

«Гетерозис та його використання в селекції»

1.Історія гетерозису.

2.Типи та концепції гетерозису .

3.Типи гібридів.

4. Інбридинг в селекції.



Історія гетерозису

- **Гетерозис, або гібридна сила, означає підвищену життєздатність гібридів першого покоління (F1) порівняно з батьківськими формами.**
- **Це явище відкрите понад 200 років тому І. Кельрейтером, який в 1760 р. одержав міжвидовий гібрид від схрещування двох видів тютюну.**
- **Гібрид виявився більш могутнім, ніж батьківські форми**









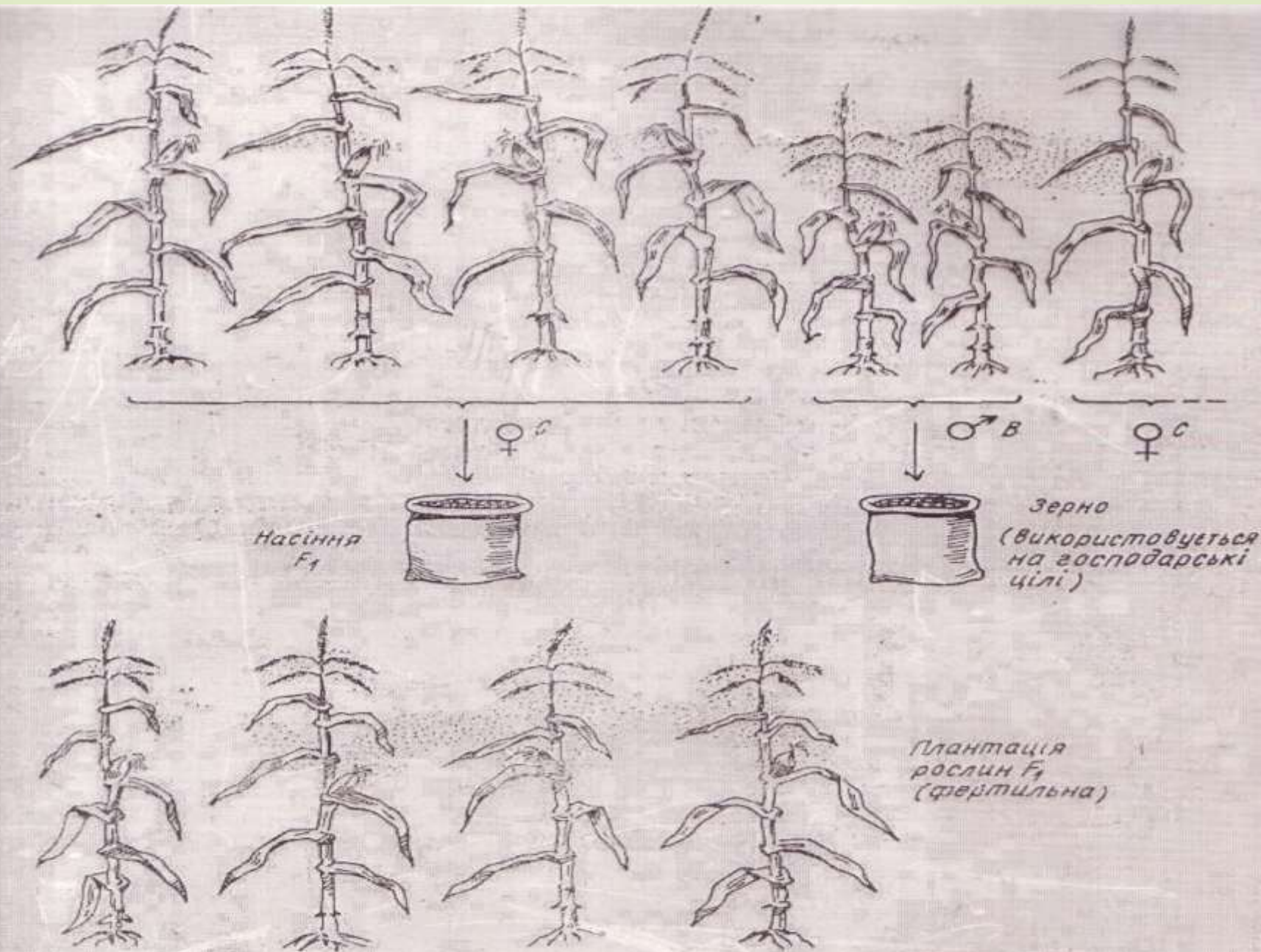


Рис. 8. Одержання гетерозисного насіння F_1 за схемою відновлення фертильності:
С — материнська форма стерильна; В — батьківська форма відновлює фертильність потомства

Історія відкриття явища гетерозису

- **Й. Кельрейтер розробив та запропонував конкретну схему одержання високоурожайних гібридів тютюну шляхом щорічного схрещування видів з метою однократного використання гібридного насіння.**
- **Термін «гетерозис» введений в науку**
- **Дж. Шеллом у 1914 році.**
- **Практичне широке використання гетерозису розпочалось в другій половині XX ст.**

Основою вивчення причин гетерозису стали:

- зародження на початку ХХ ст. та подальший розвиток генетики, яка вивчала переважно закони успадкування окремих ознак (Г. де Фріз, К. Коренс, Е. Чермак та Т. Морган);**
- розробка вчення про чисті лінії та популяції (В. Іогансен);**
- розвиток популяційної генетики (С. Четвериков);**
- розробка таких генетичних явищ, які можуть бути відтворені у точних дослідках на рослинах та тваринах, застосування математичних, математично – статистичних методів (Г. Гарді, В. Вайнберг, Р. Фішер, О. Серебровський), за допомогою яких можна було визначити певні параметри явищ.**



**Гетерозис гібридів
першого покоління**

не успадковується

**у другому та наступних
поколіннях.**

Типи та концепції гетерозису

Розрізняють три типи гетерозису:

- а) **соматичний** – проявляється у більш посиленому розвитку вегетативних органів гібридного організму;
- б) **репродуктивний** – характеризується більш посиленим розвитком репродуктивних органів рослин (насіння, плодів тощо);
- в) **адаптивний** – ґрунтується на підвищеній пристосованості, конкурентності та підвищеній життєздатності рослин.

Необхідно констатувати, що:

**найвищий гетерозис можна отримати при
схрещуванні форм, які:**

- різняться за генетичною природою**
- та місцем походження;**

Теорії, що пояснюють виникнення гетерозису:

➤ домінування

запропонована Ч. Девенпортом в 1908 р.
і суттєво розвинута Д. Джонсоном (1917)
- розглядає гетерозис як наслідок дії
великої кількості сприятливих
домінантних генів

➤ P ♀ AABBccdd FF X ♂ aabbCCDD ff

➤ F1 AaBbCcDd Ff

➤ **зверхдомінування** –

розглядає переваги гібридів першого покоління над батьківськими формами як наслідок утворення високої гетерозиготності та взаємодії алельних генів.

➤ Саме ця теорія надає перевагу схрещуванню самозапильних ліній (батьківських форм), які не є близькоспорідненими;

P ♀ **AABVccdd FF** X ♂ **aabbCCDDff**

F1

AaBbCcDdFf

генетичного балансу

розроблена І. Лернером та К.Матером в 50 – х роках, розвинута Ф. Добржанським, М. Турбінім та іншими вченими.

Ця теорія виходить з того, що розвиток ознаки визначається відносним впливом на неї багатьох і різних за характером дії спадкових факторів.

Одні з них стимулюють прояв ознаки, оскільки націлені на те, щоб посилити її, інші – діють у протилежному напрямі.

За сучасним виявленням гетерозисної сили розрізняють:

- **трансгетерозис**, коли гібриди перевищують не лише батьківські форми, а й районовані сорти;
- **цисгетерозис**, коли гібриди перевищують лише батьківський форми.

Типи гібридів

- **Залежно від того, яка кількість батьківських компонентів бере участь у створенні гібриду, є різні типи гібридів. При правильному доборі вихідних форм всі типи гібридів можуть бути однаковими за продуктивністю.**
- **Якщо умовно позначити лінії літерами А, В, С і т. д., то формули гібридів записати можна так (типи гібридів подаються на прикладі гібридів кукурудзи).**

➤ **Прості міжлінійні**

$(A \times B)$

➤ **Прості модифіковані**

$[(A \times A_1,) \times B]$ або $(A \times A_1) \times (B \times B_1)$

Трилінійні

$[(A \times B) \times C]$

➤ **Трилінійні модифіковані**

$[(A \times B) \times B,] \times C$ або $(A \times A,) \times B)] \times C$

➤ **Подвійні міжлінійні**

$[(A \times B) \times (C \times D)]$

➤ **Подвійні міжлінійні модифіковані**

$[(A \times B) \times B_1]] (C \times D)$

➤ **Складні міжлінійні:**

➤ **п'ятилінійні**

$[(A \times B \times C) \times (D \times E)] (Кулон MB)$

➤ **шестилінійні (BG19MB)**

$[(A \times B \times C)] \times [(D \times E \times F)]$

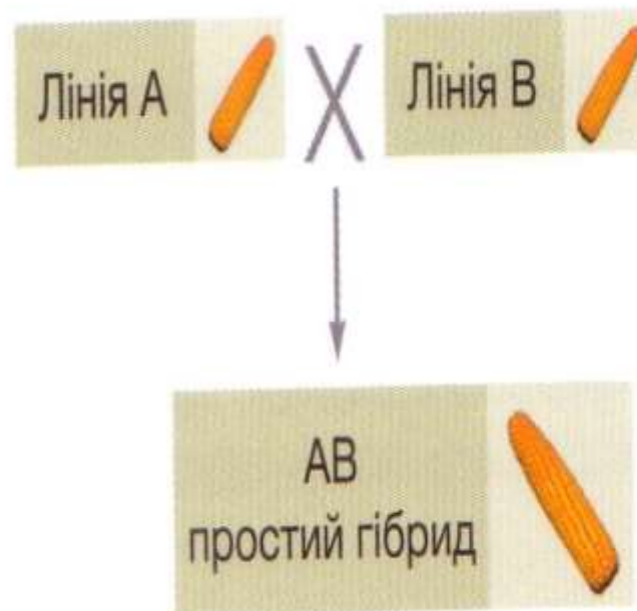
➤ **Сортолінійні та лінійносортові (сорт $\times A$), або [сорт $\times (A \times B)$ та $(A \times \text{сорт})$ чи $[(A \times B) \times \text{сорт}]$**

➤ **Синтетичні (гібридні) популяції – одержують при вільному перезапиленні конкретно підібраних гібридних батьківських форм, вирощених на ізольованих ділянках.**

Типи гібридів

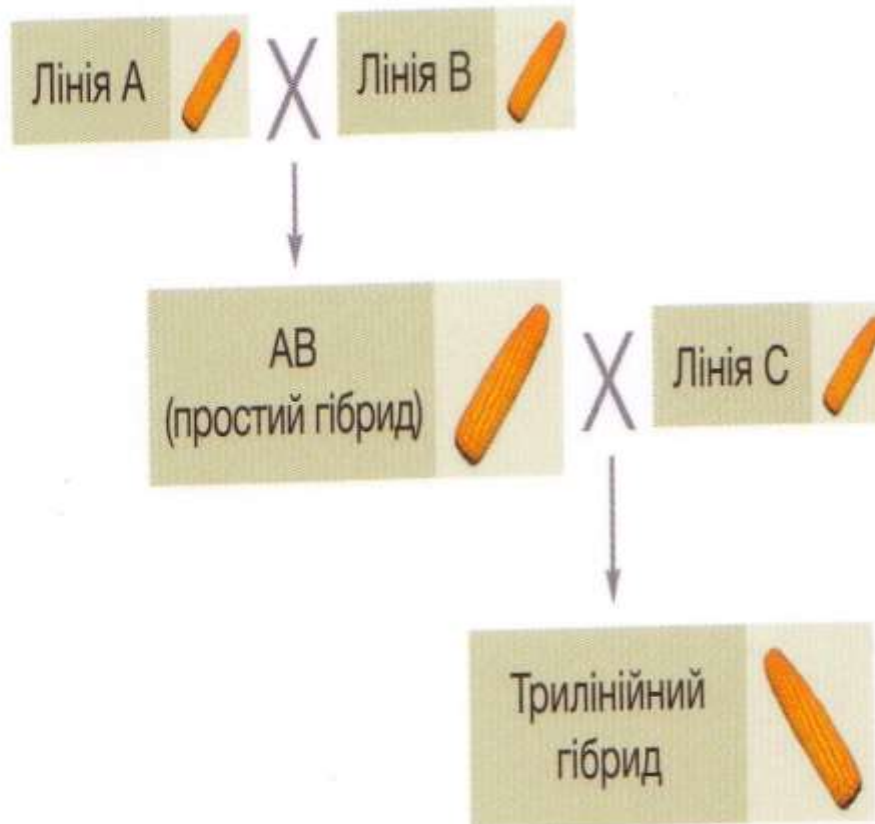
Простий гібрид

Схрещування 2 ліній, які походять від послідовних самозапилень.



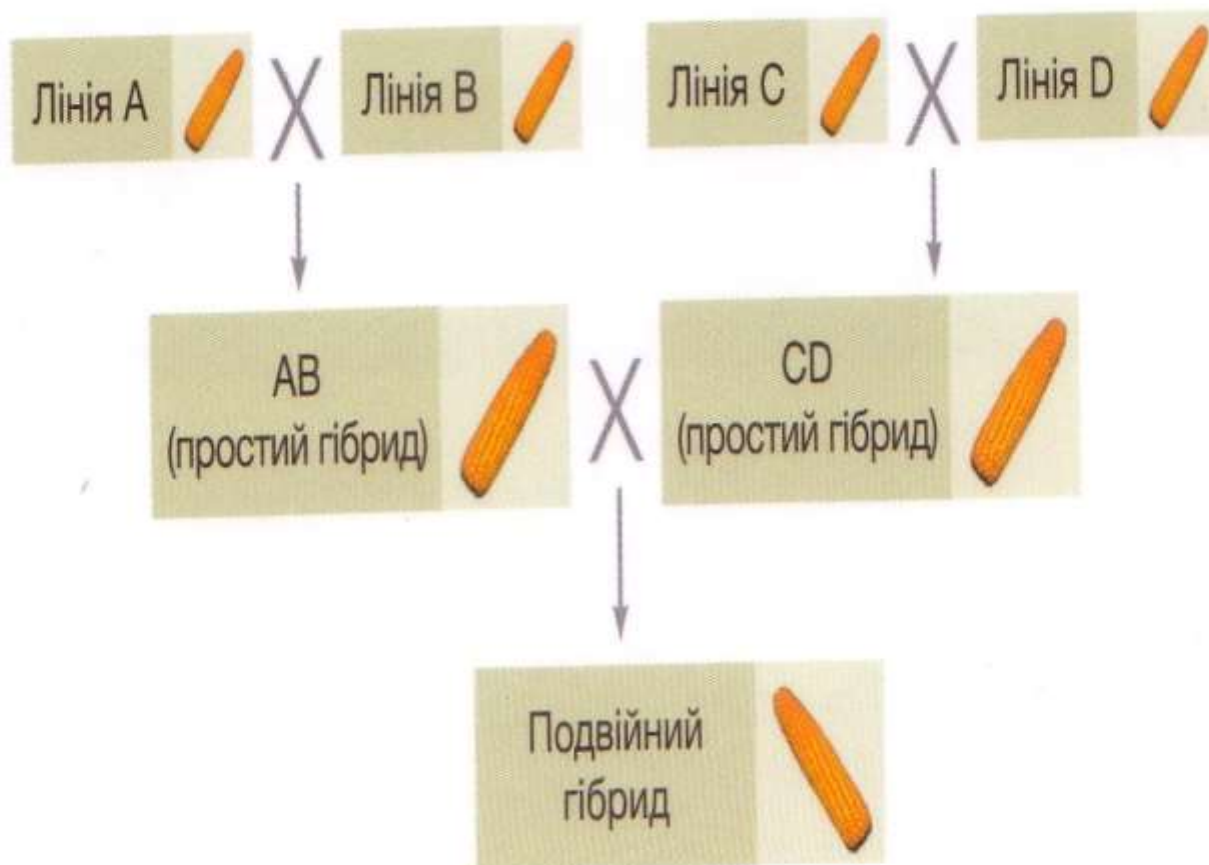
Трилінійний гібрид

Схрещування простого гібрида (материнського компоненту) з батьківським компонентом



Подвійний гібрид

Схрещування двох простих гібридів.





Класифікація гібридів кукурудзи (за групами ФАО)

Бал	Група стиглості	Група ФАО	Кількість від сходів до повної стиглості зерна, днів	Кількість листків на рослині, шт	Еталон
			Сума ефективних температур за період, °C		
1	Дуже рання	110-149	<u>70-80</u> 801-900	9-10	УКЧ 14 * Україна
3	Рання	150-199	<u>81-90</u> 901-1000	11-12	УЧ 100 Україна
4	Середньо-рання	200-299	<u>91-100</u> 1001-1100	13-14	УХК 360 Україна
5	Середня	300-399	<u>101-110</u> 1101-1170	15-17	ЗКМ 169 Україна
6	Середньо-пізня	400-499	<u>111-120</u> 1171-1210	18-20	УХ 1008 Україна
7	Пізня	500-599	<u>121-130</u> 1211-1280	21-22	МV95 Угорщина
9	Дуже пізня	600-699	<u>131-140</u> 1281-1300	>22	CHIS 236 ** Мексика

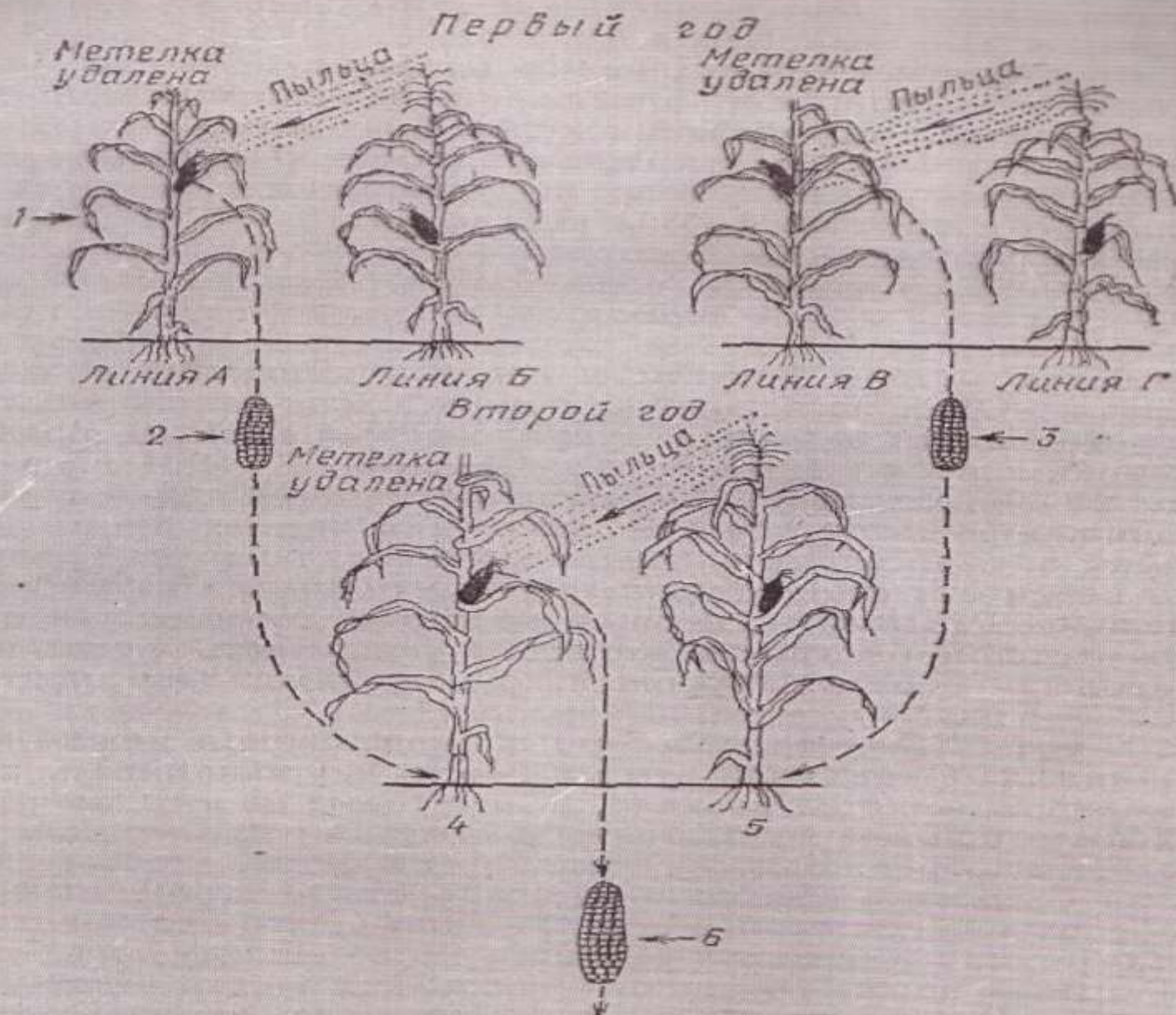


Рис. 16. Схема получения двойных межлинейных гибридов кукурузы при использовании гетерозиса для повышения урожайности:

1 — самоопыленные линии; 2 — семена простого гибрида (А × В); 3 — семена простого гибрида (В × Г); 4 — простой гибрид (А × В); 5 — простой гибрид (В × Г); 6 — семена двойного гибрида [(А × В) × (В × Г)], используемые для производственных посевов.

Тема: « Інбридинг та ЦЧС (цитоплазматична чоловіча стерильність). Їх використання в селекції»

- 1. Інбридинг та його використання в селекції.**
- 2. Методи створення самозапилених (гомозиготних) ліній.**
- 3. Комбінаційна здатність та методи її визначення.**
- 4. ЦЧС, її типи та створення стерильних аналогів с/з ліній.**



Інбридинг та його використання в селекції на гетерозис

➔ Інбридинг (інцухт, самозапилення) застосовують для створення гомозиготних з високою комбінаційною здатністю та комплексом господарсько - цінних ознак самозапильних (інбредних) ліній.

➔ Для цього проводять багаторазове послідовне примусове самозапилення цілком здорових рослин з наступним доббором протягом 5 – 7 років таких, що найменше знижують прояв ознак (мінімальна інбредна депресія).

➔ Подібна депресія при інбридингу є результатом гомозиготації певних генів, що контролюють ознаки життєдіяльності, безпліддя, альбінізму та інших дефектів росту й розвитку.

Інбридинг

- ▶ При самозапиленні перехреснозапильних видів у нащадків відбувається зниження життєздатності внаслідок гомозиготації та прояву рецесивних алелей летальних чи напівлетальних генів – інбредна депресія.
- ▶ Це зниження відбувається до досягнення *інбредного мінімуму*.

Після самозапилення:

- у першому поколінні (I_1) буде :
50% гетерозигот і 50% гомозигот;
- в I_2 – 25% гетерозигот і 75% гомозигот;
- в I_3 – кількість гетерозигот зменшиться на половину і буде -12,5%;
- в I_4 – зменшиться до - 6,25%;
- в I_5 – до 3,13% наближаючись у наступних поколіннях до 0.

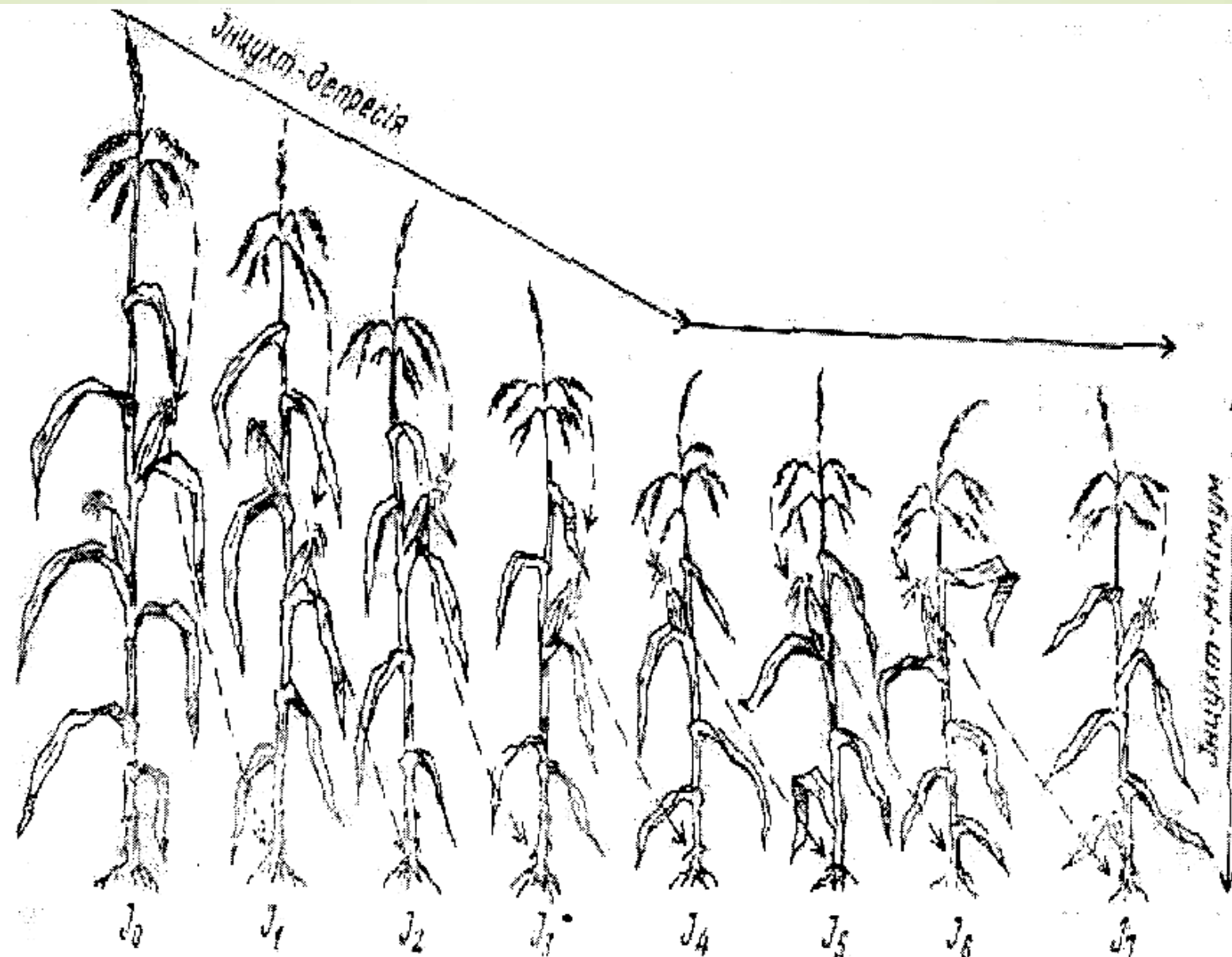
Інбридинг

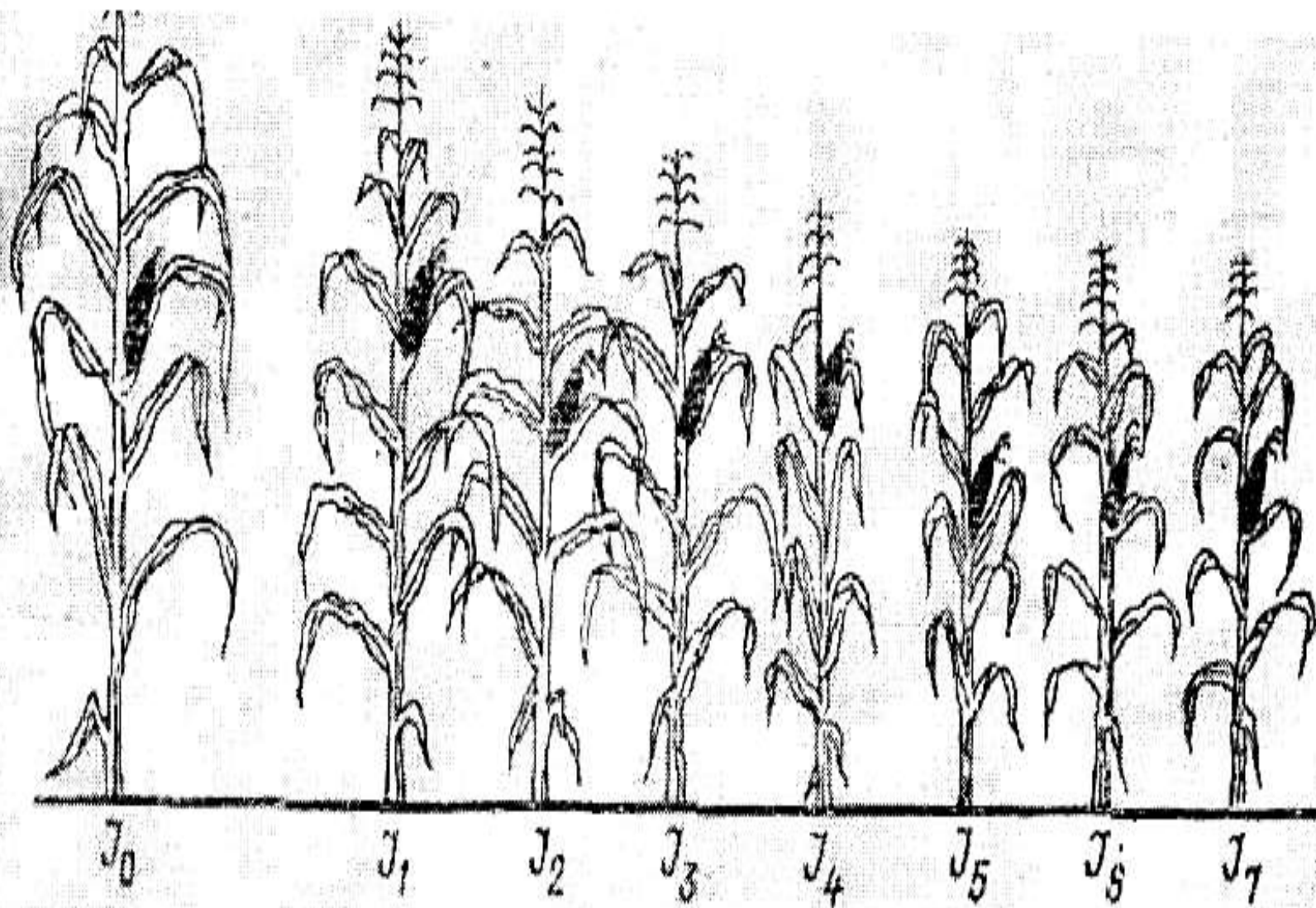
- До такого стану популяція може дійти протягом певної кількості поколінь - чим тіснішим є інбридинг, тим швидше.
- При цьому частоти алелів залишаються незмінними.
- Отже, основний наслідок інбридингу полягає в тому, що зростає частка гомозигот.
- Відповідно, зростає ймовірність гомозиготності рецесивних (у тому числі летальних або таких, що викликають захворювання) алелів : відбувається так звана інбредна депресія.







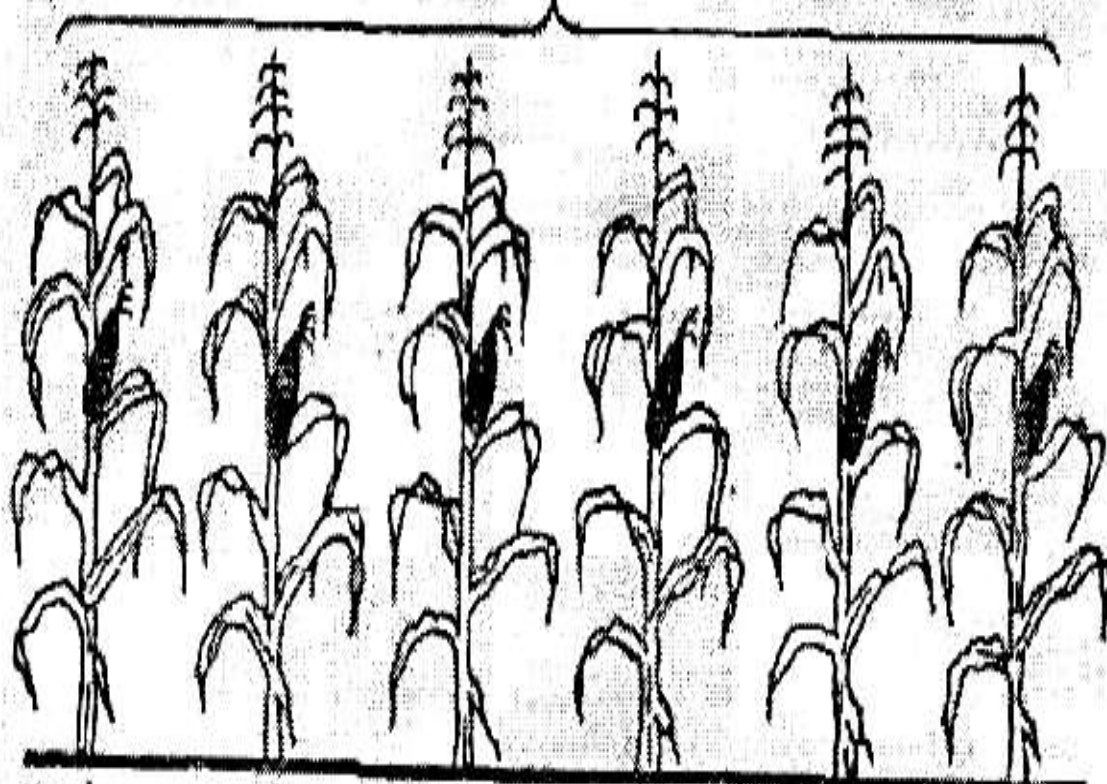




Самоопы-
ление



J_n



J_{n+1}

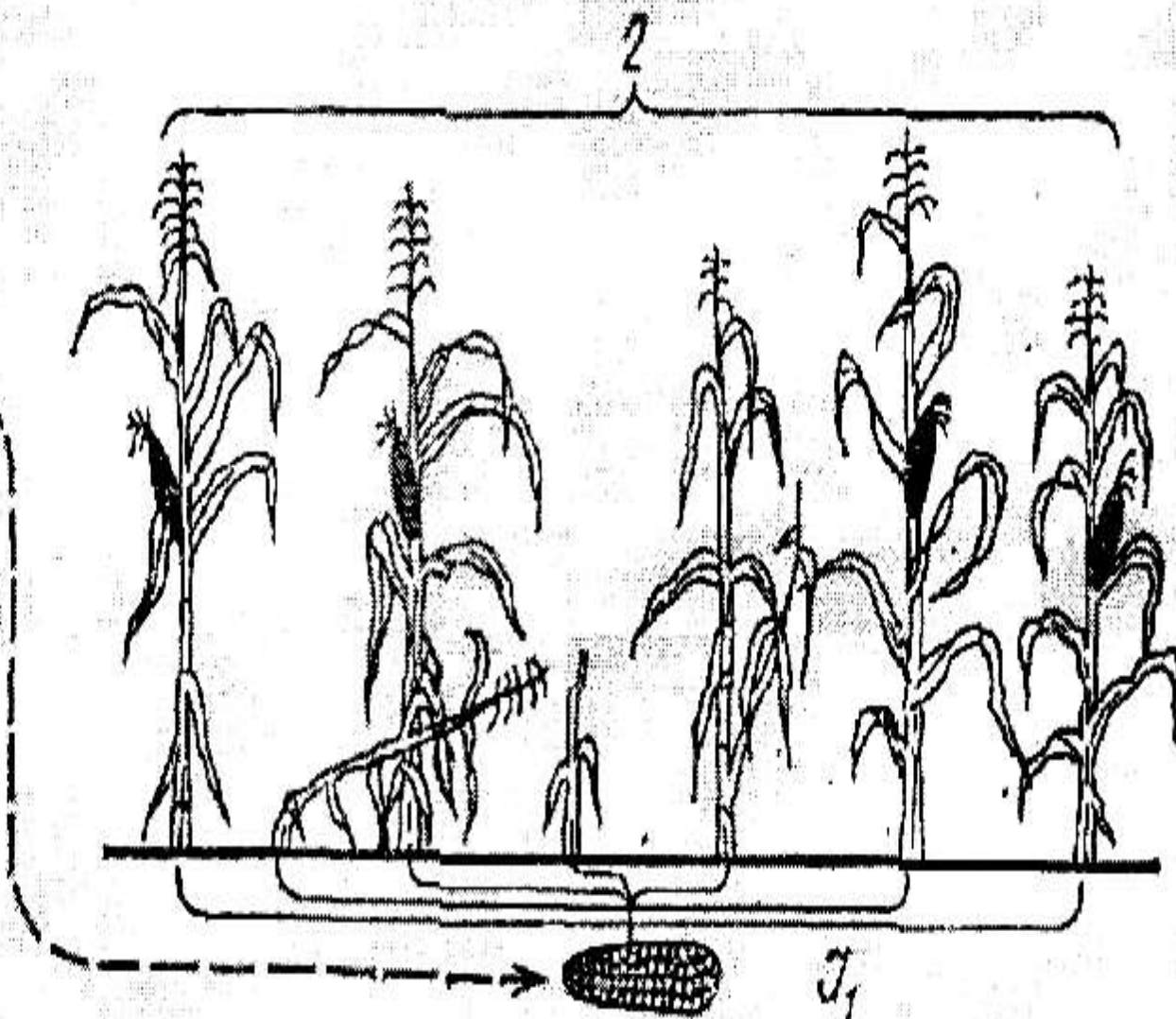


Методи одержання інбредних ліній:

Найбільш ефективним в одержанні інбредних ліній є стандартний метод, який ґрунтується на самозапиленні в перший рік кількох сотень відібраних рослин з подальшим вибракуванням нетипових за зовнішнім виглядом. Між потомствами різних качанів та в межах потомства одного качана проводять добір. На третій рік насіння кожного качана відібраної родини висівають окремими рядками. Кращі рослини самозапилюються. Зберігаються по 1 – 3 кращих качана.

Так роблять доти, поки кожна інбредна лінія не стане гомозиготною (5 – 7 років).

Самоопы-
ление



Суть гніздового методу полягає в тому, що з насіння кожного качана вирощують 3 – 4 рослини в одному гнізді, які в подальшому самозапилюються, а також паралельно включаються в схрещування для визначення їх комбінаційної цінності.

Крім вище названих методів використовують:

- **метод подвоєння хромосом у гаплоїдів;**
- **метод близнюків;**
- **метод множинної транслокації;**
- **метод енотери та деякі інші.**

Комбінаційна здатність

- ➔ Здатність гомозиготної самозавідної лінії чи сорту давати при схрещуванні з іншими лініями гетерозисне гібридне потомство, яке має підвищену життєздатність та врожайність, називається комбінаційною здатністю.

Загальна комбінаційна здатність **(ЗКЗ)**

певної батьківської форми (певного генотипу) виражається в її здатності давати гетерозисні гібриди при схрещуванні з різними іншими генотипами.

Специфічна комбінаційна здатність (СКЗ)

- ▶ батьківської лінії характеризується її відношенням
 - до певної **конкретної** іншої батьківської форми,
 - до іншого **конкретного** генотипу.
- ▶ Іншими словами, термін «загальна комбінаційна здатність» виражає **середню** цінність ліній у гібридних комбінаціях, а термін «специфічна комбінаційна здатність» – випадки, коли певні комбінації кращі або гірші, ніж можна було б очікувати, виходячи із середньої якості ліній.

Методи визначення комбінаційної здатності:

Для визначення комбінаційної здатності батьківських форм використовують такі методи:

- 1. діалельні схрещування;**
- 2. топкрос;**
- 3. полікрос;**
- 4. вільне перезапилення.**

- ▶ **Діалельні схрещування** проводять як прямі ($A \times B$), так і зворотні ($B \times A$), одержуючи при цьому $n(n-1)$ можливих комбінацій. Кожна лінія може бути використана як материнська або як батьківська і є тестером відносно іншої.
- ▶ Користуючись цим методом, можна одержати найбільш повну інформацію про СКЗ, а також про ЗКЗ.

У такі схрещування включають 8 – 10 ліній, бо при більшій кількості їх дуже зростає кількість можливих комбінацій.

СХЕМА ПОВНИХ ДІАЛЕЛЬНИХ СХРЕЩУВАНЬ

		ЛІНІЇ					
ЛІНІЇ	♀	♂	А	В	С	Д	Е
	А			А х В	А х С	А х Д	А х Е
	В	В х А			В х С	В х Д	В х Е
	С	С х А	С х В			С х Д	С х Е
	Д	Д х А	Д х В	Д х С			Д х Е
	Е	Е х А	Е х В	Е х С	Е х Д		

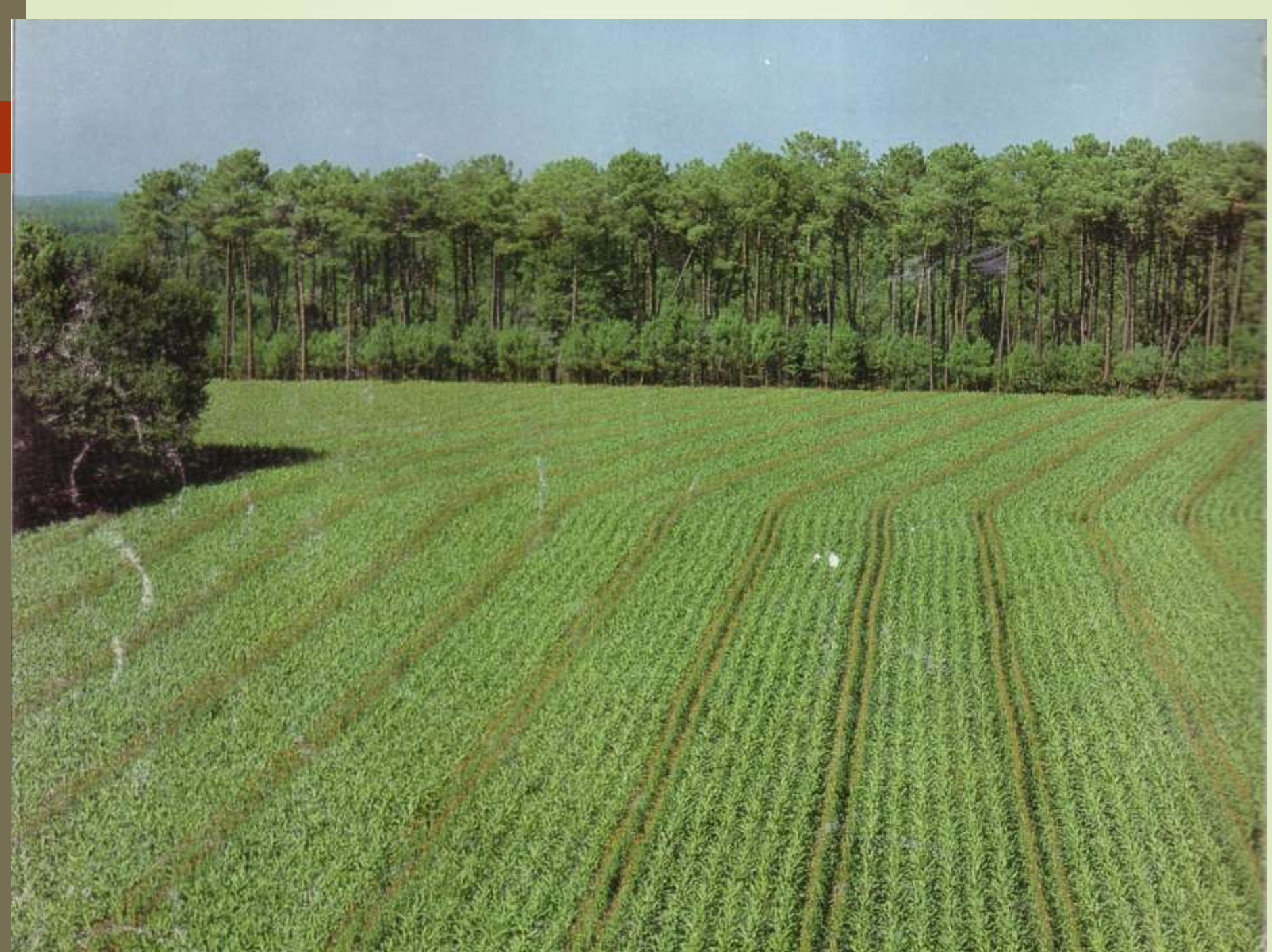
▶ **Топкрос** – найпоширеніший метод визначення комбінаційної здатності.

▶ Він полягає у схрещуванні кожної випробуваної лінії з одним або кількома (2 – 3) тестерами, які мають широку генетичну основу (сортпопуляція, синтетики, подвійні та прості міжлінійні гібриди).

▶ Цей метод економічно вигідніший, ніж метод діалельних схрещувань, тому що кількість можливих комбінацій набагато менша.

Полікрос - вільне перезапиле-
ння ціленаправлено підібраних
вихідних матеріалів між собою
та випробування родин.

**Вільне перезапилення – для
визначення оцінки батьківських
форм по матері з послідуючим
випробуванням родин.**



ЦЧС – це нездатність утворювати чоловічі клітини, яка передається через складові цитоплазми.

Контролюється плазмогенами, які локалізуються в мітохондріях.

ЦЧС

Чоловічу стерильність вперше помітив К. Корренс в 1904 г. у рослини чебрецю.

- **В 1921 г. В. Бетсон - її у льону,**
- **в 1924 г, американський генетик Д. Джонс – у цибулі,**
- **в 1929 г. А.И.Купцов – у соняшника.**

- **В 1932 г. М.І. Хаджинов та незалежно від нього американський генетик М. Родс знайшли чоловічостерильні рослини у кукурудзи.**

- **В подальшому з'ясували, що чоловіча стерильність широко поширена серед квіткових рослин. Мутації, які викликають чоловічу стерильність описані зараз у більшості культурних рослин.**



М.О. Зеленський і двічі Герой Соціалістичної праці, академік ВАСГНІЛ
Михайло Іванович Хаджинов (1976 р.)





Типи стерильності

- **Техаський (Т)** – пиляки сильно деформовані не виходять на зовні;
- **Молдавський (М)** – пиляки іноді виходять але недорозвинені, не розкриваються;
- **Болівійський (С)** – мітелки «голі»

(Т) Техаський



(М) Молдавський















Самозапильна лінія може бути:

- Ak 135 - фертильна
- Ak 135 St – стерильна
- Ak 135 зМ – закріплювач стерильності
- Ak 135 MB – відновлювач фертильності

➤ Гібриди вирощені на:

- Деа – фертильній основі
- Акцент М – схема змішування
- Дніпровський 247 MB – за схемою повного відновлення фертильності

СХЕМА СТВОРЕННЯ СТЕРИЛЬНОГО АНАЛОГА ЛІНІЇ А МАЄ ТАКИЙ ВИГЛЯД:

1-й рік – джерело ЦЧС х А

2-й рік – (дж. ЦЧС х A^1) х А

3-й рік - (дж. ЦЧС х A^2) х А

4-й рік - (дж. ЦЧС х A^3) х А

5-й рік - (дж. ЦЧС х A^4) х А

На 5 - 6-й рік одержані стерильні форми розмножують на ізолюваних ділянках, висіваючи по чергово з рядками фертильної лінії А.

**СХЕМА СТВОРЕННЯ АНАЛОГА – ВІДНОВЛЮВАЧА ЛІНІЇ А
НА СТЕРИЛЬНІЙ ОСНОВІ – МАЄ ТАКИЙ ВИГЛЯД:**

1-й рік - джерело ЦЧС х А відновлювач фертильності (В)

2-й рік - (дж. ЦЧС х В) х А

3-й рік - [(дж. ЦЧС х В) х A_1] х А

4-й рік - [(дж. ЦЧС х В) х A^2] х А

5-й рік - [(дж. ЦЧС х В) х A^3] х А

Після п'яти поколінь насичуючих схрещувань рослини
самозапильються. Відбирають гомозиготні фертильні лінії з
відновлювальною здатністю.

Чоловіча стерильність у цукрових буряків

Всі форми чоловічої стерильності поділяються на вісім типів:

- 1 – модифікаційна, викликана несприятливими умовами довкілля;
- 2 – вірусна;
- 3 – вікова, яка залежить від вікових змін у метаболізмі;
- 4 – генна, яка обумовлена мутацією одного або декількох генів;
- 5 – цитоплазматична, яка детермінується взаємодією цитоплазматичних факторів і генів ядра;
- 6 – хромосомна;
- 7 – апоміктична;
- 8 – гінодієційна.

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ !