



**O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI
HUZURIDAGI PEDAGOG KADRLARNI
QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING
MALAKASINI OSHIRISH TARMOQ
(MINTAQAVIY) MARKAZI**

GEN MUHANDISLIGI

**MODULI BO'YICHA
O'QUV – USLUBIY
MAJMUA**

2025

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**OLIY TA’LIM TIZIMI KADRLARINI QAYTA
TAYYORLASH VA MALAKASINI OSHIRISH INISTITUTI**

**O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG
KADRLARNI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI
OSHIRISH TARMOQ (MINTAQAVIY) MARKAZI**

**“GEN MUHANDISLIGI”
MODULI BO‘YICHA**

O‘ Q U V – U S L U B I Y M A J M U A

Toshkent – 2025

Modulning o‘quv-uslubiy majmuasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2024-yil 27-dekabrdagi 485-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishlari o‘quv reja va dasturlariga muvofiq ishlab chiqilgan.

Tuzuvchilar: **Tayanch modullari:** O‘zMU, “Biofizika” kafedrasini mudiri dotsent,
b.f.b. (PhD) X.Ro‘ziboyev,
b.f.b., (PhD) dots., Sh.A.Xalilayev

Taqrizchi: O‘zbekiston Milliy universiteti “Genetika kafedrasini mudiri,
b.f.d., prof., S.G’.Boboyev

*O‘quv-uslubiy majmua Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti
Kengashining qarori bilan nashrga tavsiya qilingan
(2024- yil “29” noyabrdagi 4-sonli bayonnoma).*

MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR	5
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI.....	8
III. NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI	11
IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI	16
V. ADABIYOTLAR RO'YXATI.....	24

I. ISHCHI DASTUR

KIRISH

Ushbu ishchi dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020-yil 23-sentabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 3-dekabrda “Iqtidorli yoshlarni saralab olish tizimi va akademik litseylar faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4910-son hamda Vazirlar Mahkamasining 2022-yil 1-iyundagi “Akademik litseylar rahbar va pedagog xodimlarining uzduksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi 296-son Qarorlarida belgilangan ustuvor yo‘nalishlar hamda namunaviy dastur mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u zamonaviy talablar asosida malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda akademik litseylar pedagog xodimlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishni maqsad qiladi.

Ishchi dastur doirasida berilayotgan mavzular orqali akademik litseylarda faoliyat olib borayotgan pedagog xodimlarning ta’lim jarayonida gen muhandisligidan foydalanishga oid bilimlar darajasini kengaytirish va chuqurlashtirish hisobiga ularning pedagogik mahorat va kasbiy kompetentligini muntazam takomillashtirish bilan bog‘liq bilim, ko‘nikma va malakalarga ega bo‘lishlari ta’minlanadi.

Modulning maqsadi va vazifalari

Modulning maqsadi tinglovchilarni organizmlar gen tarkibiga o‘zgartirish kiritishni amalga oshiruvchi yo‘nalishining turlari va ularning ta’lim sohasidagi qo‘llanilish imkoniyatlaridan foydalanish, o‘zgartirishdan maqsad va uning xavfsizligi masalalarida fikrlarni umumlashtirish usullarini qo‘llash va muammolarini hal etish bo‘yicha bilim, ko‘nikma va malakalarini oshirishdan iborat.

Modulning vazifalariga quyidagilar kiradi:

- gen muhandisligini ta’limda qo‘llanilishi va uning imkoniyatlarini keng qamrovda tushuntirish;
- gen muhandisligida qo‘llanadigan usullar imkoniyatlarini o‘zlashtirish;
- gen muxandisligi natijalarini tekshirish usullarini amaliyotga tatbiq etish va muammolarini ko‘rib chiqish.

Modul bo‘yicha tinglovchilarning bilimi, ko‘nikma va malakalariga qo‘yiladigan talablar

“Biologiya” modulini o‘zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida:

Tinglovchi:

- gen muhandisligida qo‘llanadigan usullarini;

- organizmlar gen tarkibiga o'zgartirish kiritish amalga oshiruvchi yo'nalishini;
- o'zgartirishdan maqsad va uning xavfsizligi masalalarida fikrlarni umumlashtirishni;
- hozirda qo'llanilayotgan usullar ketma ketma-ketligini;
- hozirda qo'llanilayotgan usullar ketma-ketligini **bilishi** kerak.

Tinglovchi:

- organizmlar gen tarkibiga o'zgartirish kiritishni amalga oshiruvchi yo'nalish;
- gen muhandisligida qo'llanadigan usullar yaratish;
- gen muxandisligi natijalarini tekshirish;
- gen muhandisligida qo'llanadigan usullar bilan ishlash;
- hozirda qo'llanilayotgan usullar ketma-ketligini taqdim etish hamda ulardan foydalanish **ko'nikma va malakalariga** ega bo'lishi lozim.

• **Tinglovchi:**

- organizmlar gen tarkibiga o'zgartirish kiritishni amalga oshiruvchi yo'nalishni o'rganish;
- fenotipik baholashning afzalliklari, kamchiliklarini tahlil etish;
- gen muhandisligida qo'llanadigan usullardan foydalanish;
- gen muhandisligida qo'llanadigan usullardan ma'lumotlar olish;
- gen muxandisligi natijalarini tekshirish **kompetensiyalariga** ega bo'lishi lozim.

“Gen muhandisligi” moduli bo'yicha soatlar taqsimoti

	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat			
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi jumladan		
			Jami	Nazariy	Amaliy
1	Organizmlar gen tarkibiga o'zgartirish kiritishni amalga oshiruvchi yo'nalish.	2	2	2	
2	O'zgartirishdan maqsad va uning xavfsizligi masalalarida fikrlarni umumlashtirish.	2	2		2
3	Gen muxandisligi natijalarini tekshirish.	2	2		2
Jami:		6	6	2	4

NAZARIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-MAVZU: ORGANIZMLAR GEN TARKIBIGA O'ZGARTIRISH KIRITISHNI AMALGA OSHIRUVCHI YO'NALISH. (2 SOAT)

Organizmlar gen tarkibiga o'zgartirish kiritishni amalga oshiruvchi yo'nalish. Gen muhandisligida qo'llanadigan usullar.

AMALIY MASHG'ULOTLAR MAZMUNI

1-MAVZU: O'ZGARTIRISHDAN MAQSAD VA UNING XAVFSIZLIGI MASALALARIDA FIKRLARNI UMUMLASHTIRISH. (2 SOAT)

O'zgartirishdan maqsad va uning xavfsizligi masalalarida fikrlarni umumlashtirish. Hozirda qo'llanilayotgan usullar ketma-ketligi.

2-MAVZU: GEN MUXANDISLIGI NATIJALARINI TEKSHIRISH. (2 SOAT)

Gen muxandisligi natijalarini tekshirish. Fenotipik baholash, afzalliklari, kamchiliklari.

O'QITISH SHAKLLARI

- Mazkur modul bo'yicha quyidagi o'qitish shakllaridan foydalaniladi:
- ma'ruzalar, amaliy mashg'ulotlar (ma'lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (ko'rilayotgan loyiha yechimlari bo'yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);
- bahs va munozaralar (loyihalar yechimi bo'yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).

II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTERFAOL TA’LIM METODLARI.

“SWOT-tahlil” metodi.

Metodning maqsadi: mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo‘llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

S – (strength)	• kuchli tomonlari
W – (weakness)	• zaif, kuchsiz tomonlari
O – (opportunity)	• imkoniyalari
T – (threat)	• to'siqlar

“Assesment” metodi

Metodning maqsadi: mazkur metod ta’lim oluvchilarning bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o‘zlashtirish ko‘rsatkichi va amaliy ko‘nikmalarini tekshirishga yo‘naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta’lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo‘nalishlar (test, amaliy ko‘nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo‘yicha tashhis qilinadi va baholanadi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

“Assesment” lardan ma’ruza mashg‘ulotlarida talabalarning yoki qatnashchilarning mavjud bilim darajasini o‘rganishda, yangi ma’lumotlarni bayon qilishda, seminar, amaliy mashg‘ulotlarda esa mavzu yoki ma’lumotlarni o‘zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o‘z-o‘zini baholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o‘qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o‘quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo‘shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

Namuna. Har bir katakdagi to‘g‘ri javob 5 ball yoki 1-5 balgacha baholanishi mumkin.



- **Test**
- 1. Kuchsiz o‘zaro ta’sirni tashuvchi zarralarni ko‘rsating.
- A. W-бозон
- B. фотон



Qiyosiy tahlil

Fundamental o‘zaro ta’sir kuchlarini taqqoslang



- **Tushuncha tahlili**
- W -bozon tushunchasini izohlang...

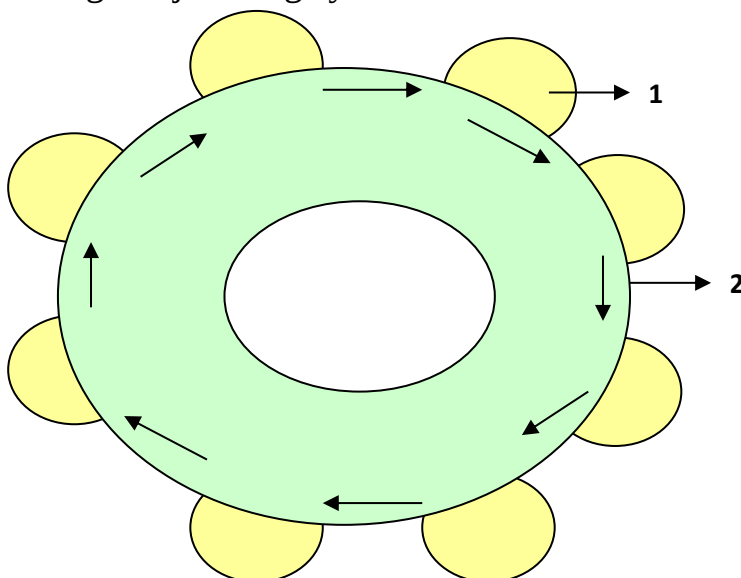


- **Amaliy ko‘nikma**
- Zarrachaning energiyasini xisoblang

“Davra suhbatl” metodi

Aylana stol atrofida berilgan muammo yoki savollar yuzasidan ta’lim oluvchilartomonidan o‘z fikr-mulohazalarini bildirish orqali olib boriladigan o‘qitish metodidir.

“Davra suhbatl” metodi qo‘llanilganda stol-stullarni doira shaklida joylashtirish kerak. Bu har bir ta’lim oluvchining bir-biri bilan “ko‘z aloqasi”ni o‘rnatib turishiga yordam beradi. Davra suhbatining og‘zaki va yozma shakllari mavjuddir. Og‘zaki davra suhbatidata’lim beruvchi mavzuni boshlab beradi va ta’lim oluvchilardan ushbu savol bo‘yicha o‘z fikr-mulohazalarini bildirishlarini so‘raydi vaaylana bo‘ylab har birta’lim oluvchi o‘z fikr-mulohazalarini og‘zaki bayon etadilar. So‘zlayotgan ta’lim oluvchini barcha diqqat bilan tinglaydi, agar muhokama qilish lozim bo‘lsa, barcha fikr-mulohazalar tinglanib bo‘lingandan so‘ng muhokama qilinadi. Bu esa ta’lim oluvchilarning mustaqil fikrlashiga va nutq madaniyatining rivojlanishiga yordam beradi.



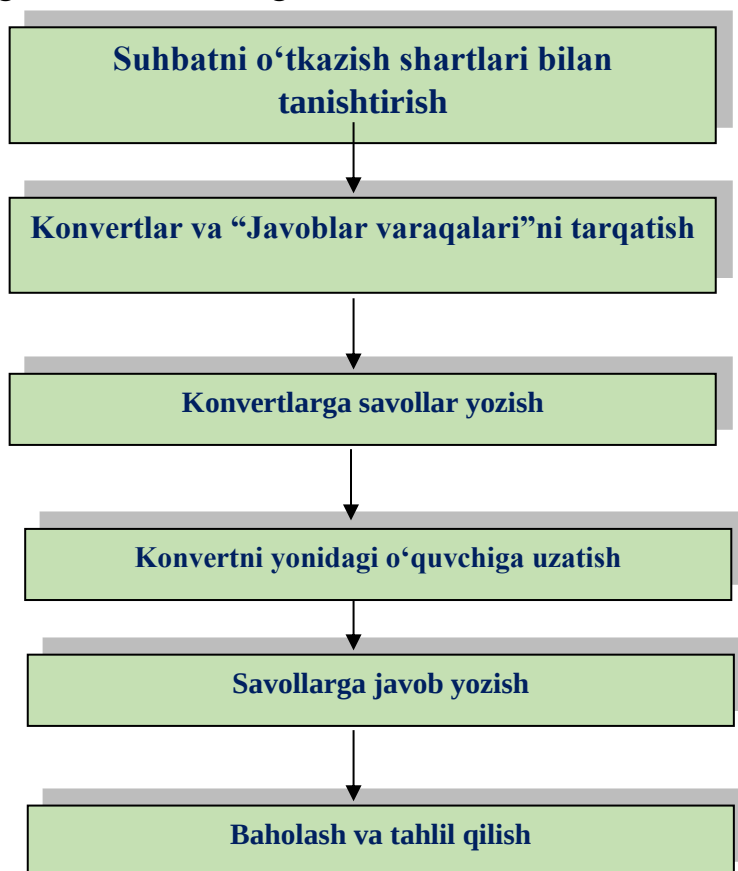
Belgilar:

1-ta’lim oluvchilar

2-aylana stol

Davra stolining tuzilmasi

Yozma davra suhbatida stol-stullar aylana shaklidajoylashtirilib, har bir ta'lim oluvchiga konvert qog'ozi beriladi. Har bir ta'lim oluvchi konvert ustiga ma'lum bir mavzu bo'yicha o'z savolini beradi va "Javob varaqasi"ning biriga o'z javobini yozib, konvert ichiga solib qo'yadi. Shundan so'ng konvertni soat yo'nalishi bo'yicha yonidagi ta'lim oluvchiga uzatadi. Konvertni olgan ta'lim oluvchi o'z javobini "Javoblar varaqasi"ning biriga yozib, konvert ichiga solib qo'yadi va yonidagi ta'lim oluvchiga uzatadi. Barcha konvertlar aylana bo'ylab harakatlanadi. Yakuniy qismda barcha konvertlar yig'ib olinib, tahlil qilinadi. Quyida "Davra suhbat" metodining tuzilmasi keltirilgan



"Davra suhbat" metodining afzalliklari:

- o'tilgan materialining yaxshi esda qolishiga yordam beradi;
- barcha ta'lim oluvchilar ishtirok etadilar;
- har bir ta'lim oluvchi o'zining baholanishi mas'uliyatini his etadi;
- o'z fikrini erkin ifoda etish uchun imkoniyat yaratiladi.

III. NAZARIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

1-MAVZU: ORGANIZMLAR GEN TARKIBIGA O'ZGARTIRISH KIRITISHNI AMALGA OSHIRUVCHI YO'NALISH. (2 SOAT)

Organizmlar gen tarkibiga o'zgartirish kiritishni amalga oshiruvchi yo'nalish. Gen muhandisligida qo'llanadigan usullar. Gen muhandisligi.

Biotexnologiyaning zamonaviy va tez sur'atlar bilan rivojlanayotgan yulishlaridan biri gen muxandisligidir. Gen muxandisligi o'z navbatida, bioobyektlarni o'ziga xos bo'lmagan xususiyatlarini namoyon etishi maqsadida, ularni sun'iy tarzda genetik modifikatsiyalash jarayonlarini amalga oshiradi. Bu boradagi ilmiy izlanishlar asosan, 1972 yili P.Bergning laboratoriyasida birinchi marta yopishqoq uchlarga ega bo'lgan rekombinat DNK malekulasini in vitro usulida olingandan so'ng, yangicha tus oldi va bu boradagi tadqiqotlar yanada rivojlandi. Oradan bir oz vakt o'tkach amerikalik olim S.Koen laboratoriya sharoitida soddada usulda yopishqoq uchlarga ega DNK fragmentini endonukleaza fermenti yordamida olish mumkinligini ko'rsatib berdi. Shundan so'ng, gen muhandisligi tez sur'atlar bilan rivojlanib bordi va vektorlar, kointegrativ vektorlar yaratish, rekombinant oqsillar olish haqidagi ma'lumotlar paydo bo'ldi. Gen muxandisligi sohasi rivojlanib, ushbu soha ikki yo'nalishga ajratildi: gen va genom muhandisligiga.

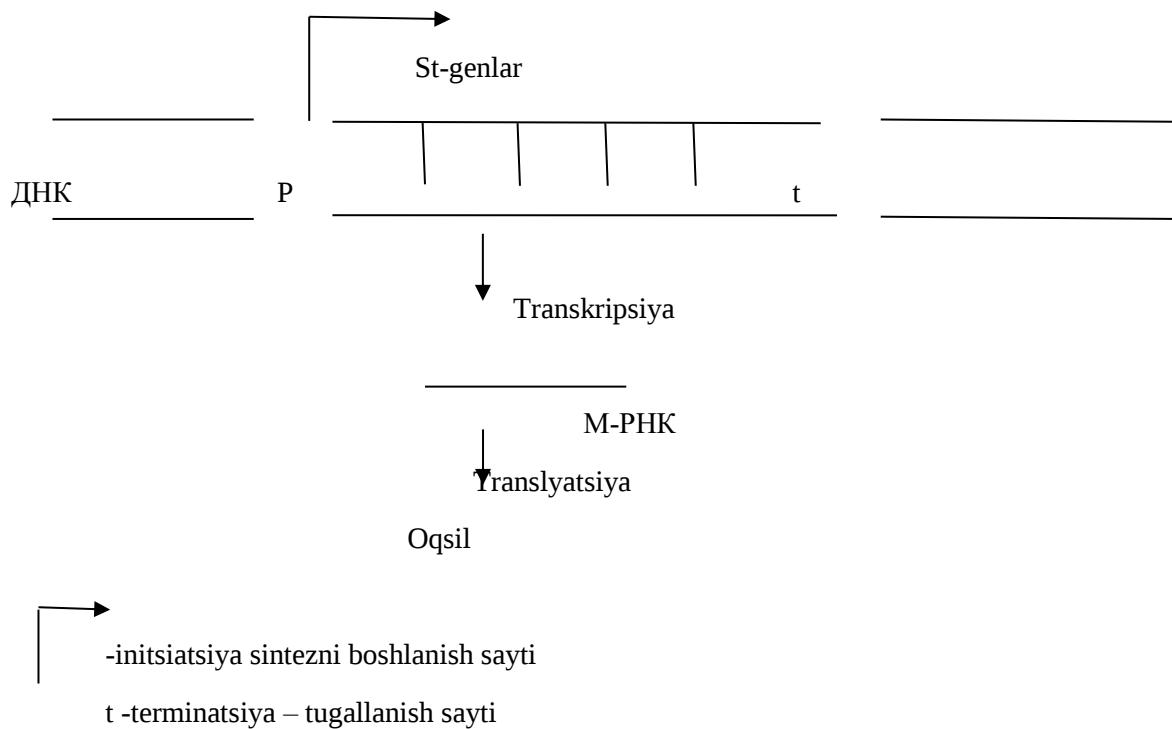
Genom muxandisligi esa butkul yangi organizm yaratishga asoslangan tadqiqotlarni amalga oshiradi.

Gen muxandisligi in vivo yoki in vitro usulida retsepiyent hujayra genomiga bir yoki bir nechta yot genlarni kiritib, yangi o'ziga xos bo'lmagan hususiyatga ega bo'lgan organizm yaratish va shu bilan birga genlarni ajratish, konstruksiya qilish, genlarni klonlash, shuningdek gen banklarini yaratish ustida tadqiqot ishlarini olib boradi.

Genetik muxandislik asosidagi manipulyatsiyalar bir necha asosiy boskichlarni o'z ichiga oladi: jumladan, a)kerakli genni qidirish va DNKni ajratib olish, b) genni vektorga joylashtirish, v) gen integratsiyasini ta'minlash, g) kimyoviy yoki fermentativ sintez, d)turli usullar yordamida genni identifikatsiyalash. Bu urinda shuni kayd etish kerakki, genlarni DNK dan ajratib olishda fragmentatsiya usuli qo'llanilib, parchalash natijasida nukleotid fragmentining juftlari hosil bo'ladi. Gen fragmentlarini hosil qilishda, ba'zi kamchiliklarga yo'l qo'yish, genning o'z funksiyasini yo'qotishiga olib kelishi mumkin. Ma'lumki, eukariot organizmlar geni, murakkab oqsil kodlaridan iborat bo'lib, asosiy genetik ma'lumotni o'zida saqlaydi. Shu sababli, gen haqidagi ma'lumotlar hujayra genomidan olinadi. Organizmga kiritilgan yot gen o'z mahsulotini kanday regulyatorlar yordamida amalga oshirishi to'g'risida

ma'lumotga ega bo'lish uchun, in vivo sharoitida boradigan oqsil sinteziga to'xtalish maqsadga muvofiq bo'ladi. Bunda kodlanadigan strukturaviy gen tarkibidan asosiy ma'lumot DNK dan olinadi. Bir spiralli RNK zanjiri sintezi uchun DNK matritsa vazifasini o'taydi. Sintezlangan RNK malekulasi DNK molekulasining bitta zanjiriga komplementar bo'ladi. Yani RNK o'zining bitta zanjirida DNK ning bitta zanjirini to'liq namoyon qiladi. Genni ana shunday usulda kopiya olish jarayonini RNK polimeraza fermenti amalga oshiradi va bu jarayon **transkripsiya** deb ataladi. Ana shu jarayon davomida ayniqsa, eukariot hujayralarda turli o'zgarishlar yuz beradi. Bu o'zgarishlarga protsessing deb aytiladi. (nukleotid parchalarini hosil bo'lish jarayoni). Kopiya olgan RNK ribosomaga boradi va ribosomaga kelgan biologik ma'lumot genetik ma'lumotga aylanadi. Ushbu jarayonni amalga oshirishda substrat vazifasini ATF bajaradi. Bunda ATF energiya manbai sifatida ribosomaga kelayotgan biologik ma'lumotni genetik malumotga aylanishiga yordam beradi va oqsil sintezi amalga oshadi. Ana shu jarayon translyatsiya deb ataladi. Nukleotidlar ketma-ketligi aminokislatalar ketma-ketligiga aylanadi va oksil sintezlanadi.

Transkripsiya initsiatsiya - oqsil sintezida M-RNK sintezlangandan so'ng (RNK – polimeraza yordamida) oqsil sintezi amalga oshadi. Ushbu jarayonda strukturali genlarni oqsil qodlovchi bo'lagining bosh kismi boshlovchi va so'ngi qismi esa tugallovchi kodonlarda iborat bo'ladi. Strukturali genlarni bir qancha kodlanuvchi diskret qismlari bo'lib, bu qismlar ekzonlar deb ataladi. Qo'dlanmaydigan qismi esa intronlar deb yuritiladi. Transkripsiya jarayoni davomida eukariot organizmlarning strukturali genlari tarkibidagi intronlar, birlamchi gen mahsulotidan olib tashlanadi. Albatta, ushbu jarayon maxsus spetsifik fermentlar yordamida amalga oshirilib, jarayon davomida ekzonlar esa bir-biri bilan tikib qo'yiladi. (yani torets-torets qismi bilan) va shu bilan M-RNK hosil qilinadi. Ekzon 150-200 nj, intron esa 40-10000 tagacha bo'lgan nj iborat bo'ladi.



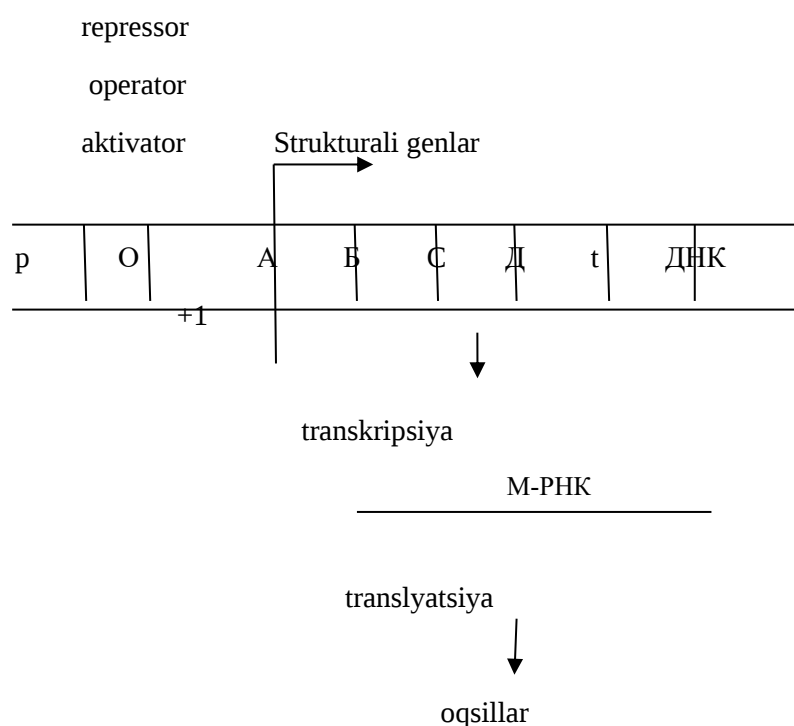
1-rasm. Strukturali genlarda transkripsiya va translyatsiya jarayoni

Ma'lumki, genlarda genetik ma'lumot kod orqali yozilgan bo'ladi. Har bir aminokislota uchun spetsifik T-RNK mavjud bo'lib, unda antikodon joylashadi. Antikodon M-RNK dagi kodonni taniydi. Kodon sintez jarayonida qanday aminokislota polipeptid zanjiriga qo'shilishini bildiradi va aynan o'sha aminokislota polipeptid zanjiriga qo'shib, sintez amalga osha boshlaydi.

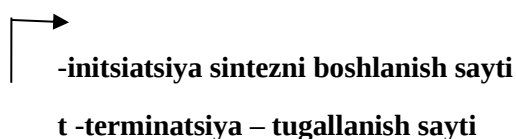
Agar hujayrada biror oqsil sinteziga ehtiyoj sezilsa, aynan ushbu oqsil transkripsiyasi initsiatsiyalanadi. Ehtiyoj qondirilgandan so'ng, transkripsiya jarayoni to'xtaydi. Ko'p hollarda bakteriyalarda bitta metabolik jarayonda bir qancha oqsillar aralash strukturali genlar tomonidan kodlanadi. Bir qancha oqsillar haqidagi malumot nukleotidlarda kodlangan bo'lsa, ushbu nukleotid ketma-ketligi operon deb ataladi.

Operon promotorning qattiq nazorat ostida bo'ladi va uning transkripsiyalanishi natijasida bitta uzun M-RNK malekulasi hosil bo'ladi. M-RNK translyatsiyasida stop-kodon nukleotid ketma-ketligi diskret oqsil naborini tashkil qiladi. Prokariotlarda masalan, YE.Coli ning strukturali genlarida RNK polimeraza ulanadigan 2 ta sayt mavjud bo'lib, birinchi sayt TATAAT, ATATTA kabi oddiy nukleotid ketma-ketligidan iborat. Ikkinchi sayt esa transkripsiya-initsiatsiya saytidan keyin joylashgan nukleotid ketma ketligidir. Ushbu ketma ketlik (TTGAU)

nukleotidlardan iborat bo‘lib, +1 sayt deb ifodalanadi (2-rasm). Ana shu saytlar operon transkripsiyasining amalga oshishiga javobgar hisoblanadi. Operon transkripsiya jarayonida muhim rol o‘ynagani uchun ushbu sayt operator yoki aktivator deb yuritiladi. Operatorga regulyator oqsillar bog‘langan bo‘lib, ular ayni vaktida, represorlik funksiyasini ham bajaradi. Repressorlar RNK-polimerazani DNK malekulasi bilan bog‘lanishiga halaqit beradi. Buning natijasida transkripsiya jarayoni bloklanadi. Biroq, represor past malekulali modda effektor bilan bog‘lansa (masalan, ba’zi garmonlar), transkripsiya jarayoni amalga oshadi. Bordini, represor o‘ziga xos fermentlar tomonidan gidrolizlansa, bunday holatda, transkripsiya amalga oshmaydi.



2- rasm. Transkripsiya-initsatsiya jarayoni



Eukariot organizimlarda har bir strukturaviy gen o'z shaxsiy regulyator elementlariga va promoter qismiga (TATA) ega bo'ladi. Strukturaviy genlar initsatsiyasi promotor bilan bog'lanish orqali boshlanadi. Bunda transkripsion ketma-ketlik bilan RNK polimeraza bog'lanib, transkripsiya-initsatsiya +1 boshlanadi. Bordini (TATA) promotor bo'lmasa yoki strukturasi o'zgarish sodir bo'lsa, transkripsiya amalga oshmaydi. Ba'zi hollarda hujayra yadrosiga bioregulyatorlarni kirishi natijasida (ya'ni garmon) ularni spetsifik regulyator elementlari bilan bog'lanishi sodir buladi va ushbu jarayon ma'lum gen transkripsiyasining initsirlanishiga olib keladi.

Bu o'rinda shuni kayd etish lozimki, yukorida keltirilgan ma'lumotlarga asosan, ma'lum gen transkripsiyasi initsirlanishi uchun regulyator elementlari zarur ekan. Ana shundan o'z regulyator elementlariga ega reporter genlar mavjuddir. Reporter gen bakteriyalardan olingan bo'lib, o'z regulyator elementlariga ega bo'lib, shu sababdan ular o'simlik hujayrasiga genlar ekspressiyasini taminlashda ishlatiladi. Bordini, reporter gen o'simlikni o'sishiga halaqit bersa, u xolda bu genni reporter gen sifatida ishlatish mumkin emas.

IV.AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI

1-AMALIY MASHG‘ULOT: O‘ZGARTIRISHDAN MAQSAD VA UNING XAVFSIZLIGI MASALALARIDA FIKRLARNI UMUMLASHTIRISH. (2 SOAT)

O‘zgartirishdan maqsad va uning xavfsizligi masalalarida fikrlarni umumlashtirish. Hozirda qo‘llanilayotgan usullar ketma-ketligi.

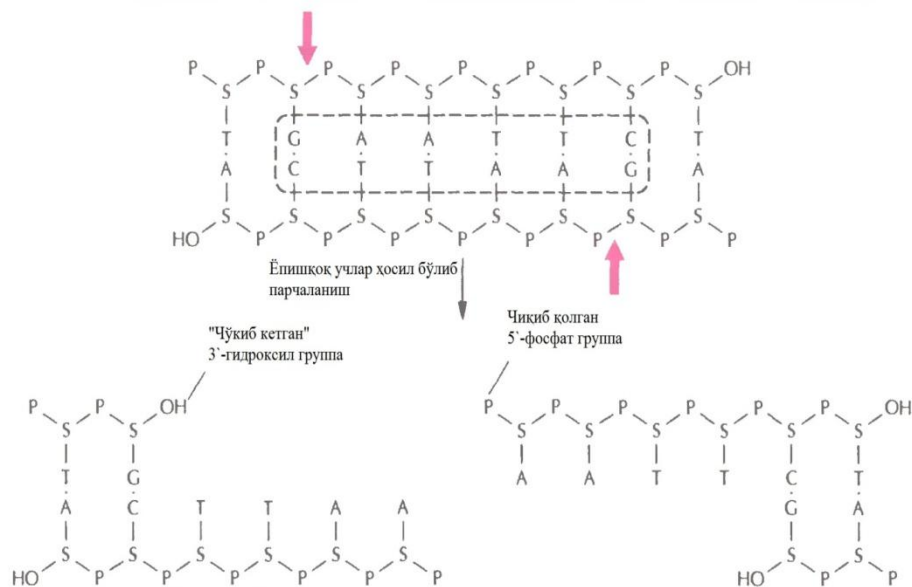
Gen muhandisligida qo‘llaniladigan asosiy fermentlardan biri bu (endonukleaza) restriktazalar hisoblanadi. Ushbu ferment DNK fragmentini olishda ishlatiladi. 1968 yili birinchi bor B.Arber tomonidan ushbu ferment aniqlangan. Mualliflar olib borgan tadqiqotlar asosida, DNK malekulasida restriktazalar uchun sayt tanish qismi mavjudligi va ferment ana shu sayt qismiga bog‘lanib, DNK ni fragmentlarga ajratishini ko‘rsatganlar. Bu urinda shuni kayd etish lozimki, restriktazalar o‘zining DNK siga ta’sir etmaydi. Sababi, ularning DNKsi metilaza fermenti bilan modifikatsiyalangan.

Restriksiyalash modifikatsiyalash sistemasi barcha bakteriyalarda mavjud bo‘lib, ushbu ferment drojjalarda ham borligi aniqlangan. Restriktazalarni ikkita sinfi mavjud bo‘lib, birinchi sinf restriktazalar DNK ni hohlagan joydan erkin holatda qirqadi. Ular gen muxandisligida ko‘p qo‘llanilmaydi. Ikkinchi sinf restriktazalar esa, DNK malekulasini ma’lum sayt qismidan qirqasi. Ular gen muhandisligida keng qo‘llaniladi. Bu sinf restriktazalar 1970 yili G.Smit tomonidan aniqlangan va hozirgi kunda ushbu ferment turlari ajratilib, yaxshi o‘rganilgan. Ushbu fermentning malekulyar massasi 10kDa. Ular faqat DNK ni ikkita zanjiriga ta’sir qiladi va DNK malekulasini 5' If 3' OH uchlarini hosil qiladi. Restriktaza fermentlarini DNK molekulasini qirqish xususiyatiga ko‘ra, ularning 2 ta tipini ajratish mumkin. 1-tipi DNK ni zinapoya holatida qirqsa, boshqasi esa to‘g‘ri qirqadi. Buning natijasida to‘g‘ri bo‘lmagan yopishqoq va to‘g‘ri tugallangan uchlar hosil bo‘ladi. 1-chi tipiga misol E.Coli restriktazasi misol bo‘la olishi mumkin

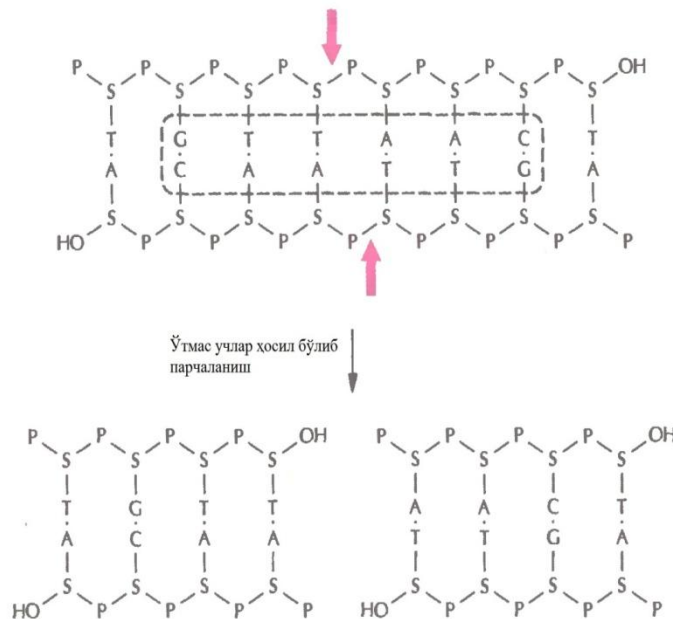
Rasm 1.

Har bir restriktaza to‘rt yoki ko‘proq maxsus nukleotid juftlarni tanib olib bog‘lanadi va DNK molekulasini kesadi. Ayrim restriktazalar DNK qo‘sh zanjirini qaychi singari shartta ikki bo‘lakka bo‘ladi. Bunday restriktazalarga Alu I, Dra I, Hae III, Hpa I, EcoR V, Hinc II, Pvu II, Rsa I, Sca I, Sma I va boshqalarini misol qilib keltirish mumkin (1-jadval). Shu bilan birga qo‘sh zanjir DNK molekulasini "yopishqoq" uchlar hosil qilib, kesuvchi restriktazalar ham mavjud (Aat II, Acc III, Apa I, Bam HI, EcoRI, Hind III va boshqalar). Ushbu restriktazalar funksiyasi

jihtadan transpozazaga o'xshash bo'ladi. Shuning uchun ham bu restriktazalar hosil qilgan "yopishqoq" uchlardan foydalanib, har xil DNK bo'laklarini bir - biriga bog'lash osonlashadi. Ana shu xususiyati tufayli bu xil restriktazalar gen muxandisligida keng qo'llaniladi. Hozirgi kungacha 500 dan ortiq xilma xil restriktazalar toza holda ajratib olingan va o'rganilgan. Odatda mikroorganizm irsiy moddasining xromosomasi bir nechta million nukleotid juftlari izchilligidan iborat. O'simlik yoki hayvon genomi bir necha yuz milliondan to 1 milliardgacha nukleotid juftlari izchilligidan tuzilgan. Bunday buyuk molekulani yuqorida qayd qilingan xilma - xil restriksion endonukleazalardan foydalanib ko'plab bo'laklarga bo'lish mumkin.



4.2-расм. II типдаги *EcoRI* эндонуклеаза томонидан рестрикцияланган ДНК қисқа фрагментининг эпишқок учлар ҳосил бўлиб парчаланishi. Қўрсаткичлар – улар бўйлаб қандфосфатли қолдиқда парчаланishi юз берадиган боғлар. S – дезоксирибоза, P – фосфат группа, OH – гидроксил группа. *EcoRI* томонидан таниладиган кетма-кетлик штрих чизик билан белгиланган.



4.3-расм. II типдаги *HindIII* рестриктаза томонидан ДНК қисқа фрагментининг ўтмас учлар ҳосил бўлиб парчаланishi. Қўрсаткичлар – улар бўйлаб қандфосфатли қолдиқда парчаланishi юз берадиган боғлар. Харф билан белгиланган 4.2-расмдаги каби. *HindIII* рестриктаза томонидан таниладиган кетма-кетлик штрих чизик билан белгиланган.

1-Расм. а) II типдаги *EcoRI* эндонуклеаза томонидан рестрикцияланган ДНК қисқа фрагментининг эпишқок учлар ҳосил қилиб парчаланishi;

б) I типдаги Ham II рестриктаза томонидан ДНК қисқа фрагментининг ўтмас уч ҳосил қилиш натижасида парчаланishi

Эндонуклеаза иштирокida парчаланган ДНК бо'лаklari электрофорез мосламасида maxsus молекуляр "елак" тешикларидан yuqori kuchlanishli elektr maydoni ta'sirida молекуланing zaryadi va o'lchamiga binoan ajratiladi. ДНК

bo‘lagi maxsus bo‘yoq bilan bo‘yash natijasida ultrabinafsha nurlari yordamida oddiy ko‘z bilan ko‘riladi. Gen muxandisligida qo‘llaniladigan ba’zi bir restriktazalar tavsifi jumladan, restriktaza olingan mikroorganizm, restriktazalarning “aniqlaydigan” va kesadigan oxirgi uchlar *Eco RI*, *Escherichia coli*, *RI -G-A-A-T-T-CC-T-T-A-A-G*, *Hind III*, *Haemophilus influenzae -A-A-G-C-T-TT-T-C-G-A-A*, *Sal I*, *Streptomyces albus*, *-G-T-C-G-A-CC-A-G-C-T-G*, *Bam I*, *Bacillus amyloliquefaciens*, *-G-G-A-T-C-CC-C-T-A-G-G*, *Hpa II*, *Haemophilus parainfluenzae*, *-C-C-G-GG-G-C-C*, *Alu I*, *Arthrobacter luteus*, *-A-G-C-TT-C-G-T*, *Haem III*, *Haemophilus aegyptius*, *-G-G-C-CC-C-G-G*, *Sma*, *Serratia marcescens*, *SD -C-C-C-G-G-GG-G-G-C-C-C* DNK ning mayda bo‘laklari elektr maydonida gel g‘ovaklaridan yirik bo‘laklarga nisbatan tez harakat qilgani uchun ularning startdan bosib o‘tgan masofasini o‘lchab, DNK bo‘lagining katta-kichikligi aniqlanadi. Elektroforez moslamasida bir-biridan faqat bir nukleotid yoki bir nechatasi bilan farqlanuvchi DNK bo‘lagini ajratish mumkin. Restriksion endonukleaza fermentlarining ochilishi va elektroforez moslamasida DNK bo‘laklarini o‘ta aniqlik bilan bir-biridan ajratishning takomillashuvi, gigant DNK molekulasidan istalgan DNK bo‘lagini ajratib olish imkonini berdi.

Molekulyar klonlashtirish, faqatgina ikki zanjirli DNK molekulasidagi asoslarning aniq ketma-ketliklarini taniydigan va ikkala zanjirni uzadigan o‘ta maxsus bakterial fermentlar ajratib olingandan so‘ng imkoni tug‘ildi. Ushbu fermentlar II tipdagi restriksiyalovchi endonukleazalar deb ataladi.

Dastlabki II tipdagi restriksiyalovchi endonukleazalardan biri *Escherichia coli* bakteriyalaridan ajratib olingan va *EcoRI* nomini olgan. Bu ferment olti juft asoslardan maxsus palindrom ketma-ketlikni (aylantirib 5’→3’ yo‘nalishida o‘qiganda har ikkala zanjirda aynan bir xil ketma-ketlik hosil bo‘ladi) o‘z ichiga oluvchi DNK uchastkasini taniydi va bir nukleotidning qand qoldig‘i 3’-uglerod atomi va qo‘shni nukleotidning qand qoldig‘i 5’-uglerod atomiga birikkan fosfat gruppasida kislorod atomlari orasidagi bog‘larni parchalab, har bir zanjirda guanin va adenin nukleotid qoldiqlari orasiga uzilish kiritadi. DNK zanjiridagi uzilishlar bir biridan qiyaroq joylashadi va natijada har birida to‘rttadan nukleotidlar bo‘lgan “dum”li bir zanjirli komplementar uchlar hosil bo‘ladi. *EcoRI* dan tashqari bakterial hujayralaridan yuzlab II tipdagi restriksiyalovchi endonukleazalar olingan. Bu endonukleazalarga nomlar *EcoRI* dagi prinsip bo‘yicha beriladi: mikroorganizm turi kichik harflar bilan, tipi esa ikki bosh harf bilan belgilanadi; shtamm odatda ko‘rsatilmaydi. Rim raqamlari —biror mikroorganizmdan ajratib olingan boshqa restriktazalar qatoridagi ushbu endonukleazaning tartib raqamidir. Masalan, *HpaI* va *HpaII* lar *Haemophilus paraenfluenzae* dan ajratilgan va mos ravishda birinchi va ikkinchi II tipdagi restriksiyalovchi endonukleazalar deb yuritiladi.

II tipdagi restriksiyalovchi endonukleazalar taniydigan va ularda DNK molekulasi parchalanishi ro'y beradigan palindrom ketma-ketliklar tanib oladigan saytlar hisoblanadi. Yopishqoq uchlar hosil qiluvchi va gidrolizlanuvchi (parchalanuvchi) polinukleotid zanjir restriktazidan tashqari, zanjirda "o'tmas" uchli DNK fragmentlarini hosil qiluvchi bir-biriga qat'iy qarama-qarshi bo'lgan uzilishlar kirituvchi restriktazalar ham mavjud. tanib olish saytlari to'rt, besh, olti, sakkiz yoki ko'p juft nukleotidlardan tashkil topishi mumkin (4.1-jadval). Tanish sayti uzunligiga va uni DNK molekulasida tarqalish chastotasiga bog'liq; ko'p hollarda tetra- va geksanukleotidlarni tanuvchi restriktazalardan foydalaniladi.

II tipdagi restriksiyalovchi endonukleazalar genni klonlashtirilishida muhim rol o'ynaydi. Aniq restriktaza DNK namunasini qayta ishlash, parchalanish barcha saytlar bo'ylab yuz berganda, har doim bir xil fragmentlar to'plamini hosil qiladi. Agar restriksiyaning bir necha fragmentlaridan foydalanilsa va dastlab har bir restriktazaning DNK sini alohida, keyin esa ularning kombinatsiyasi qayta ishlansa, unda DNK ma'lumotlarining fizik kartasini qurish mumkin, ya'ni, restriksiya saytlarining molekula bo'ylab ketma-ket kelish tartibini o'rnatish mumkin. Olingan fragmentning o'lchamlarini gel-ekstroforez yordamida aniqlab, restriksion saytlarning joylashuvini topish mumkin. Masalan, DNKni turli restriktazalar va ularning aralashmalari bilan parchalash natijasida turli o'lchamli fragmentlar hosil bo'ladi. Ushbu fragmentlar maxsus gen muxandisligi usullari yordamida aniqlangan. Olingan ma'lumotlardan DNKning qaralayotgan uchastkalari BamHI va EcoRI lar uchun ikkitadan saytga egaligi aniqlangan.

Restriksion kartani qurish uchun bo'limli restriksiyalar va fermentlar aralashmalari bilan qilingan restriksiyalar natijasida hosil qilingan fragmentlarning o'lchamlarini taqqoslashga to'g'ri keladi. Bunday taqqoslash natijasida aniqlanishicha, bordiyu DNK gidrolizida ikkala restriktazaning har birida uchtdan fragment hosil bo'lsa, demak DNK ning dastlabki fragmentida foydalanilgan har bir restriktaza uchun ikkitadan aniqlanish saytlari mavjud bo'ladi. EcoRI gidrolizi natijasida hosil bo'lgan va o'lchami 300 n.j. iborat bo'lgan fragment o'lchami 850 va 500 n.j. iborat bo'lgan EcoRI-fragmentlardan farqli ravishda EcoRI va BamHI aralashmasi bilan amalga oshirilgan gidrolizda parchalanmaydi. Demak, ikki EcoRI-saytlar bir-biridan 300 n.j. iborat masofada joylashgan va ular orasida BamHI-sayt yo'q, uzunligi 850 va 500 n.j. mavjud bo'lgan fragmentlarda esa bittadan BamHI-saytlar bo'ladi.

DNK –polimeraza. Ushbu fermentning molekulyar massasi. 109 kDa bo'lib, 1 ta polipeptid zanjirdan iborat. Ularni 3 ta turi mavjud:

1)DNK- sintezini 5I-3I yo'nalishida sintezlaydigan DNK- polimeraza fermenti. Ushbu fermentga sintez jarayonida turtki vazifasini o'taydigan 3I OH

qismga ega bo'lgan praymer kerak bo'ladi va ferment ushbu praymer asosida DNK sintezini amalga oshiradi.

2)DNK-plomeraza DNK ning qo'sh zanjiriga tasir etib 5I-3I yo'nalishida sintezlaydi.

3)DNK malekulasini 2 ta zanjirga tasir etib 5I-3I yo'nalishida sintezlaydi. Shuningdek DNK ga ta'sir etib, uni ikkita zanjirli DNK ga ajratadi.

Teskari transkriptaza- Teskari transkriptaza jarayonining mohiyati shundaki, bunda tarkibida RNK zanjirini tutuvchi ba'zi viruslar genomidan olingan informatsiya asosida, DNK kopiyasi hosil bo'ladi. Teskari transkriptaza jarayoni gen muhandisligida DNK zanjirini sintez qilishda, klonlashda gen kopiyalarini va gibrid zondlarni olishda qo'llaniladi. Ligaza ba'zi holatlarda (replikatsiya, rekombinatsiya, restriksiya) yoki jarayonlarda DNK zanjirida uzulish holatlari kuzatiladi. Ana shu uzilgan zanjirlarni bir-biriga ulaydigan (fasfodiefir bog'lar orqali) fermentlarni ligazalar deb ataymiz. Ligazalarni E.Coli hujayralaridan va Ti faglardan olingan ligazalar yaxshi o'rganilgan. Ularni mm 74 va 68 kDa DNK ligazalar DNK va RNK zanjirlarini birlashtiradi, tikadi. Bunda matritsa vazifasini DNK yoki RNK komplementar zanjirlari o'ynaydi.

Fag T4 ligazasi DNK fragmentini bispirallariga ta'sir etib, ularni tikadi.

DNK – ligazalar: gen muhandisligida yopishqoq uchlarga ega restriktlarni ulashda qo'llanilsa, fag T4 ligazalar esa, asosan to'g'ri uchlarga ega bo'lgan bisparal DNK fragmentlarini ulashda ishlatiladi.

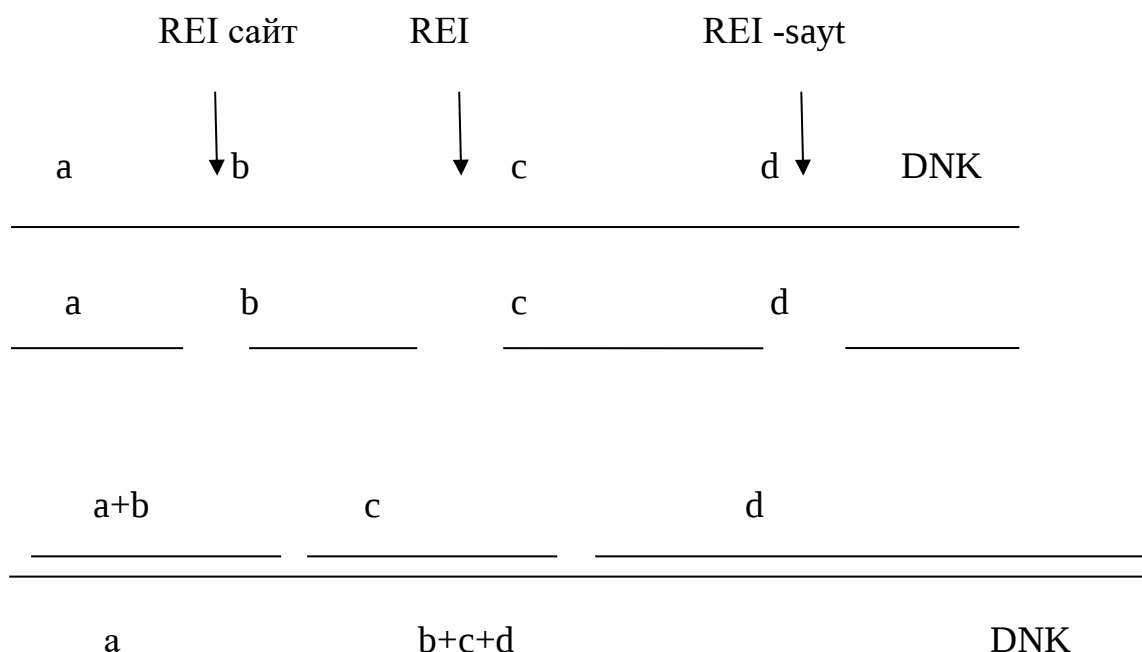
RNK – ligazalar: RNK ligazalar orasida 61 kDa og'irlikka ega bo'lgan fag Ti ga taluqli ligazalar o'rganilgan. Uning in vivo roli ma'lum emas. Biroq, In vitro roli shundaki bunda ushbu ferment RNK, DNK zanjirlarini tikib energiya manbai sifatida ATF ni ishlatadi va bu jayaronda ularga komplementar RNK matritsa kerak bo'lmaydi. Chunki fermentning aktiv markazida ulanadigan malekula uchlari haqidagi malumot fiksatsiyalangan . shuning uchun RNK ligazalar oligonukleotidlar sintezida keng qo'llaniladi. Metilaza metillash uchun qo'llaniladi.

2-AMALIY MASHG'ULOT: GEN MUXANDISLIGI NATIJALARINI TEKSHIRISH. (2 SOAT)

Gen muxandisligi natijalarini tekshirish. Fenotipik baholash, afzalliklari, kamchiliklari. Genlar bankini yaratish uchun, DNK molekulasini restriktaza fermenti bilan gidrolizlanadi va har bir hosil bo'lgan DNK fragmentini vektor sistemaga qo'yib, konstruksiya qilinadi. Keyingi bosqichda konstruksiya qilingan vektor sistemaga spetsifik bo'lgan hujayra liniyalari aniqlanadi va xujayraga kiritilib (ya'ni bizga kerakli gen yoki nekleotid ketma-ketligi aniqlangan hujayra liniyalari tanlanadi) DNK fragmentlari klonlanadi.

Xo'jayin hujayrasi ichidagi genom DNK sini ajratib, klonlanadigan fragmentlarini hosil qilish va ushbu fragmentlarni xo'jayin hujayrasida to'liq namoyon etishini ta'minlash, genom bibliotekasini yoki genlar bankini yaratish jarayoni deb ataladi. To'liq biblioteka ma'lum organizm genomini o'zida to'liq aks ettiradi.

Genom DNK malekulasini restriktaza yordamida qirqib, fragmentlar hosil qilinganda, qisman gidrolizlash yordamida masalan, Sau3AJ asosida 256 par nukleotiddan iborat (1ta) DNK fragmentini hosil qilish mumkin. Shu sababli, qisman gidrolizlash jarayonini DNK malekulasini klonlash uchun qulay fragmentlarni hosil qiladigan qilib, amalga oshirish lozim. Ba'zi hollarda restriksaytlar asosida, restriktazalar yordamida restriksaytlardan qirqib hosil qilingan, yirikroq fragmentlar klonlash uchun unchalik qulay bo'lmaydi. Natijada, to'liq genom bibliotekasini yaratib bo'lmaydi.



Xromosomal DNK da mavjud genlarni to'la klonlash va genom bibliotekasini yaratish uchun DNK o'lchamiga va olingan klonlarni soniga e'tibor berish kerak. Bu ko'rsatgich quyidagi formula yordamida hisoblanadi, $\ln(1-p)rN = \ln(1-x/y)$ bunda, x-klonlanayotgan DNK o'lchami, u-gaploid genomning o'lchami va $r=0,99$ ga teng koeffitsiyent bo'lsa 99% xromosomal DNK ning mos qismi klonlanadi.

Genlarni klonlashda kDNK (kodlanadigan DNK) bibliotekasini tuzish maqsadga muvofiqdir. Bu holda maxsus poli (Y) va oligo (dT) kolonkalari yordamida uchlarida poli (A) nukleotidlar ketma-ketligini saqlovchi iRNK tRNK va pRNK dan ajratib olinadi. Olingan iRNK molekulasini oligo (dT) nukleotidlari bilan aralashtirilib reassotsiatsiya qilinadi. Bunda iRNK molekulasining poli (A) uchida dA-dT qo'sh zanjirli segment hosil bo'ladi. Ushbu ikki zanjirli segmentning oligo

(dT) uchi kDNK sintezini amalga oshiruvchi revertaza fermenti uchun praymer (kDNK sintezining boshlanish nuqtasi) vazifasini o'taydi. Sintez qilingan kDNK molekulasi qisqa uchli ikki zanjirli struktura bilan tugallanadi. kDNK sintezida matritsa vazifasini o'tagan iRNK molekulasi NaOH bilan parchalanadi natijada qisqa ikki zanjirli va to'liq iRNK molekulasiga komplementar bo'lgan bir zanjirli kDNK molekulasi hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan qisqa ikki zanjirli struktura kDNK ning ikkinchi zanjirini sintez qilishda praymer vazifasini o'taydi. DNK-polimeraza I fermenti yordamida kDNK ning ikkinchi zanjiri sintez qilinadi. Hosil bo'lgan kDNK ning bir zanjirli qismi SI-nukleaza fermenti yordamida parchalanadi va ikki zanjirli kDNK molekulasi hosil bo'ladi. Ushbu jarayon asosida hosil bo'lgan kDNK molekulasi vektor molekulalariga ulangan holda klonlanadi.

Genom bibliotekasini yaratishda har ikki usul bilan yaratilgan individual genlarni ajratib olish quyidagicha amalga oshiriladi. Bunda rekombinant plazmida denaturatsiya qilinadi (1000 OS haroratda 5 min., 0,2 N NaOH eritmasida 15 min. Ishlov berish orqali) bir zanjirli DNK molekulasi barqaror qo'zg'almaydigan holatda turishi uchun nitrotsellyuloza filtriga biriktiriladi. Olingan filtr [g-P32] ATF nukleotidi bilan nishonlangan iRNK molekulasi bilan gibridizatsiya qilinadi. Molekulyar gibridizatsiya jarayonida filtrga birikkan rekombinant DNK molekulasiga komplementarlik qonuniyati asosida nishonlangan iRNK molekulalari birikadi. Hosil bo'lgan gibrid DNK molekulasi denaturatsiya qilinib, nishonlangan iRNK molekulasi ajratib olinadi (elyutsiya yordamida). Olingan iRNK molekulasi hujayrasiz oqsil sintez qilish tizimida tekshirib ko'riladi. Hosil bo'lgan oqsil molekulasi identifikatsiya qilish yo'li bilan individual genlarni ajratib olish amalga oshiriladi.

Yuqorida qayd etilgan jarayon aniq bir ketma ketlikka ega rekombinant DNK fragmentini izlashdan iboratdir. Ushbu holatda DNK fragmentini aniklashni yukorida kayd etilgan nishonlangan iRNK bilan gibridlash asosida olib borish mumkin. Ikkinchi usul imunologik skrining yordamida (antitanalar yordamida) amalga oshiriladi.

DNK fragmenlarini aniqlashni ikkinchi usuli **immunologik skrining** hisoblanadi. Bunda DNK bo'laklari yordamida klonlangan oqsilga qarshi olingan spetsifik monoklonal antitanalar yordamida aniqlanadi. Ushbu usulda, avvalo maxsus tanlangan hujayra liniyalariga, oldindan aniqlanishi kerak bo'lgan DNK fragmentlari asosida konstruksiya qilingan vektor sistema (ya'ni rekombinant DNK) kiritiladi va klonlanadi. Xujayralar maxsus oziqa muhitiga ekilganda, kerakli oqsillarni ishlab chiqara boshlaydi. Klonlangan DNK fragmenlari ishlab chiqargan oqsillarga qarshi olingan antitanalar asosida DNK fragmentlari aniqlanadi.

Uchinchi usul genom tomonidan kodlanadigan kDNK oqsiliga spetsifik bo'lgan nishon yordamida, shuningdek hosil bo'lgan oqsil faolligini identifikatsiya qilish asosida (masalan, avidin-biotinli sistema yordamida amalga oshirish)

DNK fragmenlarini aniqlashda **nishon sifatida ishlatiladigan oqsil**, ya'ni avidin va unga spetsifik biotin sistemasi orqali amalga oshirishni misol qilish mumkin. Bunda avidinni ishlab chiqargan kDNK fragmentini, biotinli konyugat yordamida aniqlash mumkin bo'ladi.

Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar

“Gen muhandisligi” moduli ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi.

Kursni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va masofaviy ta'limga asoslangan raqamli texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan:

- video ma'ruzada zamonaviy interaktiv texnologiyalar yordamida prezentatsiya va elektron-didaktik texnologiyalar;

- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda bulutli texnologiyaga asoslangan dasturiy vositalar, ekspress-so'rovlar, test so'rovlari va boshqa interaktiv ta'lim usullarini qo'llash nazarda tutiladi.

V.ADABIYOTLAR RO‘YXATI

I. Maxsus adabiyotlar

1. Крестьянинов В.Ю., Вайнер Г.Б. Сборник задач по генетике с решениями. - М.: Лицей, 2012. - 62 с.
2. Ashok m. Bendrea Textbook of practical botany. 2009. – 'Gangotri' shivaji road, meeruf- 250002, India, -339 r.
3. Verjeana M. Jacobs, Ron L. Watson Donna Hathaway Beck et al. Cell Division, Genetics, and Molecular Biology BIOLOGY HIGH SCHOOL ASSESSMENT STUDENT RESOURCE BOOK Correlated to Biology published by Prentice Hall, ©2006 July 30, 2008. 240 p.
4. Babaeva R. Botanika. Akademik litseylar uchun o‘quv qo‘llanma. -T.: Fan va texnologiya nashriyoti, 2012.- 246 b.
5. Mavlonov O., Xurramov SH. Umurtqasizlar zoologiyasi. - T.: O‘zbekiston Milliy Ensiklopediyasi Davlat ilmiy nashriyoti, 2006. -455 b.
6. Lackie L.M. The dictionary of cell and molecular biology/ -2013. – Akademik Press, Elsevier. - 748 p.
7. Carlberg C., Molnár F. Mechanism of gene regulation. Akademik Press, Elsevier 2016. – 319 p.
8. Williams L. Kluwer W. Cell and molecular biology. Philadelphia, 2010. -244 p.
9. Мамонтов. С.Захаров. В.,Сонин. Н. Биология. Общие закономерности. 4 - издание. -М.: Дрофа, 2003.- 288 с.
10. G‘ofurov A.T. va boshq. "Biologiya". Akademik litsey va kasb hunar kollejlari uchun darslik.- T.: Sharq nashriyoti, 2010.
11. Болотов В.А. Компетентностная модел: от идеи к образовательной программе / В.А. Болотов В.В. Сериков // Педагогика. 2003. №10. – 8-14 с.
12. Смирнова Н.З., Бережная О.В. Компетентносной подход в биологическом образовании. Учебно-методическая пособие / Красноярск, 2012. – 168 с.
13. Tolipova J.O. Biologiya ta’limi texnologiyalari. – T.: “O‘qituvchi”, 2002. - 128 b.
14. Tolipova J.O., G‘ofurov A.T. Biologiya o‘qitish metodikasi. O‘quv-metodik qo‘llanma. – T.: “Bilim”, 2004.-160 b.
15. Tolipova J.O., I.Azimov, N.Sultonova. “Biologiya stitologiya va genetika asoslari” darsligi bo‘yicha 9-sinf o‘qituvchilari uchun metodik qo‘llanma. – T., 2016.
16. Абрамович М.В. Биология, тестовые задания.- Минск:“Аверсев”, 2017. – 82 с.

17. Дикарев С.Д., Вертянов С.Ю. Общая биология, 10-11 класс, Поурочный тест-задачник к учебнику С. Ю. Вертянова. - М., 2010. – 213 с.
18. Максимова Н. П., Романовес Г. С., Храмова Е. А. Сборник заданий международных олимпиад по биологии.- Белорусская ассоциация «Конкурс», 2017. – 192 с.
19. Карташова Н.С., Кулиская Е.В. Методика преподавания биологии. – Москва-Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 99 с.
20. Deborah T. Goldberg M.S. SAT Subject Test Biology E/M (Kaplan Test Prep) Tenth Edition , 2014 .-1044 p.
21. Kuchkarova L.S., Kurbanov SH.K. Hazm va ovqatlanish fiziologiyasi. – T.: Universitet, 2013. – 380 b.
22. Kuchkarova L.S, Almatov K.T. Hazm va ovqatlansh fiziologiyasidan laboratoriya va amaliy mashg‘ulotlar. – T.: O‘zMU, 2010. - 91 b.
23. Nuritdinov E.N. «Odam fiziologiyasi» .T. 2005y 23. Клемешева Л.С., Алматов К.Т., Матчанов А.Т. Возрастная физиология. -Т.: Университет, 2002.
24. Клемешева Л.С., Алматов К.Т., Матчанов А.Т. Физиология кроообращение. Физиология сосудистой системы. -Т., 2005.
25. Hayitov R.X., Rajamurodov Z.T.. Hayvonlar fiziologiyasi. -Т., 2005.
26. Rajamurodov Z.T., Radjabov A.I., Bozorov B.M. Odam va hayvonlar fiziologiyasi. -Т.: Fan, 2010.
27. M.S. Kuziyev. Odam va hayvonlar fiziologiyasi fanidan laboratoriya mashg‘ulotlari. O‘quv qo‘llanma. – Samarqand, 2022. - 186 bet.
28. Каюмова А.Ф., Киселева О.С., Шафиева Л.Н., Инсарова Г.Е. Физиология энергетического обмена // Учебное пособие – Уфа: ФГБОУ ВО БГМУ, 2021. - 68 с.
29. Скулачев В.П., Богачев А.В., Каспаринский Ф.О. Мембранная биоэнергетика. – М.: Издательство Московского университета, 2011. – 368 с.

II. Internet saytlar

30. <http://edu.uz>
31. <http://lex.uz>
32. <http://bimm.uz>
33. <http://ziyonet.uz>
34. <http://natlib.uz>
35. <https://www.tests.com/practice/biology-exam>
36. <https://thailand.kinokuniya.com/bw/9781457309205>