

Лекція 7.

Тема 7. Виробництво насіння гетерозисних гібридів з використанням різних схем вирощування. Аналітична та синтетична селекція. Вчення про адаптивну селекцію. Внутрішньовидова та віддалена гібридизація в селекційному процесі.

Мета: сформуванати у студентів теоретичні знання про особливості виробництва насіння гетерозисних гібридів сільськогосподарських культур із використанням різних схем їх вирощування, розкрити принципи аналітичної та синтетичної селекції, ознайомити з основами адаптивної селекції та значенням внутрішньовидової і віддаленої гібридизації у створенні нових високопродуктивних і стійких до абіотичних та біотичних факторів сортів і гібридів.

План

- 1. Аналітична селекція, методологічні основи синтетичної теорії селекції.*
- 2. Гібридизація, як засіб створення селекційного матеріалу.*
- 3. Типи, методи схрещування.*
- 4. Віддалена гібридизація в селекції рослин.*
- 5. Адаптивна селекція.*

1. До широкого застосування штучної гібридизації, як методу створення вихідного матеріалу (синтетичної селекції) головне місце у виведенні нових сортів сільськогосподарських культур займала **аналітична селекція** - створення нових сортів, шляхом застосування методу індивідуального добору ліній з популяцій. Вона була першим етапом наукової селекції. Ефективність індивідуального добору науково обґрунтував В. Іогансен у 1903 р. у своїй праці «Про успадковування в популяціях і чистих лініях». Він довів, що індивідуальний добір буде ефективним тільки у гетерогенних (різних за генотипом), змішаних популяціях і зовсім неефективний у гомозиготних чистих лініях (однаковий генотип). **Чистою лінією** він назвав потомство однієї самозапильної гомозиготної рослини, отриманої за допомогою застосування індивідуального добору, а популяцією самозапильних культур – суміш чистих ліній, які відрізняються за спадковими ознаками (генотипом). Різницю в ефективності добору в популяціях і чистих лініях В. Іогансен пояснював тим, що в популяції відбирають особини, в яких зміни ознак спричинені не тільки зовнішніми умовами, а й спадковою основою. У чистих лініях відбирають рослини зі змінами, які передаються потомству. Коли добір вичерпує з популяції форми із спадковими ознаками, його подальша дія припиняється. Проте, і у межах чистих ліній можлива зміна спадкової мінливості, що може виникнути внаслідок дії спонтанного мутагенезу, гібридизації та поліплоїдії. Однак, частота цих змін є дуже низькою, тому сподіватися на їх мінливість внаслідок дії природних умов є низько ефективним.

Для створення нових сортів і гібридів необхідна цілеспрямована зміна спадкової мінливості із високою ефективністю на малих дослідних ділянках. Це можливо із отриманням гетерогенного вихідного матеріалу (різного за генотипом) на незначних площах із високою частотою і ефективністю, а саме проведенням штучної гібридизації, мутагенезу та поліплоїдії, тобто гетерогенний матеріал, який є рушійною силою добору, отримують, як у аналітичній селекції, проте із застосуванням дії людини, а не дії природних умов.

Методологічні основи синтетичної теорії селекції.

Сутність подвійного запліднення. Внаслідок злиття гамет утвориться насіннина – представник першого гібридного покоління F1 із якої розвинеться рослина F1, а насіння, що утвориться на рослині F1, буде популяцією другого покоління F2, з якої можна буде розпочинати проведення доборів.

Теоретичною основою для статевої гібридизації є закони Г. Менделя та хромосомна теорія спадковості Т. Моргана.

Формотворчий процес при гібридизації ґрунтується на перекомбінуванні генів, оскільки батьківські організми передають потомству не ознаки і властивості, а гени, які відповідають та контролюють розвиток ознак. Це явище у селекції та генетиці називають **рекомбіногенезом**. Унаслідок схрещування можуть виникати нові ознаки за рахунок взаємодії між алельними і неалельними генами в межах гібридного матеріалу, а також взаємодії комплексу спадкових структур з плазмогенами.

При полімерному успадкуванні ознак, можна спостерігати явище **трансресії**, суть якого полягає у збільшенні (позитивна трансресія), або зменшенні (негативна трансресія) будь якої ознаки, яка полімерно успадковується в окремих **особин F2** порівняно з *крайніми значеннями цих ознак у батьківських формах*. Трансресії простежуються, коли один, або обидва батьки не мають генотипів, які забезпечують крайній ступінь фенотипового вираження ознаки. Позитивна трансресія проявляється наприклад, у отриманні форм, які мають вищу урожайність порівняно із кращою з батьківських, а негативна, наприклад, у скороченні тривалості вегетаційного періоду порівняно із скоростиглішою батьківською формою, тобто, залежно від напрямку селекції та чи інша трансресивна форма буде мати у кожному конкретному випадку селекційну цінність.

Гібридизація, як засіб створення селекційного матеріалу.

Якщо схрещування проводять між батьківськими формами і сортами, які належать до одного виду, то таку гібридизацію називають **внутрішньовидовою**.

Рекомбіногенез при гібридизації батьківських форм

P 1 AAbbCC X aaBBcc

F1 AaBbCc

F2 AABVCC – новий генотип AABVcc – новий генотип

AABbCC – новий генотип AABbCc – новий генотип

AaBVCC – новий генотип AaBbCC – новий генотип

AaBbCc – новий генотип AABVcc – новий генотип

AABvcc – новий генотип AaBVCC – новий генотип

AAbbCC – батьківський генотип AabbCc – новий генотип

AabbCc – новий генотип AAbbcc – новий генотип

AaBbcc – новий генотип Aabbcc – новий генотип

aaBVCC – новий генотип aaBbCC – новий генотип

aaBbCc – новий генотип AaBVcc – новий генотип

aaBVCC – новий генотип aaBVcc – батьківський генотип

aaBvcc – новий генотип AabbCC – новий генотип

**aabbCC – новий генотип aabbCc – новий генотип
aabbcc – новий генотип**

Новий генотип є результатом **рекомбіногенезу**.

Трансгресивна селекція – це основа сучасного методу створення сортів самозапилюючих культур, отриманих шляхом застосування внутрішньовидової або віддаленої гібридизації.

Трансгресії – джерело нової генетичної мінливості, за полімерного успадкування ознак можливо представити у такому вигляді:

P1	AAbbCCDDee	x	P2	aaBBccdde	80 см; 60 см (висота рослин)	F1	AaBbCcDdee
F2	AABBCCDDee...		aabbccdde	90 см		50 см
	вище високорослої			нижче низькорослої			
	батьківської форми –			батьківської форми –			
	позитивна трансгресія			від’ємна трансгресія			

Типи, методи схрещувань.

Принципи підбору батьківських пар для схрещування:

1. Еколого-географічний принцип підбору батьківських пар;
2. Добір батьківських пар за елементами продуктивності;
3. Добір батьківських пар за тривалістю окремих фаз вегетації;
4. Добір батьківських пар за стійкістю проти хвороб (імунітет).

Еколого-географічний принцип підбору батьківських пар для гібридизації вважається основним у селекції. Виконуючи схрещування, між еколого-географічно віддаленими формами, можна очікувати розширення спектрів мінливості у поколіннях, що розщеплюються та відшукати трансгресивні форми. Його суть полягає у тому, що батьківські форми підбираються за географічною віддаленістю один від одного, тобто, враховуючи їх еколого-географічне положення сподіваються, що у гібридизацію буде включено селекційний матеріал, який знаходиться на значній відстані у генетичній дистанції один від одного. Вважається, що за таких схрещувань отримують найбільшу кількість трансгресивних форм, особливо за віддаленої гібридизації.

Добір батьківських форм за елементами продуктивності полягає у тому, що батьківські форми добирають за взаємодоповнюючим принципом. Материнська форма має характеризуватися максимальним проявом одного елемента структури врожаю, а друга чоловіча форма максимальним проявом іншого елемента структури врожаю. У гібридному потомстві можливе поєднання максимального вираження обох елементів структури врожаю. Наприклад, за схрещування пшениці м’якої озимої підбирають одну батьківську форму із великою кількістю зерен в колосі, а іншу із високою масою 1000 зерен. У помідорів до елементів структури врожаю належать кількість плодів на одній рослині, кількість китиць та кількість плодів на одній китиці, середня маса одного плоду. Однак, за цим принципом підбору батьківських форм у селекції, наприклад, зернобобових культур неможливо створити високопродуктивні сорти. Тому батьківські форми підбирають за середніми значеннями елементів структури врожаю. За цим принципом отримують більш високопродуктивне потомство, яке є родоначальними рослинами нових сортів. Це необхідно враховувати при підборі батьківських форм для гібридизації. Потрібно також враховувати кореляційні зв’язки

між елементами структури для планування обсягів схрещувань. Для цього необхідно знати кореляції між елементами структури врожаю і не включати у схрещування генотипи, які характеризуються однаковими недоліками.

Добір батьківських форм за тривалістю окремих фаз вегетації полягає у тому, що селекція ведеться за двома напрямками – на *ранньостиглість і продуктивність*. При цьому необхідно отримати новий сорт, який буде скоростиглішим за вихідні батьківські форми та характеризуватиметься високою продуктивністю. Біологічно чим довший вегетаційний період у сорту або гібриду, тим вища у нього буде продуктивність.

Батьківські форми підбирають за таким принципом, щоб вони відрізнялися один від одного за тривалістю міжфазних періодів. Наприклад, один сорт характеризується коротким міжфазним періодом сходи–цвітіння, а інший коротким міжфазним періодом цвітіння–дозрівання. У гібридному потомстві можливе поєднання обох коротких міжфазних періодів від батьківських форм і забезпечення сталої продуктивності.

Добір батьківських форм за стійкістю до хвороб. Цей напрям селекції ґрунтується на оцінюванні рівнів генетичного імунітету батьківських форм. Велика кількість хвороб рослин викликаються багатьма расами мікроорганізмів. Однак, паралельно із селекцією на імунітет відбувається еволюція паразитів, внаслідок якої з'являються нові раси паразитів. Так як сорти та гібриди, які були стійкими до певних рас збудника, можуть уражатися новими расами за їх мінливості упродовж років вирощування. Однак ведення селекції у цьому напрямі можливе, якщо включати у гібридизацію батьківські форми, які відрізняються за типом стійкості до ураження хворобами, тобто, одна батьківська форма буде володіти високою расоспецифічною (вертикальною), а інша нерасоспецифічною, або польовою стійкістю.

Імунітет – несприятливість рослиною паразитарних мікроорганізмів.

Резистентність – опірність рослин.

Толерантність – витривалість рослин.

Морфологічна стійкість зумовлена будовою клітинної оболонки і тканин рослин. *Фізіологічна стійкість* – підвищеною чутливістю рослин до певних рас патогенних мікроорганізмів. При цьому у інфікованій клітині утворюються антитоксини, вона швидко відмирає, внаслідок чого утворюються перешкоди для поширення інфекції. Затрати на створення стійких сортів окуповуються у десятки і сотні разів.

Типи схрещування: Для гібридизації застосовують різні типи схрещувань. Прості – здійснюються між двома батьківськими формами. До них належать [1, 2, 8]:

1. Парні – $A \times B$

2. Реципрокні – $A \times B$ і $B \times A$

3. Полікроси – $A \times (B+C+D+E)$

4. Топкроси – $A \times T$

5. Діалельні схрещування – $n(n-1)$, n – к-сть батьківських форм.

Складні схрещування – використовується більше ніж дві батьківські форми:

1. Зворотні – $(A \times B) \times A$ або $(A \times B) \times B$

2. Насичувальні – $(A \times B) - AB \times B - ABB \times B - ABVV \times B - ABVVV \times B$

3. Східчасті – $((A \times B) \times \Gamma) \times D$
4. Конвергентні – $((A \times B) \times A) \times A$ або $((A \times B) \times B) \times B$
5. Міжгібридні – $(A \times B) \times (C \times D)$.

Прості схрещування здійснюють між двома рослинами, з яких одна є материнською, а друга – чоловічою. Запліднення, відбувається на материнській рослині. Прості схрещування можна проводити між двома батьківськими формами, які є сортами одного виду або різних видів і родів, унаслідок чого отримують міжсортові, міжвидові та міжродові гібриди. Прості схрещування називають ще *парними*. За парних схрещувань ($A \times B$), якщо вдало підібрано батьківські форми, можна швидко створити новий вихідний матеріал, який відповідає певним вимогам для наступного проведення доборів та створення нового сорту або безпосередньо гібридів першого покоління для гетерозисної селекції.

Різновидом парних схрещувань є взаємні схрещування, в яких кожна з двох (сортів, ліній) виступає як материнська в одному схрещуванні і як чоловіча – в іншому. Їх можна зобразити як $A \times B$ і $B \times A$. Ці схрещування проводять з рекогносцирувальною метою, щоб виявити, яку з форм краще взяти за чоловічу або материнську. Від цього можуть залежати результати схрещування, якщо розвиток ознаки (будь-якої) контролюють гени не тільки ядра, а й цитоплазми (плазмогени). Генетичний вплив цитоплазми виявляється не самостійно, а як наслідок взаємодії плазмону з генами ядра. Ядерний матеріал успадковується у гібридне потомство порівну, як від материнської так і від чоловічої форми, а цитоплазма переходить повністю від материнської форми. Крім того, від вдалого вибору материнської форми часто залежить відсоток зав'язування насіння, за внутрішньовидових і більшою мірою за віддалених схрещувань. Значна кількість ознак, що зумовлюють адаптивність, контролюються цитоплазмою.

При полікроссах (множинних схрещуваннях) материнська форма запилюється сумішшю пилку кількох чоловічих форм запилювачів. Участь у схрещуванні конкретновизначеної чоловічої форми залежить від її конкурентної здатності. **Полікросні** схрещування застосовують у селекції перехреснозапильних культур.

До простих схрещувань належать також топкроси і **діалельні** схрещування. Їх найчастіше використовують для визначення загальної і специфічної комбінаційної здатності ліній та сортів при селекції на гетерозис. *У топкросі лінії, або сорти, що вивчаються, схрещують з однією спеціально підібраною формою (тестером або аналізатором)*. Якщо тестер має широку генетичну основу, то за його даними оцінюють загальну комбінаційну здатність. Крім того, для невілювання впливу різноякісності крупності насіння материнської форми у якості використовують тестер, а у якості чоловічої різні за масою 1000 зерен форми. Таким чином, усувають вплив материнської різноякісності на її прояв у потомстві, що може знизити об'єктивність проведення оцінки дійсно кращих материнських форм.

Діалельні схрещування передбачають одержання гібридів між усіма сортами чи лініями, які вивчаються у всіх можливих комбінаціях схрещування. Кількість усіх можливих комбінацій за схрещування певної кількості батьківських форм можливо підрахувати за формулою: $n \times (n-1)$, де n – кількість батьківських форм.

Складні схрещування. Якщо при гібридизації використовують більше, ніж дві батьківські

форми, або якщо ж гібрид повторно схрещують з однією з батьківських форм, то такі схрещування називають *складними*. Складні схрещування можуть бути **зворотними і східчастими**.

Зворотні схрещування полягають у тому, що виведений від простого парного схрещування гібрид знову схрещується однією і з батьківських форм (материнським або чоловічим компонентом), наприклад $(A \times B) \times A$ або $(A \times B) \times B$. Цей метод схрещування застосовують тоді, коли потрібно посилити вплив тієї чи іншої батьківської форми на гібридне потомство. Багаторазове зворотне схрещування гібридів з однією з батьківських форм, частку якої у ядерному матеріалі гібрида необхідно посилити, називають *насичувальним*. Кожне наступне таке схрещування гібрида із батьківською формою називають *бекросом*. Багаторазове насичувальне схрещування, коли з кожним бекросом частка ядерного матеріалу в гібридній зиготі збільшується, ядерним матеріалом батьківської форми із якою проводять бекрос називають *поглинальним*. Після шостого бекросу ця частка становить 99,2 %, тобто материнська ядерна спадковість майже повністю витісняється чоловічою. Поглинальні схрещування широко використовуються при створенні стерильних аналогів та відновлювачів фертильності з використанням **ЦЧС у селекції на гетерозис**. *Східчасті схрещування* дають можливість поєднати в гібридному організмі спадковість кількох батьківських форм. Отже, в східчастих схрещуваннях у комбінації беруть участь більше ніж дві батьківські форми. При східчастих схрещуваннях спочатку проводять звичайні парні схрещування. Такі гібриди або вже виведені з них сорти знову схрещують з третьою батьківською формою для створення досконалішого сорту. Важливим моментом за східчастої гібридизації є включення у схрещування на завершальному етапі форми, яка характеризується комплексом цінних господарських ознак. Частка генетичного матеріалу цієї батьківської форми у гібридній зиготі складає 50 %, а частка всіх інших компонентів гібридизації також складає 50 %.

Конвергентне схрещування (від лат. *convergere* – наближатися) ґрунтується на застосуванні паралельних зворотних схрещувань різних сортів-донорів із тим самим рекурентним батьком для передачі йому одночасно кількох цінних ознак. У бекросах від схрещування із материнським сортом А добір ведуть здебільшого за ознаками запилювача сорту В, і навпаки, в інших бекросах добір проводять переважно за ознаками материнського сорту, а конвергентні схрещування часто проводять із метою одночасного посилення стійкості рекурентної форми до кількох хвороб.

При *міжгібридних схрещуваннях* спадковість батьків об'єднують не послідовно, як при східчастій гібридизації, а паралельно, через попереднє створення простих гібридів і наступне їх схрещування.

4. Віддалена гібридизація в селекції рослин.

Схрещування рослин, які належать до різних ботанічних видів і родів називають **віддаленою гібридизацією**. Метою віддаленої гібридизації є:

1. поліпшення виду передачею йому однієї або кількох ознак від іншого виду;
2. одержання нового вираження ознаки, яке не властиве жодному з батьків внаслідок дії комплементарних генів;

3. отримання алоплоїдних видів підсумуванням кількості наборів хромосом двох видів,
4. одержання ефекту гетерозису за віддаленої гібридизації.

Прикладом віддаленої гібридизації може бути схрещування різних видів пшениці – пшениця м'яка ($2n=42$) x пшениця тверда ($2n=28$). Таким чином, Ф.Г. Кириченко отримав перший сорти озимої твердої пшениці Мічурінка і Новомічурінка.

Віддалена гібридизація має більш ніж 200-річну історію. У 1760 році німецький ботанік Й.Г. Кельрейтер отримав перший віддалений гібрид між різними видами тютюну. Він довів, що безплідність гібридів першого покоління можна подолати методом повторного запилення однією із батьківських форм. Також вперше відмітив явище гетерозису у гібридів першого покоління. Значний внесок у розвиток віддаленої гібридизації зробив І.В. Мічурін. Мічурін схрещував місцеві морозостійкі сорти із південними, а отримані сіянці піддавав жорстокому добору. Таким чином ним було отримано сорти яблунь Антонівка, Слов'янка. Для подолання несхрещуваності видів І.В. Мічурін запропонував такі методи: попередні щеплення, метод посередника, запилення суміші пилку, ментора. При застосуванні останнього метода ознаки гібрида змінюються під впливом прищепи або підщепи. Для виховання в гібридному сіянці бажаних якостей сіянець прищеплюється до рослини, що володіє такими якостями. Подальший розвиток гібрида відбувається під впливом речовин, що виробляються рослиною-підщепою (ментором). Таким методом був отриманий сорт яблуні Бельфлер-Китайка. Вивченням віддаленої гібридизації займався американський селекціонер Л. Бербанк. Добре відомі створені ним гібриди сливи і абрикоса – плумкоти.

Особливе значення для розвитку віддаленої гібридизації мали праці Г.Д. Карпеченка з створення гібриду редьки і капусти.

Значний внесок у теорію і практику віддаленої гібридизації зробили:

А.Ф. Шуліндін, О.П. Шехурдін, які схрещували пшеницю із житом та отримали тритикале;
О.П. Шехурдін та А.О. Сапегін схрещували тверду пшеницю із м'якою;

М.Ф. Терновський – віддалена гібридизація між культурними та дикими видами тютюну;

Ф.Г. Кириченко – вперше створив озиму тверду пшеницю, шляхом схрещування твердої та м'якої пшениці;

М.В. Цицин – пшенично-пирійні гібриди;

І.І. Пушкар'юв, О.І. Терещенко гібридизація різних видів картоплі; Г.В. Пустовойт – схрещування різних видів соняшника.

За допомогою віддаленої гібридизації створено гібриди пшениці і пирію, які відзначаються високою кормовою продуктивністю до 45 т/га, високою стійкістю до вилягання, пшениці і жита (тритикале).

Селекція із застосуванням віддаленої гібридизації проводиться для картоплі, кукурудзи, тютюну, бавовнику, соняшника, малини, ожини, терену. Розрізняють дві основні групи схрещувань: конгруентні та інконгруентні .

- **Конгруентні схрещування** – батьківські форми, незважаючи на відмінність в генах мають відповідні хромосоми, які можуть нормально кон'югувати, утворювати біваленти, не зумовлюючи значного зниження життєздатності (схрещування різних географічних рас і різновидів).

- **Інконгруентні схрещування** – батьківські форми мають невідповідні хромосоми, або іншу їх кількість, в результаті чого гібриди частково або повністю стерильні.

Труднощі при віддаленій гібридизації:

Несхрещуваність генетично далеких видів, несхожість гібридного насіння і стерильність гібридів.

Типи несумісності: програмна, сингамна, ембріональна, постембріональна.

Головною причиною несхрещуваності видів рослин є несумісність їх генотипів. Вона може проявлятися таким чином:

- непроростання пилку;
- занадто повільне проростання пилку, що затрудняє запліднення;
- незлиття гамет;
- загибель зародку на ранніх стадіях його розвитку.

Ефективність проростання пилку та утворення в цілому гібридного насіння залежить від вибору материнської форми. Так наприклад, за схрещування пшениці із пирієм кількість гібридного насіння може складати 25-90 %. Якщо ж материнською формою буде взято пирій, то гібридні зерна зав'язуються лише в окремих квітках. На якість схрещування можуть також впливати ґрунтово-кліматичні умови, вік рослин і ступінь дозрівання генеративних органів рослини .

Методи подолання несхрещуваності:

- & попереднє щеплення;
- & метод посередника;
- & запилення сумішшю пилку;
- & реципрокні схрещування;
- & укорочення стовпчика приймочки маточки;
- & запилення на різних стадіях розвитку стовпчика і приймочки;
- & оброблення маточки материнської форми стимуляторами росту;
- & попередня поліплоїдія вихідних батьківських форм або їх проміжних гібридів;
- & перенесення зародку на поживне середовище .

Методом запилення сумішшю пилку одержані гібриди між яблунею і грушею, вишнею і черемхою, абрикосою і сливою. Ефективність цього методу пояснюється посиленням ферментативних процесів у маточці під впливом суміші пилку.

Використання **методу попереднього щеплення**. Живці однієї рослини прищеплюють на крону іншої. При зростанні цих прищеплених рослин може змінюватися хімічний склад, процеси метаболізму рослин, у результаті чого відбувається проростання чужих пилкових трубок на приймочці маточки іншого виду.

Метод посередника використовують у випадку, коли відібрані для схрещування види безпосередньо між собою не схрещуються. Проте, один із видів (перший) здатний до схрещування із третім видом, а отриманий проміжний гібрид здатний до схрещування із другим видом. Цей метод і два попередні І.В. Мічурін успішно застосував при створенні морозостійкого персика на основі культурного південного (*Persica vulgaris*) та дикого мигдалю (*Amygdalis nana*). Безпосереднє схрещування між цими видами не відбулося, тоді І.В. Мічурін схрестив

дикий мигдаль із персиком Давиді (*Persica davidiana*), а F1 з персиком південним (*Persica vulgaris*).

Методику подолання стерильності міжвидових гібридів у рослин розробив у 1924 році Г.Д. Карпеченко на прикладі гібрида хрестоцвітих рослин капусти та редьки, які мають однакову кількість хромосом ($2n=18$).

Створений міжвидовий гібрид виявився безплідним, оскільки під час мейозу “капустяні” та “редькові” хромосоми між собою не кон’югували. Вчений подвоїв хромосомний набір гібрида ($4n=36$), тобто в ядрі його клітин тепер було по два повні набори хромосом кожного з батьків (по 2 “капустяні” та 2 “редькові” гомологічні хромосоми кожної пари). Тобто кожна хромосома мала власного гомолога. Унаслідок цього процес мейозу у такої поліплоїдної форми перебігав нормально: “капустяні” хромосоми кон’югували з “капустяними”, а “редькові” – з “редьковими” і в кожному з гамет завжди потрапляло по одному гаплоїдному набору хромосом редьки та капусти.

Завдяки наполегливій та кропіткій праці селекціонер Н. В. Цицин отримав пшенично-пирійні, житньо-пшеничні та інші міжродові гібриди зернових культур. Пшенично-пирійні гібриди – рослини, отримані шляхом схрещування різних видів пшениці (*Triticum*) з видами пирію (*Agropyrum*). Перше покоління за біологічними і морфологічними ознаками ближче до пирію. З другого покоління починається широкий формотворчий процес, унаслідок якого виникають нові форми, різновиди і види. За гібридизації пшениці із пирієм отримані однорічні форми зернокарманої пшениці. Вони характеризуються імунітетом проти хвороб, морозостійкістю, високою продуктивністю та стійкістю до вилягання.

А.Ф. Шуліндин створив **тривидове гексаплоїдне тритикале** [1]:

1. ААВВДД ($2n=42$)	X	RR ($2n=14$)
М’яка пшениця		культурне жито
АВДР	X	A1A1B1B1RR ($2n=42$)
F1 пшенично-житніх гібридів		гексаплоїдне тритикале

F2 тритикале AA1BB1 RR ($2n=42$)

Тривидове гексаплоїдне тритикале

2. ААВВДД ($2n=42$) X RR ($2n=14$)

М’яка пшениця культурне жито

F1 АВДР

колхіцин ААВВДДРР ($2n=56$)

Двовидове октаплоїдне тритикале

3. A1A1B1B1 ($2n=28$) X RR ($2n=14$)

тверда пшениця культурне жито

F1 A1B1R

колхіцин A1A1B1B1RR ($2n=42$)

Двовидове гексаплоїдне тритикале

Віддалені гібриди, особливо в першому поколінні, часто бувають безплідними, або дуже

знижують плодючість. Що може обумовлюватися такими причинами:

- недорозвиненням генеративних органів, в основному пиляків;
- порушенням процесів мейозу;
- структурною відмінністю хромосом;
- несумісність ядра одного виду та цитоплазми іншого (призводить до цитоплазматичної чоловічої стерильності).

Методи подолання стерильності: подвоєння кількості хромосом, зворотні схрещування у гібридів, використання фізіологічно активних речовин, хімічних мутагенів.

Запиленням пилом однієї із батьківських форм (бекрос). Із більшою вірогідністю для цього застосовують пилок культурного виду:

F1 (*Triticum aestivum* x *Aegilops speltoides*) x *Triticum aestivum*. Це призводить до зав'язування окремих зерен. Наступного року зворотні схрещування повторюють. Недоліком цього методу є зменшення гібридності із кожним наступним схрещуванням. Тобто, відбувається повернення до ознак тієї форми із якою проводили зворотні схрещування, як правило гени дикорослої форми втрачаються.

Отриманням амфідиплоїдів, які можуть виникати двома шляхами: гібридизацією із наступним подвоєнням кількості хромосом у гібриду, переведенням вихідних батьківських форм на тетраплоїдний рівень і гібридизацією автотетраплоїдів, що утворились.

Реципрокні схрещування застосовують за наявності ЦЧС. Так у комбінаціях схрещувань (*Triticum timopheevi* x *Triticum aestivum*) перше покоління гібридів є стерильним, але якщо у якості материнської форми взято м'яку пшеницю (*Triticum aestivum* x *Triticum timopheevi*), то гібриди F1 є фертильними.

Віддаленим гібридам F1 властивий проміжний тип успадкування ознак. Якщо у схрещування залучені дикі види рослин, то у гібридному потомстві найчастіше домінують ознаки цих видів. У гібридному потомстві другого покоління (за умови фертильності гібридного потомства першого покоління) спостерігається широкий формотворчий процес, який обумовлений:

- випадковим розходженням хромосом при мейозі та утворення анеуплоїдів;
- відмінності в експресії генів, які знаходяться в гомозиготному стані;
- спонтанним мутаційним процесом;
- переважна участь у заплідненні гамет із збалансованою кількістю хромосом;
- летальність гамет, зигот та насіння із незбалансованою кількістю хромосом.

Запропоновано класифікацію розщеплень віддалених гібридів:

1. **Перша група** – схрещування генетично близьких видів пшениць.
2. **Друга група** – схрещування видів із різною кількістю хромосом, при розщепленні відбувається швидке повернення гібридного потомства до вихідних батьківських видів.

3. **Третя група** – міжродові схрещування (пшениця і пирій, пшениця і елімус, пшениця і жито).

4. **Четверта група** – тип пшенично-житніх гібридів, характеризується гібридною мінливістю при розщепленні в межах морфоструктурних властивостей одного батьківського виду (пшениці або жита).

5. Адаптивна селекція.

Чинники середовища різноманітні й змінюються в широких межах, таким чином у процесі еволюції добір створює спеціальні механізми адаптації. Використання в організмі або в популяції в цілому ознак і властивостей, набутих в результаті змін у структурі і функціях, що забезпечують існування за умов певного середовища називають **адаптацією**. Здатність організму, сорту або популяції пристосовуватися до умов середовища – **адаптивністю**. Виділяють онтогенетичну і філогенетичну адаптацію організмів.

Онтогенетична адаптація характеризує пристосувальні зміни в період індивідуального розвитку організму.

Філогенетична адаптація є результатом дії природного добору впродовж багатьох поколінь з часу утворення виду. Адаптація може бути генотиповою і фенотиповою (модифікаційною). Генотипова адаптація зумовлена спадково детермінованими змінами в генотипі, які ведуть до утворення нової норми реакції і забезпечують нормальне функціонування організму, або сорту за конкретних умов навколишнього середовища.

Адаптивність (від англ. «*adaptive*», від лат. «*adapto*» – пристосовую), як властивість живих організмів характеризує адекватність (відповідність) генотипу рослини реальним умовам існування впродовж досить тривалого часу задля максимальної реалізації потенційних можливостей.

Відповідно, адаптивний сорт – це екологічно пластичний генотип, що пристосований як до оптимального, так і мінімального чи максимального прояву чинників навколишнього середовища.

Із пластичністю тісно пов'язане поняття «екологічна стабільність», яка відображає здатність рослинних популяцій протистояти стресовим чинникам, а пластичність – це здатність рослин поєднувати економне витрачання та ефективно використання природних ресурсів і поживних речовин у конкретних умовах вирощування.

Адаптивний потенціал рослин передбачає не лише високий рівень насінневої продуктивності за сприятливих чинників довкілля, але й одержання високого нижнього порогу.

Вирішення проблеми підвищення адаптивності культурних рослин, полягає в залученні адаптивних форм з посиленими рекомбінаційними процесами взаємодії генів. У генофонді популяції, під впливом лімітуючого чинника (або декількох з них), у процесі рекомбінації відбувається взаємне пристосування різних генів, яке у низки генотипів формує більш виражені ознаки і властивості, порівняно з батьківськими формами.

Неодноразово наголошувалося, що створені сорти зернобобових культур часто не користуються попитом у сільськогосподарському виробництві не через зниження рівня потенціалу продуктивності, а через недостатню екологічну стабільність і адаптивність. Вона набуває важливішого значення з огляду на кліматичні зміни: підвищення посушливості вегетаційного періоду, різкі коливання температур, зміщення строків фенології культури тощо.

З погляду селекції важливе значення має **загальна адаптивна здатність (ЗАЗ)** і **специфічна адаптивна здатність (САЗ)**.

Загальна адаптивна здатність – відображає здатність культури сорту давати постійно високий урожай за різних умов вирощування.

Відомі сорти озимої пшениці Миронівська 808 і Безоста 1, які тривалий час займали досить широкий ареал як у нашій країні, так і за кордоном. Ці сорти мали високу ЗАЗ, тому давали високу і стабільну урожайність в різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Специфічна адаптивна здатність – характеризує стійкість культури або сорту до дії специфічних умов навколишнього середовища (екстремальних температур, посух, певних хвороб, шкідників). Рівень стійкості, а отже, і її механізм зумовлюється, як інтенсивністю дії негативних умов, швидкістю її відхилення від норми, так і ступенем адаптації рослин, яка виробилася в процесі еволюції.