб, хужайрага кириб олади.

**Хужайрани трансформацияси** - хужайранинг хоссаларини ўзгариши, унинг асосида ДНК структурасининг ўзгариши ётади.

**Электропорация** – плазмалеммага юқори кучланиш импулси билан таъсир этиш орқали бегона генларни киритиш усули. Бунда қисқа муддатга шаклланадиган плазмалемманинг микропоралари ДНК ни атроф муҳитдан хужайрага ўтқазиб юборади.

**Оқсиллар агрегацияси** – оқсил молекулаларини иккиламчи структуралар (ўннга қайрилган  $\alpha$ -спирал учаскалар) орқали ўзаро муносабатга киришиб, надмолекуляр агрегатлар ҳосил қилиши.

**Оқсил** – аминокислота қолдиқларидан тузилган ва барча тирик организмларни ҳаётий жараёнларида энг асосий роль ўйновчи юқори молекулали органик бирикмалар.

**Ташувчи оқсил** – трансмембрана оқсили, ўзини фазовий структурасини ўзгартириб, моддаларни мембранали липидли қаватидан ўтишини таъминловчи оқсил.

**Оқсил-рецептор** – хужайра мембранасида локализация бўлган специфик оқсил бўлиб, у сигналли моддалар (лигандлар) билан боғланиб, улар узатадиган ташқи сигнални қабул қилиш хусусиятига эга.

**Биополимерлар** – структуралари бир хил бўлган паст молекуляр бирикмалар (маномерлар) дан ташкил топган, тирик организмларни структура қисми бўлган ва уларни ҳаётий жараёнларида муҳим роль ўйнайдиган, юқори молекулали табиий бирикмалар (оқсиллар, нуклеин кислоталар, полисахаридлар ва уларни ҳосилалари).

**Канал ҳосил қилувчи оқсиллар** – ўзини фазовий структураси ўзгарганда, каналлар шакллантирувчи оқсиллар. Бу каналлар орқали ионлар ва бошқа органик моддалар ўтиб турадилар.

**Оқсилларни модификацияси** – полипептидларни кимёвий ўзгариши; молекулани фрагментларга бўлиниши; полипептидларни алоҳида фрагментларини янги молекулага тикилиши; оддий оқсилларни хилма-хил моддалар билан бирикиб, мураккаб оқсиллар – гликопротеинлар, липопротеинлар, металлопротеинлар ва бошқалар ҳосил қилиши; полипептид таркибидаги алоҳида аминокислоталарни кимёвий ўзгариши (оксидланиши, дисульфид ва водород боғлар ҳосил қилиши).

**Мономерлар** – структураси ўхшаш ва ўзаро бир-бирлари билан муносабатга киришиб, юқори молекулали бирикмалар – полимерлар ҳосил қилувчи – мономерлар.

**Нанобиосенсор** – сунъий наноқурилма бўлиб, ундаги рецепторлар сезгир қават (антитаналар, ферментлар ва ҳ.к) тўғридан-тўғри биологик материалда маълум компонент борлигига реакция қилади. Бунда у, ушбу моддани концентрацияси билан функционал боғланган сигнални тиклайди (генерация қилади). Нанобиосенсор конструкцияси бўйича, бир-бири билан мустақкам контактда турган икки – биокимёвий ва физик преобразователлардан ташкил топган қурилма.

**Нуклеин кислоталар** – полинуклеотидлар, нуклеотид қолдиқларидан ташкил топган фосфорсақловчи юқори молекулали органик бирикмалар; нуклеотид кетма-кетлиги кўринишида “ёзилган” ирсий ахборотларни сақланишини, реализациясини ва узатилишини таъминлайди.

**Нуклеотидлар** – нуклеозидфосфатлар, нуклеин кислоталари, кўплаб коферментлар ва бошқа биологик фаол бирикмаларни ҳосил қилувчи бирикмалар; ҳар бир нуклеотид азотли асосдан (пуринли ва пиримидинли), углеводдан (рибоза ва дезоксирибоза) ва фосфор кислотасини қолдиғидан тузилган.

**Оқсилларни олигомеризацияси** – полипептидларни (протомерлар. субъбирликлар) олигомер структурага (олигомер молекулага) кўшилиш жараёни.

**Полипептид** – кўплаб аминокислоталарни (мономерларни) пептид (азот – углерод) боғлар орқали боғланиши натижасида ҳосил бўлган полимер.

**Мембранали рецепторлар** – ҳужайра мембранасида локализация бўлган рецепторлар.

**Ҳужайра ичидаги рецепторлар** – ҳужайра органоиди сиртида жойлашган рецепторлар. Оқсилларни ўз-ўзидан бир шаклга кириши (самоорганизация) оқсил молекулаларини табиий (натив), учламчи структурага ўз-ўзидан йиғилиш ва ўз-ўзидан қадоқланиши.

**Сенсорли оқсил** – сигнални тушиниш функциясини бажарувчи оқсил, кўпроқ ҳужайра мембранасида жойлашган рецептор – оқсил.

**Трансмембранали оқсил** – молекуласи ҳужайра мембранасини тешиб ўтадиган оқсил.

**Биомакромолекулалар** – биополимерлар (нуклеинкислоталар, оқсиллар, полисахаридлар) молекуласи.

**Биосфера** – таркиби, структураси ва энергетикаси тирик организмларни мажмуасининг фаолияти билан белгиланувчи ернинг қобиғи;

**Биоценоз** – қуруқликда ёки сувда биргаликда яшовчи ҳайвонлар, ўсимликлар, замбуруғ ва микроорганизмлар мажмуаси;

**Ҳужайра** – барча тирик организмларни асосий структура – функционал бирлиги, унинг асосида, тирикликни барча хоссалари намоён бўлади;

**Наноконплекслар** – ҳаётни надмолекуляр (субхужайрали) даражада тузилган мураккаб структура (хужайра мембранаси, рибосомаларни суббирликлари ва ҳ.к);

**Нанобиотехнологиялар** – нанотехнологияларни нанобўлакчаларни тирик системага таъсирини ўрганувчи ҳамда биологик наноструктураларни медицинада, экологияда, қишлоқ –хўжалигида, ва ишлаб–чиқаришни бошқа соҳаларида ишлатиш усуллариини ўргатувчи бўлими;

**Нанометр** – метрни миллиардан бир бўлаги ( $10^{-9}$ м);

**Наножараёнлар** – наноструктуралар, нанобўлакчалар иштирокида ўтадиган жараёнлар;

**Наноструктуралар** – размери 1 дан 100 нанометр нм оралиғидаги объектлар;

**Наноходиса** – тирик табиатни наноструктуралар иштирокида ўтадиган ходисалари (воқеалари);

**Орган** – организмни анотомик жиҳозланган ва функционал ихтисослаштирилган қисми; органларни элементлари – хужайралар, хужайралар орасидаги моддалар, қон ва лимфа томирлари, нерв ва бошқалар бўлишлари мумкин.

**Организм** – ҳаётни реал ташувчиси, уни барча фундаментал хусусиятлари ва кўринишларига эга бўлган, бутун тирик система;

**Кўриш имконияти** – (разрешающая способность) – приборни (устқуртмани) объектни бир – бирига яқин бўлган нуқталарини алоҳида тасвирга олиш имконияти

**Ёруғлик микроскопи** –кўз билан кўриб бўлмайдиган объектларни (ёки уларни структурасини қисмларини катталаштирилган тасвирини олишга мўлжалланган оптик усқуртма (прибор).

**Сканир қилувчи зондли микроскоп** – сиртни ва уни аниқ характеристикасини тасвирга олувчи прибор. Бунда тасвирга олиш жараёни сиртни зонд ёрдамида сканир қилишга асосланган.

**Тирик системанинг тузилиш даражасини структура** – функционал – бирлиги системани муайян даражада тарихий ўзгариши, эволюцион жараёни мазмунини ташкил қилувчи, дискрет бирлиги

**Тўқима** – келиб чиқиши, тузилиши локализацияси ва организмдаги функцияси бўйича ўхшаш бўлган хужайралар системаси ва уларни ҳосилалари.

**Фибробластлар** – хужайралар орасидаги моддаларни (масалан, коллаген, эластик, мукополисахаридлар) ишлаб-чиқарувчи бирлаштирувчи (боғловчи) тўқиманинг хужайралари.

**Флуоресценция** – моддани қисқа вақтли ёруғлик бериши. У энергия ютилгани натижасида келиб чиқади.

**Флуорохромлар** – флуоресцент микроскопияда объектга ишлов бериш мақсадида ишлатиладиган, табиий ёруғлик бериш хусусиятига эга бўлмаган модда. Бўёқлар (акридин), пигментлар ва уларни ҳосилалари (хлорофил, порфиринлар). баъзи-бир алкалоидлар ва бошқалар флуорохромлар ҳисобланадилар.

**Электрон микроскоп** – ёруғлик оқими ўрнида, электронлар тўпламини ишлатиш ҳисобидан  $10^6$  таба катталаштирилган тасвир бериладиган ускуна.



## VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

1. Нанобиотехнология – биологиянинг ривожланишини янги босқичи.
2. Анъанавий ва замонавий биотехнология кашфиётлари.
3. ДНК молекуласининг структураси ва хоссалари асосида нанобиотехнология.
4. Ген инженерияси методи асосидаги нанотехнологиялар.
5. Надмолекуляр (субхужайрали) даражада ташкил қилинган тирик системаларнинг нанобиотехнологиялари.
6. Ҳаётни прокариот ва хужайрасиз шакллари наноконструкциялар ва нанобиотехнологияларда.
7. Биореакторлар ва биокатализаторлар нанотехнологияда.
8. Биотехнологияни қишлоқ хўжалигида ишлатилиши.
9. Биотехнологик инноватцияларнинг медицинада ишлатилиши.

*Изоҳ: Ишчи ўқув дастурини шакллантиришда реферат мавзулари ўқув режадаги мустақил таълим соатларига мос ҳолда танлаб бажарилади.*

## VII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

### I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қураимиз. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 488 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. 1-жилд. – Т.: “Ўзбекистон”, 2017. – 592 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Халқимизнинг розилиги бизнинг фаолиятимизга берилган энг олий баҳодир. 2-жилд. Т.: “Ўзбекистон”, 2018. – 507 б.
4. Мирзиёев Ш.М. Нияти улуғ халқнинг иши ҳам улуғ, ҳаёти ёруғ ва келажак фаётовон бўлади. 3-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 400 б.
5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тикланишдан – миллий юксалиш сари. 4-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2020. – 400 б.

### II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

6. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2018.
7. Ўзбекистон Республикасининг 2020 йил 23 сентябрда қабул қилинган “Таълим тўғрисида”ги ЎРҚ-637-сонли Қонуни.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июнь “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрель “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 21 сентябрь “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5544-сонли Фармони.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 май “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.
13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июнь “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармони.

16. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 12 август “Кимё ва биология йўналишларида узлуксиз таълим сифатини ва илм-фан натижадорлигини ошириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4805-сонли Қарори.

17. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 29 октябрь “Илм-фанни 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-6097-сонли Фармони.

18. Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2020 йил 25 январдаги Олий Мажлисга Мурожаатномаси.

19. Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2019 йил 23 сентябрь “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш бўйича кўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги 797-сонли Қарори.

### **Ш. Махсус адабиётлар**

20. Асекретов О.К., Борисов Б.А., Бугакова Н.Ю. и др. Современные образовательные технологии: педагогика и психология: монография. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. – 318 с. <http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>

21. Белогуров А.Ю. Модернизация процесса подготовки педагога в контексте инновационного развития общества: Монография. — М.: МАКС Пресс, 2016. — 116 с. ISBN 978-5-317-05412-0.

22. Гулобод Қудратуллоҳ қизи, Р.Ишмухамедов, М.Нормухаммедова. Анъанавий ва ноанъанавий таълим. – Самарқанд: “Имом Бухорий халқаро илмий-тадқиқот маркази” нашриёти, 2019. 312 б.

23. Давронов Қ.Д. Биотехнология: илмий, амалий, услубий асослари. Тошкент. 2008. – 504 бет.

24. Мусаев Д.А., Турабеков Ш., Саидкаримов А.Т., Алматов А.С., Раҳимов А.К. Генетика ва селекция асослари. Тошкент. 2011. 485 б.

25. Муслимов Н.А ва бошқалар. Инновацион таълим технологиялари. Ўқув-методик қўлланма. – Т.: “Sano-standart”, 2015. – 208 б.

26. Усмонов Б.Ш., Ҳабибуллаев Р.А. Олий ўқув юртларида ўқув жараёнини кредит-модуль тизимида ташкил қилиш. Ўқув қўлланма. Т.: “Tafakkur” нашриёти, 2020 й. 120 бет.
27. Каменская Г.И. Биоинформатика. Москва. 2008.
28. Креативная педагогика. Методология, теория, практика. / под. ред. Попова В.В., Круглова Ю.Г.-3-е изд.-М.: “БИНОМ. Лаборатория знаний”. 2012. – 319 с.
29. Олий таълим тизимини рақамли авлодга мослаштириш концепцияси. Европа Иттифоқи Эрасмус+ дастурининг кўмагида. [https://hiedtec.ecs.uni-ruse.bg/pimages/34/3.\\_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf](https://hiedtec.ecs.uni-ruse.bg/pimages/34/3._UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf)
30. Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами.Изд. Либроком, 2014. 304 с.
31. Рахимов А.К. Эволюцион таълимот. Электрон дарслик. Интеллектуал мулк агентлиги. N DGU 04588. Тошкент 2017.
32. Леск А.М. Введение в биоинформатику /Introduction to Bioinformatics / пер. с англ. под ред. А.А.Миронова, В. К. Швядаса. - М.: БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 318, [2] с. : цв. ил, рис.
33. Льюин Б. Гены. Пер. с англ. – М.: Бином, 2012. 400 с.
34. Игнатова Н. Ю. Образование в цифровую эпоху: монография. М-во образования и науки РФ. – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0\\_2017.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf)
35. Ибраймов А.Е. Масофавий ўқитишнинг дидактик тизими. Методик қўлланма. – Т.: “Lesson press”, 2020. 112 бет.
36. Иванов В.И. Генетика. М.: Академкнига. 2006.
37. Информационные технологии в педагогическом образовании / Киселев Г.М., Бочкова Р.В. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Дашков И.К. 2018. – 304 с.
38. Ишмухамедов Р.Ж., М.Мирсолиева. Ўқув жараёнида инновацион таълим технологиялари. – Т.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 б.
39. Холикназаров Б. Индивидуал ривожланиш биологияси. Т.: 2006.
40. Загоскина Н.В. Биотехнология: теория практика. Москва “Оникс”. 2009. 402 стр.
41. David Spencer “Gateway”, Students book, Macmillan 2012.
42. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.
43. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.
44. English for Specific Purposes. All Oxford editions. 2010, 204.
45. Mitchell H.Q. Marileni Malkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publications. 2015. 191.

46. Mitchell H.Q. "Traveller" B1, B2, MM Publications. 2015. 183.
47. Marketa Zvelebil, Jeremy O. Baum // Understanding Bioinformatics, Garland Science 2007. 798 pages
48. Karvita V., Ahluwala.GENETICS. New age International (P) LTD. Publishers, 2009. India. p.156.
49. Neal C.Stewart, Jr. Plant biotechnology and genetics:principles, techniques, and applications John Wiley & Sons, Inc. 2008.—416 p.
50. Natalie Denmeade. Gamification with Moodle. Packt Publishing - ebooks Account 2015. - 134 pp.
51. Neal C.Stewart, Jr. Plant biotechnology and genetics:principles, techniques, and applications John Wiley & Sons, Inc. 2008.—416 p.
52. Paul Kim. Massive Open Online Courses: The MOOC Revolution. Routledge; 1 edition 2014. - 176 pp.
53. William Rice. Moodle E-Learning Course Development - Third Edition. Packt Publishing - ebooks Account; 3 edition 2015. - 350 pp.
54. English for academics. Cambridge University Press and British Council Russia, 2014. Book 1,2.
55. Reiss M. J. Journal of Biological Education: A Personal Reflection on its First 50 Years Journal of Biological Education, 2016 Vol. 50, No. 1.

#### IV. Интернет сайтлар

56. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги
57. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси
58. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази
59. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet
60. <http://natlib.uz> – Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси
61. <http://biologymoscow.narod.ru>
62. <http://www.molbiol.ru>
63. <http://www.ctic.purdue.edu/CTIC/Biotech>.
64. <http://www.nysipm.cornell.edu/>