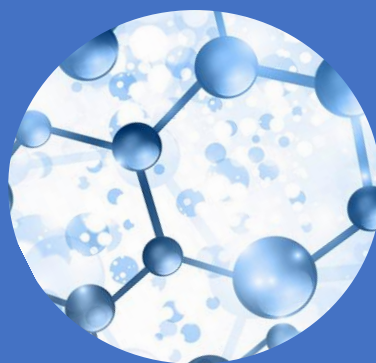


**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА
ТАЙЁРЛАШ ВА МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ
ТАРМОҚ МАРКАЗИ**



**Биотехнология
йўналиши**

**TOSHKENT
KIMYO-TEKNOLOGIYA
INSTITUTI**

**«ГЕН МУҲАНДИСЛИГИ
ВА НАНОБИОТЕХНОЛОГИЯ»
модули бўйича**

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

**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**

**ТОШКЕНТ КИМЁ-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ
ПЕДАГОГ КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШ ТАРМОҚ МАРКАЗИ**

БИОТЕХНОЛОГИЯ

йўналиши

**«ГЕН МУҲАНДИСЛИГИ
ВА НАНОБИОТЕХНОЛОГИЯ»**

модули бўйича

ЎҚУВ-УСЛУБИЙ МАЖМУА

ТОШКЕНТ - 2021

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

Тузувчи: **С.Г.Шеримбетов** - Тошкент кимё-технология институти «Биотехнология» кафедраси профессори, биология фанлари доктори, профессор.

Такризчи: **А.А. Сакович** - Белоруссия давлат технология университети, (Белоруссия Республикаси), т.ф.н., доцент

С.Н. Пищов - Белоруссия давлат технология университети, (Белоруссия Республикаси), т.ф.н., доцент

Ишчи ўқув дастури Тошкент кимё-технология институти Кенгашининг 2020 йил 30 декабрдаги 4 - сонли қарори билан нашрга тавсия қилинган

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР	4
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	11
III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР.....	15
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ	70
V. КЕЙСЛАР БАНКИ.....	90
VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ.....	107
VII. ДИПЛОМ ИШ МАВЗУЛАРИ.....	109
VIII. ГЛОССАРИЙ	110
IX. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ	138
X. МУТАХАССИС ТОМОНИДАН БЕРИЛГАН ТАҚРИЗ.....	142

I. ИШЧИ ЎҚУВ ДАСТУРИ

Кириш

Дастур ривожланган мамлакатлардаги хорижий тажрибалар асосида “Кимёвий технологиялар” қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналиши бўйича ишлаб чиқилган ўқув режа ва 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. Дастур мазмуни олий таълимнинг норматив-ҳуқуқий асослари ва қонунчилик нормалари, илғор таълим технологиялари ва педагогик маҳорат, таълим жараёнида ахборот-коммуникация технологияларини қўллаш, амалий хорижий тил, тизимли таҳлил ва қарор қабул қилиш асослари, махсус фанлар негизида илмий ва амалий тадқиқотлар, технологик тараққиёт ва ўқув жараёнини ташкил этишнинг замонавий услублари бўйича сўнгги ютуқлар, глобал Интернет тармоғи, мультимедиа тизимлари ва масофадан ўқитиш усулларини ўзлаштириш бўйича янги билим, кўникма ва малакаларини шакллантиришни назарда тутди.

“Ген муҳандислиги ва нанобиотехнология” фани замонавий биотехнологик усуллари ёрдамида турли организм хужайраларига бошқа генларини киритиш ва мазкур генларнинг маҳсулотларини олиш, рекомбинант ДНК технологияси, турли биологик объектлардан нуклеин кислоталар ажратишнинг замонавий усуллари, полимераза занжир реакцияси (ПЗР), нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлаш (секвенс), оксиллар терапияси, генлар модификация қилиш, уларни бошқа организмларга киритиш, янги ирсий хусусиятга эга организмлар яратиш, хужайраларни биосинтетик потенциалидан истиқболли фойдаланишга асосланган.

Модулнинг мақсади ва вазифалари

“Ген муҳандислиги ва нанобиотехнология” модулининг мақсади: ген муҳандислиги ва нанобиотехнология фани усуллари ёрдамида микроорганизмлар ҳужайрасига бошқа организмларни генларини киритиш ва шу генларнинг маҳсулотларини олиш, ўсимликларнинг атроф муҳитнинг стресс омилларига қарши курашиш қобилиятини ошириш имкониятлари билан таништиришдир.

“Ген муҳандислиги ва нанобиотехнология” модулининг мақсади: рекомбинант ДНК ва РНКлар олиш, ҳужайралардан генларни ажратиш, генлар устида манипуляциялар ўтказиш, уларни бошқа организмларга киритиш орқали янги ирсий хусусиятга эга бўлган генетик структуралар ва организмлар яратиш, ҳужайраларни биосинтетик потенциалдан амалий фойдаланиш мумкинлигини асослаб бериш.

Модул бўйича тингловчиларнинг билим, кўникма ва малакаларига қўйиладиган талаблар:

“Ген муҳандислиги ва нанобиотехнология” курси бўйича тингловчилар куйидаги янги билим, кўникма, малака ҳамда компетенцияларга эга бўлишлари талаб этилади:

Тингловчи:

- ген муҳандислигининг замонавий биотехнологияда қўлланиш истиқболларини;
- турли организм ҳужайраларига генлар киритиш ва генларни модификация қилишни;
- замонавий микроббиотехнологияга асосланган инновацион ишлаб чиқариш усулларини;
- микроорганизмлар асосида яратилган ишлаб чиқариш жараёнларини тизимли таҳлил қилишни;
- муқобил энергия манбаларини ишлаб чиқаришни ташкил этиш орқали атроф муҳитни муҳофаза қилишни;

- маҳаллий корхоналар қошида ташкил этилган, биогаз ишлаб чиқаришни *билиши* керак.

Тингловчи:

- турли биологик объектлар нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлаш;
- генлар модификация қилиш;
- маҳаллий ишлаб чиқаришдаги модернизациялашган корхоналардаги технологик тизимлари;
- микроорганизмлар асосида яратилган ишлаб чиқариш жараёнларини тизимли таҳлил қилиш;
- қолдиқ маҳсулотлар асосида иқтисодиётнинг турли тармоқлари учун зарур маҳсулотларни ишлаб чиқариш;
- атроф муҳитни соғломлаштиришда муқобил экобиотехнологиялардан амалий фойдаланиш *қўникмаларига* эга бўлиши лозим;

Тингловчи:

- рекомбинант ДНК технологияси;
- полимераза занжир реакцияси (ПЗР);
- янги ирсий хусусиятга эга организмлар яратиш;
- хужайраларни биосинтетик потенциалидан истиқболли фойдаланиш;
- иқтисодиётнинг турли тармоқлари учун ўта зарур маҳсулотлар ишлаб чиқариш;
- амалий микроббиотехнологиянинг ишлаб чиқариш тармоқлари
- экобиотехнологиялардан амалий фойдаланиш имкониятлари ҳақида *малакаларига* эга бўлиши зарур.

Тингловчи:

- турли биологик объектлардан нуклеин кислоталар ажратиш;
- хужайраларни биосинтетик потенциалидан истиқболли фойдаланиш;
- оксиллар терапияси, генлар модификация қилиш, уларни бошқа организмларга киритиш;
- замонавий микроббиотехнология ишлаб чиқариш технологиясида қўлланиладиган продуцентлар, янги ускуна ва жиҳозлар;

- қўёш батареяларига асосланган энергия олиш ва иссиқлик тизимлари билан таъминлаш;

- ишлаб чиқариш, маиший ва қаттиқ чиқиндиларни утилизация қилиш;

- халқ хўжалиги учун зарур бўлган иккиламчи маҳсулотлар ишлаб чиқариш;

экобиотехнологи инновацион ёндашувлар ва атроф муҳитни соғломлаштириш *компетентцияларига* эга бўлиши лозим.

Модулни ташкил этиш ва ўтказиш бўйича тавсиялар

“Ген муҳандислиги ва нанобиотехнология” курси маъруза ва амалий машғулотлар шаклида олиб борилади.

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

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

- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш ва бошқа интерактив таълим усуллари қўллаш назарда тутилади.

Модулни ўқув режадаги бошқа фанлар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

“Ген муҳандислиги ва нанобиотехнология” фани қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишини “Биотехнология” мутахассислиги бўйича киритилган “Амалий микроббиотехнология” ва “Муқобил экобиотехнологиялар” фани билан узлуксиз боғлиқ бўлиб, ушбу фанларни ўзлаштиришда назарий асос бўлиб хизмат қилади.

“Ген муҳандислиги ва нанобиотехнология” фанини тўлиқ ўзлаштиришда ва амалий вазифаларни бажаришда “Таълимда мультимедиа тизимлари ва масофавий ўқитиш методлари”, “Электрон педагогика асослари ва

педагогнинг шахсий, касбий ахборот майдонини лойихалаш” ҳамда “Амалий хорижий тилни ўрганишнинг интенсив усуллари” фанлари ёрдам беради.

Модулнинг олий таълимдаги ўрни

“Ген муҳандислиги ва нанобиотехнология” фани қайта тайёрлаш ва малака ошириш йўналишини “ Биотехнология” мутахассислиги бўйича махсус фанлардан дарс берувчи профессор ўқитувчилар учун муҳим ўринни эгаллайди. Ушбу фан Олий таълим муассасаларида талаба ва педагоглар томонидан ўқув-илмий ишларини олиб бориш учун асосий назарий ва амалий билимларни беради.

Модул бўйича соатлар тақсимооти

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат				
		Ҳаммаси	Аудитория ўқув юкلامаси			Мустақил таълим
			назарий	жумладан		
				Амалий машғулот	Кўчма машғулот	
1	ДНК, РНК ва оқсил биосинтези. <i>Репликация ва оқсиллар биосинтези жараёнини молекуляр методлар орқали ўрганиш</i>	6	4	2		
2	Рекомбинант ДНКлар технологияси.	4	2		2	
3	ДНКни кимёвий синтезлаш, нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлаш ва оқсиллар терапияси <i>Ўсимлик ҳужайрасидан нуклеин кислоталарни ажратиш усуллари ўрганиш.</i>	8	4	4		
4	<i>Гель электрофорез ёрдамида нуклеин кислоталарни таҳлил қилиш</i>	2		2		
5	<i>Полимераза занжир реакцияси усули</i>	4		2	2	
6	<i>ДНК нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлаш усуллари</i>	4		4		
	Жами	28	10	14	4	

НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу: ДНК, РНК ва оқсил биосинтези

ДНК, РНК ва оқсил биосинтези. Трансляция, транскрипция, репликация. Ген, геном ва хужайра мухандислиги замонавий биомухандисликнинг асосий йўналишидир. Ген, геном ва хужайра мухандислигининг вазифалари.

2-мавзу: Рекомбинант ДНК лар технологияси

Рекомбинант ДНК технологияси. Рестрикция ва лигирлаш, ёт генни векторга кўчириш. Трансформациянинг аҳамияти ва асосий усуллари. Штаммлар олиш. Векторлар ва уларнинг ген мухандислигидаги аҳамияти. Векторларни конструкция қилиш принциплари. Ген мухандислигида юқори сифатли векторларнинг хусусиятлари. Ген мухандислиги ферментлари, уларни классификацияси. Рестриктазалар, лигазалар.

3-мавзу: ДНКни кимёвий синтезлаш, нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлаш ва оқсиллар терапияси.

Молекуляр диагностика. Иммунодиагностика усуллари. Фермент иммуносорбент анализи. Моноклонал антителалар. ДНК кимёвий синтезлаш. ДНКни секвенирлаш усуллари. Генларни синтезлаш. Синтезланган олигонуклеотидларни қўллаш. Фосфорамидитли усул. ДНК ни кимёвий синтезлаш. Оқсиллар терапияси. кДНК интерферонларини ажратиб олиш.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-амалий машғулот: Репликация ва оқсиллар биосинтези жараёнини молекуляр методлар орқали ўрганиш.

Транскрипция жараёни. Генлар транскрипцияси РНК хосил бўлиши. Полинуклеотид занжири. РНК синтези босқичлари: а) инициация (бошланғич), в) полимеризация з) терминация (туғаш). Оқсилларнинг биосинтези. Оқсил синтез м-РНК ни декодирлаш. Оқсил синтезининг босқичлари. Рекомбинант ДНКлар технологияси. Рестрикцияловчи эндонуклеазалар.

2-амалий машғулот: Ўсимлик ҳужайрасидан нуклеин кислоталарни ажратиш усулларини ўрганиш.

Ген муҳандислигида генларни ажратиб олишнинг умумий усуллари Ўсимлик баргидан ДНК ва РНК ажратиш ва тозалаш. СТАВ усулида ўсимликлардан умумий нуклеин кислоталар ажратиш усули.

3-амалий машғулот: Гель электрофорез ёрдамида нуклеин кислоталарни таҳлил қилиш

Гель электрофорез усуллари. Агарозали ва полиакриламидли гель тайёрлаш. Электрофорез аппарати ва унинг ишлаш принципи. ДНК ва ПЗР маҳсулотларини ҳамда рекстрикцион таҳлилларда гель электрофорез усулининг аҳамияти.

4-амалий машғулот: Полимераза занжир реакцияси усули

Полимераза занжир реакцияси усулининг умумий таърифи. Амплификатор. PCR Real Time. ДНК полимеразалар. ДНК фрагментини амплификация қилиш.

5-амалий машғулот: ДНК нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлаш усуллари

ДНК нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлашнинг турли усуллари. ДНКни секвенирлаш усуллари. Сэнгер секвенс усули. Секвенатор қурилмаси ва генларни синтезлаш.

Кўчма машғулот мавзуси

1. Рекомбинант ДНКлар технологияси.
2. Полимераза занжир реакцияси усули

ЎзР ФА Илмий тадқиқот институтлари ва Илғор технологиялар марказида олиб борилади

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 ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ

“Кейс-стади” методи

«Кейс-стади» - инглизча сўз бўлиб, («case» – аниқ вазият, ҳодиса, «stadi» – ўрганмоқ, таҳлил қилмоқ) аниқ вазиятларни ўрганиш, таҳлил қилиш асосида ўқитишни амалга оширишга қаратилган метод ҳисобланади. Мазкур метод дастлаб 1921 йил Гарвард университетиде амалий вазиятлардан иқтисодий бошқарув фанларини ўрганишда фойдаланиш тартибида қўлланилган. Кейсда очик ахборотлардан ёки аниқ воқеа-ҳодисадан вазият сифатида таҳлил учун фойдаланиш мумкин. Кейс ҳаракатлари ўз ичига қуйидагиларни қамраб олади: Ким (Who), Қачон (When), Қерда (Where), Нима учун (Why), Қандай/ Қанақа (How), Нима-натижа (What).

“Кейс методи” ни амалга ошириш босқичлари

Иш босқичлари	Фаолият шакли ва мазмуни
1-босқич: Кейс ва унинг ахборот таъминоти билан таништириш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка тартибдаги аудио-визуал иш; ✓ кейс билан танишиш(матнли, аудио ёки медиа шаклда); ✓ ахборотни умумлаштириш; ✓ ахборот таҳлили; ✓ муаммоларни аниқлаш
2-босқич: Кейсни аниқлаштириш ва ўқув топшириғни белгилаш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муаммоларни долзарблик иерархиясини аниқлаш; ✓ асосий муаммоли вазиятни белгилаш
3-босқич: Кейсдаги асосий муаммони таҳлил этиш орқали ўқув топшириғининг ечимини излаш, ҳал этиш йўллари ишлаб чиқиш	<ul style="list-style-type: none"> ✓ индивидуал ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил ечим йўллари ишлаб чиқиш; ✓ ҳар бир ечимнинг имкониятлари ва тўсиқларни таҳлил қилиш; ✓ муқобил ечимларни танлаш
4-босқич: Кейс ечимини ечимини шакллантириш ва асослаш, тақдимот.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ якка ва гуруҳда ишлаш; ✓ муқобил вариантларни амалда қўллаш имкониятларини асослаш; ✓ ижодий-лойиҳа тақдимотини тайёрлаш; ✓ якуний хулоса ва вазият ечимининг амалий аспекти аниқлаш

Кейс. ДНК ни рестрикция эндонуклеазалар билан кесиш усули ишлаб чиқилди. Ўсимликдан ДНК ажратиб олинди ва рестриктазалар билан ишлов берилди. Лекин электрофорезда текширилганда ДНК умуман йўқ бўлиб кетганлиги аниқланди яъни хатолик келиб чиқди. Ишлаб чиқилган усул ишламади.

Кейсни бажариш босқичлари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг (индивидуал ва кичик гуруҳда).
- ДНКни рестрикция қилиш учун бажариладиган ишлар кетма-кетлигини белгиланг (жуфтликлардаги иш).

«ФСМУ» методи

Технологиянинг мақсади: Мазкур технология иштирокчилардаги умумий фикрлардан хусусий хулосалар чиқариш, таққослаш, қиёслаш орқали ахборотни ўзлаштириш, хулосалаш, шунингдек, мустақил ижодий фикрлаш кўникмаларини шакллантиришга хизмат қилади. Мазкур технологиядан маъруза машғулотларида, мустақамлашда, ўтилган мавзунини сўрашда, уйга вазифа беришда ҳамда амалий машғулот натижаларини таҳлил этишда фойдаланиш тавсия этилади.

Технологияни амалга ошириш тартиби:

- қатнашчиларга мавзуга оид бўлган якуний хулоса ёки ғоя таклиф этилади;
- ҳар бир иштирокчига ФСМУ технологиясининг босқичлари ёзилган қоғозларни тарқатилади:

Ф	• фикрингизни баён этинг
С	• фикрингизни баёнига сабаб кўрсатинг
М	• кўрсатган сабабингизни исботлаб мисол келтиринг
У	• фикрингизни умумлаштиринг

- иштирокчиларнинг муносабатлари индивидуал ёки гуруҳий тартибда тақдимот қилинади.

ФСМУ таҳлили қатнашчиларда касбий-назарий билимларни амалий машқлар ва мавжуд тажрибалар асосида тезроқ ва муваффақиятли ўзлаштирилишига асос бўлади.



Тест

ДНК-полимераза қандай функцияни бажаради?
А). ДНКни гидролизловчи фермент.
Б). Полинуклеотидларни гидролизловчи фермент.
В). Турли хил ДНКни



Қиёсий таҳлил

- ДНК ва РНКнинг фарқини таҳлил қилинг ?



Тушунча таҳлили

- ДНК қисқармасини изоҳланг...



Амалий кўникма

- Ўсимлик хужайраларига генларни киритишга мисол келтиринг

Намуна. Ҳар бир катакдаги тўғри жавоб 5 балл ёки 1-5 балгача баҳоланиши мумкин.

“Инсерт” методи

Методнинг мақсади: Мазкур метод ўқувчиларда янги ахборотлар тизимини қабул қилиш ва билмларни ўзлаштирилишини енгиллаштириш мақсадида қўлланилади, шунингдек, бу метод ўқувчилар учун хотира машқи вазифасини ҳам ўтайди.

Методни амалга ошириш тартиби:

- ўқитувчи машғулотга қадар мавзунинг асосий тушунчалари мазмуни ёритилган инпут-матнни тарқатма ёки тақдимот кўринишида тайёрлайди;
- янги мавзу моҳиятини ёритувчи матн таълим олувчиларга тарқатилади ёки тақдимот кўринишида намоиш этилади;
- таълим олувчилар индивидуал тарзда матн билан танишиб чиқиб, ўз шахсий қарашларини махсус белгилар орқали ифодалайдилар.

Матн билан ишлашда талабалар ёки қатнашчиларга қуйидаги махсус белгилардан фойдаланиш тавсия этилади:

Белгилар	1-матн	2-матн	3-матн
“V” – таниш маълумот.			
“?” – мазкур маълумотни тушунмадим, изоҳ керак.			
“+” бу маълумот мен учун янгилик.			
“– ” бу фикр ёки мазкур маълумотга қаршиман?			

Белгиланган вақт яқунлангач, таълим олувчилар учун нотаниш ва тушунарсиз бўлган маълумотлар ўқитувчи томонидан таҳлил қилиниб, изоҳланади, уларнинг моҳияти тўлиқ ёритилади. Саволларга жавоб берилади ва машғулот яқунланади.

III. НАЗАРИЙ МАТЕРИАЛЛАР

1-мавзу: ДНК, РНК ва оқсил биосинтези

Режа:

1. Нуклеин кислоталарнинг ҳужайрадаги аҳамияти
2. ДНК, РНК биосинтези ва оқсил биосинтези

Таянч иборалар: биотехнология, модификация, РНК, ДНК, информация материал, транскрипция, трансляция, ДНК, РНК фрагмент, рестриктаза, сайт, комплементар, лигирлаш, ДНК-лигаза

1. Нуклеин кислоталарнинг ҳужайрадаги аҳамияти

Биотехнологик жараёнлар микроорганизмлар, ўсимлик ва ҳайвон ҳужайралари, сунъий озиқа муҳитларида ўстирилаётган ҳужайра, тўқима ва органларни биосинтетик потенциалидан амалий фойдаланишга асосланади. Ҳозирги вақтда дунёнинг кўплаб мамлакатларида биотехнологиянинг тараққиётига асосий эътибор қаратилмоқда, чунки бошқа технологияларга

караганда, биотехнологик жараёнлар энергия сарфининг камлиги, деярли чиқиндисизлиги, экологик софлиги жихатидан бир катор афзалликларга эга. Бундан ташқари бу технологиялар муайян асбоб-ускуна, техник курилма ва препаратлардан фойдаланишни талаб қилади, шунингдек, иқлим шароитларига қарамасдан кичик ҳажмни эгаллайдиган майдонларда ҳам тадқиқотлар ўтказиш мумкинлиги билан ажралиб туради.¹

Молекуляр биология ва нанобиотехнология замонавий биотехнологиянинг асосий йўналишларини белгилаб бердики, ундаги усуллар ўтган асрнинг 80- йилларида кенг ривожланиб фан ва ишлаб чиқаришнинг кўплаб соҳаларида кенг қўлланила бошланди.

Биотехнология фан сифатида замон ва моҳиятига кўра, замонавий ва анъанавий (классик) биотехнологияга бўлинади. Замонавий биотехнология (биомуҳандислик) молекуляр биотехнологияусуллари орқали генетик трансформация (модификация) қилинган ўсимлик, ҳайвон ва микроорганизмлардан ишлаб чиқаришни интенсивлаштириш, турли хил мақсадларга мўлжалланган маҳсулотларнинг янги турларини олиш технологияларини яратиш ва улардан фойдаланиш тўғрисидаги фандир.

Анъанавий биотехнологияни, оддий, нотрансген ўсимлик, ҳайвон ва микроорганизмлардан (табиий ва селекцион йўли билан олинган) фойдаланиб табиий ва сунъий шароитларда қишлоқ ҳўжалик ва бошқа хил маҳсулотларни ишлаб чиқариш, сақлаш ва қайта ишлаш, уларни ташиш усуллари ва технологиялари ҳақидаги фан деб ҳам қараш мумкин.²

Янги, замонавий биотехнологиянинг йирик ютуғи генетик трансформация, ўсимлик, ҳайвон ва микроорганизмларнинг реципиент хужайраларига бегона (табиий ва сунъий яратилган) донор генларни киритиб, янги ёки кучайтирилган белги ва хусусиятларга эга трансген организмлар олишдир.

¹Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology -Washington 2010.3-45 p.

²Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology -Washington 2010.3-45 p.

Мазкур йўналиш ўз мақсад ва имкониятларига кўра, келажакдаги стратегик йўналишлардан бири бўлиб ҳисобланади. Бу ташқи муҳитнинг ноқулай стресс омилларига чидамлилиги юқори маҳсулдор ва сифатли ўсимлик, ҳайвон ва микроорганизмларни яратиш, табиат ва ишлаб чиқаришнинг барча соҳаларидаги экологик вазиятни соғломлаштириш борасидаги мутлақо янги муаммоларни ҳал этиш имконини беради.

Бундай мақсадларга эришиш учун генетик трансформация самарадорлигини оширишда баъзи қийинчиликлар ва энг аввало, генларни идентификация қилиш ва клонлаш, уларнинг банкни яратиш, биологик объектларнинг белги ва хусусиятларини полиген детерминацияси механизмларини мукамал ўрганиш, ишончли вектор тизимларини яратиш ва генлар экспрессиясининг юқори даражада чидамлилигини таъминлаш кабиларни бартараф этиш лозим. Бугунги кунда дунёнинг кўплаб мамлакатлари лабораторияларида тижорат мақсадларида қўлланиладиган мутлақо янги хилдаги трансген ўсимлик, ҳайвон ва микроорганизмлар яратилган.

Нуклеин кислоталарнинг турлари

Ҳар бир тирик организмда нуклеин кислоталарнинг ҳар икки тури-рибонуклеин кислота (РНК) ва дезоксирибонуклеин кислота (ДНК) мавжуд. Фақат вируслар буларнинг бир турини, ДНК, ёки РНК ни тутади. Нуклеин кислоталар оксиллар билан бирга ҳаётнинг моддий асосини ташкил қилади. Улар бир-бири билан ҳар томонлама узвий боғлиқ, аммо уларнинг хужайрадаги ўрни ва функцияси тубдан фарқ қилади: оксиллар ассосан қурилиш ва хужайранинг ишчи органлари материали, нуклеин кислота эса информацион материал, у организмнинг тузилиши, ўсиши, ривожланишига тегишли ахборатнинг сақланиши, такрорланиши, алмашинуви ва наслдан-наслга ўтишини таъминлайди.³

Генетик жараёнларнинг молекуляр механизми. ДНК биосинтези-генлар репликацияси, яъни организм белгиларининг юзага чиқишидир. Гетерополимер бўлган информацион макромолекулалар генетик

³Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology -Washington 2010. 4-15 p.

информацияни ўзининг бирламчи структураларида сақлайди ва ташийди. ДНК молекуласида нуклеотидлар изчил жойлашган бу информация репликация ҳам транскрипцияда амалга ошади.⁴ Генетик информациянинг реализация қилиниши ДНК молекуласида нуклеотидлар тартиби шаклида ёзилган буйруқ (кўрсатма)ни оқсил молекуласи синтезида аминокислоталар тартибга айлантиришдан иборат. Информация оқими қуйидаги йўналишда кечади: ДНК → РНК → оқсил → ҳужайра → организм

2. ДНК, РНК биосинтези ва оқсил биосинтези

ДНК биосинтези ярим консерватив синтез деб аталади, чунки ҳар бир бола ДНК да фақат битта она занжир сақланади. Олинган натижалар репликациянинг консерватив усулини тўла инкор қилади, чунки акс ҳолда, бир бола ДНК си иккала бошланғич занжирни тутиши, бошқаси эса иккита янги синтезланган занжирдан иборат бўлиши керак. Унинг исботи қуйидаги мисолдан осон кўрилади.

Аввало ҳалқали ДНК тутадиган бактерияларда (*E.coli*), сўнгра эукариот ҳужайраларда ҳам радиоактив тимидин билан ўтказилган тажрибалар репликация жараёнида ДНКнинг иккала занжири ҳам ыир вақтда синтезланишини тасдиқлади. Гап шу ердаки, агар *E.coli* ўсаётган муҳитга ³H-тимидин қўшилса у ҳужайрада dTTP га айланиб репликация давомида истеъмол қилинади. Бу тажрибаларни ўтказган Кейрнс ДНК репликациясининг моделини таклиф қилди. Бу моделнинг асосий хусусияти шундан иборатки, ДНК молекуласи репликация бошланишининг нуқтаси деб аталадиган специфик участкага эга. ДНК репликацияси учун фақат ДНК-полимераза ферментининг ўзи етарли эмас. Бугунги кунда ҳам репликация жараёнининг тўла ва аниқ тасвири йўқ, бу жараёнда маълум функцияни бажарадиган йигирмадан ортқ фермент ва оқсиллар иштирок этса керак.

⁴Deniz Ekinci “Biotechnology” Croatia, 2015

Репликациянинг ўзи бирин-кетин кечадиган бир қанча босқичлардан иборат. Бу босқичларнинг ҳаммаси жуда катта тезликда, олий даражада аниқ ўтади.

Йигирмадан ортиқ репликатив ферментлар ва факторлардан иборат тўла комплекс ДНК-репликаза системаси ёки қисқача реписома деб аталади. Е.солі хужайраларида маълум даражада бир-биридан фарқ қиладиган учта ДНК-полимераза мавжуд. Улар I, II, III полимеразалар деб белгиланади. I ва III полимеразалар бола занжирининг узайишини таъминлашидан ташқари, экзонуклеазалик активлигига ҳам эга, яъни ДНК молекуласининг ҳар икки учидан ҳам охириги нуклеотидларни ажрата олади. Е.солі хужайрасида ДНК занжири элонгациясига асосан III ДНК-полимераза жавоб беради. II ДНК – полимеразанинг функцияси ҳозирча аниқланган эмас.

Рибонуклеозид трифосфатлардан 5→3 йўналишидаги боғланиш *примаза* деб аталади. РНК затравка калта бир занжирли РНК бўлиб, унинг 3-учига изчилик билан дезоксирибонуклеотид қолдиқлари бирикади. Энг кейинги вақтда ҳар иккала занжир ҳам калта фрагментлар шаклида синтезланиши исботланди.

РНК биосинтези, бажарадиган функциясига қараб, РНК лар асосан уч синфга бўлинади: мессенжер (элчи)-информацион РНК (м-РНК), рибосомол РНК (р-РНК) ва транспорт (танишувчи) РНК (т-РНК). Улар ҳам иккиламчи ва учламчи структурага эга. Вируслар РНК си м-РНК га жуда ўхшаш бўлади. Ичак таёқчасида РНК сининг типлари қуйидаги нисбатда бўлади: м-РНК~2, т-РНК~16% ва р-РНК~82%.

РНК нинг ҳар уч типи ҳам оқсил синтезида иштирок этади, лекин уларнинг ҳар бирининг бу жараёнда махсус, такрорланмас функцияси бор. Эукариот хужайраларда РНК нинг бошқа типлари ҳам топилган, лекин уларнинг функцияси ҳали аниқланган эмас, шунинг учун уларнинг белгилари ҳам йўқ. Уларнинг баъзилари ядрода, бошқалари цитоплазмада учрайди.

Оқсил биосинтези

Транскрипция жараёни. Генлар транскрипцияси РНК хосил бўлишига олиб келади. РНК нинг ҳамма турлари ҳам ядрода синтезланади. ДНК

матрицасида кечадиган ҳамма синтезлар ДНК да ёзилган ахборотга мувофиқ амалга ошади. РНК нинг барча турлари т-РНК, р-РНК ва м-РНК синтезланишида, ДНК асосларнинг тартиби РНК асослари тартибини белгилайди.

Полинуклеотид занжири фақат рибозонуклеотид трифосфатлардан синтезланади ва бу жараёнда аноргик пирофосфат молекулалари ажралиб чиқади. РНК синтези бир неча босқичда бажарилади: а) инициация (бошланғич), в) полимеризация з) ТЕРМИНАЦИЯ (тугаш). Реакциянинг бошланиши учун махсус оксил – сигма фактор тугаши учун тугатувчи терминатор-кодон иштирок этади. Нусхаси олинadиган шу занжир бўйича полимераза 5 дан 3 га томон йўналиб 3→5 шаклда борадиган РНК занжирини ҳосил қилади. ДНК матрицасида янги синтез қилинган маҳсулот (РНК молекулалари) *транскрипт* деб аталади.

Бирон бир маълумотни шартли белгилар ёрдамида ифодалаш, одатда, кодлаш ёки код деб аталади. 1961 йилда Крик генетик кодни математик анализ қилди. Оксил молекуласидаги ҳар бир аминокислотани ифодаловчи код триплетли бўлиб, у Крик ифодасига кўра кодон деб номланган.

Оксил молекуласига кирадиган аминокислоталар камида 20 хил бўлганидан кодонлар сони ҳам 20 дан кам бўлиши мумкин эмас. Демак 4 та нуклеотиднинг ўзи ёки иккита нуклеотиддан ҳосил бўладиган $16(4^2)$ комбинация ҳам етарли эмас. Турли тадқиқот ва мулоҳазалардан сўнг код уч нуклеотиддан ибоат триплет табиатга эга эканлиги аниқланди. Албатта бунда ҳосил бўладиган комбинациялар сони $64(4^3)$, кодирланадиган аминокислоталар сонидан анча кўп маълум бўлдики, 20 та аминокислотадан 18 таси биттадан ортиқ (2,3,4 ва 6) кодон билан кодирланар экан.

Оқсилларнинг биосинтези. Оқсиллар биосинтези биохимия тарихида энг муҳим муаммолардан бири бўлиб келган. Бугунги кунда биз бу муаммо ҳақида кўп маълумотларга эгамиз лекин ҳозирча тўпланган ахборот бу соҳада билиши керак бўлган нарсаларнинг озгина қисмини қоплаши мумкин:

оқсил синтези биосинтез жараёнлари орасида энг мураккаби бўлса керак, унинг айрим босқичларида полипептид занжир инициацияси, узайиши, тамомланиши ва оқсилларнинг етишишида юзга яқин ферментлар, махсус оқсил факторлар, умуман 200 яқин макромолекулалар иштирок этади. Бу макромолекулаларнинг кўпи рибосомалар уч ўлчовли мураккаб структурасининг ташкилий қисмларидир.

Оқсил синтез м-РНК ни декодирлаш, яъни РНК молекуласида тўрт хил асосларнинг изчил келиши ёзилган ахборотнинг 20 хил аминокислоталарнинг оқсил молекуласида изчил келиш тилига ўтказилишидир. Шунинг учун ҳам бу жараён трансляция (таржима қилиш) дейилади. Оқсил синтезининг босқичлари. Бу жараён асосан 5 босқичда ўтади. Аминокислоталарнинг АТР ёрдамида активланиши ва тегишли транспорт РНК га кўчирилиши оқсил биосинтези учун энергетик асос яратади. Бу икки жарён узлуксиз боғланган бўлиб битта энзим Е-специфик аминоацил-т-РНК –синтеза таъсирида кечади. Френсис Крик бу жараёнда т-РНК адапторлик ролини ўйнашини аниқлади.

Назорат саволлари:

1. ДНКнинг специфик физик кимёвий хусусиятлари хақида маълумот беринг
2. Нуклеин кислоталарнинг тузилиши ва физик-кимёвий хоссалари
3. ДНКнинг спиралланиши нима учун керак ва нима беради?
4. Нуклеин кислоталарнинг бирламчи структураси қандай хосил бўлади?
5. ДНК ни тузилиши хақида маълумот беринг
6. ДНКни функцияси нималардан иборат?
7. Репликация нима?
8. Репликация механизми Транскрипция механизми.
9. Трансляция механизми.
10. ДНК ва РНКларнинг физик-кимёвий хусусиятларидаги фарқ
11. ДНК ва РНК ларнинг структуравий тузилиш даражалари

Фойдаланиладиган адабиётлар :

1. Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology/ Washington 2010. 1020 p
2. Artikova R.M., Murodova S.S. Qishloq xo‘jalik biotexnologiyasi.Darslik.T.: Fan va texnologiya. 2010.- 276 b.
3. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo. 2014y, -335 b.
4. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.:Tafakkur bo‘stoni.2013.-223b
5. Рахматов Н.А., Махмудов Т.М., Мирзаев С. Биокимё. Дарслик-Т.: Таълим, 2009. -528б.
6. Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology - Washington 2010. 1020 p.
7. Deniz Ekinci “Biotechnology” Croatia, 2015
8. Artikova R.M., Murodova S.S. Qishloq xo‘jalik biotexnologiyasi.Darslik.T.: Fan va texnologiya. 2010.- 276 b.
9. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo . 2014y, -335 b.
10. Мусаев Х.Н., Ахмедова Н.Х. Кимёвий микробиология. Дарслик. – Т. Фан ва технология. 2012.-428 б

2-мавзу: Рекомбинант ДНК лар технологияси

Режа:

1. Рекомбинант ДНКлар технологияси
2. Плазида векторлари ва плазмид вектор pBR322

Таянч иборалар: Рекомбинант ДНК, рестрикция, вектор, трансформация, рестриктазалар ва уларни классификацияси.

1. Рекомбинант ДНКлар технологияси

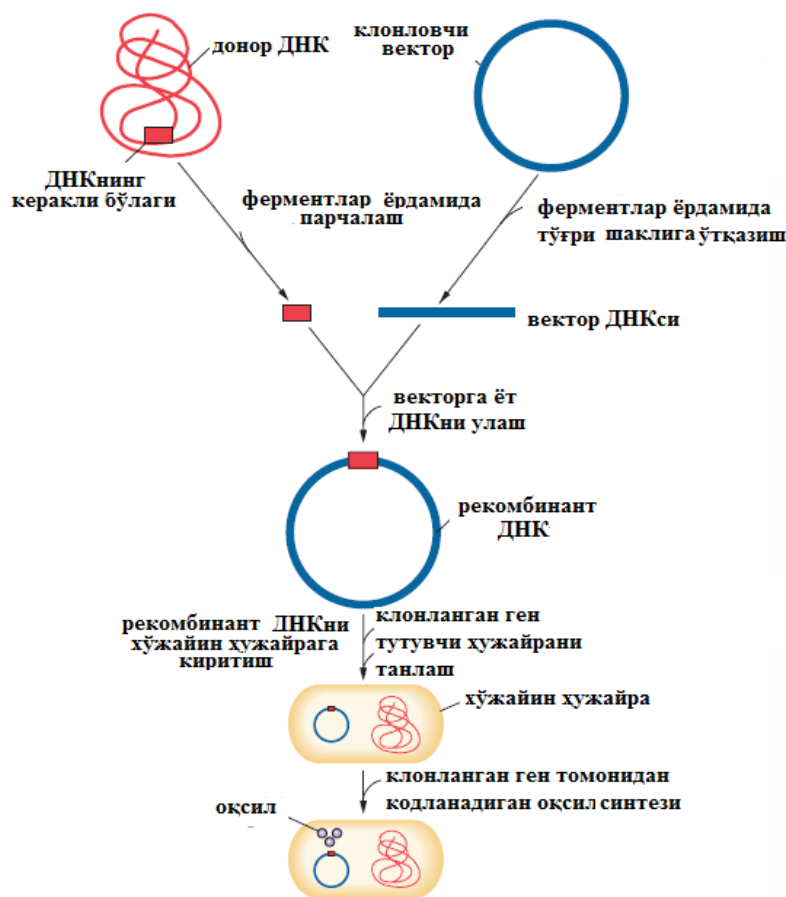
Рекомбинант ДНКлар технологияси (молекуляр клонлаш ҳам деб аталади) - тажриба муолажалари йиғиндиси бўлиб, бир организм генетик

материалини (ДНК) бошқа организмга ўтказиш усулидир. Рекомбинант ДНК олиш бўйича универсал усуллар мавжуд эмас, лекин кўпинча қуйидаги схема асосида олинади (1расм).

* Керакли генлар олинadиган донор организмдан натив ДНК экстракцияланади, ферментлар ёрдамида гидролизланади ва бошқа ДНК(вектор)га лигаза ферменти ёрдамида бириктирилиб рекомбинант ДНК ҳосил қилинади.¹

* Бу конструкция хўжайин ҳужайрага киритилади, у ерда репликацияланиб кейинги авлодларга берилади. Бу жараён трансформация дейилади.⁵

• Рекомбинант ДНК тутувчи ҳужайралар аниқланади ва танлаб олинади.



• Клонланган ген кодлаган специфик оқсил хўжайин ҳужайрадан ажратилади. Олинади ва бу оқсил ген клонланганлигини далили бўлиб хизмат қилади.

⁵Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology –Washington 447-58p

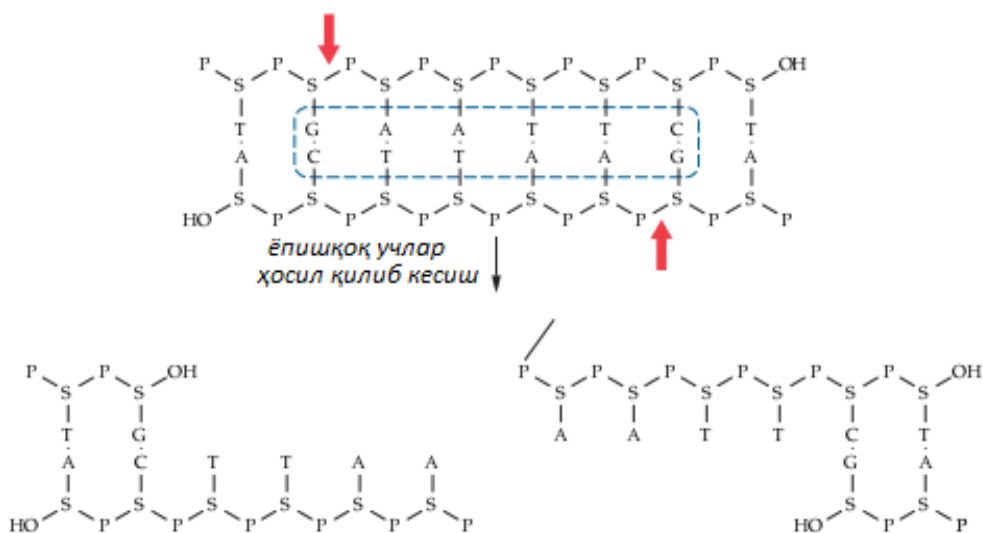
Рекомбинант ДНК яратиш учун асос бўлиб молекуляр биология, нуклеин кислоталар энзимологияси ва бактериал вируслар молекуляр генетикаси, шунингдек бактерияларнинг хромосомалардан ташқари элементлари ҳизмат қилди. Рекомбинант ДНКни яратиш бу мураккаб жараённинг барча босқичларининг асосий асбоби бўлган ферментлар ёрдамида амалга оширилади. Айниқса икки занжирли ДНК молекуласидан специфик нуклеотид изчилликларни таниб кесадиган рестрикция ферментлари (рестрикцияловчи эндонуклеазалар, рестриктазалар) нинг ўрни бекиёсдир.

Расм 1. Донор организмдан керакли ДНК ажратиб олинади, ферментатив гидролиз орқали керакли ген ажратилади. Бактерий ёки бошқа ҳужайра с структураларидан вектор (плазмиду) олинади ва кесилади. Векторга ДНК фрагменти ўрнатилади. Олинган конструкция ҳужайрин ҳужайрага киритилади ва у ерда насл беради. Клонланган ген кодловчи оқсил аниқланади.

Рестрикцияловчи эндонуклеазалар. Молекуляр клонлашда донор ва вектор ДНКсини маълум жой (сайт)дан фрагментларнинг дискрет тўпламларини ҳосил қилиши зарур. Агар хромосома ДНКсини кичик диаметрли нинали шприцдан ўтказсак ёки ультратовуш билан ишлов берсак, ухолда биз 0,3 дан 5гача м.н.ж. узунликдаги фрагменлар олишимиз мумкин. Афсуски бу оддий операциялар натижасида иккинчи занжирли ДНК молекуласидаги узилишлар тасодифий ҳолда амалга ошади, чунки ҳар гал ишлов берилганда умуман янги фрагментлар тўплами ҳосил бўлади. Молекуляр клонлашни амалга ошириш бактерияларнинг юқори специфик ферментлари ажратилганидан сўнг амалга ошириш мумкин бўлди. Бу ферментлар икки занжирли ДНК молекуласидаги маълум изчилликлар асосини таниб ДНКнинг иккита занжирида ҳам узиш ҳосил қилади. Бу ферментлар II типдаги рестрикцияловчи эндонуклеазалар дейилади.

Биринчи II типдаги рестрикцияловчи эндонуклеазалардан бири *Escherichia coli* бактериясидан ажратилган бу фермент *EcoRI* деб ном олган.

Бу фермент ДНКнинг специфик палиндром изчиллик тутувчи олти нуклеотид жуфтдан иборат қисмидаги аденин ва гуанин қолдиқлари орасидан узиш ҳосил қилади яъни ДНК занжирида таниб кесадиган сайт марказидан бир хил масофада зина ҳосил қилиб, симметрик узиш пайдо қилади. Бу бир-бирига комплементар участкалар асосини жуфтлашиши ҳисобига ёки «ёпишқоқ» учлари орқали бирлашиш тенденциясига эга бўлади. (2- расм).



Расм-2. ДНК нинг қисқа фрагментини II типдаги EcoRI рестрикцияловчи эндонуклеаза ёрдамида ёпишқоқ учлар ҳосил қилиб кесиш. Стрелкалар ДНК занжирининг кесилиш жойларини кўрсатган.

EcoRI дан ташқари бактериялардан юзлаб II–тип рестрикцияловчи эндонуклеазалар олинган. Рестриктазаларни номлашда фермент ажратиб олинган бактерия турининг лотинча номини бош ҳарфлари ва қўшимча белгиларидан фойдаланилади. Чунки бир турдаги бактериялардан бир неча хил рестриктазалар ажратиб олинган бўлиши мумкин. Escherichia coli-EcoR I, EcoR V, Haemophilus influenzae –Hinf I, Streptomyces albus – Sal I, Thermus aquaticus – Taq I.

II–тип рестрикцияловчи эндонуклеазалар томонидан танилиб ДНК молекуласи парчаланадиган жой узиш сайти деб аталади. Ёпишқоқ учлар ҳосил қилувчи рестриктазалардан ташқари тўмтоқ учлар ҳосил қилувчи

рестриктазалар ҳам мавжуд. Уларнинг узиш сайти 4-бта нуклеотиддан иборат бўлиши мумкин. (1-жадвал) Рестрикция сайти ичида тўғри узиш (қайчи сингари шартта икки бўлакка бўлади) ҳосил қилувчи рестриктазалар таъсирида «тўмтоқ» учли ДНК фрагментлари пайдо бўлади, уларни ҳам ДНК-лигаза ферменти ёрдамида бириктириш мумкин. Бундай ҳолларда лигирлаш реакцияси ўзига хос бўлиб, унинг самара даражаси «ёпишқоқ» учларни бириктиришга нисбатан бир оз пастроқ. Аммо «тўмтоқ» учли фрагментлар бириктиришининг «ёпишқоқ» учли фрагментларни бириктиришга нисбатан афзаллиги шундаки, «тўмтоқ» учли бу фрагментлар қайси рестриктаза таъсирида пайдо бўлишидан қатъий назар, турли рестриктазалар томонидан ҳосил бўлган фрагментлар осон бирикади.(3-расм)

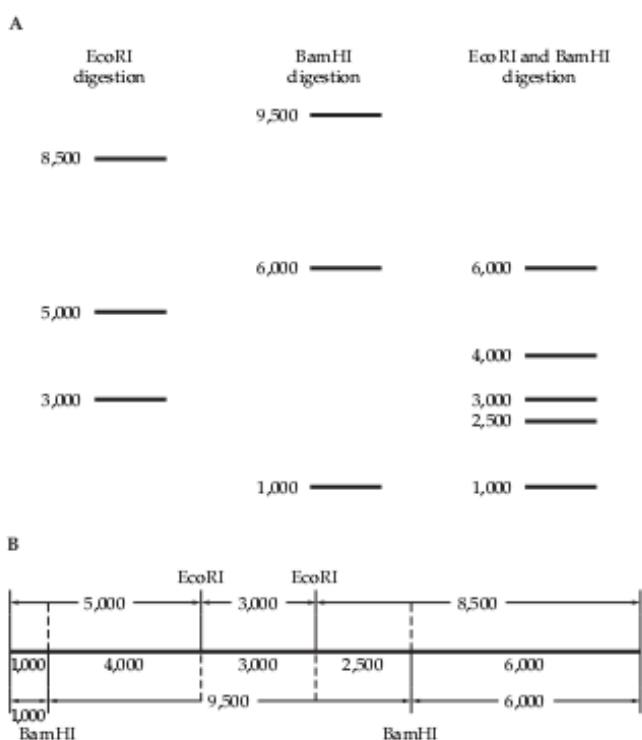
II–тип рестрикцияловчи эндонуклеазаларгенларни клонлашдаги асосий ферментлардан ҳисобланади. ДНК намунасига маълум рестриктаза билан ишлов берилганда узиш сайтларидан кесилиб ,фрагментларнинг бир хил тўплами ҳосил бўлади. Агар бир неча рестрикция ферментлардан фойдаланилса олдин ҳар битта рестриктаза билан ишлов берилади, сўнгра уларнинг комбинацияси билан таъсир эттирилиб мазкур ДНКнинг физик картасини тузиш мумкин яъни молекула бўйлаб рестрикция сайтларини аниқлаш мумкин. Ҳосил бўлган фрагментлар ўлчамини гел электрофорез ёрдамида аниқланиб, рестрикция сайтларини топиш мумкин.

Баъзи рестриктазаларнинг нуклеотидлар кетма-кетликдаги таниб узадиган изчилликлари

фермент	Узиш сайтлари	ҳосил бўладиган учлари характери
EcoRI	GAATTC CTAAG	5'-фосфат гурӯҳи учлари
BamHI	GATC CATG	5'-фосфат гурӯҳи учлари
PstI	CTGCAG GACGTC	3'-гидроксил гурӯҳи учлари
Sau3AI	GATC CTAG	5'-фосфат гурӯҳи учлари
PvuII	CAGCTG GTCAGC	тўмтоқ учлар
HpaI	GTTTAA CAATTC	тўмтоқ учлар
HaeIII	GGCC CCGG	тўмтоқ учлар
NotI	GCGGCCGC CGGCCG	5'-фосфат гурӯҳи учлари

Рестрикция харитасини тузиш учун алоҳида рестрикциялаш ва аралаш рестрикциялаш натижасида ҳосил бўлган фрагментлар ўлчамини таққослаш зарур бўлади. Бундай таққослаш натижаси 4Б расмда берилган. Агар ДНК ҳар икала рестриктазалар (*EcoRI* и *BamHI*) билан гидролиз қилинганда учта фрагмент ҳосил бўлса, демак ДНК нинг бошланғич ДНК фрагментида ҳар бир ишлатилган фермент учун иккитадан сайт мавжуд экан. *EcoRI* гидролизи натижасида ҳосил бўладиган 300 н.ж. ўлчамдаги фрагмент *EcoRI* и *BamHI* иккита аралашмаси таъсирида гидролизланманса демак, иккита *EcoRI*-сайт бир биридан 300 нуклеотид жуфт ораликда бўлиб, улар орасида *BamHI*-сайт мавжуд эмас экан, 850 ва 500 н.ж. узунликдаги *EcoRI*-фрагментларда биттадан *BamHI*-сайтлар мавжуд экан. *BamHI* рестриктазаси натижасида ҳосил бўлган 950 н.ж. узунликдаги фрагмент *EcoRI* билан икки қарали ишлов берилганда учта фрагментга (250+300+400 = 950 п.н.)

парчаланеди. Демак, иккита *Bam*HI-сайтлар *Eco*RI сайтдан қарама қарши томонга 250 ва 400 н.ж масофада жойлашган. *Bam*HI- ферменти 850 н.ж. узунликдаги *Eco*RI-фрагментни 250 ва 600 н.ж. узунликдаги фрагментларга кесади, *Eco*RI учун сайтлардан бири эса *Bam*HI сайтидан 250 н.ж масофада жойлашаган, демак 600н.ж ДНК бошланғич молекуласининг қайсидир охирини тутиши керак. Сўнгра, *Bam*HI 500н.ж фрагмент *Eco*RI-фрагментни иккита 100 ва 400 н.ж фрагментларга парчалайди, *Bam*HI, сайтларидан бири *Eco*RI сайтдан 400 н.ж. билан ажралган, демак 100 н.ж фрагмент бошланғич ДНК молекуласининг иккинчи учини намоён қилади.



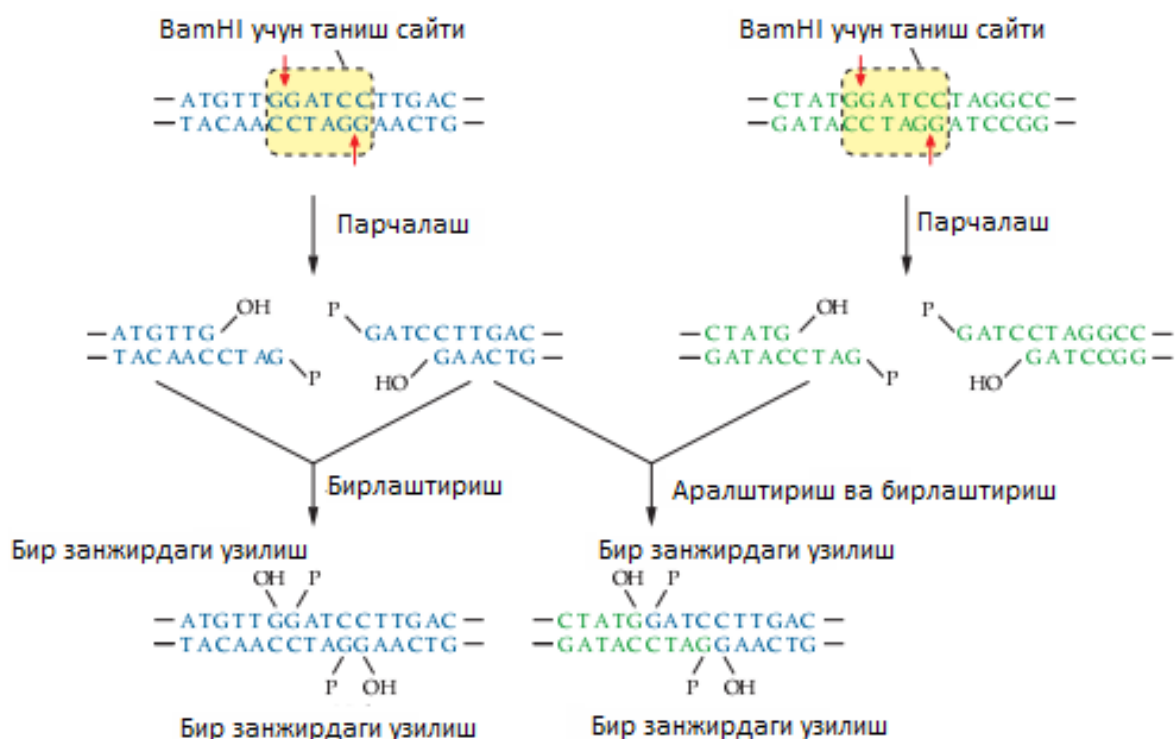
4-расм. Рестрикция сайтларини хариталаш.

A. Кўрсатилган ферментлар ёрдамида ҳосил бўлган ДНК фрагментларни гель-электрофорез натижалари. Тозаланган ДНК *Eco*RI ва *Bam*HI ферментлари ёрдамида алоҳида-алоҳида , сўнгра уларнинг аралашмаси ёрдамида гидролизланади, гель-электрофорез ўтказилиб, этидий бромид ёрдамида бўялган маҳсулот ўрганилади. Горизонтал полоскаларнинг чап томонида фрагментлар узунлиги жуфт асосларда берилган.

Б. электрофорез натижалари бўйича тузилган рестрикция харита. Мос ферментларнинг таниш сайтлари орасидаги сонлар.

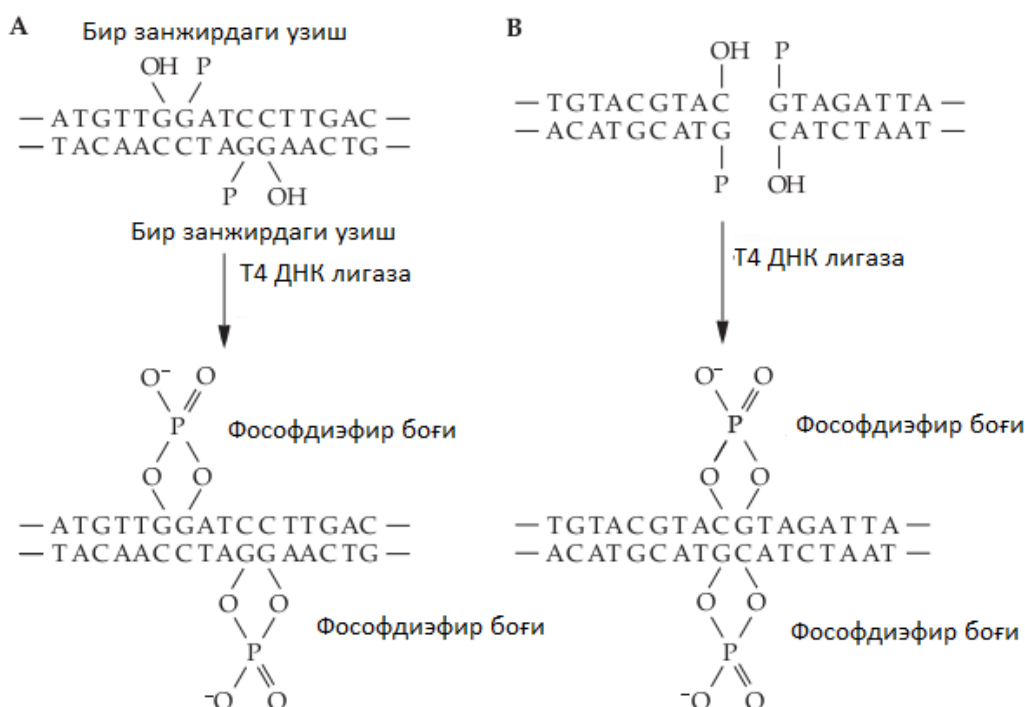
4Б расмдаги харитадан ҳар бир гидролизда ҳосил бўладиган рестрикция сайтлари жойлашиши ва фрагментлари ўлчамлари орасидаги мосликни яққол кўриши мумкин.

Рестрикцияловчи эндонуклеазаларни қўллашнинг яна бир қўлланилиш соҳаси мавжуд. ДНКнинг иккита ҳар ҳил намунаси ёпишқоқ учлар ҳосил қилувчи бир ҳил рестриктаза билан ишлов бериб аралаштирилганда комплементар жуфтлашишга биноан ёпишқоқ учлар жуфтлашиб, генларнинг янги комбинациясини- рекомбинант ДНК ларни ҳосил қилади (5расм).



5-расм, ДНКнинг турли намуналарини BamHI, рестрикцияловчи эндонуклеазалар ёрдамида парчаланганда ҳосил бўлган ёпишқоқ учларни бирлаштириши. Расмда кўрсатилган тўртта фрагмент бир-бирлари билан бирлашиб олтига турли ДНК молекуласини ҳосил қилиши мумкин. Ёпишқоқ учларнинг тўртта асослари ҳосил водород боғлари орқали фрагментлар бир-бирига боғланади, бу боғлар етарли даражада мустаҳкам бўлганлиги учун молекулалар эритмада узоқ вақт тургун ҳолатда қолади.

Молекуляр клонлаш учун рестрикция ферментларининг ўзи кифоя килмайди. Биринчидан, иккита бирлашган фрагментларни ушлаб туриш учун ёпишқоқ учларнинг водород боғлари ёрдамида бирикиши унчалик етарли эмас, бу ерда яна лигаза ферменти ҳам зарур бўлади. ДНК лигаза қўшни нуклеотидлар орасидаги фосфодиэфир боғларини тиклаш орқали ДНК бўлақларини боғлаш каби битта асосий вазифани бажаради. Бу жараён лигирлаш деб аталади. Ген муҳандислигида кўпинча лигирлаш учун T4 фагининг ДНК-лигазасидан фойдаланилади. T4 лигаза ёрдамида ДНК нинг хар қандай бўлаги “ёпишқоқ учли” ёки “тўмтоқ учли” қисмлари бириктирилади. Бу энг кўп қўлланиладиган ферментлардан биридир. ⁶

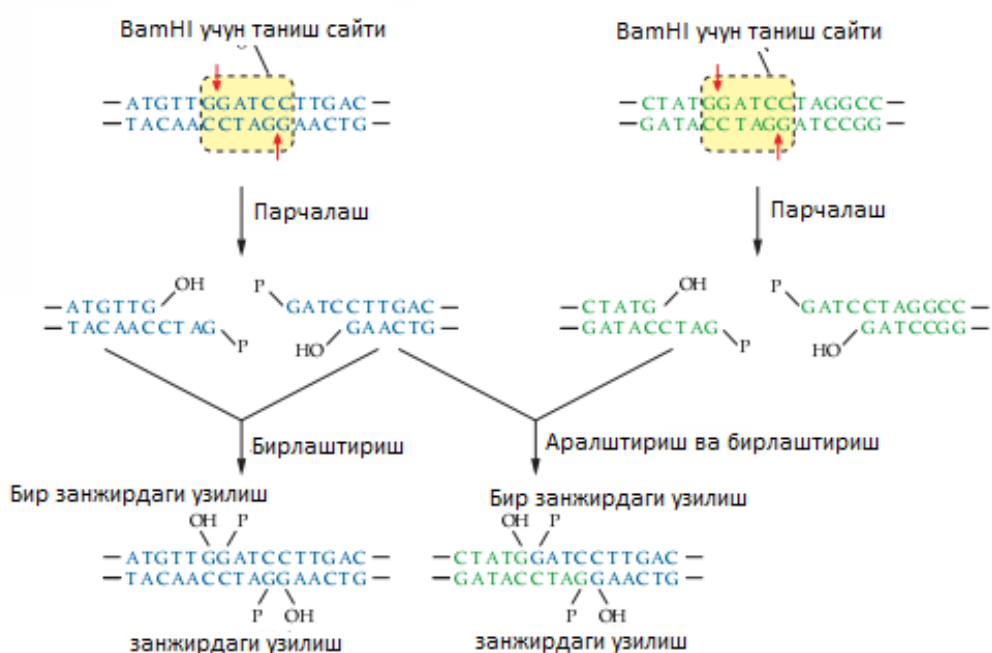


6-расм. T4 ДНК-лигаза икки занжирли ДНКнинг узилган жойида 5'-фосфат ва 3'-гидроксил гурухлар орасида фосфодиэфир боғлар ҳосил қилади. T4. А. Ёпишқоқ учларни бириктириши, Б. Тўмтоқ учларни бириктириши.

Иккинчидан, агар, улар хўжайин хужайрада репликацияланмаса, турли молекулаларни бирлаштириш бефойда. Шундай қилиб, агар рекомбинант

⁶Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology –Washington 47-68 p

ДНКнинг бир қиси ўзида клонланиши зарур бўлган генни тутса, иккинчи қисми эса репликацияланиши учун зарур бўлган қисмини тутиши зарур. Бу муаммони ҳал қилиш учун клонловчи векторлардан фойдаланилади. Учинчидан, рестрикция натижасида ДНК турли туман фрагментлар аралашмасини ҳосил қилади, уларни вектор билан бирлаштирилгандан сўнгкўплаб турли комбинациялар ҳосил бўлади. Энди керакли изчиллик тутувчи реципиент хужайрани топиш зарур бўлади. Бунинг учун турли скрининг системалардан фойдаланилади.



7-расм. *BamHI*, рестрикцияловчи эндонуклеазаси таъсирида турли намуналарда ҳосил бўладиган ёпишқоқ учларни бириктириши.

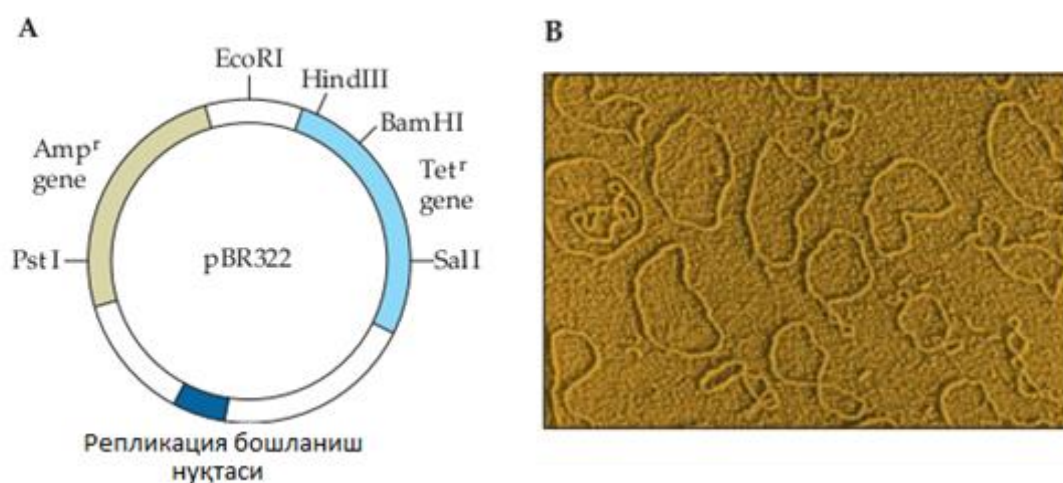
2. Плазмида векторлари ва плазмид вектор pBR322

Плазмидлар автоном ҳолда репликацияланувчи хромосомадан ташқари икки занжирли халқасимон ДНК. Плазмидлар деярли барча бактерияларда мавжуд. Баъзи бирлари ўзининг бир хужайрадан бошқасига кўчиришини таъминлаш ахборотини (F-плазмидлар) тутуди, бошқалари антибиотикларга чидамлилиқ генини (R-плазмидлар) тутуди ёки ноананавий метоболитлар утилизациясига жавобгар специфик генлар тўпамини тутуди плазмидлар

ўлчами 1дан 500 м.н.ж. бўлиши мумкин. Уларнинг ҳар бири репликация сайтини (*ori*) тутати, уларсиз ҳужайрада плазмидаларнинг репликацияси амалга ошмайди.

Баъзи плазмидлар ҳужайрада 10-100 нусхада бўлиши мумкин.. улар юқоринусхали дейилади. Баъзилари камнусхали бўлиб ҳужайрада 1-4 нусхада бўлиши мумкин. Умумий ҳужайра ДНК сининг 0,1-5,0%ни плазмидлар ташкил этиши мумкин. Турли гуруҳларга тегишли плазмидлар нусхасидан қатъий назар битта ҳужайрада мавжуд бўлиши мумкин. Баъзи микроорганизмларда битта ҳужайрада 8-10 турли плазмидалар аниқланган, уларнинг ҳар бири ўзининг функциясини бажаради.

Клонланган ДНК ни кўчириш учун автоном холда репликацияланувчи плазмидлар вектор сифатида фойдалниш учун барча зарурий хусусиятларга эга. Аммо кўпинча табиий плазмидларда “юқори сифатли” векторга ҳос баъзи хусусиятлар мавжуд бўлмайди. Бундай муҳим хусусиятларга қуйидагилар киради: 1) унчалик катта бўлмаган ўлчам, *E. coli* экзоген ДНК ни кўчириш самараси плазмидлар узунлиги 15 м.н.ж.дан кўп бўлганда пасаяди. 2) керакли ген ўрнатиладиган ягона рестрикция сайтининг бўлиши; 3) Рекомбинант ДНК тутувчи рецепиент ҳужайраларни аниқлаш учун битта ёки бир нечта селектив генетик маркерларнинг бўлиши. Шунинг учун плазмид векторларини ген инженерлиги ёрдамида яратиш зарур бўлади.



7-расм. А. *pBR322* плазмидининг генетик харитаси. Тетрациклинга (*Tet^r*) ва ампициллинга (*Amp^r*) чидамлилик ҳосил қилувчи ген *HindIII*, *Sall*, *BamHI* и *PstI*

учун ягона сайтлар тутади. *EcoRI*-сайт бу генлардан ташқарида жойлашган. Векторнинг узунлиги — 4361 ж. н. Б. *pBR322* плазмидининг электрон микроскопдаги кўриниши.

Плазмид вектор *pBR322* -ўтган асрнинг 80 йилларида плазмид вектор *pBR322* энг машхур универсал векторлардан бири эди. Одатда плазмид вектор *p* (ингл., *plasmid*) харфи билан белгиланади ва векторни таърифлашга, уни яратиш тарихига оид тегишли бўлган бир нечта харфлар билан белгилади. *pBR322* плазмидини белгилашда *BR* харфлари бу плазмидани конструкциясини яратган муаллифлар Ф. Боливар ва Р. Родригес шарафига, *322* сони эса уларнинг тадқиқот баённомалари рақамига қўйилган. *pBR322* плазмиди узунлиги— 4361 ж. н. У иккита антибиотикга чидамли ген тутади (7-расм), ампициллинга (*Amp^r*) ва тетрациклинга (*Tet^r*), шунингдек *Tet^a* генида *BamHI*, *HindIII* ва *Sall* учун ягона сайтлар^r, *Amp^r* гени учун битта *PstI*-сайт, кодловчиизчилликлардан ташқарида блган *EcoRI* учун битта сайт тутади, ва фақат *E. coli*да репликацияланишини амалга ошириши учун репликация бошланиш сигналинини тутади. Плазмидлар кўп сонли нусха ҳосил қилиб репликацияланади.

Клонловчи вектор *pBR322* қандай ишлайди. Агар тозаланган халқасимон *pBR322* плазмидига ёки бу антибиотикга чидамлилиқ генида жойлашган сайтга фақат бир жойидан кесувчи рестриктаза билан ишлов берилса ёпишқоқ учли тўхри чизиқ шаклидаги ДНК молекуласи ҳосил бўлади. Бундай молекулалар юқоридаги каби рестриктаза билан ишлов берилган, зарур ген тутвчи донор ДНК билан аралаштирилади. Бу иккала ДНКнинг ёпишқоқ учлари ўзаро бир-бирига комплементар бўлганлиги учун улар бирлашиб дурагай молекулалар ҳосил қилади.

Сўнгра аралашм *T4* фагнинг ДНК-лигаза ферменти билан ишлов берилади, натижада турли комбинациядаги фрагментлар ҳосил бўлади, базан донор ДНК, ёки керакли ген фрагментлари ўзаро бирлашади. Бу ҳолат юзага келмаслиги учун рестрикцияланган плазмид ДНКси тўғри чизиқ шаклидаги молекуланинг 5'-фосфат гуруҳини йўқотиш учун ишқорий фосфатаза билан

ишлов берилади. Бунда ДНК лигаза фосфат гурухи бўлмаган учларни ДНК лигаза бирлаштира олмайди. ДНК молекулаларининг рекомбинатларига келадиган булсак, улар битта занжирли узилишдан иборат, улар дифосфорли ДНК плазмаси ва рестицирланган ДНК доноридан ташкил топган. Репликациядан сўнг трансформацияланган хужайрада бир занжирдаги узилиш хўжайин хужайра лигирлаш тизими орқали бартароф этилади.

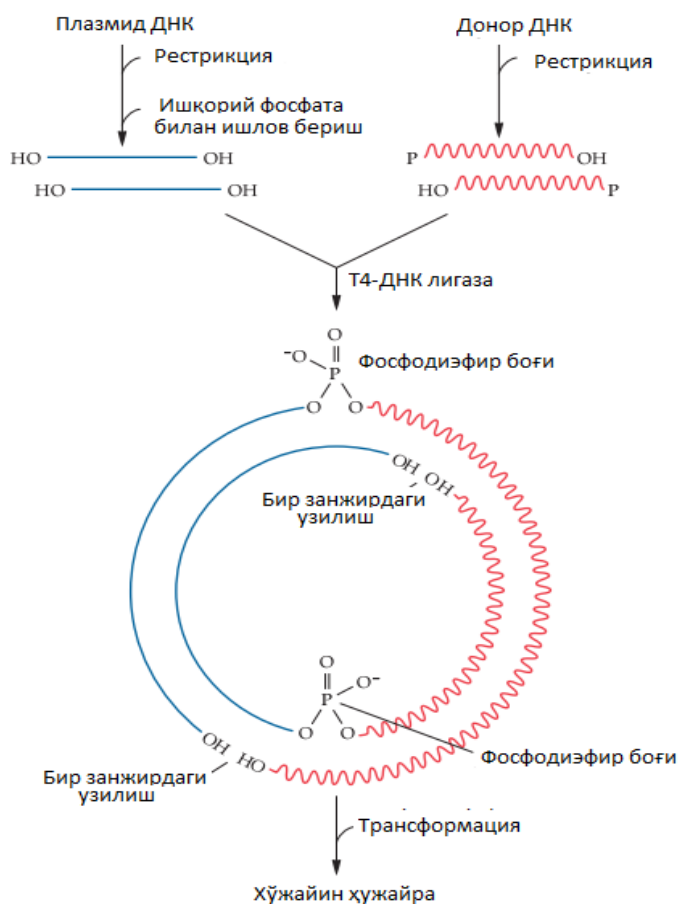
Трансформация ва танлаш - Энди рекомбинант ДНК ни хўжайин хужайрага киритиш зарур. Бу жараён трансформация деб аталади. Бунинг амалга ошириш учун махсус ишлаб чиқилган усуллар, масалан хужайраларга юқори ҳарорат таъсир эттирилади ва кальций хлор (CaCl_2) билан ишлов берилади. Аммо трансформация самараси пастлигича қолмоқда, одатда мингта хужайрадан биттадан ортиқ хужайра трансформацияланмайди. Шундай қилиб, кўпчилик хужайралар трансформациядан сўнг рекомбинант ДНК тутмайди. Улардан баъзилар ишқорий фосфатаза таъсирига берилмаган ўзаро бирлашган халқасимон плазмид ДНКсини, баъзиларида плазмида бўлмаган ДНК ва баъзи бирларигина ёт ДНК фрагменти киритилган плазмид тутади.

Олдин айтиб ўтганимиздек, репликация бошланиш нуқтаси бўлмаган хромосомадан ташқари ДНК бактерия хужайрасида репликациялана олмайди. Шундай қилиб, Экзоген ДНК нинг хужайрага киргани бу хўжайин хужайра томонидан қўллаб-қувватланади дегани эмас.

Рекомбинант сақланиши учун хўжайин хужайрада рестриктазаларни ситезига жавобгар генлар бўлмаслиги керак, акс ҳолда уни деградиациялайди, бунинг учун хужайра RecA^- (бундай хужайралар умумий рекомбинацияга қодир бўлмайди, демак, экзоген ДНК гомологик рекомбинация натижасида модификацияланмайди).

Сўнгра рекомбинант ДНК тутвчи хужайралар аниқланади. Идентификациялаш усули иложи борича содда оддий бўлиши зарур, чунки кўп сонли хужайраларни текшириш зарур бўлади. *VamHI* сайтига ёт ген

ўрнатиладиган pBR322 тизимида идентификациялаш икки босқичда олиб
борилади.



8-расм. Ёт ДНК бўлагини плазмидага ўрнатиш. Рестриктаза ва ишқорий фосфата билан ишлов берилган плазмид ДНК си рестрикцияланган донор ДНК си билан аралаштирилади ва ДНК лигаза қўшилади.

Олдин ҳужайралар трансформациядан сўнг ампицилин тутувчи озика мухитига экилади. Бундай шароитда фақатгина интакт Amp^r ген тутувчи ёки интакт плазмидалар таркибида, ёки гибрид плазмидлар таркибидаги ҳужайраларгина ўсиши мумкин. Bam NI сайти нетрансформированные клетки чувствительны к ампициллину. Сайт Bam NI pBR322 плазмидида Tet^r генида жойлашган (7-расм), бу генга ўрнатилган ДНК фрагменти кодловчи изчилликни узади ва тетрациклинга чидамлик хасксияти йўқолади. Шундай қилиб, гибрид плазмидани тутувчи ҳужайра ампицилинга чидамли, аммо тетрациклинга сезгир бўлади. Интакт pBR322 плазмидалар кирган

хужайралар эса Tet^r генини тутади ва ҳам ампицилинга, ҳам тетрациклинга чидамли бўлади.

Иккинчи босқичда бу иккала вариантни ажратиш амалга оширилади. Ампицилин тутувчи озиқа муҳитида ўсган хужайралар қайта муҳрлаш усули орқали тетрациклин тутувчи озиқа муҳитига ўтказилади. Тетрациклин тутувчи ликобчаларда ҳосил бўлган колониялар pBR322 плазмидасини тутади, юқорида айтиб ўтганимиздек улар ҳам ампицилинга ҳам тетрациклинга чидамлидир. Тетрациклин тутувчи Петри ликобчасида ўсмаган хужайралар бу антибиотикга сезгир, демак улар гибрид pBR322 плазмидасини тутади. Ампициллинли озиқа муҳитида ўсган колониялар орасидан тетрациклинга сезгир бўлганлари ажратилади ва ҳар бир колониядан индивидуал хужайра клонлари олинадиган ёки барча ампицилинга чидамли ва тетрациклинга сезгир колониялар бирлаштирилиб, биргаликда ўстирилади. Сўнгра қўшимча скрининг ўтказиб, ампицилинга чидамли ва тетрациклинга сезгир махсус қўшимча ген киритилган гибрид pBR322 плазмид тутувчи хужайраларни идентификация (танлаш) қилиш мумкин.

Назорат саволлари:

1. Ген-кўчиришнинг учта манбаи Бегона генларни хужайрага трансформациялашнинг ген муҳандислигидаги аҳмияти
2. Вектор конструкцияни хужайрага киритиш қандай амалга оширилади?
3. Бинар векторларининг коинтегротив векторларга нисбатан афзаллиги нимада?
4. Генлар изчиллигини идентификация қилиш ва ажратиш ҳақида маълумот беринг
5. ДНК бўлақларини қирқиш ва рестрикция хариталарни тузиш қандай амалга оширилади?
6. Вектор молекуласи учун қўйилган талаблар
7. Геном ДНКси фрагментларини олиш усуллари

8. Геномни алохида қисмларга ажратиш ҳақида тушунча беринг ДНК бўлақларини қирқиш ва рестрикция хариталарни тузиш (физикавий хариталаш) қандай амалга оширилади?
9. Геном клонларини кўпайтириш қандай амалга оширилади?
10. Микроблар трансформацияси ҳақида маълумот беринг
11. Прокариот ва эукариот хужайраларининг тузилишидаги фарқи нимадан иборат?
12. Хужайра компонентларини ажратиш олиш қандай амалга оширилади

Фойдаланиладиган адабиётлар :

1. Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology/ Washington 2010. 1020 p
2. Artikova R.M., Murodova S.S. Qishloq xo‘jalik biotexnologiyasi. Darslik. T.: Fan va texnologiya. 2010.- 276 b.
3. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo. 2014y, -335 b.
4. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.: Tafakkur bo‘stoni. 2013.-223b
5. Рахматов Н.А., Махмудов Т.М., Мирзаев С. Биокимё. Дарслик-Т.: Таълим, 2009. -528б.
6. Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology - Washington 2010. 1020 p.
7. Deniz Ekinci “Biotechnology” Croatia, 2015
8. Artikova R.M., Murodova S.S. Qishloq xo‘jalik biotexnologiyasi. Darslik. T.: Fan va texnologiya. 2010.- 276 b.
9. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo . 2014y, -335 b.
10. Мусаев Х.Н., Ахмедова Н.Х. Кимёвий микробиология. Дарслик. –Т. Фан ва технология. 2012.-428 б

3-мавзу: ДНКни кимёвий синтезлаш, нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлаш ва оқсиллар терапияси

Режа:

1. Микробиологик тизимларнинг молекуляр биотехнологияси.
2. Иммунодиагностика усуллари.
3. Моноклонал антителалар
4. ДНКни кимёвий синтезлаш, нуклеотид кетма-кетлигини аниқлаш.
5. ДНКни секвенирлаш усуллари ва генларни синтезлаш
6. Оқсиллар терапияси
7. Ген экспрессиясининг оптимизацияси
8. Инсоннинг кўп клонли антителалари

Таянч иборалар: *трансген, дурагай ,рекомбинант, трансмиссив, генетик модификация, синтез, гибридизация, рекомбинант ДНК, ген, Терапея, тест, интерферон, фермент, антитела, алгинат, ДНК*

1. Микробиологик тизимларнинг молекуляр биотехнологияси.

Рекомбинант ДНК ларнинг технологияси ривожланиши билан кўплаб микроорганизмларнинг фойдали хусусиятларидан унумли фойдаланиш имкониятлари туғилди. Замонавий генетик услублар ёрдамида биологлар бактерияларни оқсил препаратларини ишлаб чиқарувчи “биологик фабрика” ларга айлантиришни ўрганишди, жумладан рестрикцияловчи эндонуклеазалар турли кимёвий бирикмалар аминокислота антибиотик ва бошқалар. Ўзига хос хусусиятга эга бўлган генларнинг бактериал хужайраларини (тўқималарни) клон қилиш натижасида турли ғаройиб метобалитлар олиш биосинтезининг янги усуллари кашф этилди.

Клон қилинган касаллик қўзгатувчи микроорганизм генларидан инсон ва уй жониворларининг касалликларини диагностика қилувчи зондлар сифатида қўлланилади, изолатция қилинган генлардан эса хавфсиз ва фойда берувчи вакциналар тайёрланади.

Ген муҳандислиги услублари ёрдамида аниқ турдаги бактериаларнинг табиий қобилятларини кучайтириш мумкин. Бу табиий қобилятлар баъзи

биологик жараёнларни амалга оширишда ёрдам беради. Масалан, атроф муҳитни ифлослантирувчи захарли чиқиндиларни унумли йўқ қилувчи кишлок хўжалик ўсимликларини ўстирувчи, целлюлозани паст молекуляр углерод брикмалари даражасигача эритувчи, зарар етказувчи хашоратларга қарши курашувчи бактерияларнинг муҳрлари олинди.

Кўпинча катта ҳажмдаги микроорганизмларни етиштириш зерикарли жараён деб ҳисобланилади. Бироқ рекомбинант оқсилларни саноат ҳажмида муваффақиятли амалга ошириш учун кўпгина параметр (ўлчам) ларни назоратга олиш зарур. Бу ўлчамларни синтез қилувчи микроорганизмлар ва олинадиган маҳсулотнинг софлигига тасир кўрсатади.

Молекуляр диагностика - Замонавий тиббиёт ва кишлок хўжалигининг муваффақияти ўзига хос хусусиятларига эга бўлган вирус, бактерия, замбуруг, паразит микроорганизм, инсон ва жониворлар организми ўсимлик, сув ёки тупроқда учрайдиган оқсил ва паст молекуляр бирикмаларни излаб топиш билан боғлиқдир. Масалан, агар барча юқумли кассалликларни кўзгатувчи потоген микроорганизмларни вақтида ва аниқ идентификация қилинса, у ҳолда бу касалликларини олдини олиш ва даволаш анча енгил кечади. Кўпгина диагностик муолажаларни олиб бориш учун аввалом бор, потенциал патоген микроорганизмларнинг турини ўстириш ва шундан сўнг унинг физиологик хусусиятлари спектрини таҳлил қилиш зарур. Бундай тестлар анча унумли ва юқори хусусиятга эга бўлишига қарамай улар кўп вақт ва маблағ сарф қилинишини талаб этади. Бу бактериялар паразитик микроорганизмларни идентификация қилишга ҳам тааллуқли. Паразитик микроорганизмлар томонидан келиб чиққан юқумли касалликлар диагностикасини таққослаш усулларидан бири:

Бундан ташқари ўсимликларда мавжуд бўлган ёки умуман бўлмаган потоген микроорганизмларни аниқлаш имконияти чегараланганлиги, наъмуна сифатида шимолий америка ва европада кенг тарқалган ва жинсий алоқа орқали юқадиган хламидиоз касаллигини чақирувчи облигат хужайра ичидаги паразитларни келтириш мумкин.

Бунда қалбаки салбий натижаларни олинади, яни микроорганизмларнинг йўқлиги ҳақидаги диагностикада хатоликга йўл қўйилади натижада керакли даво қилинмайди. Агар микроорганизмларнинг мавжудлигини аниқлаш учун уни бир турда ўстириш лозим бўлса уҳолда барча аниқ бўлган потоген микроорганизмлари идентификация қилиш жараёни анча вақтни эгаллайди. Шу сабабли бу чегараларни бартараф этиш учун молекуляр диагностика усуллари ишлаб чиқилган. Бу усулларга асос бўлиб иммунологик ёки ўзига хос хусусиятларга эга бўлган ДНКни топиш усуллари хизмат қилади.

2. Иммунодиагностика усуллари

Кўпгина иммунологик детекция тизимлари содда бўлишига қарамай, ўта юқори сезгирликга ва ўзига хос хусусиятга эга. Улар дори препаратларини тестдан ўтказишда, турли онкологик касалликларга баҳо беришда ва уни назорат (мониторинг) қилишда ўзига хос бўлган хусусиятга эга метаболитларни аниқлашда, потоген микроорганизмларни идентификация қилишда кенг қўлланилади. Бироқ улар ўзининг чегарасига эга. Агар изланаётган (мишен) молекула сифатида оксил хизмат қилса, у ҳолда унинг генларини детерминацияловчи экспрессия билан таъминлаш лозим, негаки шу ҳолдагина бу генларда маскировка ёки антителлар билан боғловчи сайтнинг блокировкаси кузатилмайди.

Касаллик қўзғатувчи инфекцияларнинг диагностикаси анъанага кўра потоген микроорганизмлар тавсифи мажмуасига ёки ажойиб хусусиятга таянади. Клиник микробиологлар айнан ана шу биологик тавсифни минимал мажмуасини қидиришади, негаки мана шу мажмуа (набор) ёрдамида потоген микроорганизмларни гарантиявий топиб идентификация қилиш мумкин. Масалан, баъзи касал қўзғатувчилар ўзларидан биокимёвий бирикмалар

Ажратиб чиқарадилар айнан ана шу бирикмаларни биологик наъмуналарда топиш зарур. Кўпинча шу каби маркер молекулани юқори хусусиятга эга бўлган биокимёвий анализ ёрдамида аниқлаш мумкин. Бироқ бундай ёндашув потоген микроорганизмларнинг индивидуал детекция

тизимини келтириб чиқаради, энг самарали ёндашув бу кимёвий табиатидан катъий назар исталган маркер молекуласини топувчи универсал усулдир. Айнан бундай усул бўлиб, антиген – антител мажмуаси (комплекси)ни идентификатсия қилувчи усул хизмат қилади.

Фермент иммуносорбент анализи.

Ҳозирда антителани изланаётган антиген билан боғлиқлигини аниқловчи бир қатор ёндашувлар мавжуд. Булардан бири диагностикада кўп қўлланиладиган фермент иммуносорбент анализи. Муолажа қуйидаги босқичларни ўз ичига олган.

1. Ўзига хос хусусиятга эга бўлган молекула ёки микроорганизм наъмунасини каттиқ асосга, масалан одатда 96 та тешикчаси бўлган микротитровал идишча маҳкамлашади. Маҳкамланган наъмунага ўзига хос хусусиятли маркерли молекула (1-антитела) қўшилади кийин 1-антителага боғлиқ бўлмаган молекулалар тешикчадан ювиб юборилади.

2. 1- антитела билан боғлиқ бўлган ўзига хос хусусиятли 2-антителла қўшилади, бироқ бу ҳолда маркер молекула билан ўзаро таъсир кўрсатмайдиган бўлиши шарт (9.1В расм) бу антителага фермент (масалан ишқорли фасфатаза, пероксидаза ёки уретаза) бириктирилган бўлиб, у бўялмаган субстратни бўялган маҳсулотга айлантириш учун катализатор вазифасини бажаради. Иккинчи антителла –ферментни боғланмаган конюгата молекуласини йўқ қилиш мақсадида тешикча ювилади.

3. Бўялмаган субстрат қўшилади.

4. Бўялган маҳсулотга сифатли ёки сон жиҳатидан тавсиф берилади.

Агар 1-антителла изланаётган наъмуна билан боғланмаса, уҳолда уни биринчи ювишдаёқ ажратиб олинади, бу ҳолда 2- антитела –фермент конюганти ҳеч нарса билан боғлана олмайди, шу сабабли уни 2-ювишда ажратиб олишади. Ва намуна бўялмаганича қолади. Агар изланилаётган молекула боғланиш содир бўлса, у ҳолда 2- антитело 1- антителога бирикади ва конъюгирли фермент янги рўйхатга олинандиган маҳсулотни катализ қилади.

ЕЛИСАни асосий мақсади 1- антителани мўлжал билан ўзига хос хусусият ёрдамида боғлашдир. Агар мўлжал ўзида оксил касб қилса, у ҳолда уни тозаланган препаратини одатда антителла олиш учун фойдаланади. Бу антителалар ёрдамида эса берилган мўлжални ажратиб олишади. Иммуниетланган жонивор одатда уй қуёнининг қонидаги зардобда ҳосил бўладиган антителалар мўлжал-молекуласидаги турли антиген детерминант (эпитопа) лар билан боғланади, бундай антителаларнинг аралашмасини поликлонал препарат деб аташади. Баъзи диагностик усулларида поликлонал антителаларни қўллаш 2 та камчиликка эга; 1-поликлонал препаратда мавжуд бўлган алоҳида антителалар 1 партиядан 2 партиёга ўтиши мумкин. 2- агар 2 та бир хил мўлжални ажратиш яни потоген ва нопотоген ажратиш керак бўлса уҳолда поликлонал потогенлардан фойдаланиш мумкин эмас, негаки уларнинг шаклари фақатгина ёлғиз детерминант билан фарқ қилади бироқ, ҳозирда бу муаммоларни ечими топилган жумладан ҳозирги пайтда бир антиген детерминантида ишлаб чиқилган моноклонал антитела препаратларини олиши йўлга қўйилган.

3. Моноклонал антителалар

Эволюция (ривожланиш) жараёнида сут эмизувчиларда организмни захарли моддалар ва юқумли агентлардан ҳимоя қилувчи мураккаб тўқима тизими шаклланган. Ҳимоя таъсирининг ўзига хос хусусиятга эга бўлган оксил (антителалар) тизими томонида ишлаб чиқариладиган индукцияланган лимфа тўқималаридир. Улар иммун тизимидаги бошқа оксиллар ёрдамида ёт (бегона) моддалар билан бирикиб, захарли моддаларнинг таъсирини йўқотади. Бунга комплментизими ҳам киради. Иммунологик мақсадга жавобан ҳар бир антитела чиқарувчи тўқима синтездан ўтиб, бир турдаги антитела чиқаради. Бу антителалар юқори хусусиятга эга бўлиб, антиген молекулаларини алоҳида қисмларини танийди (эпитон, антиген детерминант қисмларини). Антигенн молекуласида одатда бир неча ҳар хил эпитоп антителалар мавжуд бўлганлиги сабабли, уларга қарши иммун тизими томонидан алоҳида тўқималар ишлаб чиқилади. Бундай антителаларнинг ҳар

бири берилган антигент билан ўзаро киришганлиги сабабли поликлонал деб аталади. Ҳозирги асрнинг бошларида ҳали поликлонал антителалар ҳақидаги маълумотлар етарли даражада бўлмаса ҳам уларнинг ўзига ҳос хусусиятлари ёрдамида инфекциялар билан курашишган. Кейинроқ эса антителалардан клиник наъмуналаридаги захарли бирикмаларни аниқлаш учун диагностик қурол сифатида фойдаланишган. Афсуски поликлонал антитела препаратларининг самарадорлиги бир партиядан иккинчисига ўтиши мумкин, негаки 1-шароитда иммунизация пайтида антитела ишлаб чиқарувчи тўқималар бириккан антителаларнинг детерминантлари билан тўйинади (стимулируется), 2- шароитда эса иммун тизими бошқа эпитопнинг ҳудди шу антигенига фаол жавоб беради. Бу турли препаратларнинг антигенларини кучсизлантириши қобилиятига таъсир кўрсатиши мумкин, негаки айрим эпитоплар турли қобилиятга эга бундан келиб чиққан ҳолда берилган партиядagi поликлонал антителалар асосий эпитопларга қарши йўналтирилган кам миқдордаги молекулаларга эга бўлади, натижада олдингисига қараганда кам таъсир кўрсатади. Шундан ҳулоса чиқарамизки, диагностик қурол ёки терапия қўлланмаси компонентлари сифатида ҳужайраларнинг шундай тизимини яратиш кераки у бир шароитда бир турдаги антитела ишлаб чиқарсин. Бу бир турдаги антитела ўзига ҳос хусусиятга эга бўлган антиген мўлжалга ўхшаш –моноклонал антитела бўлсин. Шу каби ҳужайра тизими ўхшаш антитела молекулаларининг туганмас манбаи бўлиши мумкин эди. Афсуски антителаларнинг тез қилувчи лимфоситлари ўсимликда ишлаб чиқилмайди. Берилган муаммонинг ечими гибрид тўқималарини яратишдадир. Генетика Б-тўқимадан ололса , у антитела ишлаб чиқариши мумкин бўларди. Баъзи пайтда Б-лимфоситлар қайта шаклланиб, саратон тўқималарига айланади ва кўпгина хусусиятларини сақлаб қолган ҳолда ўсимликда ўсиш қобилиятига эга бўлиши мумкинлиги маълум. ¹

4. ДНКни кимёвий синтезлаш, нуклеотид кетма-кетлигини

аниқлаш

Фаннинг ҳар қандай соҳасида технологик ўсиш унинг келгусидаги ривожланишини таъминлайди. Янги технологияларнинг пайдо бўлиши билан янги тажрибалар ўтказиш имконияти пайдо бўлади ва эскиларини ўтказиш осонлашади. Молекуляр биотехнологиянинг фан сифатидаги ривожланиши бир қатор технологик ишланмаларга боғлиқ бўлди: Ҳозирги кунда уларнинг кўпидан йирик тадқиқотчилик марказларида ва унча катта бўлмаган илмий жамоаларда фойдаланилади. Эндиликда ДНК битта молекуласини кимёвий синтезлаш, бошқасининг нуклеотид кетма кетлигини аниқлаш, учинчисини полимераз занжир реакцияси ёрдамида амплификациялаш унчалик катта меҳнатни талаб қилмайди. Буларнинг барчасига ДНК нинг ўзи ва уни репликациялаш механизмларини асосий тадқиқ қилиш жараёнида олинган маълумотлар 2 туфайли имкон туғилди. Ушбу экспериментал ёндашувлар молекуляр клонлаш -ДНК дан керакли фрагментларни ажратиб олиш, уларни тавсифлаш ва улар билан турли манипуляциялар ўтказиш имконини берувчи муолажаларнинг ажралмас қисми бўлиб қолди.¹

ДНК ни кимёвий синтезлаш - Бир буйракли ДНК ферментларини кимёвий синтезлашнинг тез ва унча қиммат бўлмаган усуллари ишлаб чиқилгандан сўнг молекуляр клонлаш ва ДНК ни тавсифлаш методологияси бир мунча ўзгарди. Кимёвий синтезланган олигонуклеотидлардан бир бош генлар ёки уларнинг фрагментларини тузиш, ДНК махсус фрагментларини амплификациялаш, ажратиб қўйилган ДНК ларни йўналтириб мутация қилиш, шунингдек гибридлашда зонд сифатида ва клонлашни осонлаштирувчи линкерлар сифатида фойдаланиш имкони туғилди.

ДНКни (ДНК синтезаторлар) автоматик кимёвий синтезлаш учун ускуналар пайдо бўлгандан сўнг <50 звено узунликдаги бир занжирли олигонуклеотидларни олиш бир оз мураккаб ишга айланди. Ҳар қандай ДНК синтезаторнинг асосий компоненти клапан ва насослар тизими ҳисобланади. Улар ёрдамида реакцияга киришувчи қоришмага ўрнатилган дастур бўйича

нуклеотидлар ва реагентлар юборилади ва улар ўсаётган занжирга зарур мономер бирликларнинг бирикиши имконини яратади. Биологик синтездан фарқли ўлароқ ДНК ни кимёвий синтезлаш жараёнида ҳар бир янги нуклеотидни занжирнинг 5' гидроксилли охирига бириктириш мумкин. Барча реакциялар кетма кет битта реакцион колонкада амалга оширилади, уларнинг ҳар бирининг давомийлиги ва ювиш вақти эса компьютер ёрдамида назорат қилинади.

Фосфорамидитли усул - Ҳозирга вақтда бу ДНК ни кимёвий синтезлашда энг кенг тарқалган усулдир. Модификацияланган дезоксирибонуклеозидлар унда бирламчи қурилиш блоклари ҳисобланади. Модификациялаш бензол гуруҳидаги дезоксиаденозин ва дезоксицитидинни амин гуруҳларига бириктириш, амин гуруҳига эса изобутирал дезоксигуанозинни бириктиришдан иборатдир. Амин гуруҳи бўлмаган тимидин модификацияланмайди. Бундай модификация занжир ўсишида нуклеозидларни кераксиз таъсирлардан ҳимоя қилиш учун зарур.

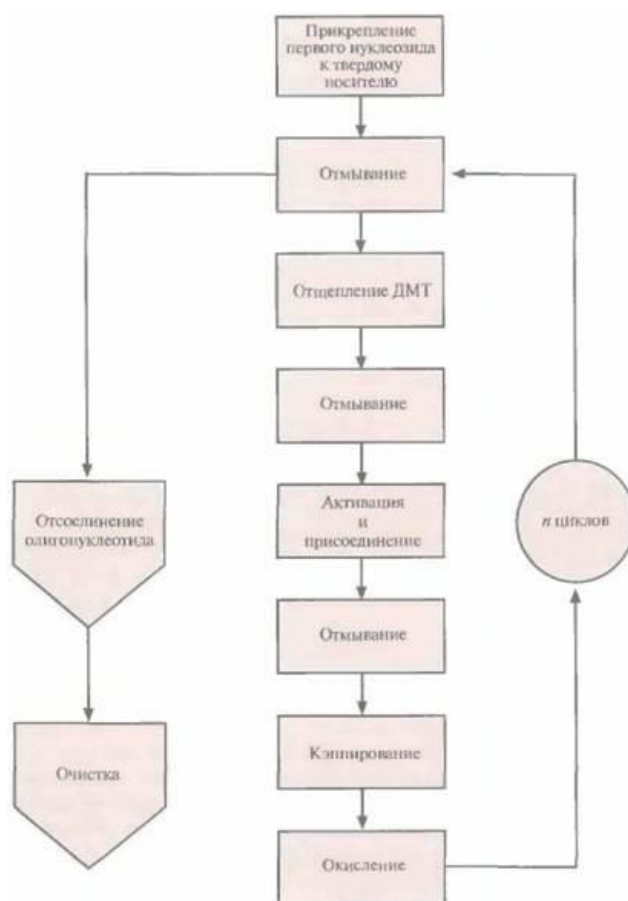
ДНК кимёвий синтезлаш, нуклеотид кетма кетлигини аниқлаш ва амплификациялаш

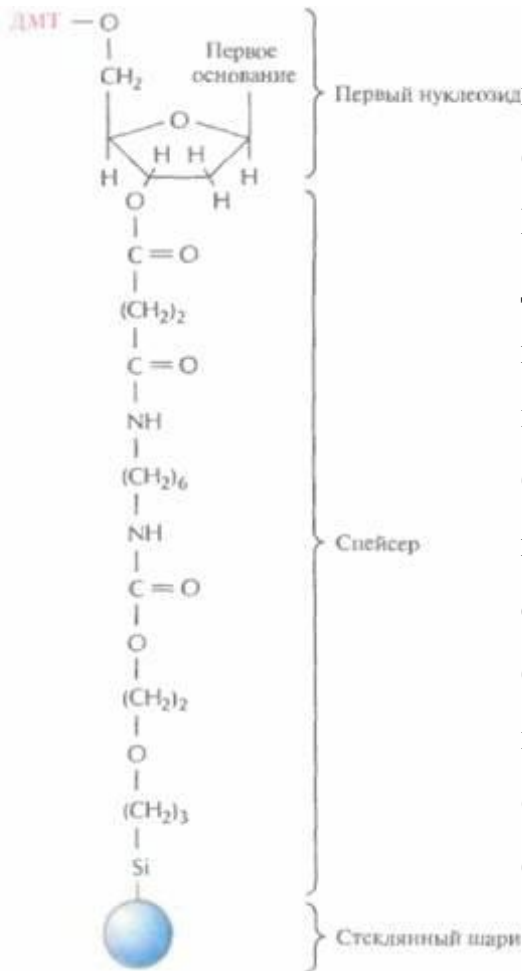
Синтез қаттиқ фазада (ДНК нинг ўсувчи занжири қаттиқ ташувчида котади) амалга оширилади, бу эса барча реакцияларни битта сиғимда амалга ошириш, ҳар бир босқичдан сўнг кераксиз реагентларни ювиб ташлаш ва янгиларини реакциянинг тўлиқ бажарилишини таъминловчи миқдорда қўшиш имконини беради.

Кўп босқичли синтезлаш босқичлари 5.1 расмда келтирилган. Биринчи нуклеозид (азотли асос + шакар) қаттиқ инерт ташувчига қотирилади, одатда улар бир хил ўлчамдаги тешикчалари бўлган шиша шарчалардир.

Синтезланаётган занжирнинг 3'- учли нуклеотиди бўладиган биринчи нуклеозиднинг 3'- гидроксилли гуруҳи ташувчи билан ковалент боғланган спейсерли молекулага бириктирилади. Биринчи нуклеотиднинг 5' гидроксилли гуруҳини иккинчи нуклеотиднинг реакцияга киришувчи коришмасига қўшишдан аввал нотўғри ўзаро таъсирини олдини олиш учун уни диметокситритилли (ДМТ) гуруҳ ёрдамида химоя қилинади (5.2 расм.) Бундай гуруҳ ўсувчи занжирга бириктириლაётган ҳар бир нуклеотид таркибида мавжуд, бундан ташқари у 3' фосфитли гуруҳга бириктирилган диизопропиламинли гуруҳни ташийди, у эса ўз навбатида металл қолдиқ билан химояланган. (5.3 расм).

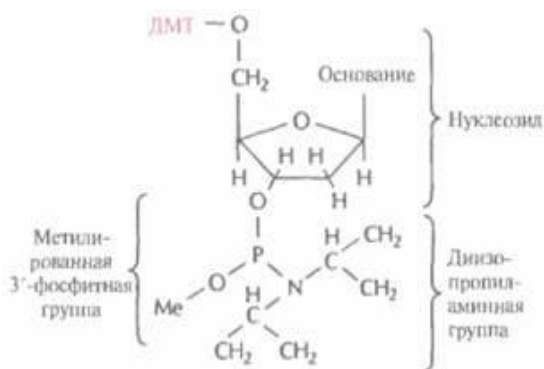
1-расм. Олигонуклеотидни кимёвий синтезлаш. n циклларидан сўнг $n + 1$ нуклеотиддан ДНК нинг бир занжирли фрагменти ҳосил бўлади.





2-расм. ДНК занжирини кимёвий синтезлаш бошланадиган комплекс. Биринчи нуклеозид дезоксирибозасининг 5' гидроксилли гурухига диметокситритил (ДМТ) гурухи бириктирилган, 3'-гидроксилли гурухга эса спейсерли молекула бириктирилган. Охиргиси ўз навбатида қаттиқ ташувчи (тешикчали шиша шарча) билан боғланган.

Бундай молекуляр конфигурация фосфирамидит дейилади.



3-расм. Фосфорамидаитнинг узилмавий формуласи. Барча ўрт асос- А, Т, G и С нинг елтириб чиқарувчилари ДНК и кимёвий синтезлаш учун шлатилади. ДМТ — иметокситритил, Me — метал урухи.

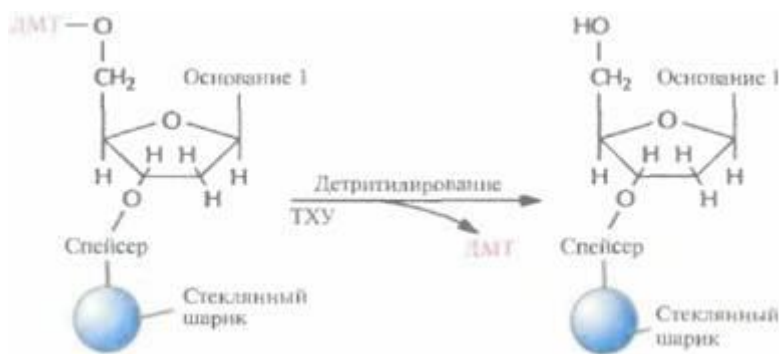
Биринчи нуклеозид шиша шарчага бириккандан сўнг цикл бошланади. Шундан сўнг колонка сув ва бошқа нуклеофилли моддаларни чиқариб

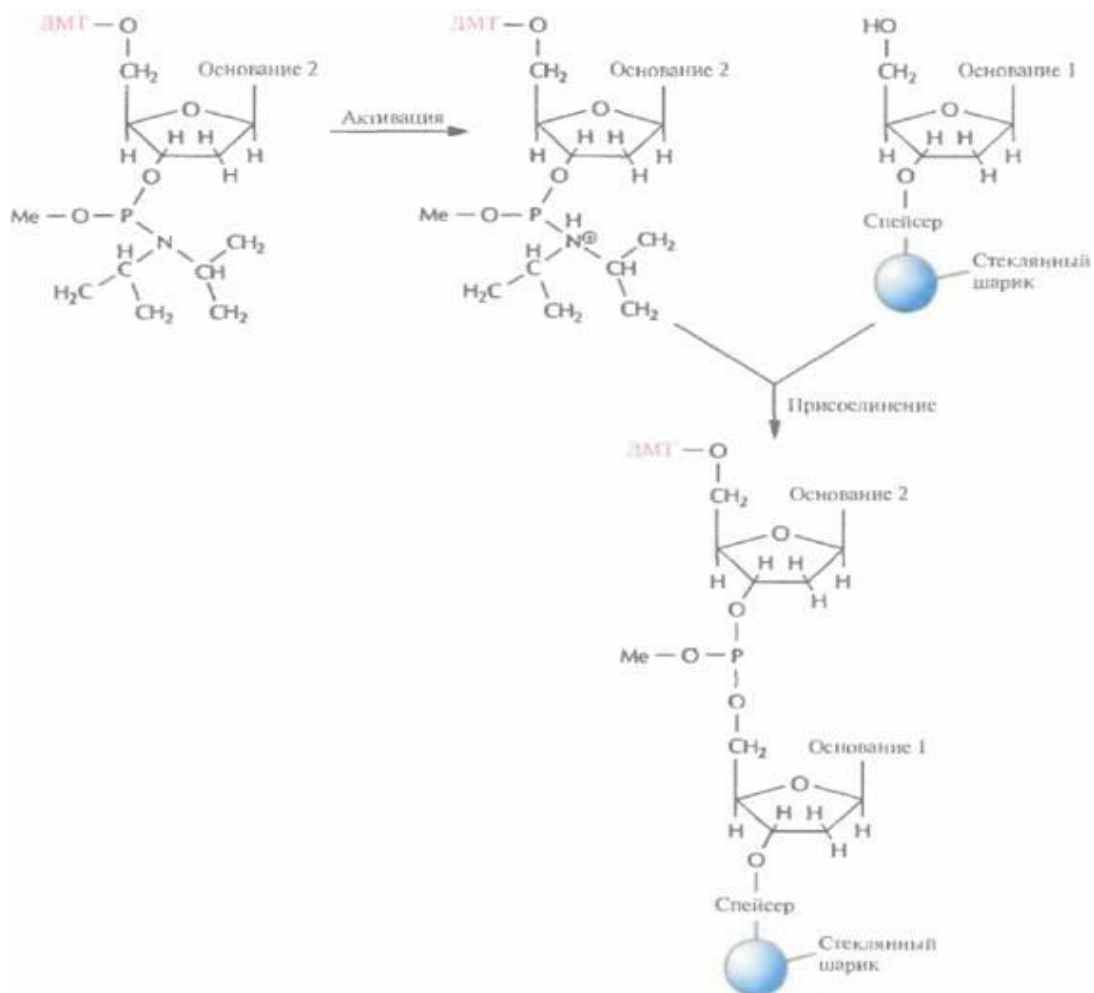
ташланиш мақсадида бирор сувсиз реагент (масалан, ацетонитрил) билан яхшилаб ювилади ва у орқали ацетонитрилни чиқариш учун пуфланади. Кейин реакцияга киришиш хусусиятига эга бўлган 5'-гидроксилли гуруҳни бириккан нуклеотиддан бўшатиб олиш учун учхлорсирка (ТХУ УХС) кислотаси ёрдамида 5'-ДМТ (детритиллаш) ажратиб олинади (5.4 расм). Колонка ТХУ УХУни йўқотиш учун яна ацетонитрил билан ювилади, ҳамда ацетонитрилни бартараф этиш учун аргон билан пуфланади. Жараён шундай дастурланганки, иккинчи босқичда колонкага бир вақтнинг ўзида кейинги нуклеозид (фосфорамидит кўринишида) ва тетразол (фаоллаштириш ва бириктириш) юборилади. Тетразол фосфорамидитни фаоллаштиради, шунинг учун 3'- фосфитли гуруҳ биринчи нуклеозиднинг 5'-гидроксилли гуруҳи билан ковалент боғланади. (5.5 расм). Киришмаган фосфорамидит ва тетразол аргон пуфлаш йўли билан чиқариб ташланади.

Биринчи босқич тугагач, ташувчига бириктирилган нуклеозидларнинг ҳаииси ҳаи фосфорамидитбилан боғланган бўлмаслиги сабабли уларнинг иккинчи босқичда кўшилган нуклеозид билан ўзаро таъсирини бартараф этиш зарур. Бунинг учун таъсир этмаган 5'- гидроксилли гуруҳ сиркали ангидрид ва диметиламинопиридин ёрдамида ацетилланади (кэппирование) (5.6 расм). Агар бу иш амалга оширилмаса, бир неча босқичдан сўнг синтезланаётган олигонуклеотидлар узунлиги ва нуклеотид кетма кетлиги бўйича фарқланади.

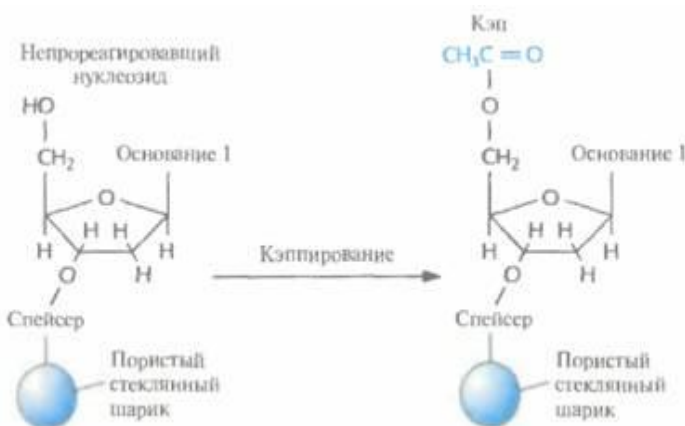
4 расм.

Детритиллаш —5'-
диметокситритилли
(ДМТ) гуруҳни
учхлорсирка (ТХУ УХС)
кислотаси ёрдамида
ажратиб олиш





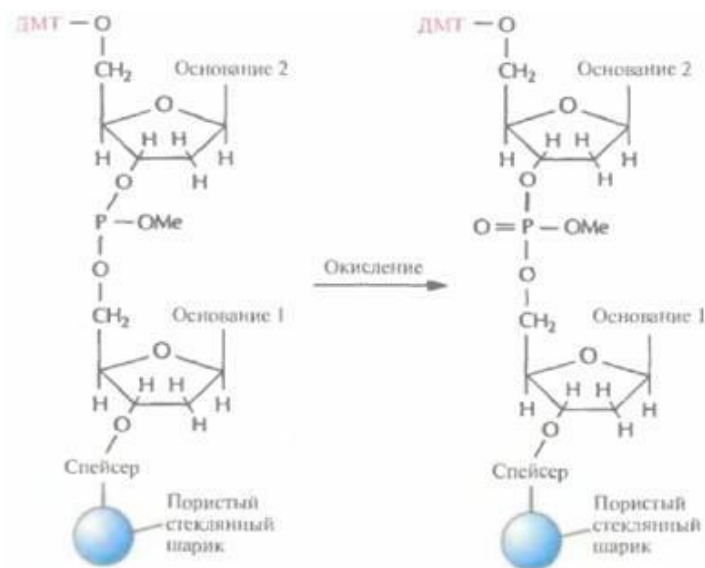
5-расм. Фаоллаштириш ва бириктириш, Фаоллашган фосфорамидитнинг 3'-фосфитли гуруҳи шиша шарчага бириктирилган детритилланган нуклеозиднинг 5' гидроксилли гуруҳи билан ковалент боҳлиқлик ҳосил қилади, ДМТ — диметокситритиллигуруҳ, Ме - метиллигуруҳ.



6-расм. Кэпирлаш. Детритилланган нуклеозидларнинг биринчи циклда таъсирга киришмаган 5'-гидроксилли гуруҳини кейинги циклда иштирокини олдини олиш учун ацетилланади

Шунинг учун фосфит три эфири йод аралашмаси ёрдамида барқарор бешвалентли фосфаттриэфир ҳосил бўлгунга қадар оксидланади (7 расм). Сўнг колонка ювилади ва бутун цикл такрорланади (детритиллаш, фаоллаштириш ва бириктириш, кэппирлаш, оксидлаш; 1 расм). Тасвирланган барча операциялар ўсаётган занжирга дастур асосида охириги нуклеозид бирикмагунга қадар бажарилади. Синтезланган олигонуклеотидлар шиша шарчалар билан боғланган; ҳар бир фосфаттриэфир метилли гуруҳни ташийди; ҳар бир гуанин, цитозин ва аденин таркибида ҳимояланган амингуруҳи бор, сўнгги нуклеотиднинг 5'-учида ДМТ гуруҳ жойлашган.

Метилли гуруҳлар бевосита реакция колонкасида кимёвий қайта ишлаш йўли билан чиқариб юборилади. Сўнг олигонуклеотидларни 3'- гидроксилли учи билан бирга спейсер молекуласидан ажратилади ва уларни колонкадан элюирланади; кейин бирин кетин бензоилли, изобутирилли ва ДМТ гуруҳлар чиқариб ташланади. Занжирнинг 5'- учи ферментатив (полинуклеотидкиназа T4+АТР) ёки кимёвий усул билан фосфорилланади.



7 расм. Оксидлаш. Фосфиттриэфир бешвалентли фосфаттриэфир даражасигача оксидланади, Бу эса фосфодиэфир боғлиқлигининг барқарорлигига олиб келади ва уни кислота ҳамда ишқорлар таъсирига чидамлироқ қилади. ДМТ - диметокситритилли гуруҳ, Me — метилли гуруҳ.

Ушбу реакцияни олигонуклеотид ҳали ташувчиси билан боғлиқ бўлганда, лекин детритиллашдан сўнг ҳам ўтказиш мумкин.

Маҳсулотнинг чиқиши юқори бўлиши учун нуклеотидларнинг ҳар босқичда бирикиш самарадорлиги 98% дан паст бўлмаслиги зарур,

самарадорлик спектрометрик усуллар билан, чиқариб ташланаётган тритилли гуруҳлар сонини аниқлаб назорат қилинади. Агар, масалан 20 аъзоли олигонуклеотидни синтезлаш вақтида ҳар бир цикл самарадорлиги 99% га тенг бўлса, 82% (яъни $0,99^{20} \cdot 100$) олигонуклеотидлар айнан шундай узунликка эга бўлади. Агар 60 аъзоли олигонуклеотид синтезланаётган бўлса, шундай самарадорликда олигонуклеотидларнинг фақат 55% 60 тадан нуклеотид сақлайди. Агар циклнинг ўртача самарадорлиги 98% дан ошмаса, келтирилган узунликдаги олигонуклеотидларнинг улуши анча паст бўлади (1 жадвал). Тижорат ДНК синтезловчиларини тайёрлаб берувчи фирмалар одатда бирикиш самарадорлигининг ўртача 98% лигини кафолатлайди. Лекин бунинг учун жуда юқори даражадаги тозалikka эга бўлган реагентлар ва химикатлардан фойдаланиш керак, буни эса ҳар доим ҳам иложи бўлмайди. Реал бирикиш самарадорлиги одатда 95% бўлади, лекин баъзида 99% самарадорликка ҳам эришиш мумкин. Белгиланган узунликдаги олигонуклеотидларни олиш учун кимёвий синтезлашнинг кўпгина бирламчи маҳсулотларини юқори самарадорликка эга бўлган суюқ хроматография билан юқори босим остида йўналтирилган фаза билан, ёки полиакриламидли гелда электрофарез билан тозалаш зарур. “омадсиз” кетма кетликлар олинмоқчи бўлган олигонуклеотиддан калтароқ бўлганлиги сабабли буни амалга ошириш унчалик қийин эмас.¹

1. *жадвал.* Цикл ўртача самарадорлигининг турли хил белгиларида берилган узунликдаги (n) олигонуклеотидларнинг ўрта чиқиши

Самарадорлик, % **Ўрта чиқиш, %**

	<i>n</i> = 20	<i>n</i> = 40	<i>n</i> = 60	<i>n</i> = 80	<i>n</i> = 100
90	12	1,5	0,18	0,02	0,003
95	36	13	4,6	1,7	0,6
98	67	45	30	20	13
99	82	67	55	45	37
99,5	90	82	74	67	61

Синтезланган олигонуклеотидларни қўллаш

Кимёвий усуллар билан синтезланган олигонуклеотидлар молекуляр биотехнологияда кенг қўлланади. Улар ДНК гибридлашда зонд сифатида,

клонлаш тажрибаларида ДНК турли молекулаларини бирлаштирувчи линкерлар, ДНКни секвенирлашда праймер сифатида, ёки клонлаштирилган ўлжа генларнинг махсус мутагенезини амалга оширишда фойдаланилади.

1. Махсус олигонуклеотидли зондларнинг (узунлиги 20 40 звено) нуклеотидкетма кетлигини мувофиқ оксилларнинг аминокислотали кетма кетлиги ҳақидаги маълумотлардан топилади.

2. Линкерли кетма кетликлар “адаптер”ларнинг вариантларидан бири иккита ва ундан ортиқ рестрицирловчи эндонуклеаза учун сайтларни сақлайди (5,8, В расм). Бу ҳолда вектор *SmaI*- сайтларга эга бўлиши мумкин эмас, на вектор, на ДНК *BamHI*- сайтларни ташиши керак эмас.

3. 17 24 звенодан иборат бир занжирли олигонуклеотидлар ДНКни секвенирлашда праймерлар сифатида ва ПЦР ўтказишда ишлатилади.

4. Бир занжирли олигонуклеотидлар *in vitro* махсус сайт мутагенези учун праймер сифатида ишлатилади.

5. Қайсидир аниқ оксилни кодловчи нуклеотид кетма кетликни кимёвий синтез қилиш зарурати мувофиқ генни клонлаш қийинлашганда пайдо бўлиши мумкин. Бунда геннинг нуклеотид кетма кетлигини оксилнинг аминокислотали кетма кетлиги ҳақидаги маълумотлардан топилади. Ушбу ген ташкил топган кодонлар эга организм томонидан яхши ўқилмаганда ва трансляция даражаси жуда паст бўлганда кимёвий синтезга мурожаат қилинади. Бу ҳолда генни кодонларнинг шундай тўплами билан синтезланадики (кодонларни оптималлаштириш), бунда кодланаётган оксилларнинг аминокислотали кетма кетлиги ўз ҳолида қолади, кодонлар эса эга организм томонидан самаралироқ ўқилади.

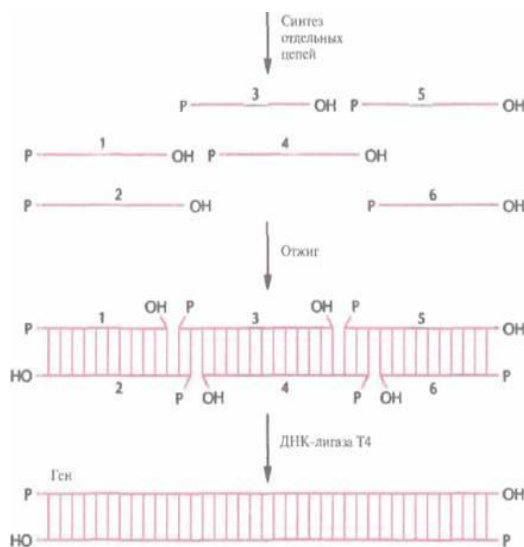
5. ДНКни секвенирлаш усуллари ва генларни синтезлаш

Агар кимёвий синтезланган икки занжирли ДНКдан ген ёки унинг фрагменти сифатида фойдаланиш назарда тутилаётган бўлса, занжирларнинг ҳар бири алоҳида синтезланиши зарур. Калта генларни (60 80 п.н) олиш техник жиҳатдан мураккаб эмас: бунинг учун комплементар занжирлар синтезланади, сўнг улар ёндирилади. Йирик генлар учраган ҳолда махсус

стратегия қўлланади, чунки кимёвий синтезнинг ҳар бир цикли самарадорлиги асло 100% бўлмайди. Масалан, агар ген 999 жуфт нуклеотидлардан иборат бўлса ва ҳар бир циклнинг самарадорлиги 99% бўлса, у ҳолда тўлиқ ўлчамли бир занжирли ДНК улуши жараён тугагач 0,004%дан ошмайди. Бу муаммони ҳал этиш учун синтетик (икки занжирли) генлар модуллардан (бир занжирли) узунлиги 20 дан 100 нуклеотидгача бўлган фрагментлардан йиғилади.

Синтетик генларни тузиш усулларида бири ҳар қайсиси бир бирини ёпадиган учли, узунлиги 20 60 нуклеотид бўлган олигонуклеотидлар йиғиндисини олишдан иборат.

Занжирларнинг нуклеотид кетма кетлиги шундай бўладики, ёндирилгандан сўнг геннинг учигаги сегментлари ўтмас бўлиши керак. Ҳар бир ички сегмент 3'- ва 5'- бўртиб чиқиб турган учларга эга, улар қўшни сегментларга комплементардир (9 расм).



9 расм. Қалта олигонуклеотидлардан ташкил топган синтетик генларни йиғиш.

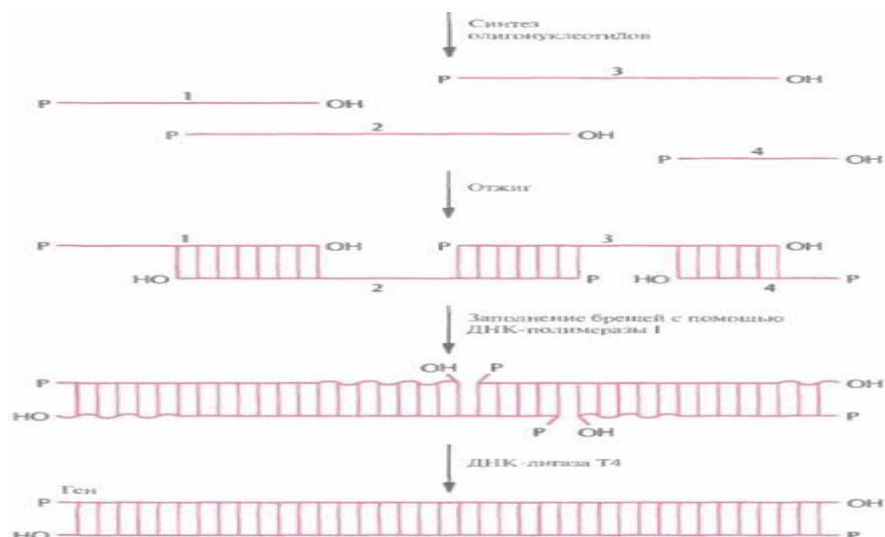
Узунлиги 20дан 60 звеногача бўлган алоҳида олигонуклеотидлар ёндирилган вақтда улардан икки занжирли молекула ҳосил бўлиши учун ҳар бири худди шундай нуклеотид кетма кетликлар билан синтезланади. Қолган бир занжирли узилишлари Т4 ДНК лигаза ёрдамида тикилади.

Ген йиғиб бўлингач Т4 ДНК – лигаза ёрдамида бир занжирли узилишларни тикиб чиқиш қолади. Синтетик генлар шундай тузилган

бўлиши мумкинки, оксил кодловчи кетма кетликдан ташқари уларнинг клонлаштирувчи векторга (рестрицирловчи эндонуклеазлар учун сайтлар) тузилишини таъминловчи учли майдонга, шунингдек агар бу зарур бўлса тўғри инициация ва терминация, транскрипция ва трансляция учун сигнал кетма кетликларга эга.

Тўлиқ ўлчамли генларни бошқа усул билан олиш учун узунлиги 40 дан 100 звеногача бўлган ёпилган олигонуклеотидларнинг махсус тўплами синтезланади. Ёндирилаётганда 3'- и 5'- учли ўзарокомплектар нуклеотидларнинг 6-10 жуфтланиши содир бўлади, уларнинг орасида эса катта тешиklar қолади. Бутун тузилмани стабиллаштириш учун жуфтлашган майдонларнинг узунлиги катта бўлади. Тешиklar ферментатив йўл билан ДНК полимераза I *Escherichia coli* ёрдамида тўлдирилади, у инициациялаш репликациялаш учун 3'- гидроксил гуруҳ ва бир занжирли майдонлардан матрица сифатида фойдаланади. Қолган бир занжирли узилишларни T4 ДНК лигаза ёрдамида тикилади. (10 - расм).

Узунроқ генлар (>1000 п. н.) одатда икки занжирли фрагментлардан йиғилади, уларнинг ҳар бири ўз навбатида 4-6 бир бирини ёпадиган олигонуклеотидлардан (ҳар бири 20 дан 60 п.н гача) иборат. Агар синтез ва ёқилгандан сўнг етарли миқдорда фрагментлар ҳосил бўлса, улар бир бирига шунчаки уланади. Акс ҳолда ҳар бир фрагмент клонлаштирилади ва амплификацияланади. Икки занжирли фрагментлар кетма кетликда тўлиқ ўлчовли ген ҳосил бўлгунча бир бирига боғланади.



10 расм. *in vitro* узун генининг ферментлар иштирокида йиғилиши. Аввал кимёвий усуллар бир алоҳида олигонуклеотидлар шундай нуклеотид кетма кетликлар билан синтезланадики, ёндириш вақтида уларнинг орасида узунлиги 6 -10 жуфт нуклеотидлар бўлган жуфтлашган майдонлар ҳосил бўлиши керак. Уларнинг орасидаги қолган тешиклар ДНК – полимераза I *E. coli* ёрдамида тўлдирилади, бир занжирли узилишлар эса T4 ДНК лигаза ёрдамида тикилади.

Кимёвий синтезланган генининг нуклеотид кетма кетлиги тўғрилигини кафолатлаш учун ҳар бир икки занжирли фрагмент, кейин эса бутун ген секвенирланади. ДНК ни секвенирлаш усуллари - ДНК молекуласи ҳақидаги тўлиқ маълумотни фақатгина унинг нуклеотид кетма кетлигини аниқлагандан сўнг олиш мумкин. Шундай қилиб гени секвенирлаш орқали унинг вазифасини , нуклеотид кетма кетлигини вазифаси аниқланган генлар учун солиштириб аниқлаш мумкин. Нуклеотид кетма кетлик ҳақидаги маълумотларсиз молекуляр клонлаштириш бўйича тадқиқотлар ўтказиб бўлмайди. ДНК у ёки бу фрагментини секвенирлашни А. Максам ва В. Гилбертлар томонидан ишлаб чиқилган кимёвий усул, ёки Ф.Сангер томонидан таклиф этилган ферментатив усул билан ўтказиш мумкин, аммо ҳозирги вақтда кўпроқ дидезоксинуклеотид усул кенг тарқалган.

Янги усулларни яратиш – бу фаннинг исталган тармоғининг ривожланиши учун турткидир. Улар илгари маълум бўлмаган маълумотларни олиш имконини беради, бу эса ўз навбатида кузатилаётган воқеа, ҳодисаларнинг моҳиятини чуқурроқ тушунишга олиб келади ва янги кашфиётларни келтириб чиқарувчи тадқиқотларни рағбатлантиради. Молекуляр биотехнологияга келсак, унинг асоси сифатида шундай усуллардан фойдаланилдики, улар ДНК ва ПЦР ни секвенирлаш. ДНКнинг нуклеотид кетма кетлигини ДНК полимераза билан амалга ошириладиган занжирнинг узайишини тўхтатиш йўли орқали ферментатив нусха кўчириш усули билан аниқлаш –тез, жуда содда ва ишончли усул. ДНК фрагментининг нуклеотид кетма кетлиги молекуляр даражада унинг тўлиқ тавсифи бўлишидан

ташқари, унинг кодланаётган майдонини тенглаштириш, ПЦР учун потенциал праймер танлаш, гендаги мутация ўзгаришларини аниқлаш имконини беради. 1977 йилда Сангернинг ДНКни секвенирлаш учун дидезокси усули пайдо бўлгунга қадар занжирнинг махсус сайт кимёвий парчаланиш усулидан фойдаланилган (А. М. Maxani, W. Gilbert, *Proc. Natl. Acad. Sei. USA* 74: 560-564, 1977). Яна илгари нуклеин кислоталарни секвенирлаш РНКнинг нуклеин кетма кетлигини аниқлаш демак эди. Бунинг учун ДНКнинг керакли фрагменти РНК га РНК – жинс имераза ёрдамида кўчириб ўтказилади (транскрибировать), кейин эса сўнгисининг нуклеотид кетма кетлиги аниқланади. Жараён жуда мураккаб ва узок давом этарди. У қуйидагидан иборат эди: радиоактив мўлжалланган РНК турли рибонуклеазалар билан қайта ишланган, кейин ҳосил бўлган маҳсулотни хроматграфик бўлиниши амалга оширилган, такроран ферментлар билан қайта ишланган, иккинчи парчаланишдаги маҳсулотларнинг ишқорий гидролизи амалга оширилган, гидролиз натижасида олинган маҳсулотларнинг хроматографик бўлиниши амалга оширилган, олигонуклеотидларнинг кетма кетлиги уларнинг уч майдонларини бир бирига ёпишишига асосланиб аниқланган ва бошланғич молекула қайта тикланган. Дидезокси усулнинг пайдо бўлиши билан бу жараёндан деярли фойдаланилмай қўйилди. Ҳозирда РНКнинг ўзини эмас, балки унга худди матрицадаги каби қайта транскриптаза ёрдамида синтезланган ДНК секвенирланади ҳамда Максам ва Гилберт усулларида эмас, балки M13 фага асосида клонлаштириш тизими яратилгандан сўнг пайдо бўлган Сангер усулидан фойдаланилади. ДНК ни тўғридан тўғри секвенирлаш инсон турли касалликларининг молекуляр асосларини тадқиқ этиш, ташхис қўйиш ва даволаш усулларида ишлаб чиқишда ҳақиқий инқилоб содир этди. Тадқиқотларнинг жуда кўп соҳаларига, шу жумладан молекуляр биотехнологияга ПЦР усулининг ишлаб чиқилиши катта таъсир кўрсатди (Kary Mullis; U.S. patent 4,683,202). Клонлаштирилган ёки геном ДНКнинг сегментларини амплификация қилиш орқали катта миқдорда ДНК

олиш имкони яратилгач, РНК ноёб молекулаларининг ДНК нусхаларини клонлаштириш, геном кутубхоналарининг скрининги, ген мутацияларини аниқлаш, хромосомаларни жисмоний картирлаш (картирование) ва бошқа муаммолар ҳал бўлди. ПЦР нинг биринчи бор амалиётда қўлланиши серповидхужайрали анемияни ташхислаш тест тизимини яратиш бўлган (Saiki et al., *Science* 230: 1350-1354, 1985). ПЦР шундай ноёб усулки, бошқа барчага яхши маълум бўлган усуллар ичида унинг тенги йўқ. 1986 йилдан бошлаб, унинг ёрдамида 10000 дан ортиқ тадқиқотлар ўтказилди, ва уларнинг турли хил бўлишига қарамасдан, ПЦР дан фойдаланишнинг истиқболлари яна ҳам одамни ром қилмоқда.

6. Оксиллар терапияси

Рекомбинантли ДНК технологияларининг пайдо бўлишидан аввал инсон оксили асосидаги кўпгина доривор препаратларни фақат унча кўп бўлмаган миқдорда олиш мумкин бўлган, сабаби уларни ишлаб чиқариш жуда қимматга тушган ва биологик таъсири механизми баъзида яхши ўрганиб чиқилмаган эди. Янги технология ёрдамида препаратларнинг барча спектрларини самарали тестдан ўтказиш ва клиникада қўллаш учун етарли бўлган миқдорда олиш мумкин деб тахмин қилинган. Вабуумидруёбгачикди .Бугунгакелибинсоннинг 400 дан ортиқгенлар и (асосан ДНК кўринишида) турли оксиллари клонлаштирилган бўлиб, амалда улар доривор препарат бўлишлари мумкин.Ушбу генларнинг кўп қисми хўжайин хужайрада экспессияланди ва ҳозирда уларнинг маҳсулотлари инсоннинг турли касалликларини даволашда қўллаш эхтимолига текширувдан ўтказилмоқда (2 жадвал). АКШда ҳозирда, 30дан ортиқ шундай биологик препаратлар маъқулланди (3 жадвал). Бироқ ҳали уларнинг кенг миқёсда қўлланилиб, сотувга чиқарилишига ҳали кўп йиллар бор; аввалига улар хайвонларда текшириб кўрилади шундан сўнг, клиник синовдан ўтказилади, бироқ, фармацевтик фирмалар ҳозирданок уларга қизиқишмоқдалар.

Мутахассисларнинг ҳисоб китобларига кўра инсон оксили асосидаги доривор препаратларнинг дунё бозоридаги ҳажми 150 млрд долларга етган ва

доимий равишда ўсиб бормоқда.рекомбинантли оксиллар асосидаги доривор препаратлар нинг дунё бозоридаги ҳажми йилига 12-145% га ўсмоқда. Инсоннинг кўпгина касалликларини даволаш ва профилактика қилишнинг янги методлари XX асрда инсонларнинг фаровон яшашларини ўсишига улкан ҳисса қўшди. Бироқ бу жараён тугади деб айтиб бўлмайди. Эски деб аталмиш касалликлар (масалан, сил касаллиги) профилактика тадбирлар сусайиши биланоқ ёки бўлмаса, янги резистентли штаммлари пайдо бўлганида яна юзага келиши мумкин.Терапевтик воситалар сифатида специфик антителолардан фойдаланиш истиқболи жуда эътиборли;улардан келгусида токсинларни нейтрализация қилишда, бактериялар, вируслар билан курашишда ва ҳатто, рақни даволашда ҳам фойдаланиш мумкин. Антителони ўз-ўзини бошқарадиган рақетага ўхшатиш мумкин у ёки ёт агентни нейтраллайди, ёки специфик нишон-ҳужайрани емириб юборади. Афсуски, антителадан, унинг имконияти жуда кенг дейилиши қарамасдан бошқа касалликлар ва уларнинг патологияларини даволашда фойдаланилмаган. Фақат сўнгги пайтдагина рекомбинант ДНК ва кўп клонли антителалар олиш методикаси ривожлангандан сўнг ва молекуляр структураси ва иммуноглобулин функциялари расшифровкалангандан сўнг специфик антителолардан турли касалликларни даволашда кўллашга бўлган қизиқиш яна ортди.¹

ДНК интерферонларини ажратиб олиш

Инсон оксиленинг гени ёки кДНКсини ажратиб олиш учун турли ёндашувлардан фойдаланиш мумкин. Бир қатор ҳолатларда керакли бўлган оксил ажратиб олинадиди ва унинг тегишли майдонидаги аминокислотали кетма-кетлиги аниқланади. Шулардан келиб чиқиб унинг кодловчи кетма-кетлигини топадилар , тегишли олигонуклеотидни синтезлайдилар ва ундан геномли ёки библиотекалик ДНК дан керакли ген ёки кДНК ажратиб олиш учун гибридизацион зонд сифатида фойдаланадилар.

Бошқа ёндашувни тозаланган оксилга антителалар ишлаб чиқариш ва уларни маълум бир генлар экспрессияси содир бўлаётган библиотекалар учун

ишлатадилар. Кўпинча қандайдир битта тўқимада синтезланаётган инсон оксили учун шу тўқимадан ажратиб олинган мРНК асосида олинган кДНК-библиотека ДНК-нишон билан тўйинтирилган бўлади. Масалан, ошқозон ости беши Лангеранс оролчалари ҳужайраларида синтезланадиган асосий оксил инсулин бўлиб, бу ҳужайралардан ажратилган 70 % мРНК ни айнан у кодлайди. Бироқ кДНК ни тўйинтириш принципларини инсоннинг миқдори жуда кам ёки синтезланиш жойи номаълум бўлган оксиллари учун қўллаш мумкин эмас. Бу ҳолатда бошқа экспериментал ёндашувлар зарур бўлади. Таркибида α -, β - ва γ -интерферонлари (ИФ α , ИФ β , ИФ γ) бўлган инсон интерферонлари –табiiй оксиллар бўлиб, уларнинг ҳар бирини терапевтик мақсадларда қўллаш мумкин (4 жадв.). Уларнинг кДНК си ажратиб олинганда улар таркибида етарлича тегишли мРНК ва оксиллар йўқлиги сабабли бўлган қийинчиликларни енгишга имкон берувчи янги ёндашувларни ишлаб чиқишга тўғри келди.

3-жадвал. Инсон касалликларини даволаш учун қўлланишга озиқ –овқат маҳсулотлари, медицинаментлар ва косметика воситаларини назорат қилиш бўйича Департамент(АҚШ) рўхсатини олган баъзи бир рекомбинантли оксиллар :

Интерферонларнинг кДНК ажратиб чиқариш процедураси қуйидагилардан иборат:

1. Инсон лейкоцитидан мРНК ажратиб олишди ва уларни ўлчамларига кўра фракцияларга ажратишди; тескари транскрипция ўтказишди ва плазмида рВR322н *Pst*I сайтига киритилди.

2. Олинган маҳсулот билан *Escherichia coli* ни трансформациялашди, ҳосил бўлган 6000 клонни 12 гуруҳга ажратдилар ҳар бирига 512 клондан тўғри келди.

3. Клонларнинг ҳар бир гуруҳи тозаланмаган препарат ИФ-мРНК билан гибридизланди.

4. Таркибида клонланган ДНК ва мРНК бўлган гибридлардан мРНК ажратиб олинди ва у оксилни ҳужайрасиз синтезлаш системасида трансляция қилинди.

5. Трансляция натижасида олинган ҳар бир қоришманинг вирусга қарши интерферонли фаоллиги белгиланди. Интерферонли фаоллик кўрсатган гуруҳлар таркибида ИФ-мРНК билан гибридлашган кДНК клони мавжуд бўлган.

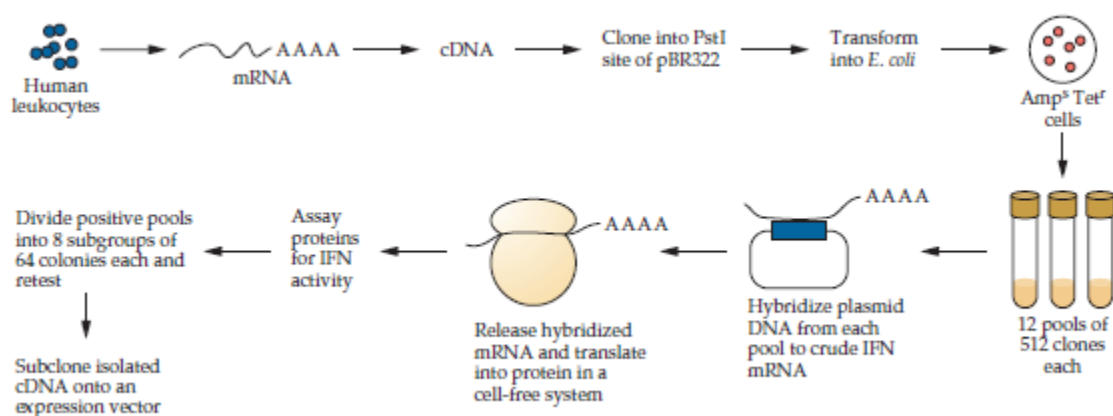
6. Позитив гуруҳлар ҳар бирида 64 тадан клон бўлган 8 та ним гуруҳларга ажратилди ва тестдан ўтказилди. Ним гуруҳларга ажратишни таркибида инсоннинг тўлиқ ўлчамдаги ИФ-кДНКси бўлган гуруҳ қолмагунга қадар давои эттирилди. Тегишли кДНКга мос бўлган кўп миқдордаги ИФ олиш зарур бўлса экспрессиянинг юқори даражасига етиш имконини берувчи *E. coli*-векторда субклонлаштириш мумкин.

Инсонлар интерферонлари - Интерфероннинг биринчи гени 1980-х й. бошларида олинган бўлиб, ўшандан бери бир неча турдаги интерферонлар топилган. Юқорида айтиб ўтилганидай, уларнинг биологик ва кимёвий хусусиятларига кўра уч гуруҳга ажратиш мумкин: ИФ α , ИФ β ва ИФ γ . ИФ α ва ИФ β вируслар ёки вирусли РНК препаратлари билан ишлов берилган ҳужайралар билан синтезланадилар, ИФ γ эса ҳужайраларни ўсишини стимуллаштирувчи моддаларга жавобан ишлаб чиқарилади. ИФ α минимум 15 та неаллел генларни ўз ичига олган генлар оиласи билан кодланади. ИФ β ва ИФ γ ҳар бири алоҳида бир ген билан кодланадилар. ИФ α подтиплари турли спецификага эга. Масалан, вирус билан ишлов берилган буқа ҳужайралари линиясидаги ИФ α_1 ва ИФ α_2 ларнинг самарадорлиги текшириб кўрилганда бу интерферонлар ўхшаш вирусга қарши фаоллик кўрсатадилар, инсоннинг вирус билан ишлов берилган ҳужайраларида эса ИФ α_2 интерферони ИФ α_1 га қараганда кўпроқ фаоллик кўрсатади. Агар вирусга қарши фаоллик сичқон ҳужайраларида текшириб кўрилса, унда ИФ α_2 интерферони ИФ α_1 га қараганда 30 марта камроқ фаоллик кўрсатади.

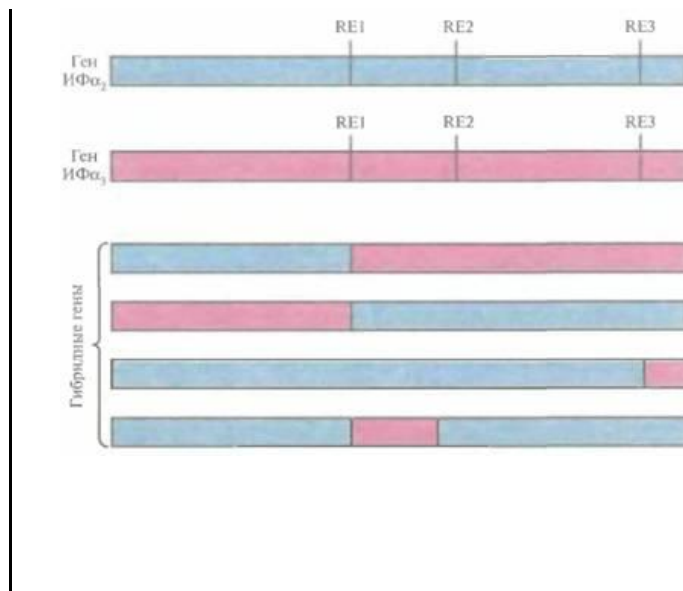
Комбинацияланган хусусиятга эга Иф яратишга ИФа интерферон турлича эканлигини эътиборга олиб бир неча мартаба ўриниб кўрилди.¹

Назарий жиҳатдан турли ИФ ларнинг кетма-кетликлари қисмларини бирлаштириб бунга эришиш мумкин. Бу ҳар бир бошланғич оқсилга нисбатан бошқача хусусиятларга эга бўлган гибрид оқсилни ҳосил бўлишига олиб келади. ИФа₁ ва ИФа₂ лар нинг кДНК си солиштирилганда шуни кўрсатдики, улар 60,92 ва 150 позицияларда бир ҳил рестрикция сайтларини кўрсатадилар. Уларнинг ҳар бирининг кДНК си парчаланиб кетгандан сўнг бу сайтларда ва бундан кейинги легириланиш фрагментларида бир неча гибридгенлар олинди (Расм 11)

FIGURE 10.1 Overview of the protocol used to isolate IFN cDNA.



Бу генлар экспрессировалив *E. coli*, да синтезланган оқсилларни экспрессияладилар, тозаладилар ва уларнинг биологик функцияларини тадқиқот килдилар. Гибрид ИФ лар нинг ҳимоя қилиш хусусиятларини сут эмизувчиларнинг хужайраларида текшириб кўрилганда шу нарса маълум бўлдики, улардан баъзи бирлари бош молекулаларга нисбатан кўпроқ фаоллик кўрсатар эканлар. Ундан ташқари, кўпгина гибрид ИФ лар назорат хужайраларда 2'—5'-олигоизоаденилат-синтеазалар индукцияладилар. Буфермент 2'—5'-боғланган олигонуклеотидлар синтезида иштирок этадилар ва улар ўзнавбатыда, вирусли мРНК ни парчалаб юборувчи латент хужайрали эндорибонуклеазани фаоллаштирадилар. Бошқа гибрид ИФ лар инсоннинг турли хил рак хужайраларидаги турли микроорганизмларда бош молекулаларга нисбатан кўпроқ антипролифератив фаоллик кўрсатади.



Расм.11. ИФ₂, ИФ₃ ва тўрт гибрид генларнинг структураси.. Сравнение нуклеотидных последовательностей генов ИФ₂ и ИФ₃ генларининг нуклеотид кетма-кетликлари солиштирилганда уларда рестрицирлайдиган (RE1, RE2, RE3) эндонуклеазалар учун сайтлар мавжудлиги аниқланди.

Бу сайтлардаги рестрикция ва олинган фрагментларнинг лигирланиши турли ҳилдаги гибрид генлар пайдо бўлишига олиб келади. Расмнинг қуйи қисмида уларнинг тўрттаси акс этирилган.¹

Инсонларнинг ўсиш гормони

Янги оксилларни стратегию конструирования новых белков путем замены функционал доменлар ёки йўналтирилган мутагенез ёрдамида алмаштириш йўли билан конструкциялаш стратегиясидан оксилнинг биологик таъсири кучайтириш ёки сусайтириш да фойдаланиш мумкин. Масалан, инсон бўйини ўсиш гормони (ГРЧ) турли ҳилдаги ҳужайралар билан яъни рецепторли ўсиш гормони ва пролактинли ўсиш гормони билан ҳам боғланиши мумкин. Даволаш жараёнида турли ножўя эффектларни олдини олиш мақсадида ГРЧ ни пролактинли рецептор билан боғланишига йўл қўймаслик керак. Ушбу рецептор билан боғланувчи ўсиш гормони молекулалари майдончаси ўзининг аминокислотали кетма-кетлиги билан пролактинли рецепторлар ўзаро таъсирга киришувчи майдонча билан фақат қисман тўғри келганлиги сабабли у билан боғланувчи гормонни танлаб олинган ҳолда

камайтирилади. Бунинг учун специфик мутагенез сайтидан фойдаланилди. Натижада, ГРЧни пролактинли рецептор билан юқори аффинли боғланиши учун зарур бўлган баъзи бир аминокислоталарнинг ёнбош гуруҳлари (His-18, His-21 и Glu-174) - Zn^{2+} ионлари учун лигандларда маълум бир ўзгаришлар рўй берди. Модификацияланган ўсиш гормонлари фақатгина” ўзининг” рецептори билан боғланади. Олинган натижалар шубҳасиз қизиқиш уйғотади, лекин модификацияланган ГРЧ лардан клиникада фойдаланиш мумкинми йўқми бу ҳали ноаниқ.

7. Ген экспрессиясининг оптимизацияси

Янги оқсил олиш етарли эмас унинг гени экспрессиясини оптималлаштириш муҳимдир. Аввалига тадқиқотчилар экспрессиянинг прокариотик ёки эукариотик системаларида етарли миқдорда аутентик оқсил олиш имконини текшириб кўрадилар. Прокариотик системалар улар билан ишлаш арзонга ташиши ва ишлаб чиқариш унумдорлиги юқори бўлиши сабабли устунликка эгадирлар. Афсуски, барча микроорганизмлар ҳам бир ҳилда гетерологик оқсилларнинг функционал шаклини синтезлай олмайдилар, шу боис тегишли солиштириш баҳоланилишини олиб бориш зарур. Инсоннинг интерлейкин-3 гени экспрессиясигина хужайин-хужайраларда ўрганиб чиқилганда энг яхши “хўжайин” бўлиб *Bacillus licheniformis* (жадв. 10.4) чиқди. *E. coli* нинг битта системасида экспрессиянинг бирмунча юқори даражасига эришилди, 20 қДа массада олинган оқсил массаси 15 қДа бўлган етилган аутентик оқсил эмас, балки интерлейкин-3 нинг β-галактозидаза *E. coli*. майдончаси билан кўшилиб кетишини ўзида акс эттиради. Одатда бунга ўхшаш химерли оқсилдан дори сифатида фойдаланиб бўлмайди.

Kluyveromyces lactis ва *Saccharomyces cerevisiae*, ачитқилари хужайралари, шунингдек инсон хужайралари ҳам интерлейкин-3 ни гликозирилаши мумкин, бироқ улардаги экспрессия даражаси жуда паст бўлади. Гликозирилилаш

интерлейкин-3 нинг фаоллигига таъсир кўрсатмайди, лекин уларнинг молекулалари ўлчамида сезиларли фарқ бўлади.

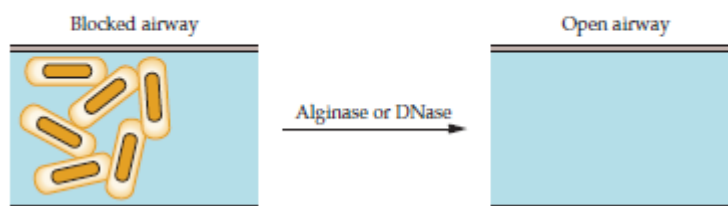


Расм 12. Инсоннинг ўсиш гормони нинг модификацияланган ва нативной шаклининг схематическое тасвири (ГРЧ). Олигонуклеотид-йўналтирилган мутагенез ёрдамида получена форма ГРЧ шакли олинди, пролактинли рецептор билан боғланиш қобилиятини йўқотган, бироқ ўсиш гормони рецепторига спецификани сақлаб қолган.

Альгинат-лиаза

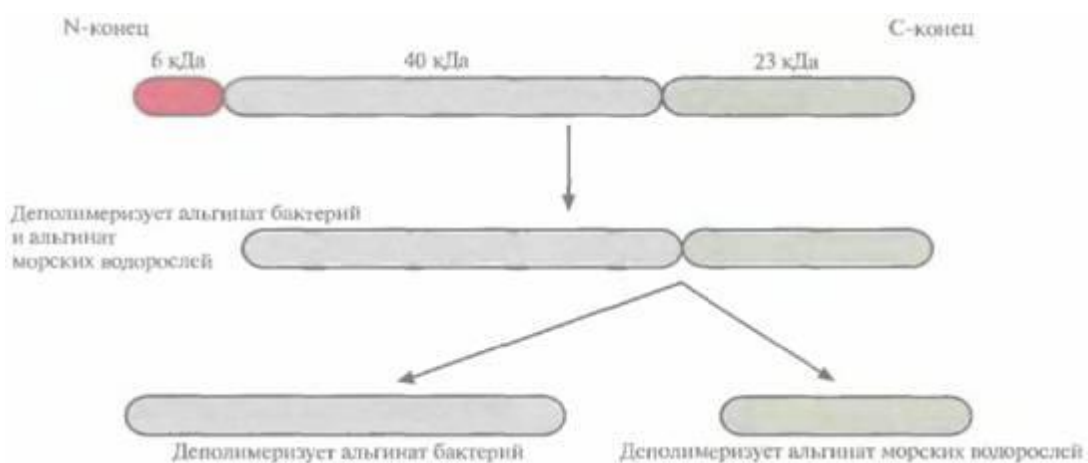
Альгинат – бу бир қатор денгиз ўтлари, шунингдек тупроқ ва денгиз бактериялари билан синтезланадиган полисахариддир. Унинг мономер бирликлари иккита сахарид – β -D-маннуронат ва α -L-гулуронат бўлиб, уларнинг миқдори ва тақсимланиши конкрет бир альгинатнинг хусусиятларини белгилайди. Масалан, α -L-гулуронат қолдиклари кальций ионларини боғлаш йўли билан буйраклар ўртасидаги ва буйрак ичидаги чокларни ҳосил қилади; β -D-маннуронат қолдиклари эса бошқа металл ионларини боғлайдилар.

FIGURE 10.11 Schematic representation of a portion of a human lung occluded by a combination of live alginate-secreting bacterial cells, lysed bacterial cells, and leukocytes and their released DNA. This matrix may be digested by alginate lyase or DNase I.



Шундай чоклари бўлган альгинат қайишқоқлиги полисахарид молекулаларига тўғри пропорционал бўлган эластик гел ҳосил қилади. *Pseudomonas aeruginosa* шилимшиқ штаммлар муковисцидозом билан касалланган беморлардаги шилимшиқнинг қайишқоқлигини сезиларли даражада оширади.

Гидролизланган альгинат чок ҳосил қилиш хусусиятини йўқотади .шунинг учун альгинат-лиазани синтезлайдиган колония атрофидаги мухит шаффоф бўлиб қолади. Мавжуд бўлган колонияларнинг биридаги клонланган ДНК фрагменти мол. массаси 69000 га яқин бўлган полипептидни кодлайдиган очик ҳисоблаш рамкаси борлигини кўрсатди. Янада батафсил ўтказилган биокимёвий ва генетик тадқиқотлар шуни кўрсатдики,



Расм. 13. *E. coli*. дан келиб чиққан рекомбинантли альгинат-лиаза *Flavobacterium* дан аввалги оқсил процессинги, мол. масси 69 кДа бўлган пептид 6 кДа оқсил парчаланиши натижасида мол. масси 63 кДа, бўлган, бактериал альгинат ва денгиз сув ўтлари альгинатини деполимерлаш хусусиятига эга оқсил процессинги. 63 кДа оқсил парчаланганда мол. массаси 23 кДа бўлган, денгиз сув ўтлари альгинатини фаол деполимеризацияловчи оқсил ва бактериал альгинатни гидролизловчи , мол. массаси 40 кДа бўлган оқсил беради.

Ушбу полипептид *Flavobacterium* sp. (расм. 10.3). томонидан ишлаб чиқарилувчи учта альгинатдан аввалги полипептид бўлиши мумкин. Аввалига қандайдир бир протеолитик фермент ундан массаси 6000га яқин

бўлган N-концевой пептидни ажратиб олади. Қолган мол. массаси 63 000 га тенг бўлган фермент бактериялар ва денгиз сув ўтлари томонидан ишлаб чиқарилувчи альгинатни деполимерлаш хусусиятига эга.

Уни шундан сўнг кесилганда. При его последующем разрезании образуется продукт мол. массаси 23 000 бўлган, денгиз ўтлари альгинатини деполимерловчи маҳсулот ва мол. массаси 40000 бўлган, бактериялар альгинатини парчалайдиган фермент хосил бўлади. Мол. массаси 40 000 бўлган, ферментларни катта миқдорда олиш учун уни кодловчи ДНК ни полимеразли занжирли реакция методида(ПЦР) амплифицирлашди, шундан сўнг *B. subtilis* дан ажралиб чиққан, α -амилазы *B. subtilis* нинг сигнал пептидини кодловчи плазмидани векторга киритадилар

α -амилазы *B. subtilis*. Транскрипция пенициллиназа генининг экспрессияси системаси ёрдамида назорат қилинди. (расм. 11). Плазмидадан олинган *B. Subtilis* ҳужайралар трансформацияси ва уларни таркибида альгинат бўлган қаттиқ муҳитга кальций ионлари қўшиб сочиб юборилган пайтда катта ореолли колониялар хосил бўлди. Бундай колониялар суёқ муҳитда етиштирилганда рекомбинантли альгинат-лиаза культурал муҳитга ажралиб чиққан. Кейинги тестлар шуни кўрсатдики, бу фермент муковисцидоз билан оғриган беморларнинг ўпкасидан ажралиб чиққан *P. Aeruginosa* шилимшиқ штаммлар билан синтезланувчи альгинатларни суёқтириш хусусиятига эга.

Рекомбинантли альгинат –лиазанинг клиник тестдан ўтказилиши мақсадга мувофиқми йўқми, шуни аниқлаш учун қўшимча тадқиқотлар ўтказиш лозим.

8. Инсоннинг кўп клонли антителалари

Иммунотерапиянинг тахмин қилинаётган истиқболга қарамай ушбу метод кўп клонли хайвон антителаларидан фойдаланиш ва уларга керакли молекулаларни боғлаш билан боғлиқ бўлган бир қатор чекловларга эга.

Кимёвий боғланиш жараёнининг ўзи унчали самарали эмас, боғланиш тасодифий тарзда бўлади ундан ташқари, бунда терапияда қўлланиладиган

плазминоген ёки бошқа моддалар активаторининг фермент активлиги пасайиши мумкин. Ва ниҳоят, препарат кўп матотаба киритилиши кўзда тутилаётган бўлса, қарама –қарши иммун реакциялар пайдо бўлишининг ва бемор сенсабилизациясининг олдини олиш мақсадида ҳайвоннинг эмас ,балки инсоннинг антителасидан фойдаланиш зарур. Қарама-қарши реакция чақирмайдиган махсус антителиоаоар яратиш мушкул иш. Сабаби анъанавий гибриидом технологияси билан инсон антителасини олишда бир қатор муаммоларга дуч келинади.

- Инсоннинг сичқон мисломаси ҳужайралари билан кўшилиб олинган ҳужайралар барқарор эмас ва шу сабабли, куп клонли инсон антителасини ишлаб чиқара олувчи ҳужайра олиш қийин.

- Сичқон миеломасини ўрнини босувчи инсон миеломасининг самарали ҳужайра линияларини олишга ҳозирча муваффақ бўлинмади.

- Инсоннинг турли антигенлар ёрдамида иммунизациялаш этика нуқтаи назаридан ўтказилмайди.Шундай қилиб, инсон антителасини олиш учун бошқа ёндашувлар ишлаб чиқиш зарур. Схемаларнинг бирида фаол равишда специфик антителаларни ишлаб чиқарувчи, инсоннинг В-лимфоцитларига флуоресцентли белгиланган антиген билан ишлов берилди, сўнгра ҳужайрали сортер ёрдамида шу антителаларни ишлаб чиқарувчи В-лимфоцитлар наъмунасини билан тўйинтирилди. В-ҳужайралар микроорганизмларда ўсишини тезлаштириш учун уларга Эпштейна—Барр вируси ўтказилди. В –ҳужайралар билан трансформацияланган баъзи бир клонлар селекциялановчи антигенлар билан ўзаро таъсир қилувчи кўп клонли инсон антителаларини ишлаб чиқаради. Афсуски, кўп клонли антителалар чиқиши унча кўп бўлмади ва уларнинг боғланиш активлиги паст эди.

Назорат саволлари:

1. Оқсиллар терапиясига изох беринг
2. кДНК интерферонларини ажратиб олиш қандай амалга оширилади?
3. Инсонлар интерферонлари қандай мақсадларда фойдаланилади?

4. Инсонларнинг ўсиш гормони олиш имкониятлари
5. Ген экспрессиясининг оптимизацияси қандай амалга оширилади?
6. ДНКза I ферменти қандай мақсадларда фойдаланилади
7. Альгинат-лиаза ферменти қандай олинади?
8. Инсоннинг кўп клонли антителалари қандай олинади?
9. Ген-кўчиришнинг учта манбаи Бегона генларни хужайрага трансформациялашнинг ген мухандислигидаги аҳамияти
10. Вектор конструкцияни хужайрага киритишқандай амалга оширилади?
11. Бинар векторларининг коинтегротив векторларга нисбатан афзаллиги нимада?
12. Генлар изчиллигини идентификация қилиш ва ажратиш ҳақида маълумот беринг
13. ДНК бўлақларини қирқиш ва рестрикция хариталарни тузиш қандай амалга оширилади?
14. Вектор молекуласи учун қўйилган талаблар
15. Геном ДНКси фрагментларини олиш усуллари
16. Геномни алоҳида қисмларга ажратиш ҳақида тушунча беринг ДНК бўлақларини қирқиш ва рестрикция хариталарни тузиш (физикавий хариталаш) қандай амалга оширилади?
17. Геном клонларини кўпайтириш қандай амалга оширилади?
18. Микроблар трансформацияси ҳақида маълумот беринг
19. ДНКни секвенирлаш усулларига изох беринг
20. Генларни синтезлаш қандай амалга оширилади ?
21. Синтезланган олигонуклеотидларни қўллаш қандай амалга оширилади?
22. Фосфорамидитли усулнинг моҳияти нимада?
23. ДНК ни кимёвий синтезлаш қандай амалга оширилади?

Фойдаланиладиган адабиётлар :

1. Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology/ Washington 2010. 1020 p
2. Artikova R.M., Murodova S.S. Qishloq xo‘jalik biotexnologiyasi.Darslik.T.: Fan va texnologiya. 2010.- 276 b.
3. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo. 2014y, -335 b.
4. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.:Tafakkur bo‘stoni.2013.-223b
5. Рахматов Н.А., Махмудов Т.М., Мирзаев С. Биокимё. Дарслик-Т.: Таълим, 2009. -528б.
6. Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology -Washington 2010. 1020 p.
7. Deniz Ekinci “Biotechnology” Croatia, 2015
8. Artikova R.M., Murodova S.S. Qishloq xo‘jalik biotexnologiyasi.Darslik.T.: Fan va texnologiya. 2010.- 276 b.
9. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo. 2014y, -335 b.
10. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.:Tafakkur bo‘stoni.2013.-223b
11. Рахматов Н.А., Махмудов Т.М., Мирзаев С. Биокимё. Дарслик-Т.: Таълим, 2009. -528б.
12. Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology/ Washington 2010. 1020 p
13. Artikova R.M., Murodova S.S. Qishloq xo‘jalik biotexnologiyasi.Darslik.T.: Fan va texnologiya. 2010.- 276 b.
14. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo. 2014y, -335 b.
15. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.:Tafakkur bo‘stoni.2013.-223b

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТ МАТЕРИАЛЛАРИ

1-амалий машғулот: Репликация ва оқсиллар биосинтези жараёнини молекуляр методлар орқали ўрганиш.

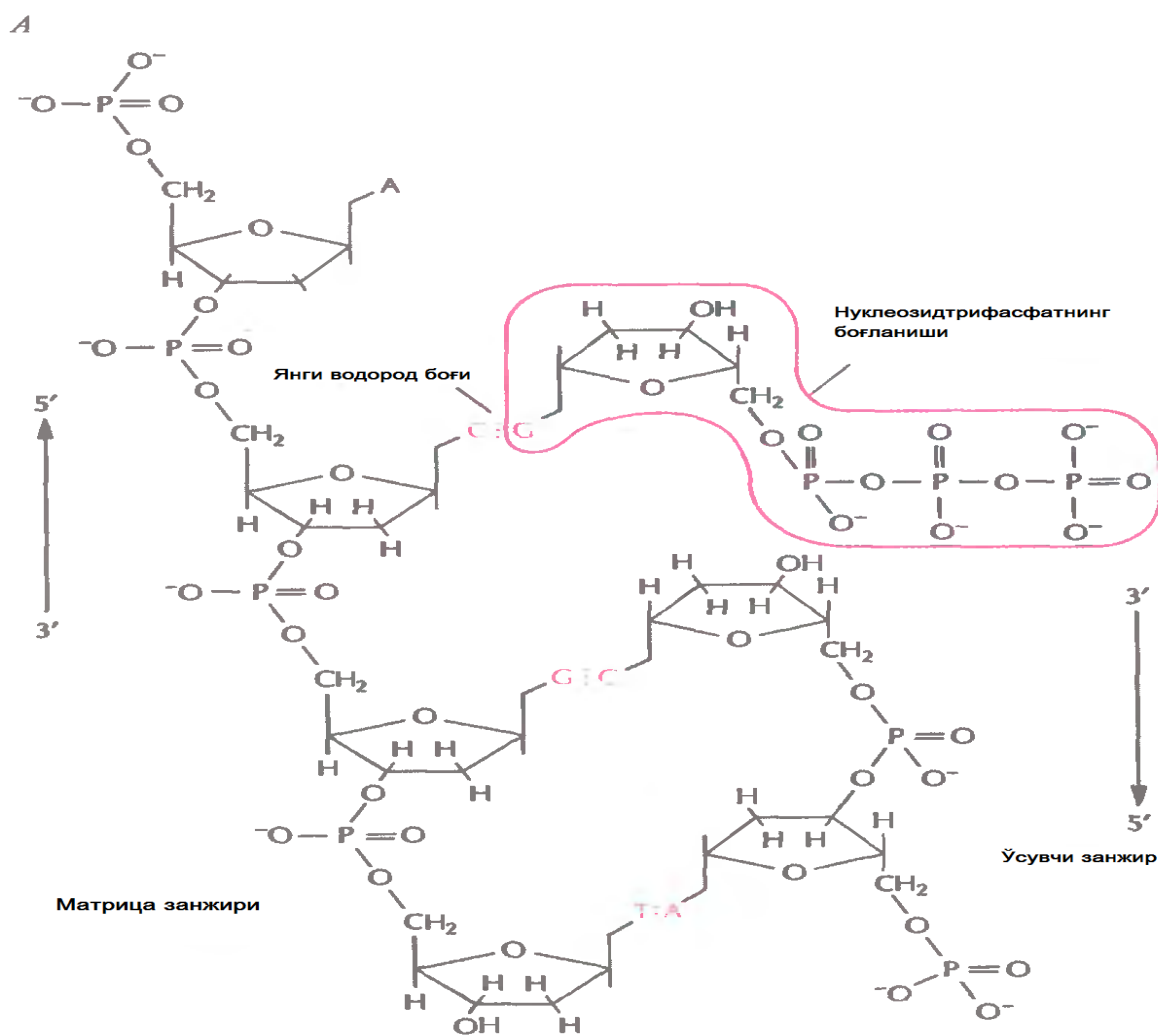
Машғулот ўтказишдан мақсад. Репликация жараёнини молекуляр даражада тадқиқ этиш. Оқсил биосинтезини молекуляр методлар ёрдамида ўрганиш.

ДНК репликацияси - ДНК биосинтези-генлар репликацияси, яъни организм белгиларининг юзага чиқишидир. Гетерополимер бўлган информацион макромолекулалар генетик информацияни ўзининг бирламчи структураларида сақлайди ва ташиydi. ДНК молекуласида нуклеотидлар изчил жойлашган бу информация репликация ҳамда транскрипция жараёнида амалга ошади. Генетик информациянинг реализация қилиниши ДНК молекуласида нуклеотидлар тартиби шаклида ёзилган буйруқ (кўрсатма)ни оқсил молекуласи синтезида аминокислоталар тартибга айлантиришдан иборат. Информация оқими қуйидаги йўналишда кечади:

ДНК→РНК→оқсил→хужайра→организм

Ҳозирги замон биологиясининг асосий постулати ДНК→РНК ни яратади, РНК эса оқсилни. ДНК нинг ўзи информация хазинаси, у оқсил синтезида бевосита иштирок этмайди. ДНК фақат хужайра циклида, бола хужайралар пайдо бўлишидагина иккита занжирга ажралади ва бунда ҳар бир занжирга мувофиқ етишмаган комплементар занжир синтезланиб, битта ДНК молекуласидан иккита молекула яратилади. Бу фундаментал жараён хужайралар бўлиниши, белгиларнинг наслдан-наслга ўзгармай ўтиш асосида бўлиб, репликация, нусха олиш деб аталади. Ирсий информация амалга ошишининг иккинчи босқичи оқсил синтезини бошқарадиган уч хил РНК молекулаларини синтез қилишидир. Бу жараён транскрипция (кўчириб ёзиш) дейилади. Молекуляр биологиянинг “марказий догма”си

ДНК→ДНК→РНК→оқсил принципига мувофиқ, информация оқсилга ўтар экан, унинг орқага қайтмаслиги қайд қилинади.



ДНК репликацияси. Комплементар ДНК матритцияси билан кейинги дезоксинуклеозидтрифосфатнинг боғланиши.

ДНК биосинтези ярим консерватив синтез деб аталади, чунки ҳар бир бола ДНК да фақат битта она занжир сақланади. Олинган натижалар репликациянинг консерватив усулини тўла инкор қилади, чунки акс ҳолда, бир бола ДНК си иккала бошланғич занжирни тутиши, бошқаси эса иккита янги синтезланган занжирдан иборат бўлиши керак. ДНК репликацияси учун фақат ДНК-полимераза ферментининг ўзи етарли эмас. Йигирмадан ортиқ репликатив ферментлар ва факторлардан иборат тўла комплекс ДНК-репликаза системаси ёки қисқача реписома деб аталади. *E.coli* хужайраларида маълум даражада бир-биридан фарқ қиладиган учта ДНК-полимераза мавжуд. Улар I, II, III полимеразалар деб белгиланади. I ва III полимеразалар бола занжирининг узайишини таъминлашидан ташқари, экзонуклеазалик активлигига ҳам эга,

яъни ДНК молекуласининг ҳар икки учидан ҳам охириги нуклеотидларни ажрата олади. *E.coli* ҳужайрасида ДНК занжири элонгациясига асосан III ДНК-полимераза жавоб беради.

Рибонуклеозид трифосфатлардан $5^1 \rightarrow 3^1$ йўналишидаги боғланиш *примаза* деб аталади. РНК затравка калта бир занжирли РНК бўлиб, унинг 3^1 -учига изчилик билан дезоксирибонуклеотид қолдиқлари бирикади. Кейинги вақтда ҳар иккала занжир ҳам калта фрагментлар шаклида синтезланиши исботланди.

Оқсил биосинтези - Транскрипция жараёни. Генлар транскрипцияси РНК ҳосил бўлишига олиб келади. РНК нинг ҳамма турлари ҳам ядрога синтезланади. ДНК матричасида кечадиган ҳамма синтезлар ДНК да ёзилган ахборотга мувофиқ амалга ошади. РНК нинг барча турлари т-РНК, р-РНК ва м-РНК синтезланишида, ДНК асосларнинг тартиби РНК асослари тартибини белгилайди.

Полинуклеотид занжири фақат рибозонуклеотид трифосфатлардан синтезланади ва бу жараёнда аноргик пирофосфат молекулалари ажралиб чиқади. РНК синтези бир неча босқичда бажарилади: а) инициация (бошланғич), в) полимеризация ва з) ТЕРМИНАЦИЯ (тугаш). Реакциянинг бошланиши учун махсус оқсил – сигма фактор тугаши учун тугатувчи терминатор-кодон иштирок этади. Нусхаси олинadиган шу занжир бўйича полимераза 5 дан 3 га томон йўналиб $3 \rightarrow 5$ шаклда борадиган РНК занжирини ҳосил қилади. ДНК матричасида янги синтез қилинган маҳсулот (РНК молекулалари) *транскрипт* деб аталади.

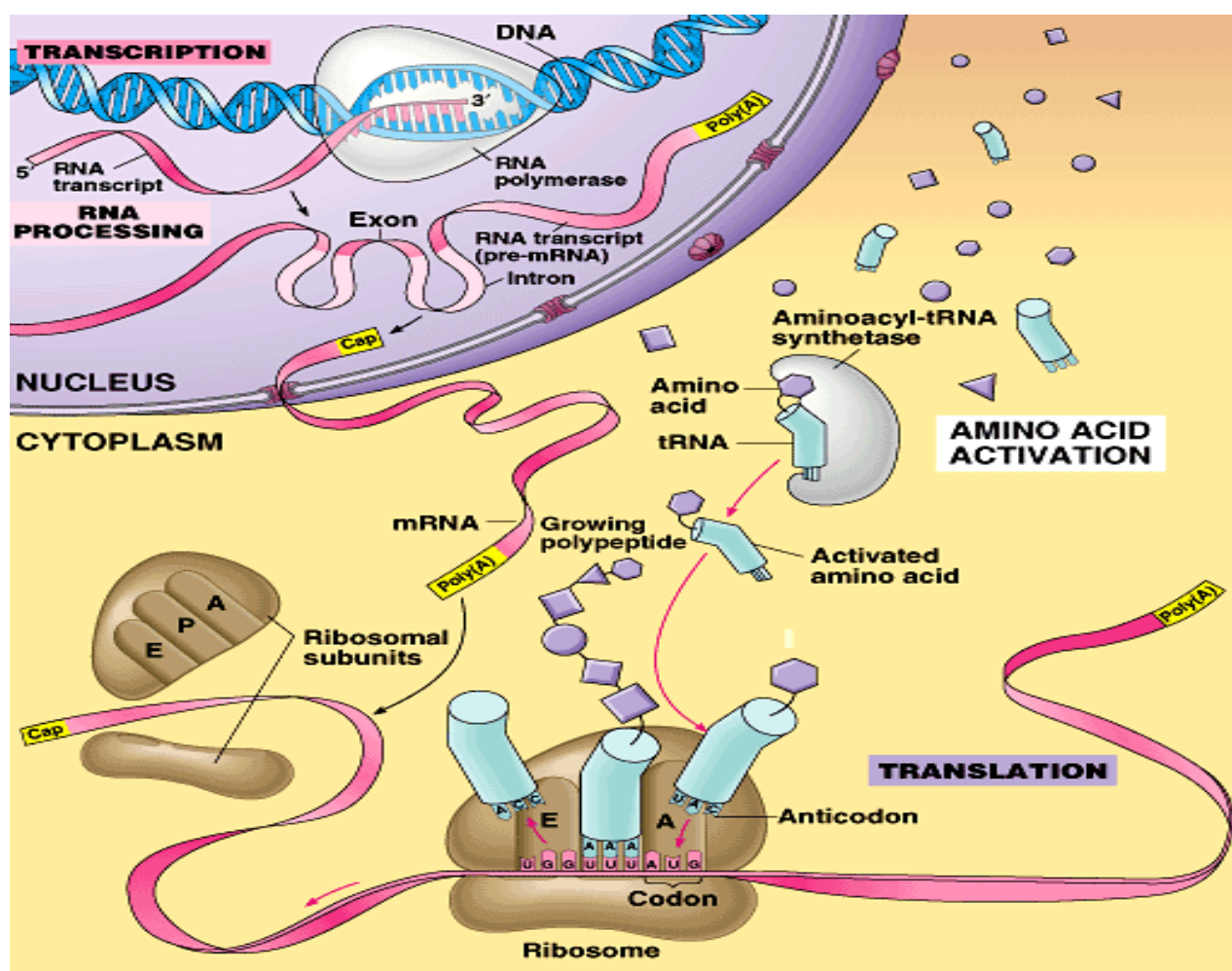
Бирон бир маълумотни шартли белгилар ёрдамида ифодалаш, одатда, кодлаш ёки код деб аталади. 1961 йилда Крик генетик кодни математик анализ қилди. Оқсил молекуласидаги ҳар бир аминокислотани ифодаловчи код триплетли бўлиб, у Крик ифодасига кўра кодон деб номланган.

Оқсил молекуласига кирадиган аминокислоталар камида 20 хил бўлганидан кодонлар сони ҳам 20 дан кам бўлиши мумкин эмас. Демак 4 та нуклеотиднинг ўзи ёки иккита нуклеотиддан ҳосил бўладиган $16(4^2)$ комбинация ҳам етарли

эмас. Турли тадқиқот ва мулоҳазалардан сўнг код уч нуклеотиддан иборат триплет табиатга эга эканлиги аниқланди. Албатта бунда ҳосил бўладиган комбинациялар сони $64(4^3)$, кодирланадиган аминокислоталар сонидан анча кўп маълум бўлдики, 20 та аминокислотадан 18 таси биттадан ортиқ (2,3,4 ва 6) кодон билан кодирланар экан.

Оқсил синтез м-РНК ни декодирлаш, яъни РНК молекуласида тўрт хил асосларнинг изчил келиши ёзилган ахборотнинг 20 хил аминокислоталарнинг оқсил молекуласида изчил келиш тилига ўтказилишидир. Шунинг учун ҳам бу жараён трансляция (таржима қилиш) дейилади.

Оқсил синтезининг босқичлари. Бу жараён асосан 5 босқичда ўтади. Аминокислоталарнинг АТФ ёрдамида активланиши ва тегишли транспорт РНК га кўчирилиши оқсил биосинтези учун энергетик асос яратади.



Юқоридаги расмда хужайрада кечувчи оқсил синтези жараёни келтирилган.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo. 2014y, -335 b.
2. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.:Tafakkur bo'stoni.2013.-223b
3. P.M.Артикова, Н.А.Хўжамшукуров “Молекуляр биология” фанидан лаборатория машғулоти учун услубий қўлланма Тошкент.: ТКТИ.2013.62 б.
4. P.M.Артикова Ген ва ҳужайра инженерлиги фанидан лаборатория
5. машғулоти учун ўқув-услубий қўлланма. Тошкент.: ТКТИ.2013.20 .
6. P.M.Артикова Ген ва ҳужайра инженерлиги фанидан амалий машғулоти учун ўқув-услубий қўлланма; Тошкент.: ТКТИ.2013. 32б.

2-амалий машғулоти

Ўсимлик ҳужайрасидан нуклеин кислоталарни ажратиш усуларини ўрганиш.

Ишдан мақсад: СТАВ усулида ўсимликлардан умумий нуклеин кислоталар ажратишдан иборатдир.

Рекомбинант ДНК технологиясига асосланган ген муҳандислиги тажрибаларида ажратилган ДНК геном клонларини банкни яратишда, ажратилган РНК хусусан мРНК қДНК библиотекасини яратиш, биринчидан фойдали генларни аниқлашда, иккинчидан геном банкидаги клонлардан шу генларни топиш учун зондларга эга бўлиш учун зарурдир.

Қизиқтирувчи ген клонлаштирилиб, шу геннинг структураси ва хусусиятлари ўрганилгандан сўнг, шу клонлаштирилган генни яна ўсимлик ҳужайрасига трансформация қилиш мумкин. ДНК ва РНК олиш муолажалари трансформацияланган ўсимлик тўқималарида ва бутун регенирацияланган ўсимликларда экзоген ДНК экспрессиясини ўрганишда асосий қурол бўлиб хизмат қилади.

Ген муҳандислигила генларни ажратиб олиш. уларнинг структурасини, экспрессиясини ўрганишда ДНКни тоза ҳолда ажратиб олиш муҳим аҳамиятга эга. ДНКни ажратиб олишда чўкма ва хужайраларни майдалаш асосий омиллардан бири ҳисобланади. Бундан ташқари, ўсимлик экстракти таркибидаги жуда катта миқдордаги танинлар, полисахаридлар, пигментлар юқори молекуляр оғирликдаги ДНК молекуласини ажратиб олишда қийинчиликлар туғдиради.

Буларнинг ҳаммаси ДНКнинг миқдорини спектрофотометрда ўлчашда нотўғри натижа чиқишига олиб келади. Ундан ташқари рестрикция-модификация ферментларининг фаоллигини чегаралайди. Бу Саузерн гибридизациялашда, генларни клонланштиришда халақит беради.

Хужайра майдалангандан сўнг центрифуга ёрдамида майдаланган хужайра мембраналари ва оксиллар денатурация қилиниб, чўктирилади. Бунинг учун хлороформ-фенол-изоамил спирти аралашмаси ишлатилади.

Масаланинг қўйилиши: Кўп миқдордаги ДНКни тозалаш зарур бўлса цезий хлориднинг сузиш зичлигида ультрацентрифугалаш услубида мақсадга эришиш мумкин. ДНК диализ ёрдамида тузлардан тозалаб олинади на этил спиртида чўктирилади. Шу босқичда ДНКни РНКдан ва бошқа ортиқча нарсалардан тозалаб олинади на ТЕ буферида эритилиб Спектрофотометрда миқдори ўлчанади, сўнг агарозали гел электрофорези ёрдамида тозалиги аникланади.

1-иш. Ўсимлик баргидан ДНК ажратиш.

Материал ва асбоб-ускуналар: 4 гр 14-кунлик ғўза барглари, хавонча, центрифуга, центрифуга стаканлари, 2 та колба, 2 та стакан, шиша таёқча, рефрактометр, диализ қоғози, магнитли аралаштиргич, спектрофотометр, музлатгич.

Ишни бажариш учун намуна:

1. 4 г барг хавончада сую азот ёрдамида кукун холига келгунча майдаланади.

2. Кукуни 50 мл буфер В билан бирга колбага солинади, 20 дақиқа давомида аралаштириб турилади.
3. 30 мл фенол қўшилади ва яна аралаштирилади (30 дақ.)
4. К-23 центрифугасида 10^0 Сда 5000 айл./дақ тезликда 1 соат айлантрилади.
5. Устки қисми тоза колбага олиниб тенг миқдорда фенол-хлороформ аралашмаси солиниб, 10 дақиқа аралаштрилади.
6. 30 дақ. 10^0 да 5000 айл./дақ тезликда центрифугаланади.
7. Устки қисмини олиб тенг миқдорда хлороформ қўшилиб, 10 дақиқа аралаштрилади ва яна центрифугалаш йўли билан фазаларга бўлинади.
8. Суюқ қисми, 2 миқдор этил спирти солинган стаканга аста секинлик билан аралаштрилиб музлатгичга қўйилади. «Медуза» ҳосил бўлгандан сўнг таёқчага ўраб олиниб 10 мл ДНК эритувчи (ТЕ) буфериди стаканда эритилади.
9. ДНК эритмасига этидий бромид 02 мг/мл ва 1,55 г/мл цезий хлор солинади (синиш кўрсаткичи 1,3860).
10. Суюқлик центрифуга пробиркаларига солинади тенглаштириб оғзи маҳкамлангандан сўнг 20 соат 50000 айл./дақ. тезликда (15^0C) центрифугаланади.
11. УФ нурлари остида ДНК шприц ёрдамида тортиб олинади.
12. ДНКни этидий бромидидан изоамил спиртида 5 марта экстракция қилиб тозаланади.
13. Цезий хлордан ТЕ буферидан 4^0C да 24 соат агнитли аралаштиргичда буферни бир неча марта алмаштириб диализ қилиш йўли билан тозаланади.
14. ДНК миқдорини спектрофотометрда 260 нм тўлқин узунлигида кварцли кювета ўлчанади.

В буфери:

0,2 М NaCl

0,05 I HCl

0,01 M ЭДТА

0,01 M ДДТ

0,2% SDS

Фенол, 0,1 M NaCl; 0,1 M трис–HCl, pH 8,0; 0,01 M ЭДТА билан тўйинтирилади

Хлороформ: изоамил спирти (24:1)

TE-буфери: 10 mM трис–HCl, pH 8,0, 1 mM ЭДТА

4,5 г цезий хлориднинг TE буферда эритмаси.

Этидий бромид эритмаси 10 мг/мл.

Диализ учун буфер: 10 mM трис pH 8,0, 1 mM ЭДТА

2-иш. Ўсимлик хужайрасидан РНК ажратиш.

Материал ва асбоб-ускуналар: 5 г барг, суюқ азот, ҳавонча, 2 та 250 мл колба, 100 мл стакан, 1 м дока, стол центрифугаси, центрифуга пробиркалари, магнитли аралаштиргич, резина нокчага уланган пипетка, музлатгич, муз хаммоми, спектрофотометр.

Ишни бажариш учун намуна:

1. 5 г ўсимлик материали суюқ азот ёрдамида музлатилади ва ҳавончада кукун ҳолига келтирилади ва 250 мл-ли таги юмалоқ колбага солинади.
2. 50 мл буфер Г солинади ва тез аралаштириб, 4 қават докадан ўтказилади. 8000 айл/дақ. Тезликда 10 дақиқа -4°C центрифугаланади.
3. Устки суюқ қисмини олиб 1/20 ҳажми 10% ли SDS (охирги концентрацияси 0,5%) солинади.
4. Тенг миқдорда сув билан тўйинтирилган фенол, тенг миқдорда хлороформ: изоамил спирти аралашмаси (24:1) солинади ва магнитли аралаштиргичлида 20 дақиқа хона хароратида аралаштирилади. Сўнг центрифуга пробиркаларига солиб стол центрифугасида 2500 g –да 10 дақиқа давомида центрифугаланади. Денатурацияга учраган оксиллар органик суюқлик ва сув қаватлари ўртасида интерфаза ҳосил қилади.

5. Устки сууюқ қисми ва интерфаза резина нокга уланган пипетка ёрдамида 250 мл колбага тортиб олинади ва тенг миқдорда хлороформ солиб 10 дақ. давомида аралаштирилади.
6. Центрифугаланиб фазаларга ажратилади ва устки сууюқ қисми тоза 100 мл-ли стаканга олиниб, 1/20 ҳажм 3 М натрий ацетат ва 2 ҳажм этанол солиб 20⁰С ҳароратда кеча давомида нуклеин кислоталар чўктирилади.
7. Центрифугаланиб, чўкма -4⁰С да икки марта 1-2 мл рН 6, 0,3 М натрий ацетат билан ювилади (этанол ва ДНК дан тозалаш учун)
8. Чўкма икки марта таркибида 0,1 М калий ацетат бўлган 80%ли этанол билан ювилади ва шу эритмада -20⁰Сда сақланади. РНКнинг миқдорини чўкмани олдиндан қурииб, дистилланган сувда эритиб спектрофотометрда аниқлаш мумкин. Олинган эритманинг оптик зичлигини 260 нм ($103_{260}=40$ мкг/мл²) ўлчанади. Препаратнинг тозаллигини баҳолаш учун Уф нурларининг ютилиши спектри ўлчанади: тоза РНК учун - $03_{260}: 03_{260}=2,0$ бўлиши керак.

Буфер эритмалар ва реактивлар:

Буфер Г: 0,2 М трис-НСl, рН 8,5; 0,2 М сахароза; 30 мМ магний ацетат; 60 мМ КСl. Эритмалар автоклавда стерилланиб сууюқ ҳолда ёки -20⁰С да музлатиб сақланади. Ишлатишдан олдин 1% гача поливинилпиролон ва 0,31% гача 2-меркаптоэтанол қўшилади.

Хлороформ: изоамил спирти (24:1), сувда тўйинтирилган фенол, 3 М натрий ацетат, 0,1М калий ацетат.

Назорат саволлари:

1. Нуклеин кислоталар ажратишнинг қандай усулларини биласиз?
2. Ўсимлик баргидан ДНК ажратиш қандай амалга оширилади?
3. Ўсимлик хужайрасидан РНК ажратиш қандай амалга оширилади?
4. ДНК ажратиш учун фойдаланиладиган буфернинг таркиби нималардан иборат?

5. РНК ажратиш учун фойдаланиладиган буфернинг таркиби нималардан иборат?

Фойдаланиладиган адабиётлар

1. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo. 2014y, -335 b.
2. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.:Tafakkur bo'stoni.2013.-223b
3. P.M.Артикова, Н.А.Хўжамшукуров “Молекуляр биология” фанидан лаборатория машғулоти учун услубий қўлланма Тошкент.: ТКТИ.2013.62 б.
4. P.M.Артикова Ген ва хужайра инженерлиги фанидан лаборатория машғулоти учун ўқув-услубий қўлланма. Тошкент.: ТКТИ.2013.20 б.
6. P.M.Артикова Ген ва хужайра инженерлиги фанидан амалий машғулоти учун ўқув-услубий қўлланма; Тошкент.: ТКТИ.2013. 32б.

3-амалий машғулоти:

Гель электрофорез ёрдамида нуклеин кислоталарни таҳлил қилиш

Ишдан мақсад: ДНК ва ПЗР маҳсулотларини ҳамда рестрикцион таҳлилларда гель электрофорез усулида таҳлил қилишдан иборатдир.

ДНК электрофорези молекуляр биологиянинг тадқиқот ўтказишдаги асосий асбоблардан биридир. Электрофорез усули қўлланилиши:

- ДНК ва РНК молекулаларини уларнинг узунлиги маркерлар ёрдамида аниқлаб ажратиш олиш.
- ДНК ни тахминий узунлигини нурни қайтариши хисобига аниқлаш
- Керакли ДНК изчиллигини гелдан кесиб олиш ва келаси тажрибаларда ишлатиш
- ПЗР маҳсулотини таҳлилларини амалга ошириш

ДНК молекуласини фрагментларга ажралиш сабаби зарядланганлиги сабабидандир. ДНК молекуласи манфий зарядни фосфат қолдиғи боғланган

нуклеотидлардан олади. Бу эса уларни сувда эрувчан қилиб ток таъсирида мусбат электрод томон ҳаракатланишга мажбур қилади. ДНК молекуласи секин ҳаракатланиши учун уни қовушқоқлиги юқори агароза гелига солинади. Агароза гелининг юқори концентрацияси ДНК молекуласини ҳаракатини секинлаштирилади ва кичик фрагментларга ажралиши кузатилади. Мазкур усул орқали ўсимлик намуналаридан ажратилган ДНКни детекция қилиш ва ПЗР маҳсулотининг нуклеотидлар сонини аниқлаш учун қўлланилди. Геном ДНКни детекция қилишда 0,8 фоизли, ПЗР маҳсулотининг нуклеотидлар сонини аниқлаш учун эса 3 фоизли агароза гелидан фойдаланилади. Гель-электрофорез геном ДНКни детекция қилишда 20 дақиқа мобайнида 120 вт ли электр токида, ПЗР маҳсулотининг нуклеотидлар сонини аниқлаш учун эса 40 дақиқа мобайнида 120 вт ли электр токида давом эттирилади.

Фойдаланилган реактивлар:

1. Агароза;
2. 10xTBE буфер;
3. 0,5xTBE буфер;
4. Этидиум бромид;
5. Бромфенол кўки;
6. Ксиленцианол;
7. 30 % глицерин;
8. 100 жуфт нуклеотид ДНК маркер RTU (Ready-to-Use) GeneDireX (Тайвань).

0,8 % агароза гели тайёрлаш (100 мл):

1. 0,8 гр агароза;
2. 99,2 мл 0.5xTBE буфер.

Микротўлқинли иситгичда эритилди. 40 °С бўлганда унга 7 мкл этидиум бромид (1мг\мл) солинди (хона температурасида сақланади).

3 % агароза гели тайёрлаш (100 мл):

1. 3 гр агароза;
2. 97 мл 0.5x TBE буфер.

Микротўлқинли иситгичда эритилди. 40 °C бўлганда унга 7 мкл этидиум бромид (1мг\мл) солинди (хона температурасида сақланади).

10xTBE буфер тайёрлаш (1 литр):

1. 121 гр Трис;
2. 55 гр бор кислотаси;
3. 7,55 гр ЭДТА;
4. 1000 мл dH₂O.

Магнитли аралаштиргичда 500 мл dH₂O да Трис ва бор кислотаси эритилди сўнгра унга 1 литргача етгунча яна dH₂O қушилди (хона хароратида сақланади).

0,5xTBE буфер тайёрлаш (1 литр):

1. 50 мл 10xTBE буфер;
2. 950 мл dH₂O.

Буфер ва dH₂O яхшилаб аралаштирилди (хона хароратида сақланади).

Гелга намунани солиш учун бўёқ тайёрлаш (5мг/10 мл):

1. 2,5 гр бромфенол кўки;
2. 2,5 гр ксиленцианол;
3. 10 мл 30 % глицерин.

Вортексда аралаштирилди (4 °C да сақланади).

Этидиум бромид тайёрлаш (1мг\мл):

1. 1 мг этидиум бромид;
2. 1 мл dH₂O.

Вортексда аралаштирилди (хона хароратида сақланади).

Назорат саволлари:

1. ДНК ва оксил электрофорези қандай ускуналарда амалга оширилади?
2. Электрофорез аппарати таркибига нималар киради?
3. Оксилни электрофорез қилишдан мақсад нима?
4. ДНК ва оксилларни электрофорези учун буфернинг таркиби нималардан иборат?

Фойдаланиладиган адабиётлар

1. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo. 2014y, -335 b.
2. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.:Tafakkur bo'stoni.2013.-223b
3. P.M.Артикова, Н.А.Хўжамшукуров “Молекуляр биология” фанидан лаборатория машғулоти учун услубий қўлланма Тошкент.: ТКТИ.2013.62 б.
4. P.M.Артикова, Ген ва хужайра инженерлиги фанидан лаборатория
5. машғулоти учун ўқув-услубий қўлланма. Тошкент.: ТКТИ.2013.20 б.
6. P.M.Артикова Ген ва хужайра инженерлиги фанидан амалий машғулоти учун ўқув-услубий қўлланма; Тошкент.: ТКТИ.2013. 32б.

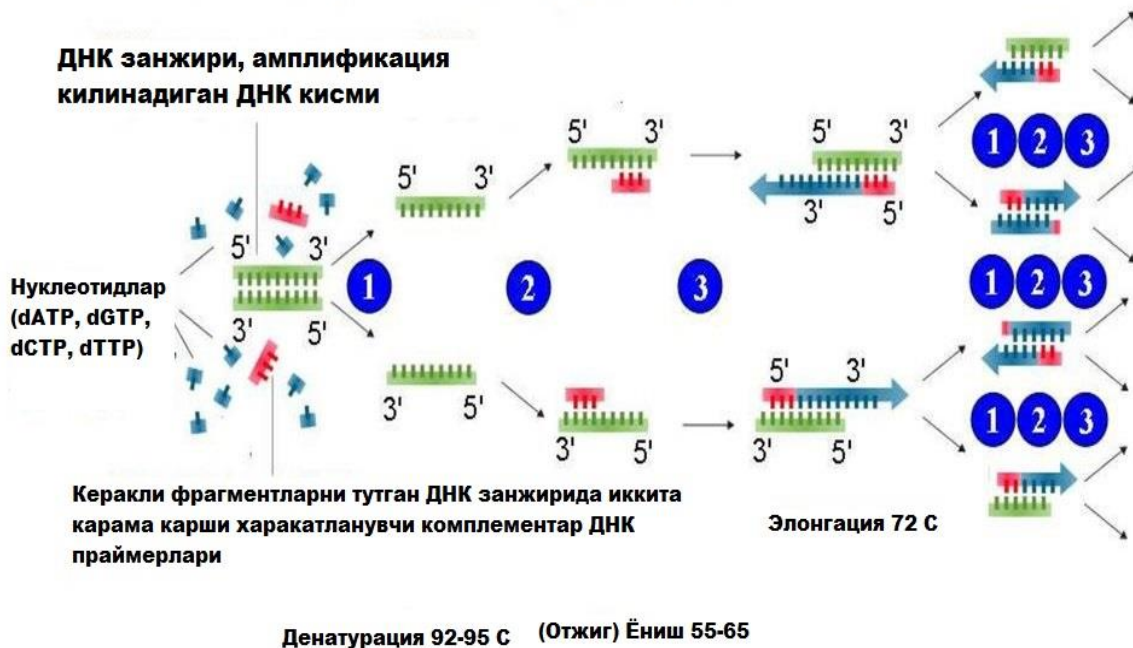
4-амалий машғулоти:

Полимераза занжир реакцияси усули

Ишдан мақсад: ДНК фрагментини амплификация қилишдан иборат.

Полимераза занжир реакцияси – ДНК нинг муайян қисмини *in-vitro* муҳитда кўп мартаба нусхалаштиришга асосланган. Унда фақат керакли бўлган ДНК бўлагининг нусхалашуви муҳитда специфик боғланиш текшириладиган намуна бўлсагина рўй беради.

Полимераза занжир реакцияси



5

ДНК фрагментини ПЗР жараёнида экспоненциал кўпайиши акс эттирилган.

Реакция компонентлари. ПЗРни ўтказишда қуйидаги компонентлар талаб қилинади:

- Матрица ДНК, яъни амплификация қилиниши талаб қилинадиган ДНК қисмини тутадиган молекула;
- Иккита праймерлар. Талаб қилинаётган ДНК фрагменти турли занжирларини қарама қарши учларига комплементар бўлган праймерлар;
- ДНК полимераза – ДНК полимеризацияси реакциясини катализлайдиган фермент. ПЗР учун ишлатиладиган полимераза узок вақт давомида юқори ҳароратда активлигини сақлаши керак. Бунинг учун термофиллар - *Thermus aquaticus* (Tag-polimeraza), *Pyrococcus furiosus* (Pfu-polimeraza), *Pyrococcus woesei* (Pwo-polimeraza) ва бошқалардан ажратилган ферментлардан фойдаланилади;
- Дезоксинуклеозидтрифосфатлар (dATP, dGTP, dCTP, dTTP);

— ПЗРда иштирок этадиган ионлар шу жумладан Mg^{+2} ионлари;
Буфер эритма – у реакцияни зарур шартларидан - рН, эритмани ион кучини таъминлайди. Таркибида тузлар, бука зардоби албумини мавжуд.

ПЗР да ишлатиладиган буферлар. Tris-HCl, KCl ва Triton X-100 дан иборат бўлади.

Денатурация— Унда ДНК занжирларининг ажралиши икки занжирлари ДНК матрица $94-96^{\circ}C$ 0,5 – 2 дақиқа қиздирилади. Денатурация босқичида аденин ва тимин орасидаги 2та, гуанин ва цитозин расидаги 3та водарод боғи узилади, натижада қўш занжир иккита ягона занжирга айланади.

Ёниш (отжиг) — Бу босқичда ягона занжирга праймер келиб боғланиши керак. ДНК занжирлари ажралгандан сўнг праймерлар она занжир билан боғланиши учун ҳарорат пасайтирилади. Бу босқичда ҳарорат праймерлар таркибига боғлиқ бўлиб босқични давом этиш вақти 2-5дақиқа. Ҳароратни нотўғри танлаш она занжирга нотўғри боғланиши ва носпецифик маҳсулотларни ҳосил бўлишига олиб келади.

Elongatiya —ДНК полимераза томизғи сифатида праймерларни ишлатиб матрица занжирини репликациялайди. Бу элонгация босқичидир. Полимераза она занжир билан боғланган праймерни 3^1 учидан бошлаб комплементар бола занжирни синтез қила бошлайди ва она занжир бўйлаб ҳаракатланади. Кўпинча ишлатиладиган Tag ва Pfu полимеразалари $72^{\circ}C$ да фаолроқ бўлади. Элонгация вақти ДНК полимераза турига ҳамда апликацияланадиган фрагментнинг узунлигига боғлиқ. Барча цикллар тугагандан сўнг финал элонгация қўшимча босқичи ўтказилади. Бу босқичда бир занжирли фрагментларни охиригача қуришга хизмат қилади.

Ўсимликдан ажратиб олинган ДНК молекуласидан тадқиқот учун керакли бўлган *rbcL* генининг ПЗР сини амалга ошириш учун қуйидаги таркибий қисмлар ишлатилди:

Фойдаланилган реактивлар:

Таркибий қисмлар	Микдори, μL 1 реакция учун
ДНК матрица	1
Праймерлар:	
10 μM Forward	0.1
10 μM Reverse	0.1
ДНК полимераза (Phusion High Fidelity Fisher Scientific #-530 (5U/ μL))	0.125
10 mM дезоксирибонуклеозидтрифосфатлар (dATP, dGTP, dCTP, dTTP)	0.056
5X HF Buffer (MgCl_2 ионлари)	2
100% DMSO	0.3
ddH ₂ O	6.32
ЖАМИ	10

rbcL гени амплификацияси учун ПЗР термоциклик дастури: бошланғич денатурация босқичи 98°C 40 дақиқа 1 цикл; денатурация 98°C 10 дақиқа, ёниш (отжиг) 55°C 25 дақиқа ва элонгация 72°C 35 дақиқа давомида босқичлар кетма-кет 35 циклда такрорланади; якуний элонгация босқичи 72°C 10 дақиқа давом этади. ПЗР маҳсулоти 4°C ҳароратда сақланди.

Олинган ПЗР маҳсулоти гел электрофарез курилмасида неча жуфт нуклеотидлардан ташкил топганига қараб фрагментларга ажратилади.

Назорат саволлари:

1. ПЗР нима?
2. Амплификаторнинг ишлаш принципи нимадан иборат?
3. PCR Real Time қўлланиш соҳалари
4. ДНК полимеразалар ва уларнинг турлари.
5. ДНК фрагментини амплификация қилиш босқичлари нималардан иборат?

Фойдаланиладиган адабиётлар

1. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo. 2014y, -335 b.
2. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.:Tafakkur bo'stoni.2013.-223b
3. P.M.Артикова, Н.А.Хўжамшукуров “Молекуляр биология” фанидан лаборатория машғулоти учун услубий қўлланма Тошкент.: ТКТИ.2013.62 б.

5-амалий машғулот: ДНК нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлаш усуллари

Ишдан мақсад: ДНК нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлашнинг турли усуллари ўзлаштиришдан иборатдан.

Сэнгер секвенс реакцияси усули

Сэнгер усулидаги секвенс реакцияси BigDye® Terminator v3.1 (Applied Biosystems, АҚШ) тўплами ёрдамида амалга оширилади. BigDye тўплами ёрдамидаги секвенс принципи терминатор сифатида флуоресцент нишонланган (fluorescent labelled) нуклеотид асосларидан фойдаланиш ва циклик секвенс реакция ҳисобланади.

Ҳар бир ген/регион секвенс реакцияси учун праймерлар турли тавсия қилинган баённома асосида танланди ҳамда реакция ҳар бир праймер учун алоҳида баённома асосида амалга оширилади. Масалан, CBOL Plant Working Group ва “Plant DNA barcode project” (2009) тавсияси асосида ўсимликлардаги *rbcL* ва *matK* генлари ҳамда *psbB-psbH* региони секвенс реакциясини амалга оширишда фойдаланилган праймлар жадвалда келтирилган.

жадвал

Ўсимликлардаги *rbcL* ва *matK* генлари ҳамда *psbB-psbH* региони секвенс реакциясини амалга оширишда фойдаланилган праймерлар

Генлар	Праймерлар
<i>rbcL</i>	<i>rbcLa-F</i> 5`-ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC-3` <i>rbcLa-R</i> 5`-GTAAAATCAAGTCCACCRCG-3`
	<i>rbcLa-F</i> 5`-ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC-3` <i>rbcLajf634-R</i> 5`-GAAACGGTCTCTCCAACGCAT-3`
<i>matK</i>	<i>matK-1RKIM-F</i> 5`-ACCCAGTCCATCTGGAAATCTTGGTTC-3` <i>matK-3FKIM-R</i> 5`-CGTACAGTACTTTTGTGTTTACGAG-3`
<i>psbB-psbH</i> региони	<i>psbB-psbH-F</i> 5`-AGATGTTTTTGGCTGGTATTGA-3` <i>psbB-psbH-R</i> 5`-TTCAACAGTTTGTGTAGCCA-3`

rbcL, *matK* генлари ва *psbB-psbH* регионининг секвенс реакциясини амалга ошириш учун қуйидаги таркибий қисмлар ишлатилади:

Таркибий қисмлар	Микдори, μL 1 реакция учун
Суюлтирилган ДНК	2
5x секвенс буфер	1.875
100% DMSO	0.355
10 μM праймер	1
BigDye	0.250
ddH ₂ O	5.520
ЖАМИ	11

rbcL гени секвенс реакцияси учун термоциклик дастури: бошланғич денатурация босқичи 94°C 10 дақиқа 1 цикл; денатурация 94°C 20 дақиқа, отжиг 50°C 20 дақиқа ва элонгация 60°C 4 дақиқа давомида босқичлар кетма-кет 35 циклда такрорланади.

matK гени *matK-1RKIM-Forward* секвенс реакцияси учун термоциклик дастури: бошланғич денатурация босқичи 94°C 10 дақиқа 1 цикл; денатурация 94°C 20 дақиқа, отжиг 48°C 20 дақиқа ва элонгация 60°C 4 дақиқа давомида босқичлар кетма-кет 35 циклда такрорланади.

matK гени *matK-MALP-Reverse* секвенс реакцияси учун термоциклик дастури: бошланғич денатурация босқичи 94°C 10 дақиқа 1 цикл; денатурация 94°C 20 дақиқа, отжиг 50°C 20 дақиқа ва элонгация 60°C 4 дақиқа давомида босқичлар кетма-кет 35 циклда такрорланади.

psbB-psbH региони секвенс реакцияси учун термоциклик дастури: бошланғич денатурация босқичи 94°C 10 дақиқа 1 цикл; денатурация 94°C 20 дақиқа, отжиг 48°C 20 дақиқа ва элонгация 60°C 4 дақиқа давомида босқичлар кетма-кет 35 циклда такрорланади.

Секвенс реакцияси Applied Biosystems Gene Amp 9700 (АҚШ) амплификаторидан амалга оширишади.

Секвенс реакциясининг маҳсулотини 4°C ҳароратда сақланади.

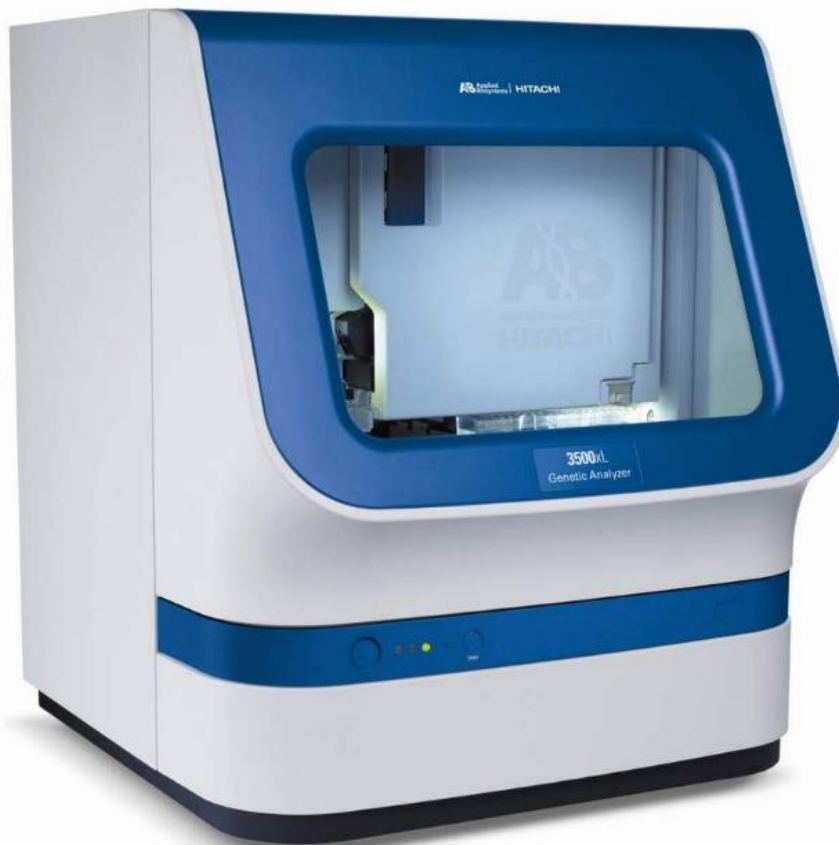
Секвенс реакция маҳсулотини тозалаш усули

Секвенс реакция маҳсулотини тазалаш ва занжирга боғланмаган флуоресцент нишонланган терминатор нуклеотидлардан **BigDye® X Terminator™ Purification Kit** (Applied Biosystems, АҚШ) тўплами ёрдамида тозаланади.

Тозалаш тартиби тўплам йўриқномасида келтирилган тартибда амалга оширилади.

Секвенс реакцияси маҳсулотини нуклеотидлар кетма-кетлигининг бирламчи тузилишини аниқлаш усули

Секвенс реакцияси маҳсулотини нуклеотидлар кетма-кетлигининг бирламчи тузилишини аниқлаш автоматик генетик анализаторида амалга оширилади.



Секвенс натижаларни биоинформатик дастурларда таҳлил қилиш ва маълумотлар базаси билан таққослаш усуллари

Секвенс маҳсулотининг капиллярлардаги бўлинишининг график кўриниши ab1 форматидаги файлларда ифодаланади. Секвенс натижалар ва мазкур файллардаги маълумотлар билан ишлашда CodonCodeAligner (АҚШ) биоинформатик дастуридан фойдаланилади.

Сўнгра ўрганилган ҳар бир ген/регионларнинг аниқланган нуклеотидлар кетма-кетлиги National Center for Biotechnology Information (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>) ва European Nucleotide Archive (<https://www.ebi.ac.uk>) сайтларидаги BLAST маълумотлар базаси билан таққосланилади.

Назорат саволлари:

1. ДНК нуклеотидлар кетма-кетлигини аниқлашнинг турли усуллари.
2. ДНКни секвенирлаш усулларининг моҳияти нимадан иборат?
3. Сэнгер секвенс усулининг босқичлари
4. Замонавий секвенатор қурилмасининг ишлаш принципи нимага асосланган?

Фойдаланиладиган адабиётлар

1. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. 1m ziyo. 2014y, -335 b.
2. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.:Tafakkur bo'stoni.2013.-223b
3. P.M.Артикова, Н.А.Хўжамшукуров “Молекуляр биология” фанидан лаборатория машғулоти учун услубий қўлланма Тошкент.: ТКТИ.2013.62 б.

Кўчма машғулот мавзуси

1. Рекомбинант ДНКлар технологияси.
2. Полимераза занжир реакцияси усули
3. *ЎЗР ФА Илмий тадқиқот институтлари ва Илгор технологиялар марказида олиб борилди*

V. КЕЙСЛАР БАНКИ

«Кейс-стади» (Case-study) – моделлаштирилган ва реал вазиятларни ечиш ва муҳокама қилиш учун таҳлилларга асосланган, ўқитиш тизими. «Кейс-стади» методи ўзига индивидуал, гуҳух ва коллектив ривожланиш ўзичига олган, ривожланаётган ўқитиш технологиясини интеграциялайди, бу эса ўқитилаётганларни шахсий сифатларини шакллантиради.

«Кейс-стади» методи деганда ўқитишнинг актив методи тушунилади, бунда ўқувчилар гуруҳида вазифани муҳокама қилишни ўқитувчи томонидан ташкиллаштиришига асосланади, бу вазифа ўзида маълум ёки номаълум аниқ бир вазиятни ифодалайди.

Кейсни мухокама ва анализ қилишда “ақлий хужум” номини олган ғоялар ишлаб чиқиш методи муҳим ўрин эгаллайди. Ўқитиш жараёнида “ақлий хужум” методи иштирокчиларнинг ижодий фаоллигини ривожлантиришда муҳим ўрин эгаллайди. “Ақлий хужум” 3 босқични ўз ичига олади.

Биринчи босқич психологик тинч ҳолатга кириш, одатий ҳолатни, кулгили ва омадсиз кўринишдан кўрқишни рад этишни ўзида акс эттиради; бунга қулай психологик шароит ва ўзаро ишончни яратиш орқали эришилади, фикрлар ўз муаллифлигини йўқатганида, умумийга айланади. Бу босқичнинг асосий вазиваси – тинчлантириш ва эркин ҳолатга ўтиш.

Иккинчи босқич – бу хужумни ўзи; бу босқичнинг вазифаси – фикрлар оқими, кўчкисини ҳосил қилиш; бу босқичда “ақлий хужум” қайидаги принциплар асосида амалга оширилади:

- фикр бўлса – гапираман, фикр бўлмаса – жим ўтирмайман;
- исталган фикр рағбатлантирилади, қанчалик кутилмаган фикр бўлса, шунча яхши;
- таклиф қилинган фикрлар иложи борича кўп бўлиши керак;
- билдирлган ҳамфикрларни исталганча бирлаштириш, ўзгартириш ва яхшилашга руҳсат этилади;
- танқид қилинмайди, исталган фикрни, ёмон деб тан олишларидан кўрқмасдан билдириш мумкин, танқид қилувчиларга сўз берилмайди;
- иштирокчиларнинг ижтимоий ҳолатининг ҳеч қандай ахамияти бўлмайди, бу абсолют демократия ва бир вақтнинг ўзида фикрлар авторитаризмидир;
- барча фикрлар - фикрлар рўйхати баённомасига ёзиб борилади;
- сўзлаш вақти – 1-2 дақиқадан ошмайди.

Учинчи босқич қуйидаги қоидалар бўйича, муаммони конструктив ечимини топиш учун фикрларни ижодий таҳлил қилишни ўзида акс эттиради:

- барча фикрларни ҳеч бирини камситишсиз таҳлил қилиш;

- фикрга тизимдан мос жой топиш ва фикрга мос тизим топиш;
- мохиятни керак бўлмаганда оширмаслик;
- олинган натижанинг гўзаллик ва нафислиги бузилмаслиги лозим;
- мутлақо янги қараш бўлиши керак («ахлатдаги дур»).

“Кейс-стади” методи бўйича вазифа.

Мавзу: “Case-study – педогог фаолиятининг замонавий қуроли”

Мақсад: Кейс методини қўллаш орқали педогогнинг профессионал маҳоратини такомиллаштириш заруратига ишонтиришни долзарблаштиришга шароит яратиш.

Вазифалар: 1. Кейс-стади интерактив методини педагогнинг профессионал маҳоратини такомиллаштиришдаги ахамиятини аниқлаш.

2. Ўрганилаётган методни ўзига хослиги ва уни профессионал ўқитишни ташкиллаштириш шартларини аниқлаш.

3. Педагогик фаолиятга кейс-стадини киритиш жараёнини моделлаштириш.

Ўқитишнинг самарадорлиги:

- иштирокчилар кейс методининг ўз фаолиятини такомиллаштириш учун интерактив таъсири ҳақида фикрга эга бўлишади;
- кузатув, тажриба, ўйлаш ёки фикрлардан олинган маълумотни тушуниш, баҳолаш, таҳлил ва синтез қилишга танқидий ёндашадилар, бу кейинги ҳаракатларга асос бўлиб хизмат қилади.

Муваффақият меъзонлари:

- педагогик маҳоратни оширишнинг заруратини тушуниш;
- бошқариш стратегиясини ислоҳ қилиш зарурлигида ўзига ишончни шакллантириш;
- профессионал маҳоратни ошириш доирасида кейс методи ҳақидаги маълумотга эга бўлиш;

- амалиётда ўқув жараёнини бошқарувида ушбу интерактив методни қўллашнинг муҳимлигини исботлай олиш;
- ўқув-методик фаолиятни замонавий асбоби (инструмент) кейс-стади орқали режалаштириш қобилияти.

Асосий зоя: Case-study интерактив методининг моҳияти. Педагогнинг ўзини такомиллаштириши услубий ҳамкорликни самарадорлигини оширишга имкон беради.

Ресурслар, материаллар ва ускуналар : Флипчарт, маркерлар, стикерлар, қоғоз варақлар, проектор ва “Кейс-стади – интерактив ҳамкорлик технологияси” мавзусида тақдимот.

I-Босқич. Муаммога шўнғиш

Саломлашиш. Визуаллаштириш

Хурматли ҳамкасблар!

Келинглр ўзимизни таништирамиз ва танишиб оламиз.

Ташриф қоғози сифатида рангли қоғозлар ишлатиш таклиф қилинади.

Ташриф қоғозига ўз исмингизни ёзиб флипчартга ёпиштиринг. (рангли қоғозлар кейинги ротация учун керак)

Муаммони актуаллаштириш.

“Қора қути”

Хурматли ҳамкасблар!

Сизни қаршингизда машхур қора қути. Нима деб ўйлайсиз?: қора қути билан қандай савол ҳамроҳлик қилади? (иштирокчилар жавоблари)

Тахминий жавоб: Қора қутида нима бор?

- Бу одатий жавоб, лекин биз бошқа йўлдан борамиз.

- Айтингни қора қутини нима билан боғласа бўлади?

- Одамни қора қути билан боғласа бўладими? Нима учун?

Тахминий жавоб: инсонни фикрлаш жараёни шундай тузилганки, инсон миясида қандай фикр, ғоялар борлигини ҳеч ким билмайди. Бу ҳам аслида қора қути: ўзининг топишмоқлари бор, олдиндан айтиб бўлмайди, ўзига хос.

Биз уни фақат тадқиқ қилишимиз мумкин: ушлаб кўриб, эшитиб, оғирлигини...

- Агар таълим ва педагогнинг фаолиятига бевосита эътибор қаратиладиган бўлса, ўзаро таъсир жараёнини кўр-кўрона бошқаришга тўғри келишини аниқ кўриш мумкин...

Хулоса: Бизнинг педагог сифатида вазифамиз, ҳар бир ўқувчининг салоҳияти ва профессионал жамоадаги конструктив ҳамкорликка қизиқишини ўрганишдир.

Қора қути ва уни ичида нима борлиги тўғрисидаги саволга қайтишимиз, уни ичида нима борлигини билишимиз мумкинми? Уни очиб кўришимиз мумкинми?

Агар инсон тўғрисида гаплашсак, уни ўз фикрларини баён қилишига кўндириш учун нима қилиш керак?

Хулоса: Ишонч – катта куч. Бунинг учун бошқа инсонлар каби ўз фикрларини баён қилиш учун манфаатдор бўлиши керак: маънавий, жисмоний, ва моддий.

Биз ўз иш тизимимизни шундай қуришимиз керакки, бунда ҳар бир педагог ўз фаолиятини тақдимотидан манфаатдор бўлиши керак. Бунга эришиш учун ҳозирги тез ўзгараётган замонда доимий ўз устимизда ишлашимиз лозим.

Муҳокама қилиш учун саволлар.

- Бунинг учун нима қилиш керак? Иш тизимини қандай яратиш керак?

- Аввало, стереотиплардан қутулиш керак, фаолиятни янги шакл, метод ва усуллар билан инновацион режимда режалаштириш керак.

Сизларга ўқув-методик фаолиятнинг бир йўналишини кўриб чиқишни таклиф қиламан.

Иш тизими тақдимоти.

Биз шартли равишда иш шаклларини 3 гуруҳга бўлдик:

Анъанавий (олдиндан белгиланган)

Инновацион (замонавий шакллар, фаолиятнинг замонавий қуроли сифатида кенг фойдаланилади)

Тахрирланган (шакллантирилган) (бу гуруҳга кенг қўлланилмайдиган шаклларни киритдик)

Келинг методик фаолиятнинг ёрқин шаклларида бўлган – Кейс-стади методига тўхталамиз. Лекин, тақдимотга ўтишдан аввал муаммоли савол берамиз:

- Баъзида нохуш воқеалар содир бўлади: тестлар ва нормативлар вақтида топширилмайди, вазифалар нотўғри бажарилади, ишда қатнашишдан бош тортилади, лойихаларни амалга оширишда панд беради... ва х.к. Ва ҳар доим бахона топилади. Айбдор ўз қадрини туширмаган ҳолда ўз айбини тан олиши учун нима қилиш керак?

Тахминий жавоб: унда ҳамдардлик билдира оладиган вазиятга сунъий равишда тушириш керак.

Хулоса. Кейс технологиясининг моҳияти айнан шунга асосланади.

1-CASE

Бу case стади усулида кўзланган мақсад – ДНК ва РНКнинг ҳужайрадаги роли ўрганиш.

Генлар транскрипцияси РНК ҳосил бўлишига олиб келади. РНК нинг ҳамма турлари ядрога синтезланади. ДНК матрициасида кечадиган ҳамма синтезлар ДНК да ёзилган ахборотга мувофиқ амалга ошади. РНК нинг барча турлари тРНК, рРНК ва мРНК синтезланишида, асосларнинг комплементар бўлиши принципига биноан, ДНК асосларининг тартиби РНК асослари тартибини белгилайди.

Полинуклеотид занжир фақат рибозонуклеотид трифосфатлардан синтезланади ва бу жараёнда аорганик пирофосфат молкулалари ажралиб чиқади. РНК синтези бир неча босқичда: а) инициация (бошланғич), в) полимеразация ва з) терминация (тугаш).

ДНК репликацияси. ДНК биосинтези-генлар репликацияси, яъни организм белгиларининг юзага чиқишидир. Гетерополимер бўлган информатсион макромолекулалар генетик информатсияни ўзининг бирламчи структураларида сақлайди ва ташийди. ДНК молекуласида нуклеотидлар

изчил жойлашган бу информация репликация ҳам транскрипцияда амалга ошади. Генетик информациянинг реализация қилиниши ДНК

Молекуласида нуклеотидлар тартиби шаклида ёзилган буйруқ (кўрсатма)ни оқсил молекуласи синтезида аминокислоталар тартибга айлантиришдан иборат. Информация оқими қуйидаги йўналишда кечади:

ДНК→РНК→оқсил→хужайра→организм

Ҳозирги замон биологиясининг асосий постулати ДНК РНК ни яратади, РНК оқсилни. ДНК нинг ўзи информация хазинаси, у оқсил синтезида бевосита иштирок этмайди. ДНК фақат хужайра циклида, бола хужайралар пайдо бўлишидагина иккита занжирга ажралади ва бунда ҳар бир занжир мувофиқ етишмаган комплементлар занжир синтезланиб, битта ДНК молекуласидан иккита молекула яратилади. Бу фундаментал жараён хужайралар бўлиниши, белгиларнинг наслдан-наслга ўзгармай ўтиш асосида бўлиб, репликация, нусха олиш деб аталади. Ирсий информация амалга ошишининг иккинчи босқичи оқсил синтезини бошқарадиган уч хил РНК молекулаларини синтез қилишидир. Бу жараён транскрипция (кўчириб ёзиш) дейилади. Молекуляр биологиянинг “марказий догма”си

ДНК→ДНК→РНК→оқсил принципига мувофиқ, информация оқсилга ўтар экан, унинг орқага қайтмаслиги қайд қилинади

Ген муҳандислиги ферментлари. Ген муҳандислиги ферментлари ДНК молекулалари билан турли хил муолажаларни ўтказишга ёрдам бериб, уларни тегишли жойидан қирқиш, турли хил бўлақларини улаш, табиатда мавжуд бўлмаган янги хилдаги кетма-кетликларни синтез қилишда қўлланилади. қуйида ген муҳандислигида фойдаланиладиган асосий ферментларни кўриб чиқамиз.

ДНК полимеразалар. Ген муҳандислигида кенг қўлланиладиган ферментлардан бири Есолі нинг Т4 фагидан ажратиб олинган ДНК полимераза I ҳисобланади. ДНК полимераза I комплементар нуклетидларни бириктириш йўли билан ДНК занжирининг 5' -3' йўналишида узайтириш хусусиятига эга. ДНК полимеразанинг бу хусусияти ген муҳандислигида

иккинчи комплементар занжирни ҳосил қилиш: бир занжирли матрица –ДНК сига қўшилганда праймер иштирокида икки ҳисса ортишида кузатилади. Бу хусусият кДНК-библиотекаларини тузишда қўлланилади. ДНК полимераза ДНК занжиридаги “бўшлиқ” ларни тўлдиришда ҳам фойдаланилади, масалан, 5'- учли бўлақларни тегишли тартибда уланишида ҳам иштирок этади. ДНК полимеразанинг экзонуклеаза фаоллигидан ДНК бўлагига радиоактив нишон киритишда қўлланилади.

Баъзи вируслардан РНК га боғлиқ ДНК полимераза, яъни тескари транскриптаза ёки *ревертаза* деб номланувчи махсус ДНК полимераза ажратиб олинган. Ревертазалар ДНК нинг комплементар занжирини матрица РНК сида ҳам синтезлай олади. Ревертатазалар ёрдамида кДНК-мРНК нинг ДНК нусхаларини олиш мумкин. кДНК генларининг тузилишини ўрганиш бу генларнинг геномдаги тўлиқ нусхаларини аниқлаш имконини беради.

Ҳар бир тирик организмда нуклеин кислоталарнинг ҳар икки тури-рибонуклеин кислота (РНК) ва дезоксирибонуклеин кислота (ДНК) мавжуд. Фақат вируслар буларнинг бир турини, ё ДНК, ёки РНК ни тутуди. Нуклеин кислоталар оксиллар билан бирга ҳаётнинг моддий асосини ташкил қилади. Улар бир-бири билан ҳар томонлама узвий боғлиқ, аммо уларнинг хужайрадаги ўрни ва функцияси тубдан фарқ қилади: оксиллар ассосан курилиш ва хужайранинг ишчи органлари материали, нуклеин кислота эса информацион материал, у организмнинг тузилиши, ўсиши, ривожланишига тегишли ахборатнинг сақланиши, такрорланиши, алмашинуви ва наслдан-наслга ўтишини таъминлайди

1. РНК ирсий ахборотни ўзида ташиши мумкинми? Агар мумкин бу жараён қандай амалга ошади?

2. Хужайрада ДНК синтези амалга ошадими, Агар синтезланса қандай қандай амалга ошади?.

3. Рестриктаза ферменти нуклеин кислоталарни кесадими? Агар кесса бу қандай амалга оширилади?

4. ДНК билан РНКнинг фарқи нимада? Фарқиникўрсатинг

2-CASE

Бу case стади усулида кўзланган мақсад –Генетиккод, генмухандислигимоддийасосларихақидамаълумотберишдир.

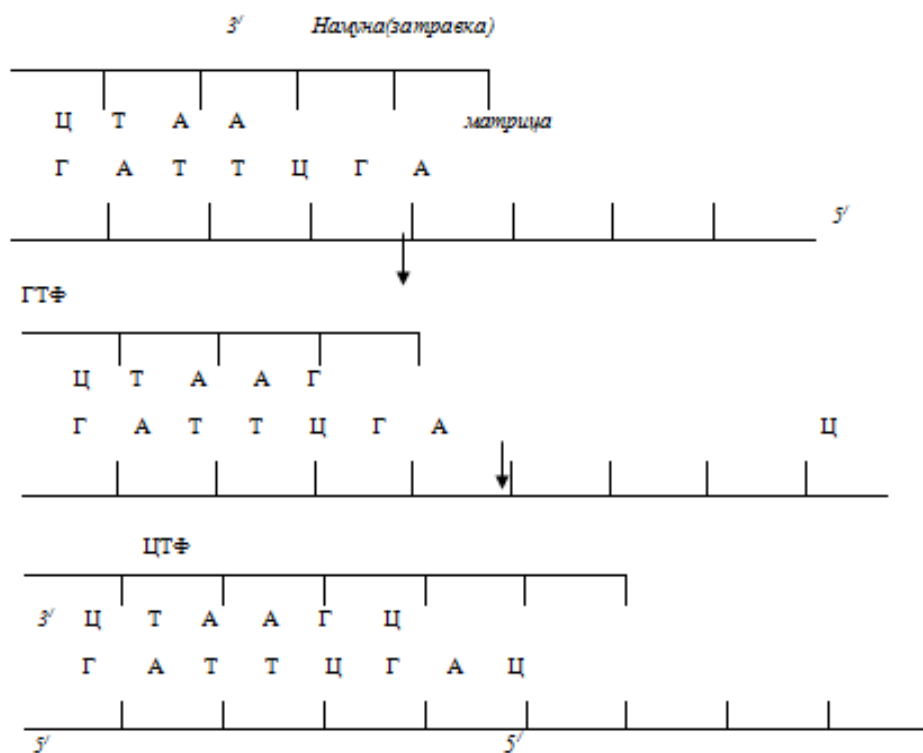
4 хил нуклеозидтрифосфат (dАТФ, dГТФ, dТТФ, dЦТФ) бўлишишарт. Бирорта нуклеозидтрифосфат етишмаса реакция бормайди. Дифосфатлар ёки монофосфатлар иштирокида ДНК синтези реакцияси амалга ошмайди.

2. Бу реакция, албатта оз миқдорда тайёр ҳолдаги намуна (затравка) иштирок этишни талаб қилади. Бу реакцияда ДНК «нусха» вазифасини бажаради. Янги синтезланаётган ДНК таркибидаги нуклеотидларнинг кетма-кет жойлашиши –нусха ДНК томонидан белгиланади. ДНК синтезида ионлар ҳам иштирок этади. Намуна билан матрица занжирининг йўналиши антипараллелдир.

Навбатдаги, нуклеотид ДНК-полимераза учун субстратдир, реакцияга юқори энергетик активланган формада киришади. Полимеризация намунанинг 3' - томонидан ўсиб боради, яъни синтез 3' 5' йўналишда боради. 3' – ОН – группаси навбатдаги дезоксирибонуклеозид трифосфатнинг комплементар бўлгандаги – фосфат билан реакцияга киришиб, трифосфатни ҳосил қилади. Трифосфатни ҳужайрадаги трифосфатаза ферменти парчалаб юборади.

Шундай қилиб, ДНК – полимераза ферменти иштирокида, намуна матрицага антипараллел ҳолатда ўсиб боради ва маълум вақтдан сўнг кўш спирали структура ҳосил қилади.

ДНКнинг матрицали синтези



Эукариот хужайраларда ДНК – полимеразаларни 3 та типии маълум: α , β , γ . Хужайрадаги ДНКнинг репликацияси асосан полимераза - α иштирокида боради, репарация – полимераза – β , митохондрияда ДНКнинг репликацияси полимераза – γ иштирокида боради.

Генетик код универсалдир. Ҳамма организмларда-эукариотларда, прокариотларда ва вирусларда ҳам барча кодонлар учун бирдай белгилардан фойдаланилади. Бинобарин, генетик код дунёда ҳаёт пайдо бўлгандан бери ўзгармай ҳукмронлик қилмоқда. Бунга 3млрд йил бўлди. Аммо энг кейинги йилларда бу догмага бир оз ўзгартириш киритишга тўғри келди. Митохондрияларнинг генетик системаси маълум биологик кодга тўла тўғри келмади. Унинг ДНКси (15669 нуклеотид) нинг айрим генлари нуклеотид тартиби полипептидларнинг аминокислота тартиби билан солиштирилганда коддан четлашишлар мавжуд эканлиги аниқланди. Лекин бу ажойиб феноменнинг келиб чиқиши ва маъноси ҳали тушунилгани йўқ.

Жадвалдан кўриниб турибдики, бир хил аминокислоталарни ифодаловчи триплетлар бир-бирига ўхшаш бўлади. Масалан: валин аминокислотасини ифодаловчи триплетларнинг барчаси ГУ диплети,

Аланинни ифодаловчи триплетлар ГЦ диплети билан бошланган бўлади.

У ахборотни тўғри ўқишга хилофлик қилмайди, балки репликация ёки транскрипция жараёнида пайдо бўлиши мумкин бўлган хатоларни четлатишга ёрдам беради.

Генетик код
Кодоннинг иккинчи нуклеотида

	У	Ц	А	Г		
Кодоннинг биринчи нуклеотида	У	УУУ } Фен УУЦ } УУА } Лей УУГ }	УЦУ } Сер УЦЦ } УЦА } УЦГ }	УАУ } Тир УАЦ } УАА } терминатор УАГ } терминатор	УГУ } Цис УГЦ } УГА } терминатор УГГ } Три	У Ц А Г
	Ц	ЦУУ } Лей ЦУЦ } ЦУА } ЦУГ }	ЦЦУ } Про ЦЦЦ } ЦЦА } ЦЦГ }	ЦАУ } Гис ЦАЦ } ЦАА } Глу ЦАГ }	ЦГУ } ЦГА } Арг ЦГА } ЦГГ }	У Ц А Г
	А	АУУ } Иле АУЦ } АУА } Мет АУГ }	АЦУ } Тре АЦЦ } АЦА } АЦГ }	ААУ } Асп ААЦ } ААА } Лиз ААГ }	АГУ } Сер АГЦ } АГА } Арг АГГ }	У Ц А Г
	Г	ГУУ } Вал ГУЦ } ГУА } ГУГ }	ГЦУ } Ала ГЦЦ } ГЦА } ГЦГ }	ГАУ } Асп ГАЦ } ГАА } Глу ГАГ }	ГГУ } ГГЦ } Гли ГГА } ГГГ }	У Ц А Г

Кодоннинг учинчи нуклеотида

Генетик код универсалдир. Барча организмларда – эукариотлар, прокариотларда ва вирусларда ҳам барча кодонлар учун бирдай белгилардан фойдаланилади. Барча кодон учта нуклеотиддан (триплетдан) иборат. Ёнма-ён турган кодонлар бир-бирини қопламайди, яъни биринчи кодоннинг охириги нуклеотида ундан кейинги кодоннинг бошланғич нуклеотида бўла олмайди. Информация маълум нуқтадан бошланади.

Бир хил аминокислоталарни ифодаловчи триплетлар бир-бирига ўхшайди. Аминокислоталар коди луғатида, кодирланаётган оксил информацияси и-РНКда ёзилган бўлади.

Кодонлар 5' → 3' йўналишда ўқилади.

Кодонлардаги учинчи азот асос, биринчи ва иккинчи азот асосларига қараганда камроқ спецификликка эгадир. Метионин аминокислотасини

ифодаловчи кодон 1 та бўлиб, иницирловчи кодондир. Ахамият бериб қаралса, метионин ва триптофандан ташқари қарийб ҳамма аминокислоталар биттадан ортиқ кодонларда ифодаланади.

ДНКдаги аминокислоталар коди шундай ёзилганки, у иРНКдаги код сўзларига комплементар бўлиб антипаралел ҳолатдир, яъни Т қолдиғига А қолдиғи комплементардир ва А қолдиғининг ҳолати У қолдиғига комплементардир.

Масалан: Метионин учун: иРНК ва ДНК кодонлар қуйидаги ҳолатда кўринади:

иРНК(5) АУГ(3)

ДНК (3) ТАЦ

Одатда кодонлар ва антикодонлар $5 \rightarrow 3$, чапдан ўнгга қараб ёзилади.

Плазмидалар Бактерия ва тубан эукариот организмлар хужайраларида асосий хромосомадан ташқари, кичик ўлчамга эга бўлган халқасимон ёки чизиксимон структурага эга бўлган қўшимча хромосомалар мавжуддир бу мини-хромосомалар плазмидлар деб аталади. Плазмид ДНКаси кўпи билан 3-10 тагача генларни ўзида сақлайди. Бу генлар, асосан антибиотик ёки захарли токсинларни парчаловчи ферментларни синтезига жавобгардир. Шу туфайли плазмидлар бактерия, ачитки ва замбуруғларнинг антибиотик ва захарли токсинларга чидамлилигини таъминлайди.

Плазмиднинг антибиотик парчаловчи генлари бир плазмиддан иккинчисига транспозонлар билан бириккан ҳолатда ҳам кўчиб ўта олади. Бу молекуляр жараён касал қақирувчи микробларнинг антибиотикларга чидамлилигини ниҳоятда оширади. Плазмидалар ўз хусусиятига кўра иккига бўлинади. Биринчиси транспозон ёки бактериофаг ирсий молекуласи каби хужайра асосий хромосомасининг махсус ДНК изчиллигини кесиб, рекомбинация бўла оладиган плазмидлар. Бундай рекомбинацияланувчи плазмидлар трансмиссибл, яъни наслдан-наслга ўтувчи плазмидлар деб аталади. Трансмиссибл плазмид асосий хромосомага бириккандан кейин ўз мустақиллигини йўқотади. Асосий хромосомадан мустақил равишда ўз-

Ўзини репликация қила олмайди. Айти пайтда бундай плазмидларда жойлашаган генлар асосий хромосомада ўз фаолиятини бажаради. Хужайра бўлинганда рекомбинацияланувчи плазмид генлари асосий хромосома генлари бириккан ҳолда наслдан-наслга берилади. Иккинчи тоифа плазмидлар автоном ҳолда репликацияланувчи плазмидлар деб аталади. Бундай плазмидлар асосий хромосомага бирика олмайди, асосий хромосомалардан мустақил равишда ўз-ўзини репликация йўли билан ўнлаб ва ҳатто юзлаб марта кўпайтира олади. Автоном плазмидлар бактерия ёки замбуруғ бўлинганда қиз хужайралар орасида тасодифий равишда тақсимланади. Шу билан бирга автоном плазмид бир хужайрадан иккинчисига хужайра қобиғи ва мембранасининг тешикларидан ўта олади.

Ген инженерлигининг пойдевори — *рекомбинат ДНКлар технологияси* — генетик структураларни бирга кўшиш техникаси — молекуляр биологиянинг энг муҳим ютуқларидандир. Бу технологиядан фойдаланиб, зарур маҳсулот (оқсил) ни кодирлайдиган ДНК молекуласининг кичик бир қисми — гени кесиб олиш, унинг ёт ген билан комбинациясини яратиш, сўнгра бу янги геномни муносиб хужайраларга киритиб хўжайин-хужай ра ДНК сининг синтез механизми ёрдамида кўп марта қў- пайтириш мумкин.

1. ДНК полимераза реакцияларни катализлайдими? Унинг қандай хусусиятлари бор?

2. Генетик код универсалми? Агар универсал бўлса сабабаларини кўрсатинг.

3. Плазмидаларни ген муҳандислигида қўллаш мумкинми? Мумкин бўлса қандай қўллаш мумкин?

4. Турли организмлар ДНКсини бирлаштириш мумкинми? Мумкин бўлса қандай

ДНК-полимераза иштирокида катализланадиган реакция бир қанча ўзига хос хусусиятларга эга:

Реакция нуклеозидтрифосфатлар иштирокида боради.

3-CASE

Бу case стади усулида кўзланган мақсад – гкнларни клонлаш учун фойдаланиладиган векторлар, ферментларнинг рекомбинант ДНК олишдаги ролини ўрганиш.

Бегона ДНКнинг репликацияси, экспрессияси ва трансформациясини (бошқа организмга кўчишини) таъминловчи ДНК молекуласи *вектор* деб аталади. Вектор хужайрага кўшимча ирсий ахборот киритилишини амалга оширади. Вектор сифатида плазмидалар, бактериофаглар, мобил элементлар ва хайвонларнинг вирусларидан фойдаланиш мумкин. Ҳозирги вақтда жуда кўп векторлар яратилган бўлиб, уларни бир нечта типга бўлиш мумкин:

1. Клонлаш учун векторлар. Бундай векторларга бириктирилган ДНК фрагментларни репликациялаш орқали сонинини (амплификацияси) кўпайтириш учун фойдаланилади. Бундай мақсадлар учун бактерия плазмидалари ва фаглар қўлланилади. Геномнинг катта ўлчамдаги фрагментларини клонлаш учун эса бактерия ва ачитқи хромосомалари асосида яратилган (ВАС ва ЯС) сунъий векторларидан фойдаланилади.

2. Экспрессион векторлар. Улардан генларнинг муайян кетма-кетлиги аниқлаш ва уларнинг оқсил маҳсулотларини таҳлил қилиш, муайян оқсилни ишлаб чиқишда фойдаланилади. Кўп сонли экспрессион тизимлар, айниқса прокариот организмлар учун мавжуд. Шунингдек сут эмизувчилар, ўсимликлар ва ачитқилар хужайраларида генлар экспрессиясини амалга оширувчи векторлар ҳам яратилган.

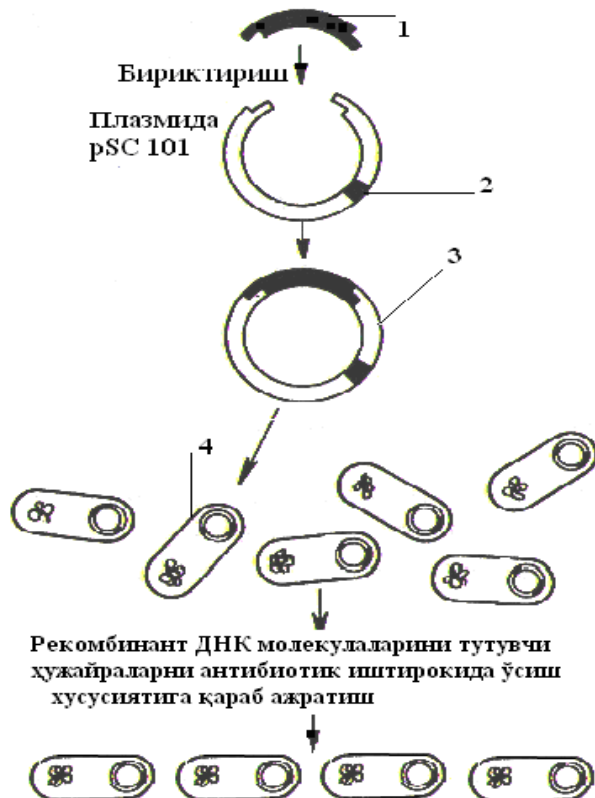
3. Трансформация учун векторлар. Реципиент геномига бегона ДНК фрагментларини киритиш учун фойдаланилади. Бундай векторлар одатда геномга интеграцияланишига ёрдам берувчи махсус изчилликлар тутади. Замонавий вектор тизимлар полифункционал бўлиб, бир нечта функцияни битта векторга жамлайди. Биринчи табиий векторлар бактериялардан ажратилган бўлиб, кўпчилиги тажриба мақсадидан келиб чиққан холда (экспрессион векторлар, клонлаш учун векторлар,

трансформация учун векторлар) ген мухандислиги усуллари ёрдамида қайта яратилган.

Вектор молекулаларнинг таркибида маркер ген бўлиши, бу ген ҳужайрада вектор иштирок этаётгани хақида маълум қилувчи фенотип бериши яъни вектор селектив ирсий белгига эга бўлиши керак. Кўпинча селектив белги сифатида табиатда кенг тарқалган антибиотикка чидамлилиқ генидан фойдаланилади.

Бактерия ҳужайрасида хромосома ДНКсидан ташқари, кўп нусхада халқасимон ДНК молекулалари ҳам мавжуд. (1-25 м.н.ж.). Бундай халқасимон молекулалар *плазмидалар* деб аталади. Баъзи плазмидалар таркибида антибиотикга чидамлилиқ генларини тутади.

Плазмидалардан вектор сифатида биринчи марта 1973 йилда П.Берг лабораториясида фойдаланилган. Тажрибалар унча катта бўлмаган (~9 м.н.ж.), тетрациклинга чидамлилиқ гени тутувчи *E. coli* плазмидаси pSC 101 да олиб борилган.



ДНК фрагмент-ларини плазмидалар ёрдамида клонлаш бўйича тажриба схемаси.

1-Бириктирилаётган гетеро-логик ДНК; 2-антибиотикка чидамлилик бўйича маркер; 3-ДНКнинг рекомбинант молекуласи; 4-Рекомбинант ДНКни бактерия ҳужайрасига киритиш.

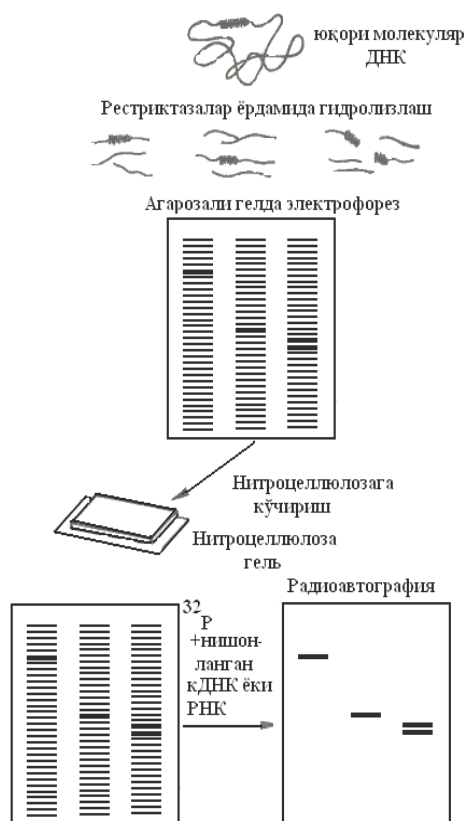
Плазмида таркибида фақат бир дона EcoRI рестриктаза ферменти таниб кесадиган сайт (махсус нуклеотидлар изчиллиги) бўлганлиги сабабли, фермент плазмиданинг халқасимон кўш занжирини фақат бир жойидан кесиб «ёпишқоқ» учли очик халқа холатига ўтказди.

Плазмида pSC 101нинг ДНКси ичак таёқчаси учун бегона ДНКнинг EcoRI–фрагментлари билан аралаштирилади. ДНК-лигаза ферментлари ёрдамида бегона ДНК фрагментлари ва pSC 101 плазмида ягона рекомбинант молекулага бирлаштирилади. Сўнгра бу рекомбинант плазмидани E. coli нинг компитент ҳужайраларига кўшилганда у бактерия ҳужайрасига киради. Рекомбинант плазмидани тутувчи ҳужайралар тетрациклинли селектив муҳитда ажратилади.

ДНК лигаза кўшни нуклеотидлар орасидаги фосфодиэфир боғларини тиклаш орқали ДНК бўлақларини боғлаш каби битта асосий вазифани бажаради. Бу жараён лигирлаш деб аталади. Ген муҳандислигида кўпинча лигирлаш учун T4 фагининг ДНК-лигазасидан фойдаланилади. T4 лигаза ёрдамида ДНК нинг ҳар қандай бўлаги “ёпишқоқ учли” ёки “тўмтоқ учли” қисмлари бириктирилади. Бу энг кўп қўлланиладиган ферментлардан биридир.

ДНК таҳлилининг блот-дурагайлаш усули нафақат кДНК ва геном библиотекалари скринингида, шунингдек геном ДНКсини таҳлил қилишда ҳам фойдаланилади. Шу усул ёрдамида геномда муайян ДНК изчиллиги иштирокини аниқлаш мумкин (масалан, трансген ўсимликлар геномида бегона ген иштироки, ген нусхаларининг кўпайиши, геннинг нуклеотид изчиллигидаги ўзгаришларни таҳлил қилиш мумкин). Блот-дурагайлаш усули билан ДНКни таҳлил қилиш муайян ДНК фрагментларининг уларни специфик нишонланган зондлар билан дурагайлаш йўли орқали аниқлашга асосланган. У қуйидаги босқичлардан иборат: 1) ДНК рестрикцияси;

2) рестрикцияланган ДНК фрагментларини гелдан нейлон филтрга кўчириш ва уларни иммобилизациялаш; 3) нишонланган зонд билан дурагайлаш.



Саузерн бўйича блот-дурагайлаш усули принципи.

Юқори молекуляр хромосома ДНКси битта ёки бир нечта рестриктазалар билан кесилади. Хосил бўлган фрагментлар агарозали гелда электрофорез қилиш орқали ажратилади ва олдиндан денатурацияланган (0,4 М NaOH) гелнинг устига нейлон филтр, унинг устидан филтр қоғозлар қўйилади. Капилляр кучлар таъсирида ДНК фрагментлари перпендикуляр равишда филтрга ўтиб, у билан боғланади (иммобилизацияланади). Бундай кўчириш блоттинг (blot –сўриш) деб аталади. Бунда филтрда гелнинг репликаси хосил бўлади. Сўнг филтр радиоактив нишонланган бир занжирли зонд солинган эритмага жойлаштирилганда филтрга бириккан хромосома ДНКси фрагментлари билан қўшилиб дурагайланади. Зонд фақат ўзига гомологик ДНК изчиллиги тутувчи фрагментлар билан дурагайланади. Нишон билан боғланган фрагментлар радиоавтография орқали аниқланади. Саузерн (Southern blotting) бўйича блот-дурагайлашнинг схемаси берилган.

Радиоавтографияда хосил бўлган чизикчалар орқали геномда таҳлил қилинаётган фрагментлар мавжудлигини, бу изчилликлардаги ўзгаришларни (делеция, инсерция), чизикчаларнинг оч ёки тўқ ранги орқали геннинг геномдаги нусхалари сонини аниқлаш мумкин. Демак, бу усул бутун геном ва алоҳида генларни таҳлил қилиш учун ҳам қўлланилади.

VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

Мустақил таълимни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Мустақил таълим тегишли ўқув модули бўйича ишлаб чиқилган топшириқлар асосида ташкил этилади ва унинг натижасида тингловчилар битирув иши (лойиҳа иши) ни тайёрлайди.

Битирув иши (лойиҳа иши) доирасида ҳар бир тингловчи ўзи дарс бераётган фани бўйича электрон ўқув модулларининг тақдимотини тайёрлайди. Электрон ўқув модулларининг тақдимоти қуйидаги таркибий қисмлардан иборат бўлади:

Силлабус;

Кейслар банки;

Мавзулар бўйича тақдимотлар;

Бошқа материаллар (фанни ўзлаштиришга ёрдам берувчи қўшимча материаллар: электрон таълим ресурслари, маъруза матни, глоссарий, тест, кроссворд ва бошқ.)

Электрон ўқув модулларини тайёрлашда қуйидагиларга алоҳида эътибор берилади:

- тавсия қилинган адабиётларни ўрганиш ва таҳлил этиш;
- соҳа тараққиётининг устивор йўналишлари ва вазифаларини ёритиш;
- мутахассислик фанларидаги инновациялардан ҳамда илғор хорижий тажрибалардан фойдаланиш.

Шунингдек, мустақил таълим жараёнида тингловчи касбий фаолияти натижаларини ва талабалар учун яратилган ўқув-методик ресурсларини “Электрон портфолио” тизимига киритиб бориши лозим.

Мустақил таълим мавзулари

1. Маданийлаштирилган ўсимлик хужайралари билан микроорганизмларнинг сунъий ассоциациясини яратиш.
2. Ўсимликларнинг хосилдорлигини оширишда биотехнология.
3. ДНК нуклеотидлари кетма-кетлигини аниқлаш ва ДНК бўлақларини синтезлаш.
4. Трансгенез назарияси ва унинг аҳамияти.
5. Прокариот ва эукариот хужайралар геномининг биокимёвий хусусиятлари.
6. Оқсил биосинтези ва унинг генетик даражадаги регуляцияси
7. Генлар экспрессиясининг биокимёвий бошқарилиши
8. Биокимёвий жараёнларнинг генетик регуляцияси
9. ДНК ва генетик коднинг моҳияти ҳамда унинг биокимёвий исботлари.
10. Хужайралар
11. Генофондини сақлаб қолишда биотехнология.
12. Ўсимлик хужайралари селекциясида биотехнологиянинг аҳамияти.
13. Ўсимлик хужайраларини культуралашнинг иқтисодий аҳамияти.
14. Ўсимлик тўқималаридан фойдаланиб иккиламчи метоболитлар синтезини амалга ошириш.
15. Ўсимлик хужайра ва тўқималарида иккиламчи метоболитларнинг тўпланишига таъсир этувчи омиллар.
16. Биотехнологиянинг экологик аспектлари.
17. Ўсимликлар ресурслари культураларидан фойдаланиш истикболлари.
18. Соматик хужайралар култураси.
19. Генофондни сақлаш усуллари.
20. Биологик азотфиксация самарадорлигини ошириш.

VII. БИТИРУВ МАЛАКАВИЙ ИШИ МАВЗУЛАРИ

1. Молекуляр биологик тадқиқотларни амалга оширишда замонавий усуллар ва уларнинг аҳамияти
2. “Биотехнология” таълим йўналиши талабаларига “Молекуляр биология” фанини ўқитишда замонавий педагогик технологияларни қўллаш
3. “Биотехнология” таълим йўналиши талабаларига “Молекуляр биология” фанини ўқитишда анимацион роликлардан фойдаланиш усуллари
4. Ўзбекистондаги молекуляр биологик тадқиқотларнинг ютуқларини таълим жараёнига қўллаш
5. Нанобиотехнология ва унинг биотехнологик тадқиқотларга роли
6. Нанобиотехнологиянинг асосий усуллари талабаларга ўқитишдаги ўзига хос педагогик хусусиятлари
7. ДНК ажратиш, ПЗР ва геннинг бирламчи структурасига оид машғулотларни олиб боришда замонавий педагогик усулларни қўллаш
8. Биологик фаол моддаларни олишда замонавий молекуляр биотехнологик усуллардан фойдаланишнинг авзалликлари
9. Нанобиотехнологиянинг услубларини озик овқат саноатига қўллаш ва унинг бугунги кундаги ҳолати
10. ПЗР усули ёрдамида ўсимликларни аниқлаш ва уларнинг баркоди
11. Генларнинг бирламчи тузилишини аниқлашда биоинформатик дастурларнинг қўлланилиши

VIII. ГЛОССАРИЙ

ТЕРМИНЛАР	УЗБЕКЧА	Терминлар	ИНГЛИЗЧА
Агароза	денгиз сувўтларидан олинадиган полисахарид; электрофорез ва хроматографияда гелли муҳит сифатида фойдаланилади.	Agarose	Polysaccharides which receive from algae; It is used as a gel medium in electrophoresis and chromatography
Агрегация-	айрим организм ёки хужайраларнинг тўпланиши, ғуж бўлиб қолиши.	Aggregation	Education in a pile of some organisms and cells
Адаптация-	мослашиш- организмларнинг эволюция жараёнида юзага келган яшаш шароитига мослашуви	Adaptation	the adaptation of organisms to a habitable environment in the process of evolution
Азотобактер-	эркин ҳолда яшаб, хаводан азот тўпловчи бактериялар тури.	Azotobacter	a type of bacteria that live freely and gain nitrogen from the air
Анаэробиз- -	Организмларнинг эркин кислород бўлмаган муҳитда хаёт кечириши	Anaerobiosis	Vital activity of organisms in the environment where there is no free oxygen
Антагонист	рақиб- микроорганизмлар ҳаётини тўхтатувчи ёки бутунлай барбод қилувчи бошқа бир микроорганизм.	Antagonist	Rival – microorganisms which stop vital functions or kill other microorganisms
Антигенлар-	иммун тизимда антителалар ҳосил бўлишини индуцирловчи,	Antigens	specific proteins that induce and influence the

	антитела пайдо бўлишига таъсир этувчи специфик ҳамкорлик қилувчи оқсиллар.		formation of antibodies in the immune system
Адсорбция	қаттиқ бирикма – адсорбент билан суюқлик ёки газ компонентларнинг ютилиш жараёнидир	Adsorption	Absorption process liquid and gas components into a solid compound - adsorbent
Базал	асосий, асосга тегишли; асосида ёки унинг тагида жойлашган-базал таначалар-эукариотик жониворлар (оддий жониворлар, сувўтлар) хивчинларини цитоплазманинг ташқи қаватига ёпишиб туришига ёрдам берадиган тузилма.	Basal	Main; basal calves that help keep the flagella of eukaryotic animals (simple animals, algae) on the outer layer of cytoplasm
Базипетал транспорт	ўсимликдаги моддаларнинг илдизнинг апикал меристемасига транспорти.	Basipetal transport	Transport of plant substances to the root apical meristem
Бактериофаглар	бактерияларни инфекцияловчи вируслар.	Bacteriophage	Viruses that infect bacteria
Бинар-	икки қисмдан иборат; бинарли номенклатура-микроорганизмларда авлод ва тур номи билан аталиши;	Binary	consisting of two parts; binary nomenclature - the name of the micro-organisms with the name of

	бинарли бўлиниш-хужайраларнинг кўпайиш вақтида иккига бўлиниши.		generation and type; binary fission - the fission of cells during multiplication
Биогенез-	тирик организмлар томонидан органик бирикмаларнинг ҳосил бўлиши.	Biogenesis	release of organic substances from living organisms
Биомасса-	микроорганизмларни ўстирилганида хужайралари массаси ёки тирик организм массаси; фаол биомасса-биологик фаоллик кўрсатувчи масса; қуруқ биомасса- организмларнинг қуруқ биомассаси. У ҳўл биомассанинг 15-30% ини ташкил этади; ҳўл биомасса-сузиш ёки айлантриш, чўктириш натижасида суюқ озуқа муҳитидан ажратиб олинган хужайра массаси.	Biomass	Biomass is organic matter derived from living, or recently living organisms. Biomass can be used as a source of energy and it most often refers to plants or plant-based materials which are not used for food or feed, and are specifically called lignocellulosic biomass. As an energy source, biomass can either be used directly via combustion to produce heat, or indirectly after converting it to various forms

			of biofuel. Conversion of biomass to biofuel can be achieved by different methods which are broadly classified into: thermal, chemical, and biochemical methods.
Биофильтр	-оқава сувларни биологик жиҳатдан тозалайдиган иншоот	Trickling filter	Biological wastewater treatment
Биореактор-	биологик реакцияларни амалга оширишга мўлжалланган сиғим. Бу атама аэроб ва анаэроб организм ҳужайраларини ўстириш учун зарур бўлган сиғимларда ҳамда ҳужайра ва ферментларни тўплашда фойдаланадиган найчаларга нисбатан ишлатилади.	Bioreactor	A bioreactor may refer to any manufactured or engineered device or system that supports a biologically active environment. In one case, a bioreactor is a vessel in which a chemical process is carried out which involves organisms or biochemically active substances derived from such organisms. This process can

			<p>either be aerobic or anaerobic. These bioreactors are commonly cylindrical, ranging in size from litres to cubic metres, and are often made of stainless steel.</p>
<p>Биосинтез-</p>	<p>ферментлар таъсирида тирик организмларда оддий бирикмалардан мураккаб органик моддаларнинг ҳосил бўлиши.</p>	<p>Biosynthesis</p>	<p>Biosynthesis (also called biogenesis or anabolism) is a multi-step, enzyme-catalyzed processes where substrates are converted into more complex products in living organisms. In biosynthesis, simple compounds are modified, converted into other compounds, or joined together to form macromolecules. This process often consists of metabolic pathways.</p>

Биорекультивация-	қазилма бойликлар олинганидан сўнг жойларни текислаб ўсимлик ўстириш	Reclamation	Plant cultivation after the excavation of minerals
Биотехнология-	тирик организмлар ёки биологик қонуният ва хусусиятларнинг саноат миқёсида ишлатилиши ҳақидаги фан йўналиши.	Biotechnology	Biotechnology is the use of living systems and organisms to develop or make products
Вектор-	генларни клонлашда фойдаланиладиган репликон. Табиий векторлар-кичик плазмидалар, вируслар ва бактериофаглар. Сунъий векторлар эса ДНК-лигаза ёрдамида ҳар хил манбалардан олинган ДНКни бирлаштириш асосида тузилади; ўрнини олиш вектори- клонлаштирувчи вектор; ўсимликларда клонлаш вектори- ўсимлик хужайрасига бегона ДНКни ўтказиш ва жойлаштириш билан шуғулланадиган ген муҳандислигида ишлатиладиган	Vector	In molecular cloning, a vector is a DNA molecule used as a vehicle to artificially carry foreign genetic material into another cell, where it can be replicated and/ or expressed. A vector containing foreign DNA is termed recombinant DNA. The four major types of vectors are plasmids, viral vectors, cosmids , and artificial chromosomes. Of these, the most commonly used vectors are

	<p>вектор; плазида вектори-бегона, ёт ДНКдаги ген ёки бир неча генларни бу хилдаги генлари бўлмаган организмга ўтказиб қўйишида қатнашадиган плазида.</p>		<p>plasmids. Common to all engineered vectors are an origin of replication, a multicloning site, and a selectable marker.</p>
Генотерапия-	<p>реципиент геномига бегона генларни киритиш ёки биологик объект тўқималарида генетик соғлом соматик ҳужайраларни олиш ёрдамида наслий касалликларини даволаш.</p>	Gene therapy	<p>Gene therapy is the therapeutic delivery of nucleic acid polymers in to a patient's cells as a drug to treat disease.</p>
Генотип-	<p>асос генларининг тўплами. Ирсий асос– организмларнинг генетик (ирсий) конституциясининг ва унинг барча генларининг мажмуи.</p>	Genotype	<p>The genotype is the part (DNA sequence) of the genetic make up of a cell, and therefore of an organism or individual, which determines a specific characteristic (phenotype) of that cell/organism/ individual.</p>

<p>Генофонд-</p>	<p>организм турлари ёки популяциясидаги ҳар хил генлар турларининг сони ва тарихи.</p>	<p>The gene pool</p>	<p>The gene pool is the set of all genes, or genetic information, in any population, usually of a particular species.</p>
<p>Гетерозис –</p>	<p>бир-биридан қатор хусусиятлар ва белгилари билан фарқланувчи бошланғич шаклларни чатиштириш натижасида пайдо бўлган биринчи авлод дурагайларининг яшаш қобилиятининг ошиши.</p>	<p>Heterosis</p>	<p>Heterosis, hybrid vigor, or outbreeding enhancement, is the improved or increased function of any biological quality in a hybrid offspring. The adjective derived from heterosis is heterotic.</p>
<p>Гибрид-</p>	<p>дурагай-генетик жиҳатдан ҳар хил бўлган турларни чатиштириш натижасида ҳосил бўлган гетерозигота жинси. Ота-она ирсий белгиларини ўзида мужассамлаштирган организм.</p>	<p>Hybrid</p>	<p>In biology a hybrid, also known as cross breed, is the result of mixing, through sexual reproduction, two animals or plants of different breeds, varieties, species or genera.[1] Using genetic terminology, it may be defined as</p>

			follows.
Гиногенез –	муртак халтаси хужайраларидан ўсимлик пайдо бўлиш жараёни.	Gynogenesis	Offspring are produced by the same mechanism as in parthenogenesis, but with the requirement that the egg merely be stimulated by the presence of sperm in order to develop.
Гифлар-	ипчалар-замбуруғ танасини ташкил этувчи бир ёки бир неча хужайрадан ҳосил бўлган, микроскопда аранг кўриш мумкин бўлган иплар.	Gifral	A threads – of molds
Гормон рецептор комплекс-	гормон ва оқсил рецепторининг бирикиши, гормон таъсири амалга ошишининг биринчи босқичи.	Hormone receptor complex	Connect hormone and protein receptors, the first degree of the influence of the hormone
Гормон статуси	– онтогенезда ўсимлик ва ҳайвон гормон тизимининг умумий ҳолати,	Hormone status	The general condition of the animal and plant structure in ontogenesis

Деструкция –	моддаларнинг парчаланиш орқали физиологик фаоллигини йўқотиши.	Destruction	Loss of physical activity by splitting substances
Дидифференция -	ихтисослашган, бўлинмайдиган хужайраларнинг дифференцияланмасдан бўлинаётган каллус хужайраларига айланиш.	Differ	
Диплоид –	мазкур турга ҳос сонларни кўрсатувчи гомологик хромосомаларнинг иккита тўплами билан характерланувчи ядро, хужайра ва организм.	Diploid	Diploid cells have two homologous copies of each chromosome, usually one from the mother and one from the father.
Дифференциялаш –	асосий ва янги ҳосил бўлган хужайралар орасида, шунингдек янги ҳосил бўлган хужайралар орасида фарқ юзага келтирувчи жараёнлар комплекси.		
ДНК –	дезоксирибонуклеин кислоталар молекуласи, нуклеотидлар (аденин, гуанин, цитозин, тимин), дезоксирибоза ва фосфор кислота	DNA	Deoxyribonucleic acid is a molecule that carries most of the genetic instructions used in the development,

	қолдикларидан ташкил топган.		functioning and reproduction of all known living organisms and many viruses.
ДНК репликацияси –	ферментлар тўплами (ДНК полимераза, лигаза ва бошқалар) ёрдамида ДНК нусхасини ҳосил қилиш орқали унинг молекулаларини иккиланиши (икки марта кўпайиши).	DNA replication	Cell division is essential for an organism to grow, but, when a cell divides, it must replicate the DNA in its genome so that the two daughter cells have the same genetic information as their parent.
Ёпиқ тизим –	ташқи муҳит билан фақат энергия орқали алмашинувчи тизим.	Closed system	A closed system is a physical system that does not allow certain types of transfers (such as transfer of mass) in or out of the system.
Ёпишқоқ учлар -	комплементлар ҳолдаги ДНК молекуласининг битта ипли учи бўлиб, эндонуклеазалар ёрдамида кесиб олинади.	sticky ends	DNA end or sticky end refers to the properties of the end of a molecule of DNA or a recombinant DNA molecule.
Идентификация -	айнан ўхшатиш, тенглаштириш-модда ёки	Identification	Identification in biology is the process of

	микроорганизмлар тури ва хилларини аниқлашга қаратилган тадқиқотлар тури.		assigning a pre-existing taxon name to an individual organism.
Иммобилизация (тўплаш) –	мембраналарда хужайра, ферментларни тўплашда фойдаланиладиган физик ва кимёвий жараён.	immobilization	An immobilized enzyme is an enzyme that is attached to an inert, insoluble material such as calcium alginate
Ингибитор-	тўхтатувчи-ферментлар, фаоллигини тўхтатувчи табиий ёки синтетик модда (сунъий олинган).	Inhibitor	Enzyme inhibitor, a substance that binds to an enzyme and decreases the enzyme's activity
Индуктор-	нофаол ҳолатга ўтказадиган паст молекулали модда.	Inductor	inactive state of low molecular weight substances.
Индукция-	фермент синтези, фаглар ривожланиши ва мутацияга ўхшаган биологик жараённи ҳаракатга тушириш.	Induction	Enzyme induction is a process in which a molecule induces the expression of an enzyme.
Инициация-	молекуляр биологиядаги трансляция жараёнининг биринчи босқичи.	Initiation	The initial stage of the translation process in molecular biology
Инкубация-	ўстириш-маълум шароитда, ҳароратда микробларни ушлаб	Incubation	Cultivation. microbial exposure at a

	туриш, ўстириш.		specific temperature
Инокулят-	кўпайтириш усул-тирик организмлар, масалан, микроорганизмлар суспензияси озуқа муҳитга ўтказилгандан кейин янги авлод беради.	The inoculum	method of reproduction of organisms, microorganisms
Интрон –	геннинг транскрибцияланаётган “сукунат сақловчи” процессинг жараёнида РНК молекулалари ажралиб чиқаётган ва кодонлар мавжуд бўлмаган қисми.	Intron	An intron is a nucleotide sequence within a gene that is removed by RNA splicing during maturation of the final RNA product.
Иссиқлик шоки оксиллари (ИШО) -	ҳароратнинг нормадан ошишига организм томонидан ҳосил бўладиган оксиллар.	Thermal shock proteins	
Компетенция –	хужайра, тўқима, орган ва организмнинг индуцирловчи таъсирларни қабул қилиши ва унга ривожланишини ўзгартириш орқали специфик таъсирланиш.	Competence	In microbiology, genetics, cell biology, and molecular biology, competence is the ability of a cell to take up extracellular DNA from its environment.
Комплементар занжир –	РНК ва унга ҳамкорлик учун мос келадиган	complementary chain	The two base-pair complementary chains of the

	нуклеотидларни синтезлан учун фойдаланиладиган ДНК занжирларидан бири.		DNA molecule allow for replication of the genetic instructions.
Катализ-	озонланган ҳаво таркибида иштирок этадиган кислороднинг оксидловчилик хусусиятини ошириш	Catalysis	Catalysis is the increase in the rate of a chemical reaction due to the participation of an additional substance called a catalyst
Лигаза-ДНК	занжиридаги узилган қисмни фосфодиэфирбоғ ҳосил қилиш ёрдамида бирлаштирувчи фермент.	DNA ligase	DNA ligase is a specific type of enzyme, a ligase, that facilitates the joining of DNA strands together by catalyzing the formation of a phosphodiester bond.
Лигирлаш –	ДНКнинг бир занжирдаги узилиш орқали ажралган асослар орасидаги фосфодиэфир боғларининг ҳосил бўлиши. Бу ибора тўмтоқ учларни бириктириш ҳолларида ва РНК боғлар ҳосил бўлишида ҳам қўлланилади.	Ligation	the covalent linking of two ends of DNA or RNA molecules, most commonly done using DNA ligase, RNA ligase (ATP) or other enzymes.

Лизис-	эриб кетиш, парчаланиш- ферментлар, кислоталар ва ишқорлар таъсирида хужайраларнинг парчаланиши; бактерия хужайрасида бактериофагларнинг кўпайиши натijasида унинг эриб кетиши.	Lysis	Lysis refers to the breaking down of the membrane of a cell, often by viral, enzymi c, or osmotic mech anisms that compromise its integrity.
Маркер (ДНК) –	электрофорез гелида фрагментлар ўлчамини аниқлашда фойдаланиладиган маълум ўлчамдаги ДНК фрагменти.	Marker (DNA)	Genetic marker, a DNA sequence with a known location associated with a particular gene or trait
Маркер ген –	жойлашган жойи аниқланган ва аниқ фенотипик кўринишга эга ген.	Marker gene	A marker gene is a gene used in nuclear biology and molecular biology to determine if a nucleic acid sequence has been successfully inserted into an organism's DNA
Матрица.	1) маълум бир тана (шакл) бўлиб, унга қараб янги шаклнинг	Matrix	Matrix, the material or tissue between

	<p>ҳосил бўлиши; 2) (молекулали биологияда) ДНК ва РНК ипларини комплементлар синтезланиши учун асос сифатида хизмат қиладиган ва нуклеин кислоталардаги азот асосларининг кетлиги.</p>		<p>cells in which more specialized structures are embedded</p>
Метаболизм-	<p>оралиқ алмашиниш, яъни моддаларнинг хужайра ичига тушган вақтидан охирги маҳсулотлар ҳосил бўлгунга қадар айланиши; катаболизм ва анаболизм жараёни йиғиндиси; қоронғуликда кечадиган метаболизм-микроорганизмларнинг (қирмизи бактериялар Rhodospirillum) қоронғида аэроб ҳолда ўсиш хусусияти. Бу хусусият бактерияларда нафас олиш занжирининг керакли қисмлари борлигидан далолат беради.</p>	Metabolism	<p>Metabolism is the set of life-sustaining chemical transformations within the cells of living organisms</p>
Метаболитлар-	<p>метаболизм жараёнида ҳосил</p>	Metabolites	<p>Metabolites are the</p>

	бўладиган моддалар.		intermediates and products of metabolism.
Микроорганизмлар уюшмаси-	ҳар доим бирга учрайдиган ва бири бири билан боғлиқ ҳолда яшайдиган микроорганизмлар бирлашмаси.	microbial colony	A microbial colony is defined as a visible cluster of microorganisms growing on the surface of or within a solid medium, presumably cultured from a single cell.
Микрофлора-	ҳар хил турдаги микроорганизмларнинг маълум яшаш муҳитидаги тўплами; автохтон микрофлораси; сув микрофлораси; ҳаво микрофлораси; балчиқ микрофлораси; одатдаги микрофлора; организм микрофлораси; кўшимча микрофлора; тупроқ микрофлораси; ризосфера микрофлораси.	Microorganisms	a collection of different species of microorganisms living environment; avtoxonon microflora; microflora; microflora; mud microflora; normal microflora; microorganism; microflora; soil microflora; rizosfera microflora.
Мицеллий-	замбуруғ тана-замбуруғ, жумладан шўъласимон замбуруғларнинг ўсадиган танаси	Mycelium	Mycelium is the vegetative part of a fungus, consisting of a mass of

	бўлиб, бир ва кўп хужайрали ипчалар (гиф)дан иборат.		branching, thread-like hyphae.
Модификация-	микроорганизмларнинг фенотипик ўзгариши, яъни хужайранинг генетик аппаратларига алоқадор бўлмаган ўзгаришлар.	Modification	A modification is a change in the physical appearance of an organism (phenotype) caused by environmental factors.
Морфогенез –	орган (органогенез), тўқима(гистогенез) ва хужайраларнинг (цитогенез ёки хужайраларнинг дифференциаланиши) шаклланиш жараёни. Организмларнинг ривожланиши жараёнида тизимларнинг табақаланиши.	Morphogenesis	Morphogenesis is the biological process that causes an organism to develop its shape.
Мутагенез-	мутагенез ўзгаришнинг (мутагенезнинг) рўй бериши-организмда ирсий ўзгаришлар-мутацияларнинг вужудга келиш жараёни. Бу жараён асосида ирсий ахборотни сақловчи ва наслга ўтказувчи нуклеин кислоталар молекуласининг ўзгариши ётади.	Mutagenesis	Mutagenesis is a process by which the genetic information of an organism is changed in a stable manner, resulting in a mutation.

<p>Мутагенлар –</p>	<p>ДНК молекуласида мутацияларнинг пайдо бўлиш частоталарини оширувчи омил. Ирсиятни ўзгартирувчилар- мутациялар ҳосил қилувчи физикавий ва кимёвий омиллар;</p>	<p>Mutagens</p>	<p>A mutagen is a physical or chemical agent that changes the genetic material, usually DNA, of an organism and thus increases the frequency of mutations above the natural background level.</p>
<p>Мутация –</p>	<p>ген, хромосомадаги нуклеотид изчиллик, геномнинг бирорта белгининг ўзгаришига ва уларнинг авлодларда сақланишига олиб келувчи спонтан ва индуцирланган ўзгариши.</p>	<p>Mutation</p>	<p>A mutation is a permanent alteration of the nucleotide sequence of the genome of an organism, virus, or extrachromosomal DNA or other genetic elements.</p>
<p>Нишон - хужайра–</p>	<p>у ёки бу фитогармон рецепторини тутувчи ва фитогармоннинг концентрацияси ўзгарганда метаболизмни ўзгартирувчи хужайра.</p>	<p>Target cell</p>	<p>target cells are red blood cells that have the appearance of a shooting target with a bullseye.</p>
<p>Нуклеин кислоталар –</p>	<p>турли нуклеотидлар қолдиқларидан ташкил топган юқори молекуляр табиий бирикмалар (полимерлар). Хужайра мағзининг асосини ташкил</p>	<p>Nucleic acids</p>	<p>Nucleic acids are biopolymers, or large biomolecules, essential for all known forms of life. Nucleic acids, which</p>

	қилади. Нуклеин кислоталарнинг икки тури: РНК, ДНК хужайраларнинг доимий компонентларидир.		include DNA (deoxyribonucleic acid) and RNA (ribonucleic acid), are made from monomers known as nucleotides.
Ноосфера-	биосферани табиат қонунлари асосида бошқариш, инсоннинг юқори тараққий этиши	Noosphere	The noosphere is the sphere of human thought
Органогенез –	уюшмасдан ўсаётган каллус хужайраларида органлар (илдиз, бошланғич барглар ва ниҳоллар) ҳосил бўлиш жараёни.	Organogenesis	In animal development, organogenesis is the process by which the ectoderm, endoderm, and mesoderm develop into the internal organs of the organism.
Очиқ тизим –	ташқи муҳит билан энергия ва моддалар билан алмашинадиган тизим.	Open systems	the external environment and the energy and material exchange with the system.
Озиқ занжири-	моддаларнинг айланма ҳаракати	food chain	A food chain is a linear network of links in a food web starting from producer organisms and

			ending at apex predatorspecies, detritivores, or decomposerspecies.
Озонолиз-	Озоннинг иккиламчи ва бирламчи углерод боғларига фиксация жараёни	Oxonolysis	The process of fixing the first and second carbon ozone connection
Партеногенез –	асоснинг фақат она хужайра генлари иштирокида ривожланиши.	Parthenogenesis	Parthenogenesis is a natural form of asexual reproduction in which growth and development ofembryos occur without fertilization.
Плазмида –	автоном репликацияланишга қодир, таркибида реципиентларнинг бегона генларини ва бошқа ДНК изчиллигини тутиш ва геномга киритиш хусусиятига эга, икки занжирли ҳалқасимон ДНК плазмид вектори асоси.	Plasmid	A plasmid is a small DNA molecule within a cell that is physically separated from a chromosomal DNA and can replicate independently.
Полиаденилляция –	полиаденил кислота изчиллигининг эукариот РНК 3-учига унинг синтези тугаганидан сўнг бирикиши.	Polyadenylation	Polyadenylation is the addition of a poly(A) tail to a messenger RNA.

Полиплоидия –	организм гаплоид хромосомалар йиғиндисининг каррали ортиши билан боғлиқ бўлган ирсий ўзгарувчанлик.	Polyploid	Polyploid cells and organisms are those containing more than two paired (homologous) sets of chromosomes .
Пролиферация –	хужайра ва тўқималарнинг кўпайиш йўли билан ҳосил бўлиши.	Proliferation	The term cell growth is used in the contexts of cell development and cell division (reproduction).
Промотор–	геннинг транскрипцияси бошланиши учун жавобгар қисми.	promoter	In genetics, a promoter is a region of DNA that initiates transcription of a particular gene.
Пронуклеус –	уруғланган тухум хужайра ядроси.	Pronucleus	A pronucleus is the nucleus of a sperm or an egg cell during the process of fertilization, after the sperm enters the ovum, but before they fuse.
Протон помпаси	махсус оксиллар ёрдамида протонларнинг хужайра мембранаси орқали ўтиш	Proton pump	A proton pump is an integral membrane protein that is

	жараёни.		capable of moving protons across a biological membrane.
Протопласт	механик йўл билан ёки ферментлар ёрдамида хужайралар қобиғидан маҳрум қилинган, мембрана ёрдамида шаклини ушлаб турувчи ўсимлик хужайраси.	Protoplast	Protoplast, initially referred to the first human[citation needed] or, more generally, to the first organized body of a species. In modern biology.
Профаг	бактерия хромосомасига ўрнашган фаг геноми. Лизоген бактериялардан яширинган, юкмайдиган шаклдаги мўътадил бактериофаг.	Prophage	A prophage is a bacteriophage genome inserted and integrated into the circular bacterial DNA chromosome or existing as an extrachromosomal plasmid.
Процессинг	етилиш жараёни	Processing	maturation
Регенерация-	хужайралар тикланиши.	Regeneration	cell recovery
Рекомбинант ген –	турли генлар компонентларидан таркиб топган ген.	Chimeric gene	Chimeric genes form through the combination of portions of one or more coding sequences to produce new genes. These mutations

			are distinct from fusion genes which merge whole gene sequences into a single reading frame and often retain their original functions.
Рекомбинант ДНК-	турли манбалардан олинган ДНК қисмларидан иборат ДНК.	Recombinant DNA	Recombinant DNA (rDNA) molecules are DNA molecules formed by laboratory methods of genetic recombination to bring together genetic material from multiple sources, creating sequences that would not otherwise be found in the genome.
Рекомбинация-	кроссинговер натижасида оналар генларининг қайта гуруҳланиши(табақаланиши).	Recombination	
Репарация-	ДНКнинг синтези вақтида ҳамда ҳар хил физик ва кимёвий омиллар таъсирида ДНК	Repair	DNA repair is a collection of processes by which a cell identifies

	молекуласи узилиб қолган ёки шикастланган молекулаларни тузатишга бўлган хужайраларнинг махсус вазифаси.		and corrects damage to the DNA molecules that encode its genome.
Репрессия-	ген экспрессиясини ва ёхуд ўшанга тааллуқли фермент синтезини тўхтатиш механизми.	Repression	Expression of the gene and the mechanism of recovery of enzymatic synthesis
Репрессор-	маълум оперонда РНК синтезини тўхтатадиган бошқарувчи оқсил.	Repressor	A repressor is a DNA- or RNA-binding protein that inhibits the expression of one or more genes by binding to the operator or associated silencers.
Рестриктазалар -	кесувчи ферментлар, рестрикция ферментлари, ДНКни маълум бир нуклеотидлар қаторида кесадиган ферментлар. Ген муҳандислигида қўлланиладиган восита.	Restriction enzymes	A restriction enzyme or restriction endonuclease is an enzyme that cuts DNA at or near specific recognition nucleotide sequences known as restriction sites.
Сайт-	ўрин, жойланиш-генлар харитасидаги нуқтали мутация	Site-	Location, location of a point mutation

	ўрни.		in the gene map
Сегмент-	карж, бўлак.	Segment-	snippet
Селекция-	танлаш-ҳайвон, ўсимлик ва микроорганизмларни нг янги зотлари, навлари ва штаммларини яратиш усули.	Selection-	new strains of microorganisms
Скрининг-	битта ҳужайрадан клон олиш йўли билан микроорганизмларни нг аралаш популяциясидан керагини ажратиш.	Screening	Before switching on the contents of a clone of the candidate chart smeshannye population of microorganisms po points.
Субстрат-	озуқа муҳит- микроорганизмларни нг ўсиши учун керак бўлган озуқа муҳити.	Substrat-	Pitatlnaya consistently dlya microorganisms kultivirovanie
Термодинамик тизим	қайта ҳосил қилиш, тўплаш ва фойдаланиш хусусиятига эга ўзаро боғлиқ элементлар комплекси.	thermodynamic system	I Properties sobratat complex elementnye
Трансдукция-	бактериофаглар ёрдамида генетик материални донор ҳужайрадан реципиент ҳужайрага олиб ўтиш.	Transduktsiya-	Perevesti retsipientnyx candidate trace donornyx candidate s pomoshchyu bacteriophage
Ультрафилтра ция -	коллоид заррачаларни	Ultrafiltratsiya	The process of selection of the

	ажратиш жараёнидир		colloidal particles
Фаглар-	вируслар.	Fag-	virus
Фенотип-	организмларнинг ривожланиши жараёнида юзага келган ҳамма белги ва хусусиятлар йиғиндиси.	Phenotype	Sum Properties signs during development of the organism processes
Ферментер-	айрим хомашёларни микроорганизмлар ёрдамида бижғитиш учун ишлатиладиган ҳамма томони берк асбоб.	Fermenter-	Apparatus for fermentation of certain raw materials using microorganisms
Ферментлар-	Биологик катализатор	Enzymes	biocatalyst
Фитоалексинлар –	генотипик ва реал компонентлари.	phytoalexins	Genotype and the actual components
Фотосинтез-	ёруғлик энергияси иштирокида ўсимликлар, сувўтлари ва айрим бактериялар ҳужайраларида CO ₂ дан органик моддалар ҳосил бўлиш жараёни.		Identification of the organic substances CO ₂ in bacteria, some algae with light energy
Фрагментлар	парчалар, қисмлар.	Fragments	Part
Хемосинтез	айрим микроорганизмларга хос бўлган озикланиш тури.	xemosintez	Class pitaniya spetsificheskimi dlya microorganisms opredelennyx
Хромосомалар	ДНК ва оқсиллардан	Chromosomes	The genetic

–	иборат хужайра ядросини генетик структура ҳосиласи		structure of the core protein and DNA
Центрифуга-	ажраткич, аналитик (лаборатория) ажраткич; тебранувчи ажраткич; горизонтал ажраткич; буғлантирувчи ажраткич; чўктирувчи ажраткич; тиндирувчи ажраткич; препаратив ажраткич; ўз-ўзини бўшатадиган ажраткич; сузиш йўли билан ишлайдиган ажраткич; кўп бўлимли ажраткич; ўта тез айланадиган ажраткич; табақалаштирувчи, тафовутли ажраткич.	Tsentrifuga-	Separator, analytical (laboratory) Separator; vibration Separator; horizontal Separator; and evaporating Separator; Mazur Separator; Stir Separator; Preparation Separator; self- released Separator; swimming, working through the Separator; Separator for the most part; very quickly turn into Separator; differentiated divergent Separator.
Цитозин-	ДНК ва РНК таркибида бўлган пиримидин асоси.	Ctosine	he Fundamental pyrimidine in DNA and RNA
Энергиянинг миграциялани ши	энергиянинг донордан акцепторга тўқнашув йўли билан узатилиши	Energy migration	Parcel Energia via stolknovenie s donor or acceptor
Электрофорез	электр майдони	Electrophoresis	Allocate

	ёрдамида аралашмаларнинг бир жойдан иккинчи жойга ўтиши, бўлакларга ажратиш.		particles move mixtures from one place to another using an electric field
--	--	--	---

IX. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажакимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. – 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 фаёвон бўлади. 3-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 400 б.
5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тикланишдан – миллий юксалиш сари. 4-жилд.– Т.: “Ўзбекистон”, 2020. – 400 б.

III. 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 Президенти Шавкат Мирзиёевнинг 2020 йил 25 январдаги Олий Мажлисга Мурожаатномаси.

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

Ш. Махсус адабиётлар

18. Вишневец А.В., Соболева В.Ф., Базылев С.Е. и др. Основы генетической инженерии и биотехнологии. Учебно-методическое пособие. Витебск : УО «ВГАВМ», 2010. - 76 с

19. Давронов Қ., Аликулов Б.С. Нанобиотехнология асослари, - Т.: Фан ва тараққиёт нашриёти. 2015–304 б.

20. Лутова Л. А., Матвеева Т. В. Генная и клеточная инженерия и биотехнологии высших растений: под ред. акад. И.А. Тихоновича. - СПб.:Эко-Вектор, 2016. – 168 с.

21. Bernard R.Glik, Jack J. Pasternak Molecular biotechnology - Washington 2010. 1020 p.

22. Deniz Ekinici “Biotechnology” Croatia, 2015/

23. Artikova R.M., Murodova S.S. Qishloq xo‘jalik biotexnologiyasi.Darslik.T.: Fan va texnologiya. 2010.- 276 b.

24. Mirxamidova P. va bosh. Mikrobiologiya va biotexnologiya asoslari. Darslik. Ilm ziyo. 2014y, -335 b.

25. Zikryaev A., Mirxamidova P. Biologik kimyo va molekulyar biologiya. Darslik. T.Tafakkur bo‘stoni.2013.-223b

26. Рахматов Н.А., Махмудов Т.М., Мирзаев С. Биокимё. Дарслик -Т.: Таълим, 2009. -528 б.

27. Мусаев Х.Н., Ахмедова Н.Х. Кимёвий микробиология. Дарслик. –Т. Фан ва технология. 2012.-428 б

IV. Интернет сайтлар

28. <http://edu.uz> – Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги.

29. <http://lex.uz> – Ўзбекистон Республикаси Қонун ҳужжатлари маълумотлари миллий базаси.

30. <http://bimm.uz> – Олий таълим тизими педагог ва раҳбар кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини оширишни ташкил этиш бош илмий-методик маркази.

31. <http://ziyonet.uz> – Таълим портали Ziyonet.

<http://natlib.uz>–Алишер Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси.

ОТЗЫВ

На образовательную программу и учебно-методический комплекс по направлению переподготовки и повышения квалификации преподавателей «Биотехнология» (по отраслям) Ташкентского химико-технологического института

Общий объем образовательной программы составляет 288 часов, продолжительностью 8 недель при 36 часовой недельной учебной нагрузке.

Образовательная программа состоит из шести крупных модулей, которые формулируют Государственную политику и определяют основные направления переподготовки и повышения квалификации педагогический кадров в Узбекистане.

Общеобразовательные модули охватывают вопросы развития общества и образовательно-воспитательных процессов, инновационных образовательных технологий, электронной педагогики и проектирования личной и профессиональной информационной сферы, знания иностранного языка, системного анализа и принятия оптимальных решений.

Содержание этих специализированных модулей позволяет сформировать новые знания и навыки по передовым образовательным технологиям и педагогическому мастерству, применению информационно-коммуникационных технологий в образовательных процессах, системному анализу химико-технологических процессов, современным методом анализа пищевых продуктов, а также познакомить инновациями в области технологии пищевых веществ.

Считаю, что содержание учебной программы и учебно-методического комплекса отвечают современным требованиям и может быть рекомендовано для осуществления повышения квалификации и переподготовки преподавателей высших учебных заведений по направлению «Биотехнология»

Проректор по учебной работе



к.т.н. Сакович А.А.

Директор Института повышения
квалификации и переподготовки

к.т.н. Пищов С.Н.