

**Тема: «Гибридизация как метод  
селекции. Синтетическая селекция»**

# Рассматриваемые вопросы

- Понятие о гибридизации.
- Внутривидовая гибридизация.
- Отдаленная гибридизация.
- Способы подготовки растений к опылению.

# Ключевые слова:

- *синтетическая селекция; скрещивания, комбинационное скрещивание, трансгрессивное скрещивание, скрещивания внутри вида; гибридологический метод генетического анализа; гетерозис, гетерозис истинный, гетерозис гипотетический, соматический гетерозис, репродуктивный гетерозис адаптивный или приспособительный гетерозис, простые скрещивания, сложные скрещивания, топкросс, поликросс, парные скрещивания, диаллельные скрещивания, прямые скрещивания, обратные скрещивания, реципрочные скрещивания, гибриды, простые гибриды, сложные гибриды, ступенчатые скрещивания, возвратные скрещивания, насыщающие скрещивания, конвергентные скрещивания, межгибридные скрещивания, множественные скрещивания, однократные скрещивания, многократные скрещивания; внутривидовая гибридизация, межвидовая гибридизация.*

# Термины и определения

**Гибридизация** – это процесс (или явление) скрещивания особей, отличающихся друг от друга хотя бы одним аллелем.

**Гибридизация** – это процесс скрещивания двух и более родительских форм, различающихся хотя бы одним наследственно обусловленным признаком или большим их числом (Гужов, Фукс, Валичек, 1991, стр. 159).

**Гибриды** – это потомство, полученное в результате искусственного (целенаправленного) или случайного (спонтанного) скрещивания особей с разной наследственностью.

**Гибрид** – это организм (или клетка), полученный в результате скрещивания разнородных в генетическом отношении родительских форм (видов, пород, линий, сортов и т.п.). Термин происходит от латинского «хибрида» – помесь (Реймерс, 1991, стр. 122).

На достигнутом уровне селекции  
аналитическая селекция:

- не может обеспечить запросов производства, особенно в части плантационного лесоводства;
  - не может предложить новых сортов растений с выдающимися качествами.
- Гибридизация** позволяет объединить в одном организме свойства и признаки нескольких особей или форм, ослабить или полностью удалить нежелательные признаки, создать растения с новыми признаками или новым их сочетанием.

## **Почему синтетическая селекция мало используется при работе с лесными видами?**

1. Древесные недавно подвергаются селекционному улучшению, и не все возможности «отбора» реализованы при работе с ними.
2. Использования направленного скрещивания требуют специальных знаний (о селекционной ценности и наследственной обусловленности признаков, о способности к опылению и его особенностях, др.).
3. Большие затраты при неопределенности результата.
4. В селекции лесных деревьев методом гибридизации особи для скрещивания (плюсовые деревья) отбирают по фенотипу, поэтому результат скрещивания трудно предсказать.

**Оптимистическое заключение к вышеизложенной проблематике!**

Воспроизведение наиболее выгодных комбинаций возможно.

Лесная селекция активно использует возможности гибридизации.

Примером могут служить формы гибридных тополей П.П.

Бессчетнова, которые способны давать прирост 4 м в год. Такие показатели имеют значение в мировом масштабе.

# Почему следует активнее прибегать к синтетической селекции?

Потому, что возможности **отбора** изначально более ограничены, чем возможности гибридизации. Из популяции нельзя получить больше того разнообразия признаков, что в ней уже содержится или образуется в результате мутаций. Создание новых комбинаций наследственных основ требует применения направленных скрещиваний.

**Гибридизация позволяет добиться сочетания у гибридного потомства требуемого (определенного задачами селекции) сочетания признаков, присущих разным исходным формам**

Использование дорогостоящей гибридизации целесообразно при высоком уровне интенсификации лесовыращивания. Поэтому большое значения она имеет для селекционного улучшения ив, тополей)



Гибридизацию не следует рассматривать как простое «арифметическое» суммирование признаков и свойств родительских форм.

Родительские организмы передают потомству не признаки, а гены, детерминирующие в каждом поколении гибридов данные признаки.

Новые комбинации приводят к тому, что у гибридов формируются новые признаки и свойства, существенно отличающие их от родительских форм. Последнее может быть результатом комплементарного взаимодействия генов.

**Следовательно, гибридизация как практическая деятельность обеспечивает, прежде всего, заметное увеличение разнообразия признаков особей, которые подвергаются отбору.**

# Где еще используется гибридизация?

Гибридизация используется и как метод изучения наследования, получившего название гибридологического метода генетического анализа.

Метод генетики основан на принципах меделевского анализа наследования отдельных генов у организмов. При этом у гибридного потомства изучается наследование не совокупности признаков, а одного, двух, или трех контрастных признаков в ряду последовательных поколений (что у древесных трудно осуществимо) с применением индивидуального анализа потомства от каждого гибридного потомства.

**Основные задачи гибридизации** – это получение устойчивых и продуктивных растений, объединение в гибриде желательных признаков и свойств скрещиваемых родителей, получение большого разнообразия форм для последующего отбора.

Достижение заданной цели в селекции методом гибридизации зависит от характерных особенностей селекционного объекта и от условий, связанных с наследственностью.

Породы, характеризующиеся в целом слабой семенной продуктивностью (дуб, бук, пихта, каштан), менее пригодны для селекции методом гибридизации, чем виды, образующие много семян (осина, береза, ольха, ильмовые).

Большое количество гибридных семян, которое можно получить от одного растения, обеспечивают большие возможности отбора лучших генотипов, а направленные скрещивания позволяют получить большие количества гибридных семян с заданными свойствами для производственных целей.

# **Программа работ по селекции методом гибридизации**

(реконструкция по Любавской, 1982: Б.В.П. – 2012 г.)

1. Определение цели работы и разработка модели (образа) будущего гибрида (используется метод абстракции идеализации).
2. Изучение генетического потенциала (наследственности) исходного материала.
3. Подбор родительских пар.
4. Сбор и хранение пыльцы.
5. Подготовка женских цветков к опылению (кастрация, изоляция).
6. Проведение опыления (техника скрещивания).
7. Наблюдение за развитием гибридных семян и уход за материнскими растениями.
8. Сбор гибридных семян и выращивание гибридного потомства.
9. Отбор лучших гибридных форм и выделение из их числа отдельных растений (кандидатов в сорта) для сравнительного испытания на сортоиспытательных участках.
10. Разработка методов массового размножения нового сорта.

# Внутривидовая гибридизация

Внутривидовая гибридизация – это скрещивание особей, форм и сортов, принадлежащих к одному виду.

Пример. Опыты по скрещиванию между разными расами сосны обыкновенной, проводимые многими исследователями в географических культурах, где особи приближены друг к другу и находятся в одинаковых условиях, дают положительный результат. Некоторые проблемы возникают при гибридизации сосен северного и южного (в границах ареала) происхождения. Они заметно различаются в фенологическом отношении, в частности по срокам макро- и микроспорогенеза, что исключает возможность их свободного переопыления. Однако видимых генетических барьеров нескрещиваемости между расами сосны не существует.

## Комбинационное и трансгрессивное скрещивание внутри вида

Комбинационное скрещивание – это скрещивание, направленное на получение генотипов, в которых объединены желаемые признаки и свойства исходного материала.

При скрещивании гомозиготных родительских особей, формы, которые сочетают в себе и константно наследуют желательные признаки, желаемые сочетания признаков могут появиться при расщеплении уже в поколении  $F_2$ . Однако от поколения  $F_1$  до поколения  $F_2$  у быстрорастущих и рано плодоносящих видов, таких как тополя ивы, березы проходит, по меньшей мере, 10 лет, а у главных лесобразующих пород – сосны, ели, дуба и др. – примерно 30 – 50 лет. Поэтому для таких пород (даже, если речь идет о гомозиготных особях) комбинационная селекция в той форме, в которой она применяется для многих сельскохозяйственных культур, практически невозможна или ограничено возможна.

Если родительские формы гетерозиготны по комбинируемым признакам, что характерно для всех видов лесных деревьев и кустарников в силу их перекрестноопыляемости, то фенотипическое расщепление проявляется уже в потомстве  $F_1$ .

Вероятность появления желаемых признаков в первом поколении гибридов крайне мала (оно может быть нивелировано эффектом доминирования, и при полном доминировании преобладают будут фенотипы, соответствующие доминантным проявлениям признаков), и считается большим успехом появление желаемой комбинации признаков уже в первом поколении. Это возможно только в случаях, когда комбинируемые признаки доминируют (что в комбинационной селекции удается обеспечить при подборе родительских пар далеко не часто). Если при этом речь идет о дальнейшем семенном размножении гибридов для массового хозяйственного использования, и с учетом того, что форм с желаемым сочетанием признаков в  $F_1$  может появиться очень мало, то приходится признать низкую эффективность селекционной работы в форме комбинационной гибридизации с древесными видами, поздно достигающими половой зрелости (на современном уровне развития селекции). В случае возможного вегетативного размножения гибридов положение несколько упрощается, и отобранные в случае их появления положительные комбинации клонируют, получая массовый посадочный материал с улучшенными характеристиками.

Полигенное наследование (в особенности количественных) признаков деревьев и кустарников также затрудняет работу по комбинационному скрещиванию, поскольку в получаемых гибридных потомствах идеальные комбинационные типы встречаются редко или отсутствуют вовсе.

Но, если некоторая часть особей в  $F_1$  проявляет некоторые преимущества перед исходными родительскими особями, например: имеет лучшее очищение ствола от сучьев (повышенное светолюбие), чем у быстрорастущего родителя, и более высокие темпы роста, чем у родителя, с хорошей очищаемостью ствола от сучьев, то такие гибриды считаются достаточно ценными, поскольку могут выступать исходным материалом в дальнейшем селекционном процессе улучшения признаков в новых гибридах.



Трансгрессионное скрещивание – это скрещивание, направленное на получение трансгрессий по селективируемым признакам (темпам прироста древесины, устойчивости, декоративности и пр.)

Трансгрессия – это эффект суммирующего действия полимерных генов, выражающийся в устойчивом увеличении (положительная трансгрессия) или уменьшении (отрицательная трансгрессия) значения какого-либо полимерно наследующегося признака у отдельных особей  $F_2$  по сравнению с крайними (соответственно положительными или отрицательными) проявлениями этого признака у родительских форм (Гуляев, Мальченко, 1975, стр. 186).

Гетерозис истинный – это превосходство гибрида над лучшим родителем по какому-либо признаку.

Например: родителями гибрида выступают плюсовые деревья сосны обыкновенной с высотой 35 м и 37 м. В случае, если высота гибрида в соответствующем возрасте окажется 38 м, мы можем рассматривать такой результат селекции как проявление истинного гетерозиса:

$$38 \text{ м} > 35 \text{ м} \text{ и } 38 \text{ м} > 37 \text{ м}.$$

Гетерозис гипотетический – это превосходство гибрида над средней величиной признака у обоих родителей.

Например: родителями гибрида выступают плюсовые деревья сосны обыкновенной с высотой 35 м и 37 м. В случае, если высота гибрида в соответствующем возрасте окажется 36,5 м, мы можем рассматривать такой результат селекции как проявление гипотетического гетерозиса:

$$36,5 \text{ м} > (35 \text{ м} + 37 \text{ м})/2.$$

В зависимости от формы проявления гетерозиса различают ряд его типов.

Соматический гетерозис – это увеличение размеров вегетативных органов у гибридов  $F_1$ .

Репродуктивный гетерозис – это увеличение количества и размеров генеративных органов, повышение фертильности пыльцы, приводящее к формированию более высокой урожайности семян и плодов у гибридов  $F_1$ .

Адаптивный или приспособительный гетерозис – это повышение приспособленности и жизнеспособности организмов у гибридов  $F_1$  и их конкурентоспособности в борьбе за существование.

# Существуют следующие объяснения возможных причин гетерозиса (по Котову, 1987, стр. 129).

1. Эффект доминантности, когда в гетерозиготном потомстве рецессивные аллели одного из гомозиготных родителей «перекрываются» доминантными аллелями другого гомозиготного родителя:



2. Эффект сверхдоминантности, когда превосходство  $\text{F}_1$  над родителями обуславливается комплементарностью между доминантными и рецессивными генами.

Теория сверх доминирования (Гуляев, Мольченко, 1975, стр. 150) объясняет явление гетерозиса аллельным взаимодействием генов в гетерозиготном состоянии, вследствие чего



3. Эффект аддитивности неаллельных генов, порознь контролирующих два сопоставимых компонента одного суммарного признака. Это можно наиболее наглядно представить примером с урожайностью семян деревьев или кустарников (по М.М. Котову, 1997, стр. 129). Урожай семян на дереве ( $p$ ) определяется двумя основными характеристиками: количеством семян ( $n$ ), контролируемым геном **A**, и массой одного семени ( $m$ ), контролируемой геном **B**. Урожай можно представить формулой

$$p = n \times m$$

Это может быть хозяйственно важным для плантаций орехоплодовых (лещины, фисташки, ореха грецкого, кедра сибирского, корейского или европейского и т.п.). В общем случае это справедливо для любого вида древесных и кустарниковых растений.

