ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
БИОТЕХНОЛОГИЯ КАФЕДРАСЫ

«ГМӨ мен органик өнімдерінің қауіпсіздігі» **пәні**

Дәріс №3

Аграрлық өркениет дағдарысы және генетикалық түрлендірілген организмдер

Дәріскер: б.ғ.к., доцент Кирбаева Д.К.

Жоспар

- Кіріспе.

1. Өсімдіктердің төзімділік гендері
2. Төзімділік гендерінің қызмет ету механизмі
3. Өсімдік геномының биотехнологиялық модификациясының негізгі әдістеріне
4. Цисгеномика әдісі

- Семинар тапсырмасы

Кіріспе

- Генетикалық түрлендірілген организмдер (ГМО) бүкіл әлемде пікірталас тудырады. Кейбір елдер оларды басқа мемлекеттерде, соның ішінде Ресейде белсенді қолданады, оларға тыйым салынады. Бұл ретте ел ішінде де келіспеушіліктер бар: саланың кейбір қатысушылары осы саладағы заңнаманы жеңілдетуді талап етеді, ал басқалары қатаңдатуды қолдайды.

Өсімдік шаруашылығында генетикалық түрлендірілген организмдердің пайда болу тарихы XX ғасырдың 70-жылдарынан басталады, ал оның белсенді дамуы өткен ғасырдың аяғы мен ағымдағы ғасырдың басында болды.

Сонымен, 1992 жылы Қытайда пестицидтерге төзімді темекі өсіріле бастады.

Ал 1994 жылы АҚШ-та гендік-модификацияланған қызанақ пайда болды, олар тасымалдау кезінде зақымдалмады.

Өсімдіктердің тіршілік ету қабілеті қоршаған ортаның қолайсыз факторларына (құрғақшылық, тұздану, ауру қоздырғыштар, зиянкестер, температуралық стресс және т.б.) төзімділігімен тікелей байланысты. Бұл төзімділікті анықтайтын негізгі факторлардың бірі — төзімділік гендері (R-гендер, резистентті гендер).

Өсімдіктердің төзімділік гендері

Төзімділік гендері (R-гендер) — ауру қоздырғыштарды тануға,
•қорғаныс белоктарын синтездеуге,
•сигналдық тізбектерді іске қосуға мүмкіндік береді.

•Өсімдіктердің иммундық жүйесі жоқ. Дегенмен, әртүрлі қоздырғыштардың (олардың ішінде вирустар, бактериялар, саңырауқұлақтар, нематодтар және тіпті басқа өсімдіктер) көптігіне қарамастан өсімдік организмдерінде белгілі бір төзімділік механизмдері (төзімділік гендері) бар. Бұл гендер 20 ғасырдың басында ашылып, 90 жылдан кейін оқшауланған.

•*Негізгі гипотезалардың біріне сәйкес,* өсімдіктің төзімділік гені бар, ал патогенді организмдер - қосымша *авируленттілік* генін алып жүреді,

Өсімдіктердің төзімділік гендері

•Бүгінгі таңда **цисгеномика** – балама (альтернативті) тәсіл және өсімдіктердің жаңа сорттарын құрудың негізгі құралы болып табылатын ***классикалық өсіру әдістер*** болып қала береді.

•*Мысалы:* элиталық сортты - картоптың жабайы түрімен будандастырамыз, кейін генетикалық материалдың жартысы бастапқы элиталық сорттан, ал жартысы жабайы шыққан гибридті аламыз. Осылайша біз паразиттерге төзімді гибридті аламыз.

•Айта кетейік, біз элиталық сортта болған пайдалы гендердің жартысын жоғалтып жатырмыз және біздің жаңа гибридіміз ұзақ уақыт сақталатын және суықтан қорықпайтын мол және дәмді өнім бермейді.

Төзімділік гендерінің қызмет ету механизмі

а) Патогенге қарсы (биотикалық стресс)
•Патоген өсімдікке енгенде өсімдік рецепторлары (R-ген өнімдері) оны таниды.
•Танылған сигнал **жүйелі қорғаныс реакциясын (SAR)** және **гиперсезімталдық реакциясын (HR)** іске қосады.
•Қорытындысында — патоген өсудің алдында жойылады.

б) Қоршаған орта стрессіне қарсы (абиотикалық стресс)
•Құрғақшылық, тұз, суық, жылу әсерінен **сигналдық каскадтар (Ca^{2+}, ABA, ROS)** белсенеді.
•Бұл каскадтар DREB, NAC, WRKY сияқты транскрипциялық факторлар арқылы қорғаныс гендерінің экспрессиясын арттырады.
•Өсімдік жасушаларында **осмопротекторлар, антиоксиданттар, қорғаныс белоктар** түзіледі.

Ауыл шаруашылығындағы қолданылуы — өнімділікті арттыру, зиянкестер мен ауруларға төзімділікті күшейту, қолайсыз климатқа бейімделу.

Элиталық сорттың негізгі сипаттамалары:

Жоғары өнімділік — орташа сорттарға қарағанда гектарынан көбірек өнім береді.

Тұқым сапасының жоғары деңгейі — тазалығы, өнгіштігі мен біркелкілігі жоғары.

Аурулар мен зиянкестерге төзімділік — селекциялық жолмен қалыптастырылған иммундық қасиеттері бар.

Экологиялық бейімделгіштік — әртүрлі климаттық және топырақтық жағдайларда тұрақты өнім береді.

Сапалық көрсеткіштерінің жоғары болуы — дән, талшық, май немесе қант құрамының жоғары болуы (өсімдік түріне қарай).

Генетикалық тұрақтылық — тұқым ұрпағында бастапқы сорттық қасиеттерін сақтайды.



Элиталық тұқымдардың рөлі

•**Сорт жаңарту** және **тұқым сапасын арттыру** жұмыстарында пайдаланылады;
•Келесі буын – **1-репродукция тұқымын** өндіру үшін бастапқы материал ретінде қызмет етеді;
•Ауыл шаруашылығында өнім сапасы мен көлемін арттырудың негізгі факторы болып табылады.

Элиталық сорт мысалдары
•Бидайдың «Степная-75», «Астана» сорттары;
•Картоптың «Ару», «Талдыкорган» сорттары;
•Күнбағыстың жоғары майлылықты «Қазақстандық-95» сорты және т.б.





Дәстүрлі селекция мен гендік инженерия әдісінің айырмашылығы

1. Дәстүрлі селекция әдісі (классикалық әдіс)
Мақсаты: табиғи немесе қолдан жасалған будандастыру арқылы жаңа сорттар мен тұқым алу.

Ата-аналық формалар → Будандастыру → Ұрпақтар алу →
Іріктеу (таңдау) → Тұрақтандыру →
Жаңа сорт (немесе тұқым)

2. Гендік инженерия әдісі (биотехнологиялық әдіс)
Мақсаты: бір организмнен екіншісіне пайдалы генді дәл және бақыланатын түрде енгізу.

Қажетті генді таңдау → Генді бөліп алу → Векторға енгізу →
Қабылдаушы жасушаға тасымалдау (трансформация) →
Трансгенді жасушаны өсіру →
Экспрессияны тексеру → Трансгенді организм (ГМО)

Дәстүрлі селекция мен гендік инженерия әдісінің айырмашылығы

1. Дәстүрлі селекция әдісі (классикалық әдіс)

Ерекшеліктері:

•Табиғи немесе туыстық деңгейі жақын түрлер арасында жүргізіледі.

•Процесс ұзақ уақытты (жылдар, кейде онжылдықтар) қажет етеді.

•Өзгеріс кездейсоқ және генетикалық тұрғыдан толық бақыланбайды.

•Экологиялық тұрғыдан қауіпсіз, бірақ дәлдігі төмен.

2. Гендік инженерия әдісі

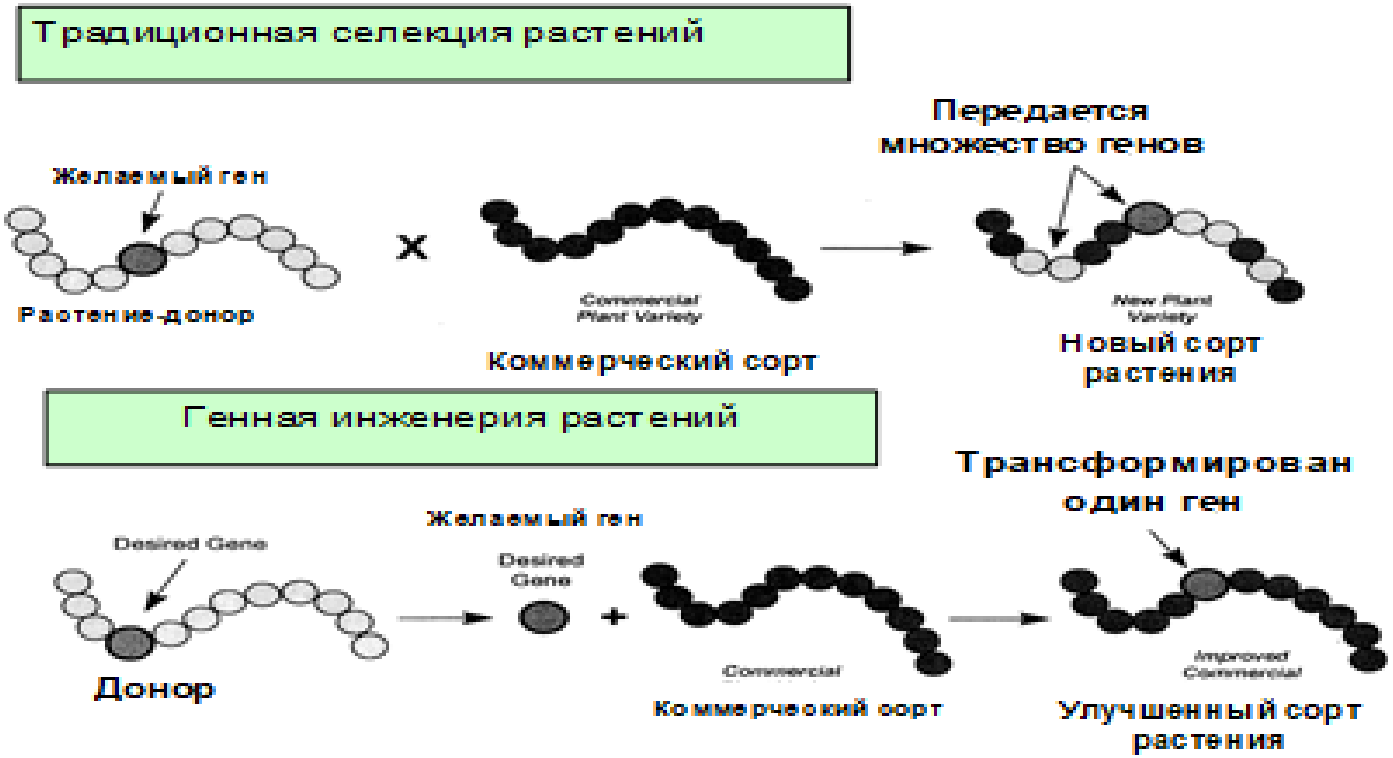
Ерекшеліктері:

Әр түрлі биологиялық түрлер арасында ген алмасуға мүмкіндік береді.

Процесс салыстырмалы түрде жылдам және дәл.

Молекулалық деңгейде бақыланады.

Арнайы зертханалық және қауіпсіздік бақылауы қажет.



Өсімдіктердің гендік түрлендірілген сорттарын құру схемасы

- ✓ Алғашқы трансгендік организм 1983 жылы Кельндегі өсімдік шаруашылығы институтында алынды.
- ✓ Бүгінде ГМО-индустрияның көшбасшысы АҚШ болып табылады. Мұнда маңызды әзірлемелермен айналысатын ірі зертханалар бар, ал фермерлік шаруашылықтар 100-ден астам түрлендірілген дақылдар өсіреді.
- ✓ Бұл елдегі барлық аграрлық жерлердің 70% -ға жуығы дәл осындай өсімдіктермен қамтылған.

Көбінесе жаңа ағзалар мынадай түрлердің негізінде құрылады:
соя,
жүгері,
бидай,
күріш,
картоп.







- Алайда әлемде гендік түрлендірілген өнімдерге әртүрлі көзқарас қалыптасты. Олардың зияны мен пайдасы туралы ақпарат өте қайшы келеді, сондықтан көптеген мемлекеттерде ГМО-дан жасалған тамақ өнімдерін міндетті түрде таңбалау туралы шешім қабылданды.
- Сондайақ, асқабақ, қызылша, құлпынай, папайя, кофе, мақта, рапс, темекі және т.б. кең қолданысқа ие.

Критериялары	Дәстүрлі селекция	Гендік инженерия
Әдіс түрі	Будандастыру және іріктеу	Генді тасымалдау және енгізу
Генетикалық бақылау	Төмен	Жоғары
Уақыт	Ұзақ (жылдар)	Қысқа (айлар)
Түр шектеулері	Тек туыс түрлер	Әр түрлі түрлер арасында
Дәлдік деңгейі	Шамамен	Нақтылы
Қауіпсіздік бақылауы	Табиғи жолмен	Міндетті биологиялық бақылау қажет





- Генетикалық түрлендірілген және табиғи жағдайда өсірілген ауылшаруашылық егіндер көрінісі

Бүгінгі таңда **цисгеномика** – ***классикалық өсіру әдістер*** болып қала береді. Яғни, балама (альтернативті) тәсіл және өсімдіктердің жаңа сорттарын құрудың - негізгі құралы болып табылды.

Цитокинез — жасушалардың күрделі бөлінуінің (митоздың) ақырғы телофаза сатысында жасуша денесінің екіге тең бөлінуі. Өсімдіктер жасушаларының бөліну шекараларында жасуша перделіктері, ал жануарлар жасушалары шекараларында бөліну сайлары пайда болады.

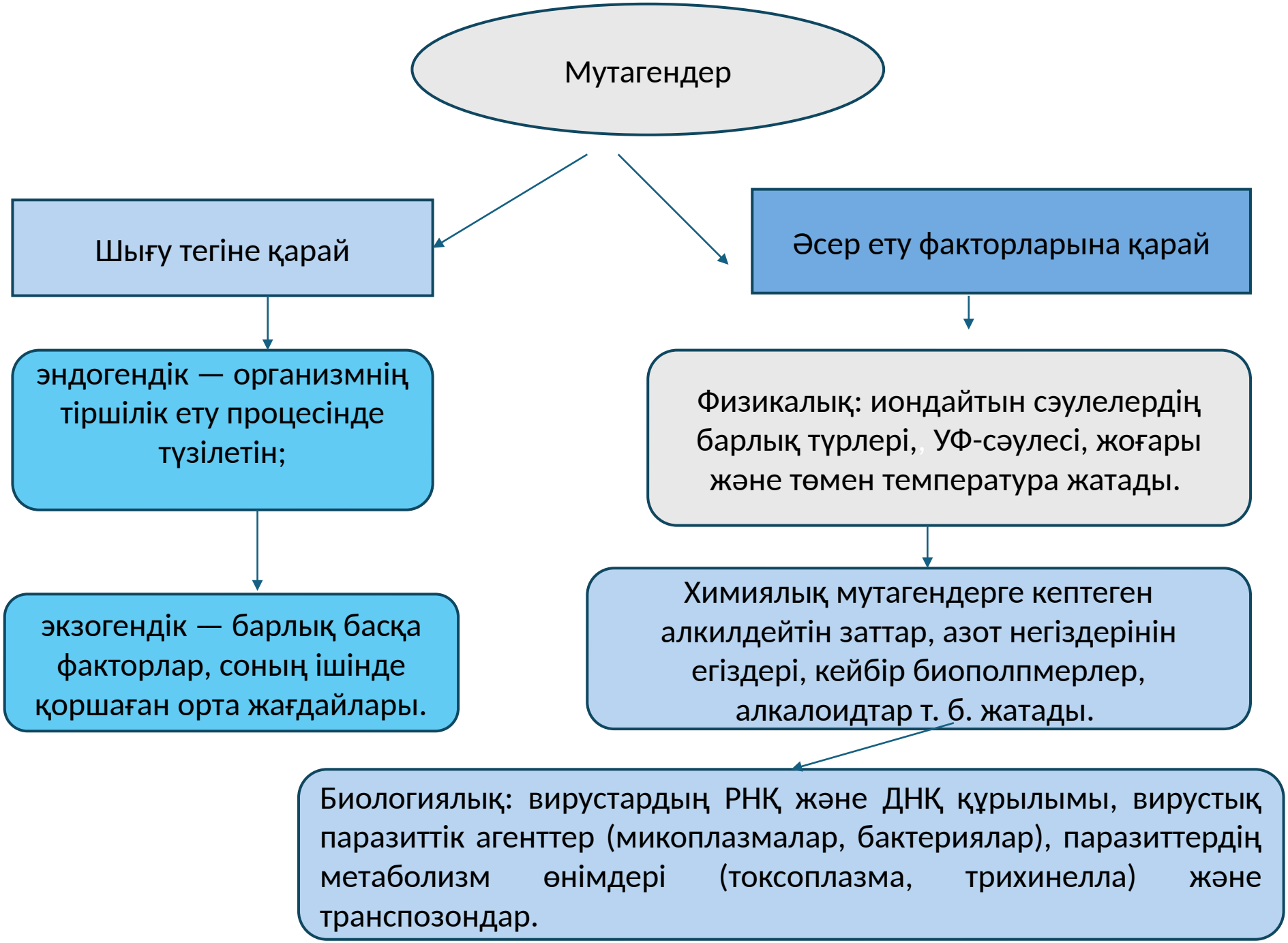
Өсімдік геномының биотехнологиялық модификациясының негізгі әдістеріне мыналар жатады:

1. Жасанды мутагенез (физикалық және химиялық),

2. Трансгенез – туыстықсыз организмнен генді енгізу,

3. Интрагенез – организмнің өзінен генді енгізу немесе оның «өшірілуі»

4. Цисгенез – табиғи түрде жақын туыстас генді интродукциялау


Мутагендер
Шығу тегіне қарай
Әсер ету факторларына қарай
эндогендік — организмнің тіршілік ету процесінде түзілетін;
экзогендік — барлық басқа факторлар, соның ішінде қоршаған орта жағдайлары.
Физикалық: иондайтын сәулелердің барлық түрлері, УФ-сәулесі, жоғары және төмен температура жатады.
Химиялық мутагендерге кептеген алкилдейтін заттар, азот негіздерінін егіздері, кейбір биополпмерлер, алкалоидтар т. б. жатады.
Биологиялық: вирустардың РНҚ және ДНҚ құрылымы, вирустық паразиттік агенттер (микоплазмалар, бактериялар), паразиттердің метаболизм өнімдері (токсоплазма, трихинелла) және транспозондар.

- Тұқым қуалаушылық пен өзгергіштік заңдарын ашқан генетиканың дамуымен қажетті белгілердің берілуін саналы түрде басқаруға мүмкіндік туды. Экспериментаторлар қарапайым таңдау арқылы адам өсірілетін организмдерден түбегейлі жаңа қасиеттерді ала алмайтынын түсінді, өйткені іріктеу кезінде популяцияда бұрыннан бар генотиптерді ғана ажыратуға болады. Сондықтан өсімдіктердің жаңа сорттарын алу үшін будандастыру — қажетті белгілері бар организмдерді кесіп өту қолданыла бастады.

- Қазіргі заманғы ауыл шаруашылығы қоршаған ортаның биотикалық және абиотикалық факторларының әсеріне төзімділігімен, жоғары өнімділігімен және егіннің ұзақ сақталуымен ерекшеленетін жаңа сорттарға шұғыл қажеттілікті сезінеді.

- Бүгінгі таңда мәдени өсімдіктердің жабайы арғы ата-бабасы осындай қасиеттерге ие екендігі көрсетілген. Олардың "пайдалы" гендерін заманауи сорттарға беру үшін генетикалық үйлесімсіздікке байланысты барлық дақылдар үшін технологиялық жағынан күрделі және мүмкін емес тұраралық крест жүргізу қажет. Бұл жағдайдан шығу генетикалық инженерияның дамуымен пайда болды, бұл гендердің бір организмнен екіншісіне ауысуына мүмкіндік берді.

Хромосомалық инженерия деп аталатын бұл әдістер төмендегілерді қамтиды:

- **Хромосомаларды жасанды синтездеу және әзірлеу (Yeast Artificial Chromosomes - YACs, Bacterial Artificial Chromosomes - BACs):**
  - **Қалай жұмыс істейді:** Бұл әдістер ашытқы саңырауқұлағы (YAC) немесе бактерия (BAC) жасушасында өсіруге болатын жасанды хромосомалар жасауға негізделген. Оларға үлкен ДНҚ фрагменттерін (тұтас гендер тобын) енгізуге болады.
  - **Қолданылуы:** Үлкен геномдық аймақтарды зерттеу, тұтас гендік кластерлерді (мысалы, антибиотиктерді синтездеу кластерін) басқа организмге ауыстыру.
- **Геномдық редакциялау және хромосомаларды қайта жобалау:**
  - **Қалай жұмыс істейді:** CRISPR-Cas9 сияқты заманауи құралдар бірнеше генді бір уақытта түрлендіруге мүмкіндік береді. Бұл әдісті пайдаланып, хромосоманың үлкен бөліктерін жою, көшіру немесе орын ауыстыруға болады.
  - **Қолданылуы:** Хромосомалардың құрылымын өзгерту (инверсиялар, делециялар), гендердің ретін өзгерту.
- **Хромосомаларды транслокациялау (орнын ауыстыру):**
  - **Қалай жұмыс істейді:** Әр түрлі хромосомалардың бөліктерін бір-бірімен ауыстыру. Бұл процесс кейбір генетикалық ауруларда (мысалы, "Филадельфия хромосомасы" - хронический миелоидный лейкоз) табиғи түрде орын алады, бірақ қазір оны жасанды түрде жасауға болады.
  - **Қолданылуы:** Жаңа гендік байланыстарды жасау, гендердің экспрессиясын басқару.

2. Бүкіл геномдарды өзгерту

- Хромосомаларды өзгертудің ең радикалды үлгісі - бұл тұтас геномдармен жұмыс істеу:
- **Хромосомаларды жою немесе қосу:** Адамдардағы Даун синдромы (21-хромосоманың үшінші көшірмесі) сияқты хромосомалық аномалияларды модельдеу.
- **Жасанды хромосомалар жасау:** Ғалымдар жасанды хромосомалар жасап, оларды жасушаларға енгізе алады, бұл ген терапиясының жаңа түрі ретінде қызмет етеді.

3. Қолданылу аясы

Бұл технологиялардың қолданылу аясы өте кен:

- **Медицина:** Жаңа дәрі-дәрмектерді әзірлеу, генетикалық ауруларды емдеу, жасуша терапиясы.
- **Ауыл шаруашылығы:** Өсімдіктердің хромосомаларын өзгерту арқылы олардың құрамын (ақуыз, май) жақсарту немесе жаңа қасиеттер (кургакшылыққа төзімділік) енгізу.
- **Ғылымда:** Хромосомалардың қызметін және эволюциясын түсіну.

Кесте 1. Генетикалық модификацияның әртүрлі тәсілдерінің сипаттамалары

Трансгенез	Цисгенез	Интрагенез
• Өсімдік геномына енгізу үшін кез-келген организмнің гендері қолданылады (өсімдіктер, бактериялар, жәндіктер және т. б.) • Ген өңделеді, өзгереді • Маркер гендері қолданылады	• Табиғи будандастыру мүмкін болатын бір-бірімен тығыз байланысты ген қолданылады • Геннің барлық компоненттері (промотор, интрондар және терминатор) табиғи түрде сақталады • Селекциялық маркерлер жойылады	• Ген және оның реттеуші элементтері өсімдіктің өзіне немесе айқас тозаңдануы мүмкін түрлерге жатуы мүмкін • Негізгі элементтер тізбегін өзгертуге болады • Генді өшіруге болады • Селекциялық маркерлер жойылады

Қорытынды

Гендік инженерия қазір ДНҚ молекуласынан асып, тұтас хромосомаларды жобалау және қайта құру деңгейіне көтерілді. Бұл генетиканың болашағын анықтайтын өте күшті, бірақ үлкен жауапкершілікті талап ететін бағыт.

Қазіргі заманғы молекулярлық генетика мен өсімдіктер геномикасының мүмкіндіктері бізге тұрақтылыққа жауап беретін генді табуға, оның ашық оқу шеңберін және оның экспрессиясын бақылайтын ДНК учаскесін бөліп алуға, оларды кесіп алуға, клондауға және біздің элиталық сорттың геномына енгізуге мүмкіндік береді.

Бүгінгі күні *цисгеномика* баламалы тәсіл болып табылады, ал өсімдіктердің жаңа сорттарын құрудың негізгі құралы селекцияның классикалық әдістер.

Тұқым қуалаушылық пен өзгергіштік заңдарын ашқан генетиканың дамуымен қажетті белгілердің берілуін саналы түрде басқаруға мүмкіндік туды. Экспериментаторлар қарапайым таңдау арқылы адам өсірілетін организмдерден түбегейлі жаңа қасиеттерді ала алмайтынын түсінді, өйткені іріктеу кезінде популяцияда бұрыннан бар генотиптерді ғана ажыратуға болады. Сондықтан өсімдіктердің жаңа сорттарын алу үшін будандастыру — қажетті белгілері бар организмдерді кесіп өту қолданыла бастады.

Төзімділік гендері өсімдіктердің эволюциялық қорғаныс жүйесінің негізгі бөлігі болып табылады.
Оларды молекулалық биология және гендік инженерия әдістерімен зерттеу мен қолдану — тұрақты, өнімді және экологиялық қауіпсіз ауыл шаруашылығын дамытудың негізі.

Бақылау сұрақтар

- Аграрлық өркениет дағдарысы және генетикалық түрлендірілген организм түрлері
- Генетикалық түрлендірілген организмдерді құрудың негізгі қағидаттары қандай?
- Классикалық селекция, трансгенез және цисгенез кезінде геномның өзгеруі қалай жүреді?
- Генетикалық модификацияның әртүрлі тәсілдерге сипаттамалар беріңіз.

Терминдер

Трансгенді ағза - геномына жасанды түрде ген енгізілген, табиғи будандастырылымайтын тірі ағза.

Цисгендерлік (лат. cis - «біржақты» және gender - «гендер») - гендерлік сәйкестіктің туғанда тіркелген жыныспен сәйкес келуі.

Цисгенез -рекомбинантты ДНҚ-ны генетикалық модификациялау технологиясы, онда манипуляция жыныстық процесс мүмкін болатын бір немесе бір-бірімен тығыз байланысты өсімдік түрінің ДНҚ-сын қолдану арқылы жүреді.

Оқу әдебиеттері:

- 1. Биологическая безопасность. Современные методические подходы к оценке качества пищевой, фармакологической и сельскохозяйственной продукции С. Е. Дромашко и др.; ред. А. В. Кильчевский; - Минск: Беларуская навука, 2017. - 219 с.
- 2. Энциклопедия ГМО: мифы и правда / Дж. Фейган, М. Антонио, К. Робинсон ; перевод с английского Н. Струбцовой, научный редактор О. О. Синицына ; Общественная ассоциация генетической безопасности. - Москва : Издательство М. Б. Смолина (ФИВ), 2020. - 359 с.
- 3. Ермоленков В.В. Органическое сельское хозяйство: устойчивая перспектива. - Минск: Донарит, 2013. - 104 с.
- 4. Кочурко В.И., Абарова Е.Э., Зуев В.Н., Основы органического земледелия. Практическое пособие 2013. - Минск: Донарит, 2013. - 176 с.
- 5. Ферменты в пищевой промышленности [Текст] / под ред.: Р. Дж. Уайтхерста, М. ван Оорта; пер. с англ. 2-го изд. д-ра хим. наук С. В. Макарова. - Санкт-Петербург : Профессия, 2014. -404с.

1. http://elibrary.kaznu.kz/ru
2.http://bio-x.ru/
3.http://www.biotechnolog.ru
4.http://www.bioinform.ru/
5.http://rusbiotech.ru
6.https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-geneticheski-modifitsirovannyh-kultur

НАЗАРЛАРЫҢЫЗҒА РАХМЕТ!