Тема 2.3. Гібридизація в селекції рослин

1. Поняття про гібридизацію. Внутрішньовидова і віддалена гібридизація. Природна (спонтанна) і штучна гібридизація.
2. Методика і техніка схрещування. Способи штучного запилення. Типи схрещувань. Прості схрещування. Ступінчасті схрещування, їх особливості. Насичувальні схрещування та їх ефективність.
3. Віддалена гібридизація, міжвидові і міжродові схрещування, їх завдання. Шляхи подолання несхрещуваності за віддаленої гібридизації. Досягнення і перспективи використання методу віддаленої гібридизації.

1. Поняття про гібридизацію. Внутрішньовидова і віддалена гібридизація. Природна (спонтанна) і штучна гібридизація.

Гібридизація – це схрещування між собою двох і більше генетично різних батьківських форм. Організми, які одержують в результаті природного чи штучного схрещувань і які поєднують у собі спадкові ознаки і властивості батьківських форм, називають гібридами.

Гібридизація має важливе значення в розширенні процесу формотворення як в еволюції живих організмів, так і в селекції рослин. Саме гібридизація дає можливість об'єднати в одному генотипі в гібридних поколіннях різні гени.

Теоретичною основою для методу статевої гібридизації є менделівські закономірності успадкування ознак та хромосомна теорія спадковості Т. Моргана.

Гібридизація ділиться на:

- внутрішньовидову, коли батьківські форми, що схрещуються, належать до одного виду;
- віддалену: міжвидову, коли батьківські форми належать до різних видів, і міжродову - до різних родів рослин.

Гібридизацію не слід розглядати, як просте підсумування ознак і властивостей батьківських форм, що схрещуються, оскільки вони передають потомству не ознаки і властивості, а гени, що їх контролюють.

Основою формоутворень при гібридизації є рекомбінації генів та трансгресії внаслідок випадкової перекомбінації (перегрупування) материнських і батьківських хромосом у мейозі, явище кросинговеру (перехресту – обміну гомологічними фрагментами гомологічних хромосом), транслокації (обмін ділянками у несестринських хромосом). В результаті, в кожному поколінні гібридів ознаки і властивості рослин, що контролюються певними генами, розвиваються заново. Поряд з ознаками батьківських форм появляються новоутворення.

♣ Гібридизація поділяється на:

♣ - штучну, яка здійснюється людиною, та

♣-природну (або спонтанну), при якій відбувається вільне перезапилення рослин у природних умовах, без втручання людини.

Слід відмітити, що остання досить поширена в природі. Схрещуються між собою рослини не тільки одного сорту, різновидності чи виду, але й рослини різних видів при близькому їх розміщенні. І не тільки перехреснозапильних, а й самозапильних культур. Наприклад, різні сорти м'якої ярої чи озимої пшениці, м'якої пшениці з твердою тощо. М.І. Вавілов в Бразилії спостерігав цілі поля з розщепленнями гібридів від спонтанних схрещувань вівса візантійського з вівсюгом. Безумовно, що дані біологічні особливості культур необхідно відповідним чином враховувати в селекційній та насінницькій роботі.

2. Методика і техніка схрещування. Способи штучного запилення. Типи схрещувань. Прості схрещування. Ступінчасті схрещування, їх особливості. Насичувальні схрещування та їх ефективність.

Прийоми схрещування залежать від біологічних особливостей рослин і здебільшого від біології цвітіння.

Рослини із закритим або відкритим цвітінням, дво- або одностатеві потребують різної підготовки до схрещування і різних прийомів запилення. Має значення також тривалість життєздатності пилку. Розглянемо методи штучного запилення, які застосовують за схрещування на прикладі деяких культур.

Увага! Незалежно від виду рослин, способу цвітіння та запилення рослин, для успішного виконання штучного (контрольованого) схрещування необхідно виконати наступні обов'язкові операції у такій послідовності:

- підібрати компоненти схрещування і насіння їх висіяти у досліді;
- до розкриття бутонів, коли ще пилок не дозрів і пиляки зеленого кольору, видалити пінцетом пиляки з квітки й надіти на квітку (суцвіття) ізолятор;
- залежно від біології рослин (через одну–три доби) нанести пилок з квітки чоловічого компонента схрещування на приймочку маточки материнської форми;
- на ізоляторі записати дату кастрації та запилення, назви компонентів схрещування і ці дані записати у польовому журналі, доповнивши колонки: кастрованих квіток (шт.), зав'язалось насіння (шт.).

Кастрація – видалення пиляків з двостатевих чоловічих суцвіть на материнських рослинах. Запилення – перенесення пилку з чоловічих форм на приймочки квіток материнських рослин.

Примусове (штучне) запилення здійснюється перенесенням пилку з квітки батьківської рослини на приймочку маточки квітки материнської рослини. Примусово можна схрещувати більшість видів сільськогосподарських рослин.

За обмежено-вільного запилення після кастрації материнських рослин на них надівають ізолятори, під які підводяться батьківські рослини із зрілими пиляками. Якщо не збігаються строки цвітіння, їх вирощують у вегетаційних

посудинах і розміщують біля материнських рослин. Більшість селекційних установ застосовують краснодарський метод, за яким зрізані чоловічі рослини вміщують у банки з водою і підводять під ізолятор. Час від часу рослини корисно струшувати. За схрещування комахозапильних рослин, наприклад конюшини, під ізолятор пускають комах, які запилюють рослину в природних умовах.

Обмежено-вільне запилення можна проводити і без ізолятора. Для цього батьківські і материнські рослини висівають почерговими рядами. Перед цвітінням материнські рослини підготовляють до схрещування, потім каструють, а запилення відбувається природно. В цьому випадку необхідна просторова ізоляція (до 1–2 км) схрещуваних форм від інших сортів.

Вільно-групове запилення відрізняється від обмежено-вільного тим, що в цьому випадку здійснюють запилення пилком не однієї, а кількох батьківських форм (сортів). Цей метод можна застосовувати під ізоляторами і без них.

Вільне запилення – це метод запилення, який у перехреснозапильних рослин за певних умов відбувається природно. Поряд з позитивним значенням вільного запилення (великий відсоток зав'язування насіння) негативним є вибірковість запилення, що погіршує якість гібридів.

Залежно від біологічних властивостей культури, особливостей вихідного матеріалу, вимог до майбутнього сорту та можливостей гібридизації забезпечити комбінування бажаних ознак у нових сортах застосовують різні типи схрещувань.

Прості парні схрещування здійснюють між двома формами, з яких одна є материнською, а друга – чоловічою. Запліднення, тобто злиття гамет відбувається на материнській рослині. Прості парні схрещування проводять між двома сортами одного виду або різних видів і родів, у результаті чого утворюються міжсортові внутрішньовидові, міжвидові та міжродові гібриди.

Множинні схрещування. За множинних схрещувань (полікросів) материнська рослина запилюється сумішшю пилку кількох батьківських форм. Схематично це можна зобразити формулою:

$$A \times (B+C+D+E),$$

де А – материнська форма (сорт чи лінія); В, С, D, Е, ... – чоловічі форми. На множинних схрещуваннях базується селекційний метод полікросів.

Складні схрещування. Якщо за гібридизації використовують більше двох батьківських форм або якщо гібрид повторно схрещують з однією з батьківських форм, то такі схрещування називаються складними. Складні схрещування можуть бути зворотними і східчастими.

Зворотні схрещування полягають в тому, що виведений від простого парного схрещування гібрид знову схрещують з котримось із батьків (материнським або чоловічим компонентом), наприклад (А×В)×А або (А×В)×В. Цей метод схрещування застосовується в тих випадках, коли необхідно посилити певні ознаки того чи іншого батьківського компонента у

гібридного потомства. Багаторазове зворотне схрещування гібридів з однією з вихідних батьківських форм, частку якої у гібриді бажано посилити, називають *насичувальним*. Кожне наступне схрещування гібридного потомства називають бекросом.

Багаторазове насичувальне схрещування, коли з кожним бекросом частина батьківського ядерного матеріалу в гібридному організмі збільшується, називають поглинальним. Після шостого бекросу ця частка становить 99,2 %, тобто ядерні гени материнської форми майже повністю витісняються батьківською, а цитоплазма гібрида залишається материнською.

Поглинальні схрещування широко використовують під час створення стерильних аналогів з використанням ЦЧС в селекції на гетерозис.

Схему насичувального схрещування можна записати у такому вигляді:

А×В → АВ×В → АВВ×В→ АВВВ×В → АВВВВ тощо.

Різновидність складного схрещування, коли до гібридизації послідовно залучається декілька батьківських форм називають *східчастим* схрещуванням. Схема східчастих схрещувань може мати різні модифікації.

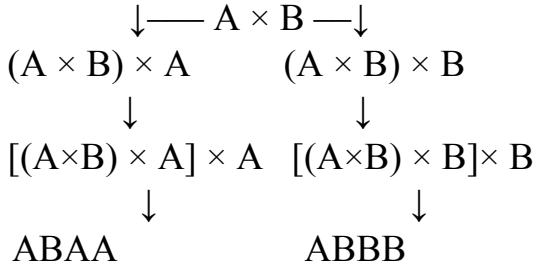
Східчасті схрещування дають можливість поєднати в гібридному організмі ознаки кількох батьківських форм. Отже, в східчастих схрещуваннях беруть участь більше двох батьківських форм. За східчастих схрещувань спочатку проводять звичайні парні схрещування. Отримані гібриди або вже виведені з них сорти знову схрещують з третім сортом або з іншим гібридом для створення досконалішого сорту. Отже, до схрещування можна залучити 3–5 і більше сортів. Східчаста гібридизація зумовлює виведення гібридних сортів, які об’єднують цінні властивості кількох батьківських сортів. Східчасті схрещування можна подати у вигляді таких схем:

1) [(А×В) ×В} × Г;

2) [(А×В) × [В×Г] × Д.

До складних схрещувань належать конвергентне і міжгібридне.

Конвергентне схрещування (від лат. convergere – наближатися) – грунтується на застосуванні паралельних зворотних схрещувань різних сортів-донорів з тим самим рекурентним батьком для передачі йому одночасно кількох цінних ознак. Схематично конвергентні схрещування можна зобразити так:



За міжгібридних схрещувань спадковість батьків об’єднують не послідовно, як за східчастої гібридизації, а паралельно, через попереднє створення простих гібридів і наступне схрещування їх між собою. Наприклад,

спадковість 4-х ліній можна об’єднати в гібридному потомстві впродовж двох років, проводячи схрещування за наступною схемою:

вихідні батьківські лінії або сорти A, B C, D

у 1-й рік проводять парні схрещування: A × B й C × D

у 2-й рік – завершальні схрещування: (A × B) × (C × D)

гібридне потомство [(A×B) × (C×D]

Як видно з наведеної схеми, спочатку виводять прості гібриди, а потім схрещують їх між собою.

3. Віддалена гібридизація, міжвидові і міжродові схрещування, їх завдання. Шляхи подолання несхрещуваності за віддаленої гібридизації. Досягнення і перспективи використання методу віддаленої гібридизації.

Віддалена гібридизація – схрещування організмів, які належать до різних видів (міжвидова гібридизація) чи родів (міжродова гібридизація). Віддалена гібридизація дає змогу об’єднати цінні ознаки і властивості різних видів (родів) у гібридному організмі і створювати нові сорти й види рослин, тобто збагачувати генофонд культурних рослин, вирішувати питання видоутворення, філогенії, інтродукції.

Г. Д. Карпеченко запропонував розрізняти дві основні групи віддалених схрещувань: конгруентні схрещування – батьківські форми, незважаючи на відмінності в генах, мають “відповідні” хромосоми, які можуть нормально кон’югувати, комбінуватися у гібридів, не зумовлюючи значного зниження життєздатності. За інконгруентних схрещувань батьківські форми мають “невідповідні” хромосоми або іншу їх кількість, в результаті чого гібриди F1 виявляються частково або повністю стерильними, оскільки в цьому випадку хромосоми одного батька не можуть бути замінені хромосомами другого.

Усю різноманітність віддалених схрещувань умовно поділяють на три групи.

До *<u>першої групи</u>* належать схрещування між спорідненими видами з однаковою кількістю хромосом гомологічної структури, коли гібридне потомство є фертильним. Фертильність зумовлюється нормальним проходженням мейозу і кон’югацією хромосом.

До *<u>другої групи</u>* належать схрещування видів одного роду, що відрізняються за геномним складом. Схрещування видів одного роду, що різняться за геномами пов’язано з певними труднощами. Гібриди між диплоїдними видами, що суттєво різняться за геномами, як правило, стерильні. Ці гібриди характеризуються високою стерильністю через порушення мейозу, і утворювані гамети відрізняються за кількістю і складом хромосом, внаслідок чого стають нежиттєздатними.

Щоб міжвидовий гібрид був фертильним, компоненти схрещування повинні мати певну кількість повністю або частково гомологічних хромосом. Схрещування поліплоїдних видів, за наявності у них однакових геномів, вдається легше.

До третьої групи належать найвіддаленіші міжродові схрещування. Схрещування й передача ознак від одного роду до іншого ускладнюються із збільшенням у них генетичних, цитологічних і морфологічних відмінностей.

Несхрещуваність видів, її причини та методи подолання. В основі всіх причин несхрещуваності лежить генетична диференціація видів, їх генетична ізоляція, які проявляються в несумісності генотипів видів.

А.Ф. Шулиндін виділив наступні типи несумісності:

- прогамна несумісність виявляється до запліднення.
- сингамна несумісність спостерігається в період подвійного запліднення.
- ембріональна несумісність виявляється після нормального запліднення, в період розвитку проембріо і початкових стадій утворення ендосперму.
- постембріональна несумісність виявляється, по-перше, в нездатності гібридного насіння проростити за наявності зародка й ендосперму, по-друге, в загибелі сходів.

Методи подолання несхрещуваності:

Попереднє щеплення застосовується у випадках, коли рослини різних видів звичайним шляхом не схрещуються між собою. Прищеплювання однієї рослини на другу змінює хімічний склад у клітинах тканин прищепи, осмотичний тиск у клітинах тощо. Це збільшує ймовірність проростання чужих пилкових трубок на маточці материнської рослини. Застосовуючи цей метод, І.В. Мічурін схрестив грушу з горобиною.

Метод посередника полягає в подоланні несхрещуваності двох видів за допомогою третього. Якщо види А і В не схрещуються між собою, то вид А схрещують з близьким видом С, а гібрид, що утворюється, з видом В. В результаті в гібриді поєднуються хромосоми й ознаки трьох видів.

Запилення сумішшю пилку різних видів також підсилює схрещуваність за рахунок того, що пилок, який має різний генотип, може взаємно стимулювати ріст складових частин її, створюючи в маточці умови, сприятливі для проростання різного пилку.

Провідне місце в науці про віддалену гібридизацію належить І.В. Мічуріну (плодові і ягідні культури), В.М. Лебєдєву, В.Є. Писарєву, А.Ф. Шулиндіну, Г. К. Мейстеру (схрещування пшениці з житом), М.В. Цицину, С.М. Вєрушкіну (схрещування пшениць з видами пирію), О.П. Шехурдіну, А.О. Сапєгіну (схрещування твердої пшениці з м'якою), С.М. Букасову, О.Н. Камеразу, І.Г. Пушкарьову, А.А. Подгаєцькому (міжвидова гібридизація картоплі), М.Ф. Терновському (міжвидові схрещування тютюну), Г.С. Зайцеву, К.О. Висоцькому (міжвидове схрещування бавовнику), Ф.Г. Кириченку (схрещування твердої ярої пшениці з озимою м'якою і створення твердої озимої пшениці).

Академік Ф. Г. Кириченко у Селекційно-генетичному інституті (Одеса) вивів сорти озимої твердої пшениці Мічурінка і Новомічурінка, Одеська

янтарна. Ці сорти мали середню зимостійкість і високу посухостійкість, уміст білка в них був на 2– 4 % вищий, ніж у м'яких пшениць, за врожайністю значно перевищували яру тверду пшеницю, їх зерно є чудовою сировиною для виготовлення високоякісних макаронів, вермішелі, круп.

Робота зі створення пшенично-житніх гібридів у 30-х роках XX століття розпочата на Саратовській дослідній станції Г.К. Мейстером і Н.Г. Мейстером, В.М. Лєбєдєвим на Білоцерківській селекційнодослідній станції, В.Є. Писарєвим у НДІ сільського господарства центральних районів нечорноземної зони.

Перші тритикале за участю твердої пшениці виведені О.І. Державіним в 1934 р. Найбільш широкі дослідження з тритикале проведені А.Ф. Шулиндіним в Інституті рослинництва ім. В.Я. Юр'єва (Харків).

А.Ф. Шулиндін розробив теорію й метод створення тривидових тритикале. Схрещуючи міжродові звичайні дигаплоїдні гібриди F_1 (T. aestivum × S. cereale) з гексаплоїдними первинними тритикале, отримують тривидові тритикале на рівні плоїдності 2n=42 геномної структури AA_1BB_1RR.

У морфоструктурних ознаках нових форм виявляються сумарно властивості твердої, м'якої пшениці та жита.

Октоплоїдні тритикале (AABBDDRR) виявилися неконкурентоспроможними з пшеницею за врожаєм зерна у зв'язку з недостатнім зав'язуванням зерна за порушення нормального перебігу мейозу. Різкий стрибок у підвищенні врожаю дали сорти тривидових тритикале (AA_1BB_1RR).

Використовуючи поліморфізм диких видів пирію за багатьма ознаками, М.В. Цицин вивів зовсім новий вид T. agropyrotriticum з двома підвидами: ssp. perense (багаторічна пшениця) і ssp. submitans (відростаюча або зернокормова).

Велика робота проводиться зі схрещування пшениці з елімусом (Elymus arenarius L). Досить зазначити, що колос пшениці містить 30–40 зерен, а колос елімуса – 600–800. Елімус має надзвичайну здатність пристосовуватися до умов середовища.

Шляхом гібридизації сорту бавовнику С-4725 з напівдикою мексиканською формою Mexicanum varonervosum виведено цінні вілтостійкі сорти Ташкент 1, Ташкент 3 та ін.

Дикі види соняшнику широко використовуються в селекції насамперед як вихідні форми для створення міжвидових гібридів з груповим імунітетом до основних патогенів соняшнику: іржі, несправжньої борошнистої роси, фомозу, склероциній тощо.

Віддалена гібридизація застосовується також у селекції кормових трав, плодових, овочевих, лікарських та декоративних рослин.