

ГИБРИДИЗАЦИЯ КАК МЕТОД СЕЛЕКЦИИ

1. Что такое гибридизация и гибриды;
2. Гетерозис и его виды;
3. Общая и специфическая комбинационная способность;
4. Внутривидовая гибридизация, ее способы и возможности;
5. Подбор родительских пар для скрещивания;
6. Методы преодоления нескрещиваемости
7. Отдаленная гибридизация

Что такое гибридизация и гибриды

- Большое разнообразие организмов, в том числе и декоративных растений, обусловлено рядом причин, среди которых существенная роль принадлежит комбинационной изменчивости.
- Комбинационная изменчивость реализуется в процессе полового размножения и связана, в частности со случайным сочетанием при оплодотворении различных в наследственном отношении мужской и женской половых клеток.

- Скрещивание организмов, имеющих разную наследственность хотя бы по одному или нескольким признакам, называется гибридизацией, а особи, возникшие в результате такого скрещивания - гибридами.

Цель гибридизации

- повышение устойчивости растений против различных заболеваний, повреждений и вредителей, повышение зимостойкости и засухоустойчивости, а также увеличение жизнестойкости и долговечности растений;
- – повышение мощности и быстроты роста;
- – повышение декоративных качеств и комбинирование их с устойчивостью к газам, задымлению и т.п.:
- – повышение урожайности, качества плодов, содержанию ценных веществ.
- – улучшение качества древесины – плотности, структуры и др.

Гетерозис и его виды

- Одним из наиболее важных результатов гибридизации является гетерозис, проявляющийся у гибридного потомства.
- Под гетерозисом обычно понимают повышенную мощность роста и продуктивности первого поколения гибридов в сравнении с родительскими формами.

Гетерозис и его виды

- . Различают гетерозис:
- соматический, - выражающийся в более мощном развитии вегетативных частей у гибридных организмов;
- репродуктивный - в более мощном развитии репродуктивных органов, в повышении плодовитости и урожайности;
- адаптивный - в повышении жизнеспособности и приспособленности растений к условиям среды.

- Гетерозис проявляется только в первом гибридном поколении. Во втором и последующих поколениях он постепенно затухает вследствие расхождения генов.
- Чаще всего показатель гибрида (высота, масса и др) сравнивают с показателем родителя - это гетерозис называют ИСТИННЫМ;
- Или со средним показателем двух родителей – гетерозис гипотетический;
- Или со стандартом – гетерозис конкурсный

Гипотезы гетерозиса

- **Гипотеза доминирования**, - в процессе эволюции гены благоприятно действующие на организм, становятся доминантными или полудоминантными, гены, действующие неблагоприятно, становятся рецессивными.

Согласно этой гипотезе гетерозис объясняется тремя эффектами действия благоприятных доминантных генов:

- 1) подавление вредного действия рецессивных аллелей: $Aa > aa$;
- 2) 1 аддитивный (суммарный) эффект неаллельных доминантных генов, одновременно действующих на определенные количественные признаки: $A+B+C > A+B$;
- 3) комплементарное взаимодействие ряда неаллельных доминантных генов : $A \leftrightarrow B > A+B$.

- **Гипотеза сверхдоминирования** - объясняет гетерозис аллельным взаимодействием генов в гетерозиготном состоянии, вследствие чего $AA < Aa > aa$.
- Предполагается, что одинарная доза гена A благоприятнее действует на организм, чем его двойная доза в гомозиготе AA .

- **Гипотеза генетического баланса** - объясняет явление гетерозиса суммарным эффектом разнородных генетических процессов, изменяющих генетический баланс у гетерозиготы в сторону проявления той или иной формы гетерозиса.

Общая и специфическая комбинационная способность

- Но не всякая гибридизация ведет к гетерозисному эффекту. Требуется подобрать для скрещивания такие родительские пары, которые бы несли нужные гены, т.е. пары с высокой комбинационной способностью.

- О комбинационной способности двух скрещиваемых растений судят по продуктивности их потомства в сравнении с другими скрещиваниями или свободным опылением. Чем выше гетерозисный эффект, тем выше считается комбинационная способность пар.
- Отбор форм с высокой комбинационной способностью проводится путем контролируемых скрещиваний с последующим испытанием гибридного потомства.

- Скрещивая одно какое-нибудь растение со многими другими, мы будем получать потомства, у которых гетерозисный эффект варьирует по отдельным гибридным комбинациям.

- Средняя величина гетерозиса по всем этим комбинациям определяет общую комбинационную способность (ОКС) исходного растения.
- Отклонения же от среднего значения гетерозисного эффекта у той или иной конкретной комбинации определяет специфическую комбинационную способность (СКС).

- Общую комбинационную способность у растений можно проверить через свободное естественное опыление испытываемого растения пыльцой неизвестного происхождения,
- а также методом топкросса (скрещивания нескольких испытываемых растений с одним общим тестером)
- и поликросса (свободного опыления испытываемых растений, высаженных на один участок, между собой)

- Оценка растения на общую комбинационную способность является первым этапом.
- После этого, как будут отобраны формы с высокой общей комбинационной способностью, производится оценка их на специфическую комбинационную способность.
- Каждая форма оценивается по отношению к другой форме.

Внутривидовая гибридизация, ее способы и возможности

- В зависимости от систематической принадлежности скрещиваемых пар различают внутривидовую и отдаленную (межвидовую и межродовую) гибридизацию.
- Скрещивание особей, принадлежащих к одному виду, но различающиеся своей наследственностью, называется внутривидовой гибридизацией.

- Существуют следующие способы внутривидовой гибридизации:
 - комбинационная, трансгрессивная, межлинейная и отдаленная внутривидовая гибридизация

Способы гибридизации

Комбинационная гибридизация

- Целью комбинационной гибридизации является комбинирование двух или нескольких признаков, имеющих у различных особей. Например, селекция может вестись на сочетание таких признаков как продолжительность цветения и махровость, интенсивность роста и величину соцветия, мощность роста и высокое качество древесины, или качество древесины и устойчивость против гнили и т.д.

Трансгрессивная гибридизация

- Цель трансгрессивной гибридизации - усиление в потомстве какого-то одного количественного признака. Например, предполагается, что рост в высоту, размеры цветков контролируются многими генами
- Следовательно, продуктивность будет выше там, где будет наибольшее количество генов контролирующих этот признак.
- Сущность трансгрессивного скрещивания состоит в максимальном накоплении генов, обуславливающих развитие данного признака, через последовательно проводимые скрещивания в ряду поколений

Межлинейная гибридизация

- Это скрещивание двух чистых или инбредных линий с целью получения гетерозисного эффекта.
- Чистые линии - это совокупность генетически однородных организмов, возникающих в результате самоопыления у растений.. При этом сильно снижаются жизнестойкость растений, их рост и продуктивность.

- Чистые линии сами по себе значения не имеют.
- Они используются для скрещивания между собой. У межлинейных гибридов первоначальная жизнеспособность восстанавливается и при этом очень часто возникают гибриды, значительно превосходящие исходные растения.

Наиболее перспективным способом для использования в лесной селекции является **отдаленная внутривидовая гибридизация** путем скрещивания представителей различных климатипов.

- В случае удачного подбора родительских пар, т.е. с высокой специфической комбинационной способностью можно получить гибридное потомство с четко выраженным гетерозисным эффектом.

Типы скрещиваний

- Для достижения поставленных целей селекции и в зависимости от применяемого способа гибридизации в селекции применяются различные типы скрещиваний.
- Все типы скрещиваний подразделяются на простые и сложные.

- **Простыми** называют однократные скрещивания между двумя родительскими формами. При простых скрещиваниях гибриды получаются на основе комбинации материнской и отцовской форм.
- Простые скрещивания подразделяются на:
 - парные (**A×B**) или (**C×D**),
 - диаллельные, когда каждая испытываемая линия или форма скрещивается со всеми другими линиями или формами (**A×B**, **A×C**, **A×D**, **A×E**)

- **реципрокные** - скрещивание растений, при которых каждый из двух сортов или форм в одном случае является материнской формой, а в другом отцовской (**A×B** и **B×A**).
- **Топкроссы** при котором испытываемый сорт скрещивается с сортом анализатором (**A×сорт анализатор**)

- Множественные скрещивания или поликросы - это такие скрещивания, когда материнское растение опыляется смесью пыльцы нескольких видов и сортов.
- Этот вид скрещивания схематически можно изобразить так: $A \times (B + C + D + E$ и т.д.), где буквой **A** обозначено материнское растение, а буквами **B, C, D, E** - отцовские растения, от которых берется пыльца для составления смеси пыльцы.
- Используют при определении ОКС

Простые скрещивания

Парные

- $A \times B, C \times D, E \times G$

Диаллельные

- $A \times B, A \times C, A \times D$

Реципрокные

- $A \times B, B \times A$

Множественные (поликроссы)

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

Топкроссы

- $A \times \text{сорт-анализатор}$

Сложные скрещивания

- Сложными скрещиваниями называют скрещивания, при которых в гибридизацию вовлекается более двух родительских форм или когда гибридное потомство повторно скрещивается с одним из родителей
- Они подразделяются на возвратные, ступенчатые, конвергентные, межгибридные.

- Возвратные скрещивания или беккроссы - скрещивания при которых гибрид повторно скрещивается с одной из родительских форм.
- Их еще называют возвратными скрещиваниями и схематически записываются следующим способом:
 - 1-й год $A \times B$,
 - 2-й год $(A \times B) \times A$ или $(A \times B) \times B$.

- Конвергентные или насыщающие скрещивания - это возвратные повторные скрещивания.
- Схематически это выражается так:
- 1-й год $A \times B, A \times C$
- 2-й год $(A \times B) \times A, (A \times C) \times A$
- 3-й год $((A \times B) \times A) \times A \quad ((A \times C) \times A) \times A$
- 4-й год $[((A \times B) \times A) \times A] \times ((A \times C) \times A) \times A$
- Этот метод часто применяются при выведении сортов, устойчивых к болезням.
- При насыщающих скрещиваниях присутствуют признаки и свойства одного из родителей почти полностью за исключением немногих генов.

- **Ступенчатые скрещивания** - это скрещивание гибрида от простого скрещивания двух растений или двух сортов с третьим новым сортом или новым растением, затем с четвертым и т.д.
Формула: **$A \times B, (A \times B) \times C, \dots, ((A \times B) \times C) \times D, \dots$**

- Межгибридными скрещиваниями называют такие, при которых объединение наследственности нескольких родителей осуществляются не последовательно, как при ступенчатом, а параллельно после предварительного получения простых гибридов и последующего их скрещивания. Схема: $A \times B$ и $C \times D$, а затем $(A \times B) \times (C \times D)$.

Сложные (многократные) скрещивания

Возвратные (беккроссы)

- 1-ый год: $A \times B$, 2-ой год: $(A \times B) \times A$ или $(A \times B) \times B$

Конвергентные или насыщающие

- 1-ый год: $A \times B$ и $A \times C$
- 2-ой год: $(A \times B) \times A$ и $(A \times C) \times A$
- 3-ий год: $[(A \times B) \times A] \times A$ и $[(A \times C) \times A] \times A$
- 4-ый год: $\{[(A \times B) \times A] \times A\} \times \{[(A \times C) \times A] \times A\}$

Ступенчатые

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

Межгибридные

- $A \times B$, $C \times D$, $(A \times B) \times (C \times D)$

Подбор родительских пар для скрещивания

- Успех гибридизации в значительной степени определяется правильным подбором для скрещивания родительских пар. Общим показателем при подборе родительских пар для гибридизации является высокая выраженность у них интересующих селекционера признаков и свойств.

- Родительские пары должны обладать экономически выгодной комбинацией признаков, экологической и возрастной стабильностью их проявления.
- Родительские пары подбираются по экологическому признаку, по продолжительности фаз вегетации (гибридизация на скороспелость), по продуктивности, по устойчивости.

Основные принципы подбора родительских пар:

- эколого-географический;
- подбор пар по элементам продуктивности растений;
- подбор пар по продолжительности отдельных фаз вегетации;
- подбор пар на основе различия по устойчивости сортов к заболеваниям.

Эколого-географический метод подбора родительских пар заключается в том, что признаки и свойства, разобщенные между географически и экологически отдаленными сортами и формами, объединяются в одном новом сорте в нужном их сочетании.

Подбор пар по продолжительности отдельных фаз вегетации - это сочетание в гибридном сорте наиболее коротких отдельных фаз.

- Для этого нужно, чтобы исходные формы отличались по данному признаку: у одного сорта короткими должны быть одни фазы, у другого другие.
- Для выявления этих сортов проводят фенологические наблюдения, отмечая продолжительность каждой фазы.

Подбор пар на основе различий устойчивости сортов к заболеваниям. При этом необходимо создавать сорта, способные противостоять возможно большему числу физиологических рас паразитов при самых разнообразных экологических условиях.

При планировании скрещиваний всех категорий
(внутривидовых, межвидовых и межродовых)
нужно иметь в виду следующее:

- в качестве материнского растения нужно брать здоровые, неистощенные экземпляры намеченного вида, иначе может получиться слабое потомство; материнские растения передают потомству свои особенности обычно более полно, чем отцовские растения

- для того, чтобы обеспечить успешное скрещивание надо брать молодые, только что вступившие в пору плодоношения растения, лучше всего впервые цветущие. При этом обеспечивается наилучший выход гибридных плодов и семян. Однако молодые растения обладают меньшей степенью передачи своих свойств гибридному поколению по сравнению со старшими по возрасту.
- поэтому если те или иные свойства материнского растения должны быть ослаблены надо брать молодые растения в качестве материнских. В случае, когда в гибридных растениях нужно получить преобладание материнских свойств, это растение подбирается из числа более старших возрастов;

- местные виды и формы, наиболее устойчивые и приспособленные к местным условиям существования и отличаются большей способностью передавать свои свойства потомству. Полученные гибриды всегда уклоняются в сторону местных форм и сортов;
- дикие формы обладают обычно более сильной способностью к передаче своих свойств и признаков, культурные сорта имеют более слабую склонность к передаче своих свойств;

- скрещиваемые растения должны выбираться из географически отдаленных мест или из экологически неоднородных местообитаний;
- кроме географической и экологической отдаленности скрещиваемые растения должны быть по возможности систематически отдаленными друг от друга.

Методы преодоления нескрещиваемости

Причины нескрещиваемости или плохой скрещиваемости - генетическая несовместимость между видами.

И.В.Мичурин разработал следующие методы преодоления нескрещиваемости:

- опыление смесью пыльцы,**
- метод посредника,**
- метод предварительного вегетативного сближения,**
- подбор материнского растения с расшатанной наследственностью.**

Для преодоления бесплодия применяется **метод полиплоидии**, когда у полученных бесплодных форм искусственно увеличивают число наборов хромосом.

Подбор материнского растения с расшатанной наследственностью

- Отдаленное скрещивание лучше удается, если в качестве материнского подбираются растения с неустойчивой наследственностью. Наиболее успешно оно проходит на первом году цветения материнского многолетнего растения и в том случае, когда материнским служит гибрид с расшатанной наследственностью, полученный от скрещивания родителей, отдаленных по месту своего происхождения.

Метод посредника

- Если две исходные формы не скрещиваются между собой, то подбирают третью, которая скрещивается с каждой из них, этот метод скрещивания с одним из подобранных родителей. Полученный гибрид скрещивают со вторым. Таким методом получены гибриды смородины, крыжовника, абрикоса

Метод предварительного вегетативного сближения

- Он состоит в том, что перед скрещиванием один из родителей прививается на другом. Таким путем выведен гибрид рябины и груши. К груше прививается гибридный сеянец рябины (рябина обыкновенная и рябина черноплодная) и через 3-4 года они скрещивались

Метод смеси пыльцы с добавлением материнской

- Данный метод основан на избирательной способности и оплодотворении, на сложном физиологическом влиянии разнovidной пыльцы на процесс оплодотворения. Так получены гибридные семена у антоновки при опылении смесью пыльцы вишни, груши, сливы, ирги, смородины и крыжовника.

Отдаленная гибридизация -

скрещивание растений, принадлежащих к разным видам или родам

- Основной трудностью при межродовой гибридизации является нарушение генетического баланса, когда даже при одинаковом числе хромосом у скрещиваемых пар отдельные гены качественно различны и не соответствуют друг другу.

- Это ведет к тому, что гибридные семена вообще могут не завязываться. Даже в случае завязывания небольшого количества семян, выращенное из них потомство будет, как правило, стерильным в следствие отсутствия в половых клетках гомологичных хромосом и нарушения нормального хода мейоза.
- В этом случае размножить ценный гибрид можно только вегетативным путем.

- Главная задача отдаленной гибридизации - получение гибрида, обладающего мощным гетерозисным эффектом. и сочетания ценных признаков и свойств в гибридном потомстве
- Основная трудность - не всегда хорошая скрещиваемость видов.

Могут быть такие случаи, когда:

а) скрещивание между видами вообще не удастся;

б) скрещивание удастся, но завязывается очень мало семян (этот случай может иметь практическое значение только если гибриды первого поколения легко размножаются вегетативно);

в) скрещивание удастся или, во всяком случае, образуется достаточно семян для практического их использования.

- В естественной природе межродовые гибриды распространены очень редко. Имеется опыт получения межродовых гибридов: И.В.Мичурин - гибрид рябины и груши; А.С.Яблоков - гибрид разных видов ореха. Все полученные гибриды обладали гетерозисным эффектом

- Межвидовые гибриды встречаются в живой природе чаще. Выявлены естественные межвидовые гибриды лиственницы, ели, тополя, ивы, некоторых сосен, березы. Получены также интересные опыты по получению искусственных межвидовых гибридов.
- Так, гибрид лиственниц европейской и японской отличается повышенной жизнестойкостью и лучшим ростом по сравнению с исходными видами. Многочисленные гибриды тополей, ив, березы и дуба отличаются также хорошим ростом и более высокой устойчивостью