

Група ОТЗ-31

Дисципліна : «Насінництво і селекція»

Тема: «СЕЛЕКЦІЯ НА ГЕТЕРОЗИС»

1. Поняття про гетерозис. Особливості та переваги гетерозисних гібридів.
2. Комбінаційна здатність самозапилюючих ліній. Одержання самозапилюючих ліній.
3. Використання цитоплазматичної чоловічої стерильності в одержанні гібридного насіння. Проблема закріплення гетерозису.
4. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ І ГЕННА ІНЖЕНЕРІЯ.

1.Поняття про гетерозис. Особливості та переваги гетерозисних гібридів.

Поняття про гетерозис

Вивчення цієї теми ґрунтується на знаннях спадковості, мінливості, методів селекції.

Серед біологічних явищ гетерозис дає можливість за найкоротші строки і в значній мірі підвищити продуктивність гібридів.

Гетерозис або гібридна сила означає підвищену життєздатність, продуктивність гібридів першого покоління (F1) порівняно з батьківськими формами. Явище гетерозису відкрито понад 200 років тому, але практично його використовують лише близько 50 років.

На доцільність використання гетерозису в селекційнонасінницькій практиці звертали увагу вчені в різні періоди розвитку наукової селекції. В Україні за деяких причин гетерозис використовується недостатньо. У програмі Національної Академії аграрних наук (М.В.Зубець) на період 2004–2010 рр. зазначено: активізувати і прискорити селекційний процес із створення гетерозисних гібридів і повномасштабно оволодіти ефектом гетерозису в більшості сільськогосподарських культур.

В основі гетерозису лежать генетичні закономірності, явище гетерозиготності, домінантності і наддомінування. Суть гетерозисності полягає в збільшеній відміні генотипів батьківських форм. **Гетерозис** – це результат дії домінантних генів. **Наддомінування** – це переваги гібридів першого покоління над батьківськими формами як наслідок гетерозиготності, тобто переваги над гомозиготністю.

Ця концепція пов'язує виникнення гетерозисної гібридної сили під час схрещування самозапильних (інцухт-ліній), які не є близькородинними.

Типи гетерозису:

- соматичний – проявляється у посиленому розвитку вегетативних органів гібридного організму (лист, стебла та ін.);
- репродуктивний – характеризується посиленням розвитком репродуктивних органів (плоди, насіння та ін.);
- адаптивний – ґрунтується на підвищеній життєздатності рослин (зимостійкість, посухостійкість).

Особливості та переваги гетерозисних гібридів

Використання гетерозисних гібридів забезпечує підвищення врожайності сільськогосподарських культур на 40–50% і більше. 61 Практика засвідчила, що затрати на вирощування гібридного гетерозисного насіння цілком виправдані і в подальшому окуповуються.

Гетерозис може використовуватися за міжсорткових схрещувань. При цьому батьківськими формами будуть різні сорти. Згодом було встановлено, що вищий ефект дає міжлінійне схрещування і міжлінійні гібриди. Залежно від того, яка кількість батьківських форм бере участь у створенні гібриду, виділяють різні типи гетерозисних гібридів.

Якщо умовно позначити лінії літерами А, В, С тощо, то формули гібридів можна записати схематично, типи гібридів подають на прикладі кукурудзи:

- прості міжлінійні (А х В) – отримують під час схрещування двох самозапильних ліній, найпростіші у створенні (Піонер 3978), вирівняні, висока якість зерна. Недолік – низька врожайність батьківських форм;
- трилінійні [(А х В) х С] – схрещування простого гібрида та лінії (Київський 271М), урожайність в 2–3 рази вища за самозапильну лінію;
- трилінійні модифіковані [(А х В) х В1] х С. Проводять сестринські схрещування для підвищення продуктивності однієї з батьківських форм і поліпшення інших ознак (ранньостиглості та ін.), Колективний-100СВ;
- подвійні міжлінійні [(А х В) х (С х Д)]. Насінництво цих гібридів ефективніше, тому що батьківські форми є простими міжлінійними гібридами, які мають високу врожайність (Харківський 18СВ);
- сортолінійні та лінійносортові (сорт х А) або [сорт х (А х В)] та (А х сорт) чи [(А х В) х сорт], материнська форма запилюється сортом чи гібридом;

- синтетичні гібриди – популяції, що одержують за вільного переzapилення батьківських форм, вирощених на ізольованих ділянках. Наприклад, гібридна популяція Наддніпрянська 50, одержана за вільного переzapилення 16 самозапильних ліній. Складні міжлінійні:

- п'ятилінійні $[(A \times B) \times C] \times (D \times E)$ – Кулон МВ;
- шестилінійні $[(A \times B) \times C] \times [(D \times E) \times F]$ – ВГ 19 МВ.

Подібні гібриди характеризуються високою продуктивністю та адаптивністю, економічною ефективністю. 62

В Україні рекомендовано для вирощування понад 70 гібридів кукурудзи. Велику роботу щодо створення гетерозисних гібридів проводять наукові заклади Національної академії аграрних наук: Інститут землеробства, Інститут рослинництва, Інститут фізіології та генетики, кафедра селекції і насінництва Національного аграрного університету та ін.

Значну роботу щодо створення гетерозисних гібридів соняшнику, цукрових буряків, томатів проводять обласні дослідні станції (Черкаська, Закарпатська, Чернівецька), Інститут зрошуваного землеробства, Інститут овочівництва та ін.

2. Комбінаційна здатність самозапильних ліній. Одержання самозапильних ліній.

Комбінаційна здатність самозапильних ліній Важливо дати оцінку комбінаційній здатності батьківських форм (ліній) під час створення гетерозисних гібридів. **Комбінаційна здатність** – це властивість гомозиготної самозапильної лінії чи сорту давати при схрещуванні з іншими лініями гетерозисне гібридне потомство, яке має підвищену життєздатність, врожайність та ін.

Комбінаційну здатність визначають схрещуванням з наступним випробуванням гібридного потомства. Комбінаційна здатність поділяється на:

- загальну (ЗКЗ) – здатність певної батьківської форми давати гетерозисні гібриди при схрещуванні з різними іншими генотипами;
- специфічну (СКЗ) – виражається величиною ефекту гетерозису в конкретному схрещуванні, іншими словами, наслідки схрещувань певної комбінації кращі або гірші.

Для визначення комбінаційної здатності батьківських форм використовують різні методи:

діалельні схрещування проводять як прямі ($A \times B$), так і зворотні ($B \times A$).

Комбінування самозапильних ліній дає змогу прогнозувати урожайність гібридів за результатами випробування.

Кількість простих гібридів при схрещуванні визначають за формулою ,

$$N = \frac{n(n-1)}{2},$$

наприклад, якщо схрещували 10 самозапильних ліній ($n = 10$), то кількість

$$45 : \left(\frac{10 \times (10-1)}{2} \right)$$

простих гібридів (N) можна одержати

, а кількість подвійних гібридів із цих же 10 ліній становитиме:

$$N = \frac{n(n-1) \times (n-2) \times (n-3)}{8} = \frac{10(10-1) \times (10-2) \times (10-3)}{8} = 630.$$

Звичайно, випробування на врожайність 45 простих гібридів потребує значно менше часу і коштів, ніж 630 подвійних міжлінійних.

У зв'язку з цим, у теорії й практиці селекції використовують практичні методи прогнозування продуктивності та інших ознак та властивостей подвійних міжлінійних гібридів.

Для зменшення обсягу роботи і затрат коштів з великої кількості ліній відбирають тільки ті, які дають гетерозисний ефект. Для цього попередньо оцінюють лінії на загальну комбінаційну здатність. Основне завдання – виділити лінії з доброю загальною комбінаційною здатністю, тобто лінії, під час схрещування яких виявляється перевага гібридів порівняно з батьківськими формами.

Подальше схрещування випробуваної лінії з одним або кількома тестерами, які мають широкі генетичні властивості, дає можливість одержати значно кращі гетерозисні комбінації. Цей метод одержав назву топкрос, він економічно вигідніший, ніж метод діалельних схрещувань, тому що кількість можливих комбінацій набагато менша.

Одержання самозапильних ліній

На відміну від інших методів селекції, ефект гетерозису залежить від створення самозапильних ліній з високою комбінаційною здатністю та комплексом господарсько-цінних ознак.

Для цього проводять багаторазове примусове самозапилення власним пилом перехреснозапильної рослини. У результаті примусового

самозапилення відбувається інбредне виродження або інцухт-депресія, яка є результатом гомозиготизації рецесивних генів, що контролюють ознаки життєдіяльності, безпліддя та інших ознак росту і розвитку.

Одержання цінних інбредних (інцухт-ліній) ознак – досить складний процес. Інцухт-депресія особливо сильно виявляється в перших поколіннях, а в наступних – настає інцухт-мінімум, тобто стан інбредного потомства, коли зниження життєздатності не відбувається і створюються умови високоякісної самозапильної лінії.

Ступінь якості самозапильної (гомозиготної) лінії визначають

$$K_I = 1 - \left(\frac{1}{2}\right)^n,$$

математичною формулою:

де K_I – коефіцієнт інбридингу (інцухту), n – кількість поколінь самозапилення. Наприклад, у першому поколінні (ℓ_1) ($n=1$) буде 50% гомозигот і 50% гетерозигот, у другому поколінні (ℓ_2) ($n=2$) буде 25% гетерозигот і 75% гомозигот. У третьому поколінні (ℓ_3) ($n=3$) число гетерозигот ще зменшиться наполовину (12,5%), а в наступних поколіннях (ℓ_4 , ℓ_5) буде наближатися до 0, а число гомозигот навпаки збільшиться до 100%. Однорідні чисті лінії з високою гомозиготністю розмножують на ізолюваних ділянках за відкритого запилення рослин у межах лінії і використовують для схрещувань у цілях одержання гетерозисних гібридів.

3. Використання цитоплазматичної чоловічої стерильності в одержанні гібридного насіння. Проблема закріплення гетерозису.

Використання цитоплазматичної чоловічої стерильності в одержанні гібридного насіння

Не зважаючи на те, що ефект гетерозису спостерігається в більшості рослин, на практиці його не завжди можна використати.

Причина цього в труднощах отримання гібридного насіння, пов'язаних з проведенням ручної кастрації пиляків на материнській формі, яку у більшості рослин проводити важко і економічно не вигідно.

Явище стерильності виявлено понад 100 років тому, а на практиці використовується тільки нині. У селекційно-насінницькій практиці серед кількох типів стерильності (генетичної, ядерної) здебільшого використовують цитоплазматичну чоловічу стерильність (ЦЧС). ЦЧС була відкрита в 1904 році К. Корренсом (Німеччина).

У 1940–1944 рр. незалежно один від одного М.Хаджинов (Росія) та М.Родс (США) відкрили молдавський (М-тип) і техаський типи стерильності (Т-тип).

У різних країнах були відкриті нові джерела цитоплазматичної чоловічої стерильності (ЦЧС) у різних рослин і сьогодні їх налічується понад 100. Причини, що зумовлюють стерильність рослин, можуть бути різними.

Найповніше вивчена природа ЦЧС, яка виявляється при взаємодії стерильної цитоплазми (ЦИТs) і рецесивних (rf) генів ядра.

Серед всіх інших типів стерильності найбільш широко застосовують ЦЧС за молдовським і техаським типом. Ці два основних джерела ЦЧС відрізняються один від одного ступенем розвитку пиляків. Рослини Т-типу мають недорозвинені пиляки і не містять життєздатного пилку. 65

Рослини М-типу мають розвинені пиляки з нежиттєздатним пилком.

Названі типи стерильності мають позитивні й негативні сторони. Наприклад, рослини з Т-типом стерильності піддаються дії південного гельмінтоспоріозу. Відомі бразильські й болівійські типи стерильності, які придатні для вирощування простих гібридів.

Виведення стерильних рослин (ліній), відновлення фертильності – важливе завдання гетерозисної селекції. Переведення гібридів на стерильну основу передбачає наявність системи: джерело ЦЧС – закріплювач стерильності – відновлювач фертильності.

Селекцію самоzapильних ліній під час створення подвійного міжлінійного гібриду з одночасним використанням ЦЧС з відновленням фертильності пилку слід вести в такій послідовності:

1. Необхідно створити стерильну лінію і її фертильний аналог, який відрізняється схильністю закріплювати (зберігати) стерильність, тобто здатним підтримувати в чистоті й розмножувати насіння ЦЧСлінії;
2. Одержати лінію-закріплювач ЦЧС, яку можна використати як батьківську (опилювач) під час вирощування насіння простого материнського гібриду;
3. Створити дві лінії, які здатні повністю відновлювати фертильність для використання їх під час вирощування насіння батьківського простого гібриду.

Для створення стерильних аналогів самоzapильних ліній проводять насичувальні схрещування з лініями, які закріплюють стерильність. Такі схрещування здійснюють 4–5 років, при цьому проводять добір на морфологічну подібність форм, які створюються з вихідною лінією.

Схема створення стерильного аналога лінії А має такий вигляд:

- 1-й рік – джерело ЦЧС х А;
- 2-й рік – (джерело ЦЧС х А1) х А;
- 3-й рік – (джерело ЦЧС х А2) х А;
- 4-й рік – (джерело ЦЧС х А3) х А.

На 5–6 рік одержані стерильні форми (лінії) розмножують на ізольованих ділянках, висіваючи по чергово з рядами фертильної лінії А.

Селекцію ліній аналогів-відновлювачів фертильності лінії А можна записати за такою схемою:

- 1-й рік – джерело ЦЧС х відновлювач фертильності (В);
- 2-й рік – (джерело ЦЧС х В) х А;
- 3-й рік – [(джерело ЦЧС х В) х А1] х А;
- 4-й рік – [(джерело ЦЧС х В) х А2] х А.

Після п'яти поколінь насичувальних схрещувань рослини самозапильються.

Залежно від наявності чи відсутності ліній-відновлювачів використовують одну зі схем насінництва:

- повного відновлення;
- неповного відновлення;
- змішування.

Гібридне насіння першого покоління (F1) вирощують у насінницьких господарствах на ділянках гібридизації; обов'язково висіваючи з певним співвідношенням материнської і батьківської форм для перехресного запилення: 6:2, 8:4, 4:2 тощо. Після цього розробляється технологічна схема, яка з урахуванням посівного агрегату здійснюється на ділянці гібридизації. Наприклад, схема $M_c \times B_f = 4 : 2$ матиме вигляд на ділянці гібридизації під час посіву шестисекційною сіялкою:

$B_f M_c M_c M_c M_c B_f \rightarrow F1_f$ (схема повного відновлення).

Проблема закріплення гетерозису

Проблема закріплення гетерозису дуже актуальна для селекціонерів. Оскільки гетерозис (схема 5) виявляється тільки у гібридів першого покоління, гетерозисне насіння потрібно вирощувати щороку. Для багатьох культур ведення насінництва досить складне, що робить дуже дорогим гетерозисне гібридне насіння.

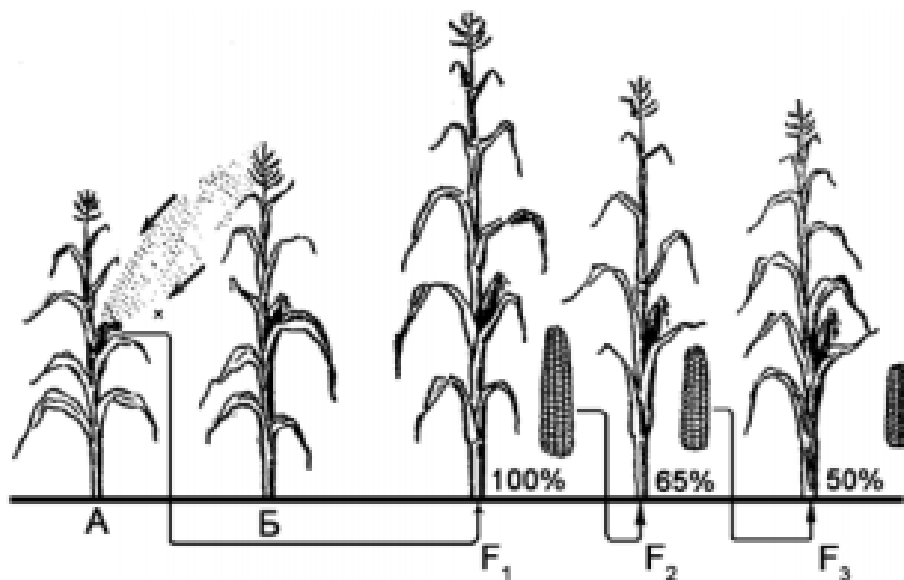


Схема 5. Ефект гетерозису в F_1 і зниження його в наступних поколіннях F_2 і F_3

Генетики і селекціонери працюють над вирішенням проблеми закріплення гетерозису. У вегетативно розмножуваних рослин явище гетерозису може використовуватися протягом багатьох років під час розмноження бульбами, цибулинами, живцями, коріннями, вусами та ін. Багато сортів картоплі, плодових, ягідних культур і винограду, виведених з гібридних сіянців, стійко зберігають гетерозис.

У рослин, розмножуваних насінням, ефективним способом закріплення гетерозису може бути явище апоміксису (безстатеве насіннєве розмноження). За безстатевого насіннєвого розмноження клітини апоміктичних зародків мають спадкову інформацію материнських рослин і зберігають гетерозис.

Таке закріплення гетерозису з господарсько-цінними ознаками вдалося здійснити у цитрусових культур, бананах та ін.

У більшості культурних рослин (зернові, бобові, круп'яні, коренеплоди) здатність до апоміктичного розмноження або повністю відсутня, або слабовиражена, а тому закріпити гетерозис практично неможливо.

Підтримати ефект гетерозису в кількох поколіннях у більшості сільськогосподарських культур можна шляхом поліплоїдії.

У автополіплоїдів у другому і наступних поколіннях розщеплення йде повільніше, ніж у вихідних диплоїдних форм. Однак успіхи в цьому напрямку ще досить скромні.

Безумовно, вирішення проблеми закріплення гетерозису дуже важливе і потребує значних зусиль науковців. §

Питання для самоконтролю

1. Суть явища гетерозису.
2. Типи гетерозису.
3. Типи гетерозисних гібридів.
4. Комбінаційна здатність інцухт-ліній.
5. Одержання і використання інцухт-ліній.
6. Значення коефіцієнту інцухт-ліній.
7. Використання стерильності в селекції на гетерозис.
8. Типи стерильності.
9. Створення чистих ліній.
10. Схеми в насінництві.
11. Проблема закріплення гетерозису. 68 "

Тести

1. Назвати тип гетерозису рослин з розвиненими вегетативними органами.
 1. генеративний
 2. репродуктивний
 3. соматичний
 4. адаптивний
2. Яка головна закономірність гетерозису?
 1. комбінування ознак
 2. комплементарність ознак
 3. домінування ознак
 4. незалежність ознак
3. Яка головна властивість інцухт-ліній?
 1. гетерозиготність
 2. генотиповість
 3. гомозиготність
 4. фенотиповність
4. Який відсоток гомозигот оптимальний для чистих ліній?

1. 50–60%
2. 70–80%
3. 90–100%
4. 60–70%

5. Назвати тип гетерозису, який забезпечує стійкість проти несприятливих факторів

1. соматичний
2. генеративний
3. адаптивний
4. репродуктивний

6. Виділіть схему з повним відновленням фертильності.

1. $M_c M_c M_f B_f \rightarrow F_1 c f$
2. $M_c M_c B_f \rightarrow F_1 f$
3. $M_c M_c B_f \rightarrow F_1 c$
4. $M_c M_c B_f B_f \rightarrow F_1 f c$

4.БІОТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ І ГЕННА ІНЖЕНЕРІЯ

Використання в селекції культури тканин і протопластів Протягом останніх десятиріч селекція, спираючись на генетику, цитологію, фізіологію, біологію та інші науки, все більше стає біологічною селекційною технологією. Сьогодні в біотехнології сформувалося два напрямки – прикладна молекулярна і клітинна біологія та промислова мікробіологія.

В Україні створена й нині реалізується комплексна програма “Біотехнологія”, мета якої розробка теоретичних і практичних досліджень з клітинної інженерії, одержання регенерантів з тканинних культур, створення селекційних середовищ і умов добору на рівні клітин (рис.7).

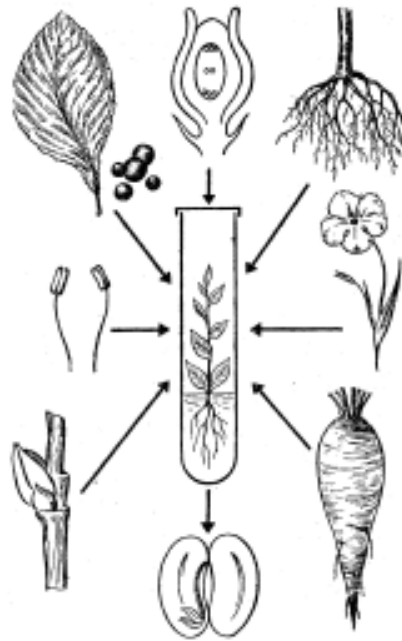


Рис. 7. Різні частини та органи

Культура тканин і клітин дає змогу одержати численні популяції за порівняно короткий час. З них можна одержувати мутанти, які використовують у селекції. Клітини меристеми внаслідок поділу утворюють рослини з 5–6-ма листочками. Стебло через кілька тижнів розрізають на 5–6 мікроживців, які за сприятливих умов виростають у нормальні рослини. Переваги методу мікроклонального 70 розмноження значні. Так, за культивування меристеми куща малини *in Vitro* вдається одержати потомство до 50000 рослин, тоді як звичайна техніка живцювання забезпечує тільки 50 рослин на рік. Нині вдалося регенерувати цілі рослини з колоса кукурудзи, сорго, рису, пшениці, вівса та ін. Розроблено методи селекції стійкого бульбоутворення у рослин картоплі, вирощених у пробірці *in Vitro* з меристеми для оздоровлення посівів цієї культури від вірусів.

Успішно проводиться робота науковими закладами України з оздоровлення сортів овочевих, плодових, ягідних культур і винограду.

Найбільше значення має відтворення рослин з окремих клітин і протопластів (клітин без оболонки). Деякі види рослин (морква, картопля та ін.) легко відновлюються в культурі клітин, регенерація інших поки ще не вдається. Виявлено, що регенеруюча здатність – генетична ознака і не кожен генотип має необхідний для регенерації набір генів.

У цьому напрямку працюють вчені Миронівського інституту пшениці ім. В.М.Ремесла. Останнім часом вченим вдалося створити калюси з

протопластів коренів, листків злаків (пшениця, жито, ячмінь, кукурудза, сорго).

Регенерація злаків з протопластів відкриває великі можливості для соматичної гібридизації. Соматична гібридизація можлива лише за використання протопластів. Основні напрямки соматичної гібридизації у рослин такі:

1. Реконструкція цитоплазматичних генів. Як відомо, близько 99% генетичної інформації сконцентровано в ядрі. Однак у клітинних органоїдах (хлоропласти, мітохондрії) трапляються невеликі генетичні системи. Під контролем генів-органодів перебувають господарськоцінні ознаки: фотосинтез, дихання, ЦЧС та ін. Головна особливість соматичної гібридизації – створення гібридів, які несуть частину цитоплазми вихідних клітин.
2. Подолання статевої несумісності у рослин. Як відомо, віддалені форми організмів не схрещуються. Цей бар'єр вдається подолати соматичною гібридизацією. При цьому геноми двох форм об'єднуються. Далі з гібридної клітини регенерує ціла рослина з комбінованою ДНК. В Інституті картоплярства гібридизацією протопластів створені гібриди з корисними властивостями.
3. Напрямок перенесення фрагментів хромосом виник недавно. Суть його в передачі культурному сорту (реципієнту) кількох цінних генів дикого виду (донора). 71

Роботи в цьому напрямку проводяться в Центральній генетичній лабораторії ім. І.В.Мічуріна (Мічурінськ), Нікітському ботанічному саду (Крим) та інших закладах.

Одержання гаплоїдів і їх використання

Найбільш складна селекційна робота – культура гаплоїдів. Гаплоїдні рослини виводять з пиляків чи пилку або з незапліднених насіннєвих зачатків. Обробкою колхіцином набір хромосом подвоюють і створюють нормальні диплоїдні рослини, які копіюють вихідну форму і не розщеплюються в потомстві. Методом культури гаплоїдів одержують у короткий час гомозиготні чисті лінії з цінними якостями. Успішно проводяться дослідження з індукування гаплоїдів пшениці, жита, ячменю у Селекційно-генетичному інституті (Одеса), Інституті картоплярства (Київ) створено моно- ($2n=12$) і ди гаплоїд ($2n=24$) картоплі, які використовуються у різних програмах клітинної інженерії.

Перспективи використання генної інженерії в селекції рослин

Один із шляхів поліпшення культурних рослин є генна інженерія, яка включає рекомбінацію генетичного матеріалу на базі генетичних карт хромосом; заміщення хромосом одного виду хромосомами іншого виду; використання клітинних методів – все це входить у поняття генна інженерія.

Новизна методу генної інженерії полягає в тому, що він дає можливість вводити в організм окремі гени.

Генна інженерія значно розширює можливості поліпшення рослин або створення нових незвичайних методів селекції (гібридизація, гетерозис, добори).

Виконання будь-якої генно-інженерної програми передбачає одержання фрагментів ДНК, які несуть потрібний ген, об'єднання їх *in Vitro* з векторними молекулами, здатними забезпечити доставку гена в організм реципієнта, створення умов для стабільного успадкування.

Створення необхідних фрагментів ДНК і їх рекомбінації завдяки ферментам-рестриктазам, які розщеплюють ДНК у місцях специфічної нуклеотидної послідовності, в результаті ланцюг ДНК може спаруватися або з'єднувати будь-які фрагменти, вирізані рестриктазою, що створює умови для необмеженої рекомбінації генетичного матеріалу. 72

Перенесення генетичного матеріалу в клітину рослин можливе за допомогою плазмід (кільцеподібних молекул ДНК, які реплікуються автономно від хромосоми).

Т-ДНК Ті – плазмід має дві особливості, які роблять її по суті ідеальним вектором для введення сторонніх генів у клітини рослин.

По-перше, вони трансформують клітини рослин. По-друге, інтегрована Т-ДНК успадковується. З появою генно-інженерних методів клонування генів і їх перенесення в рослинні клітини, а потім і в регенеровані з'явилася можливість значно швидше створювати нові сорти з цінними господарськими ознаками і властивостями.

Виділено велику кількість генів рослин і мікроорганізмів, які кодують ознаки продуктивності, якості, стійкості проти несприятливих факторів. Рослини з такими сторонніми генами, тобто трансгенні рослини, поступово впроваджуються у сільськогосподарську практику. Зараз ринок біотехнологічних рослин у США досягає понад 150 млн. доларів.

Нині вже виділені гени запасних білків картоплі (патанін), квасолі (фазеолін), гороху (легумін), кукурудзи (зеїн), які становлять основу кормів для тварин.

Подальший напрям генно-інженерних робіт – створення гербіцидостійких видів культурних рослин, стійких проти хвороб і шкідників, вірусів, які завдають великої шкоди сільському господарству. Ці всі складні завдання вирішує генна інженерія – напрям науки, який відповідає за реалізацію генетичних програм. §

Питання для самоконтролю

1. Що таке біотехнологія?
2. Переваги методу мікроклонального розмноження.
3. Що таке соматична гібридизація?
4. Основні напрямки соматичної гібридизації.
5. Метод культури гаплоїдів.
6. Суть генної інженерії.
7. Що передбачає генно-інженерна програма?
8. Завдання генної інженерії на сучасному етапі. 73 "

Тести

1. Назвати соматичні гібриди.
 1. польові гібриди
 2. міжсортіві гібриди
 3. цитоплазматичні гібриди
 4. міжлінійні гібриди
2. Які рольові функції ДНК в генній інженерії?
 1. синтез
 2. розщеплення
 3. подвоєння
 4. рекомбінація
3. Назвати гаплоїдні клітини
 1. 2п
 2. 2п
 3. п
 4. 4п

4. Що використовують для мікроклонального розмноження?

1. генеративні бруньки
2. вегетативні бруньки
3. верхівкові меристеми
4. соматичні тканини

