

ТРАДИЦИОННЫЕ ПРИЁМЫ И МЕТОДЫ РАБОТЫ В СЕЛЕКЦИИ И СЕМЕНОВОДСТВЕ

Содержание лекции:

1. Аналитическая и синтетическая селекция, исходный материал в селекции растений.
2. Отбор как основной метод селекции и семеноводства.
3. Гибридизация как основной метод комбинационной селекции, внутривидовая и отдалённая гибридизация.
4. Мутагенез в традиционной селекции.
5. Полиплоидия в традиционной селекции.

1. Аналитическая и синтетическая селекция, исходный материал в селекции растений.

Методы селекции могут быть разделены на две большие группы:

- **Аналитические методы** – когда селекционер разлагает (анализирует) сложные популяции на уже существующие там биотипы (а значит, и генотипы) и **отбирает** нужные из них. Сюда относятся все *методы отбора*, а также *инцухт* (принудительное самоопыление перекрёстноопыляющихся культур).
- **Синтетические методы** – когда селекционер соединяет в одном сорте ценные качества нескольких исходных форм и **создаёт** новые, не существовавшие ранее генотипы, т.е. синтезирует новый сорт. Сюда относятся, прежде всего, методы *гибридизации* – внутривидовой и отдалённой. Но сюда же относятся методы, основанные на **искусственно вызываемой изменчивости** – мутагенез, полиплоидия, генетическая инженерия, и другие.

2.1

Когда в селекционной работе используются только аналитические методы (т.е. тот или иной вид отбора из уже существующих популяций), говорят об **аналитической селекции**.

*Когда в селекционной работе используются синтетические методы селекции (позволяющие создавать новые, не существовавшие ранее популяции генотипов), говорят о **синтетической селекции**.*

При этом, когда новые генотипы синтезируются путём гибридизации, которая позволяет комбинировать гены родителей, то такой вид синтетической селекции называют **комбинационной селекцией**.

Первоначальный период научной селекции – аналитическая селекция, в ходе которой селекционер из местных сортов или иных естественных популяций растений отбирал лучшие по внешним признакам особи.

Путём аналитической селекции создано много сортов полевых культур, однако **возможности** этой селекции **ограничены**, поскольку она позволяет отобрать только те биотипы и генотипы, которые уже имеются в исходной естественной популяции, возникли там без вмешательства селекционера.

2.1

Создать в исходных для селекции популяциях новые генотипы с необходимыми селекционеру признаками и свойствами или с их комплексом позволяет синтетическая селекция, прежде всего **комбинационная**, которая основана на гибридизации различных родительских форм.

Поэтому в истории практической селекции на смену аналитической селекции достаточно быстро пришла **комбинационная**, которая и сегодня остаётся основным методом создания новых сортов.

2.1

Для создания селекционного сорта необходим **исходный материал** – то разнообразие культурных и диких растительных форм, из которого могут быть созданы новые сорта.

Используемые в качестве исходного материала растительные формы либо могут уже существовать в природе, либо селекционер их создаёт различными методами селекции (гибридизации, мутагенеза, полиплоидии, генной инженерии, и т.п.)

Из существующих в природе растительных форм для создания новых сортов используют **дикорастущие формы, местные сорта, сорта селекционные** (районированные и нет).

Можно выделить исходный материал местного происхождения и интродуцированный.

Местным исходным материалом могут быть как сорта народной селекции данной местности, так и созданные здесь путём научной селекции (селекционные сорта).

К интродуцированному исходному материалу относят сорта, привлечённые из других мест и при этом сохранившие свои прежние свойства.

Интродуцированный материал может быть использован *либо для непосредственного внедрения в производство, либо в качестве исходного материала для селекционной работы.*

Поэтому в интродуцированном материале можно выделить **три группы:**

- 1) **новые культуры,**
- 2) **новые сорта возделываемых культур,**
- 3) **источники новых признаков возделываемых культур.**

В исходном материале для селекции можно ещё различать следующие его виды:

- естественные популяции (дикорастущие формы, местные сорта, образцы мировой коллекции),
- гибридные популяции (внутривидовые, межвидовые, межродовые),
- самоопыленные линии (в селекции на гетерозис),
- искусственные мутанты,
- полиплоидные формы.

Сегодня к этому списку можно уже добавить формы, созданные методами биотехнологии (путём генных модификаций, клонирования, и т.п.).

Очевидно, что исходный материал для селекции может быть:

- *уже сформировавшийся (сорта народной селекции, селекционные сорта и гибриды, дикорастущие формы), который можно назвать **первичным**,*
- *либо созданный искусственно (гибридизацией, мутагенезом, полиплоидией, культурой клеток и т.п.), который можно назвать **вторичным**.*

2. Отбор как основной метод селекции и семеноводства.

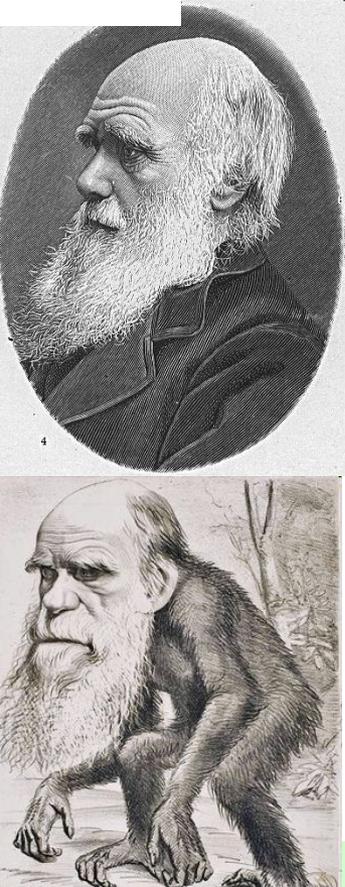
В ходе аналитической селекции используется только один **метод селекции** – **отбор**.

По своей сути отбор – это процесс дифференцированного (неодинакового) воспроизведения в потомстве различных генотипов популяции: наиболее ценные для целей отбора воспроизводятся (высеваются и дают потомство), а менее ценные – не воспроизводятся (выбраковываются).

Отбор бывает двух видов: *естественный* (происходит в природе) и *искусственный* (выполняется в селекции и семеноводстве).

В дарвинизме естественный отбор – один из главных факторов эволюции.

Он бывает либо позитивный (сохраняет эволюционно ценные особи), либо негативный (устраняет плохо приспособленные особи), либо модальный (сохраняет типичные для данной популяции особи).



2.2

В селекции и семеноводстве применяется **искусственный отбор**, который может быть бессознательным, но чаще бывает сознательным и

- ° при этом позитивным, негативным либо модальным.

Искусственный отбор – обязательный и неотъемлемый элемент всех методов селекции, которые различаются, прежде всего, способами создания исходного материала.

В этом плане исходный материал может быть **естественного происхождения** (аналитическая селекция) или получен путём гибридизации (комбинационная селекция), **мутагенеза**, полиплоидии и другими методами (другие виды синтетической селекции).

Но вот принципы отбора во всех случаях остаются одинаковыми.

Искусственный отбор включает два этапа:

- 1) в исходной популяции (из исходного материала) **отбирают лучшие (элитные) особи** по определённым критериям;
- 2) **проводят испытания потомств отобранных растений**, проверяя успех отбора желаемых генотипов.

Существует два основных метода искусственного отбора: **массовый и индивидуальный.**

Исторически **массовый отбор** предшествовал индивидуальному, на нем были основаны примитивная и народная селекция.

Индивидуальный отбор начали использовать в период промышленной селекции.

При **массовом** отборе из исходной популяции отбирается большое число схожих друг с другом элитных растений, отвечающих по комплексу признаков тем требованиям, которыми должен обладать будущий сорт.

После лабораторной браковки семена отобранных растений объединяют в один образец и высевают на одной делянке в качестве вновь созданной (*улучшенной*) популяции.

Массовый отбор бывает **ОДНОКРАТНЫЙ** и **многократный** (до *непрерывного*).

Применяют его в селекции и аутогамных видов (самоопылителей), и аллогамных (перекрёстно опыляемых).

Созданный **массовым отбором сорт** является потомством многих родоначальных растений, т.е. **популяцией** (сорт-популяция).

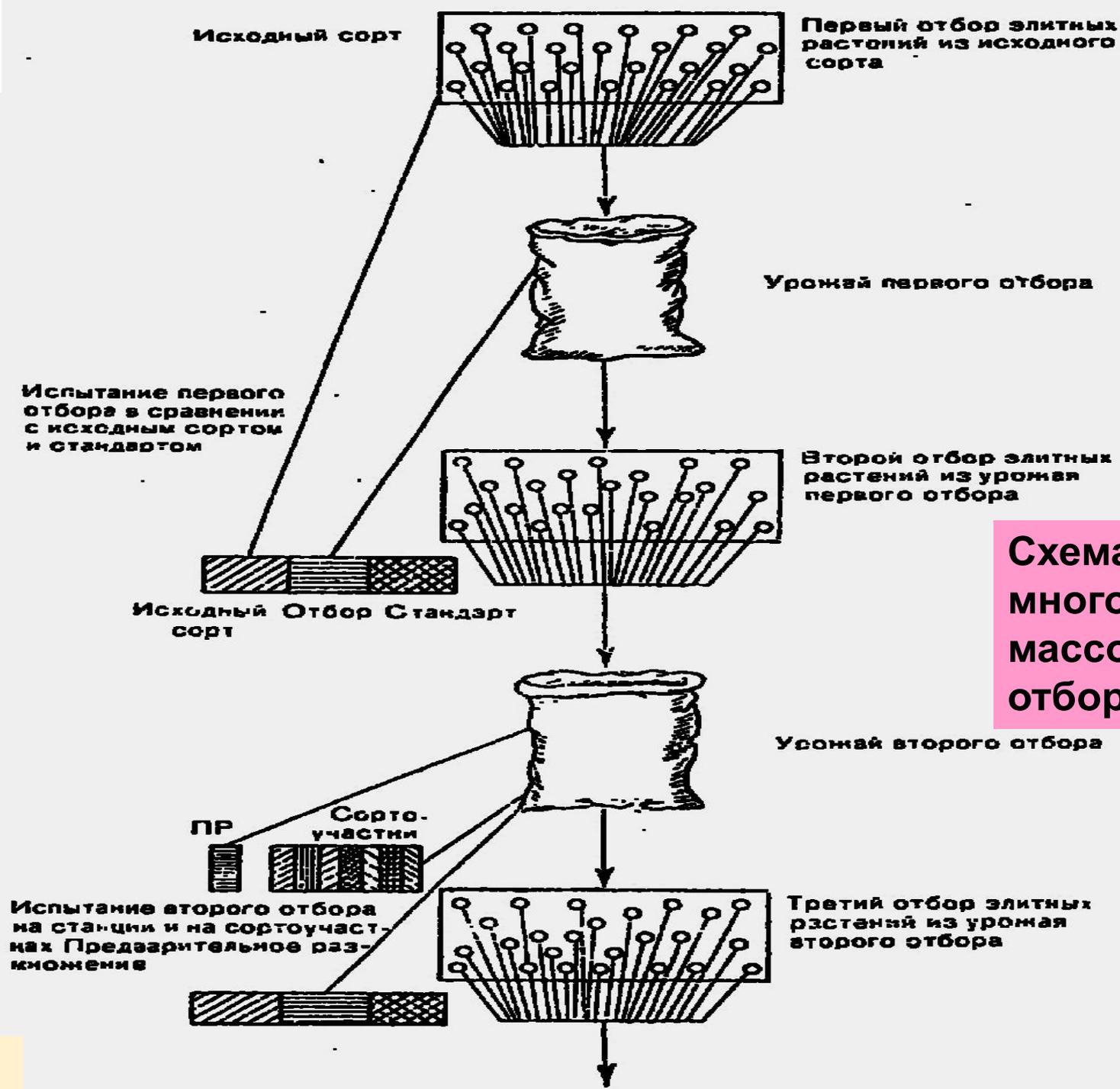


Схема
многократного
массового
отбора

Индивидуальный отбор – отбор, основанный на оценке по потомству отобранных и индивидуально размножаемых лучших растений.

Он состоит в том, что из исходной популяции отбирают элитные растения, но семена их не смешивают между собой (как при массовом отборе), а **высевают индивидуально** для проверки по потомству их генетической ценности, и таким образом в потомстве **осуществляется отбор по генотипу**.

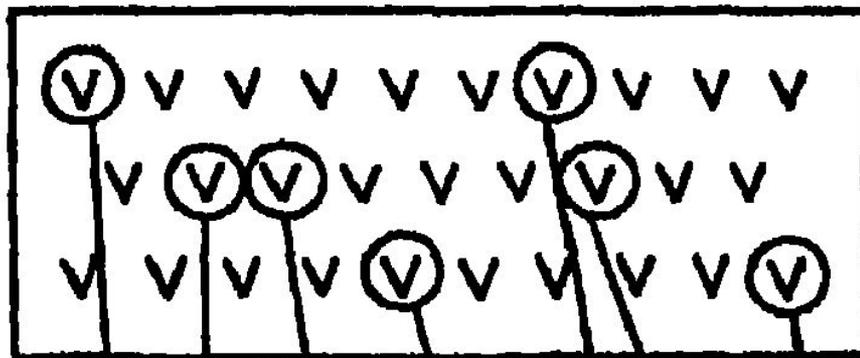
Потомства худших по генотипу, ошибочно отобранных по фенотипу растений, выбраковывают.

Каждое выращенное потомство отобранных элит оценивают на соответствие её признаков желаемому результату.

В дальнейшем размножают (тоже индивидуально, не смешивая) только лучшие потомства, а остальные выбраковывают – и так до тех пор, пока не останется всего несколько, а то и одно самое лучшее потомство.

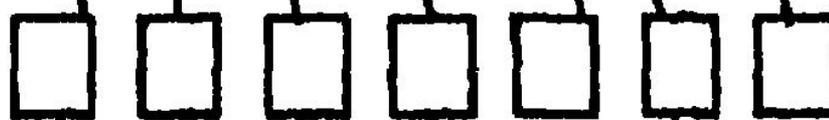
2.2

1-й год



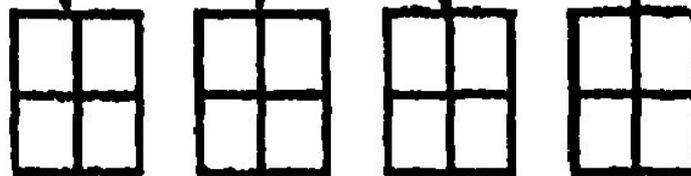
Исходный материал.
Отбор
элитных растений
по фенотипу

2-й год



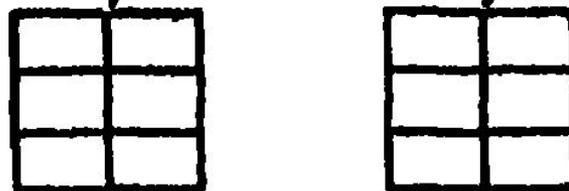
Испытание потомств
отобранных растений
(А-линий)

3-й год



Испытание В-линий

4-й год

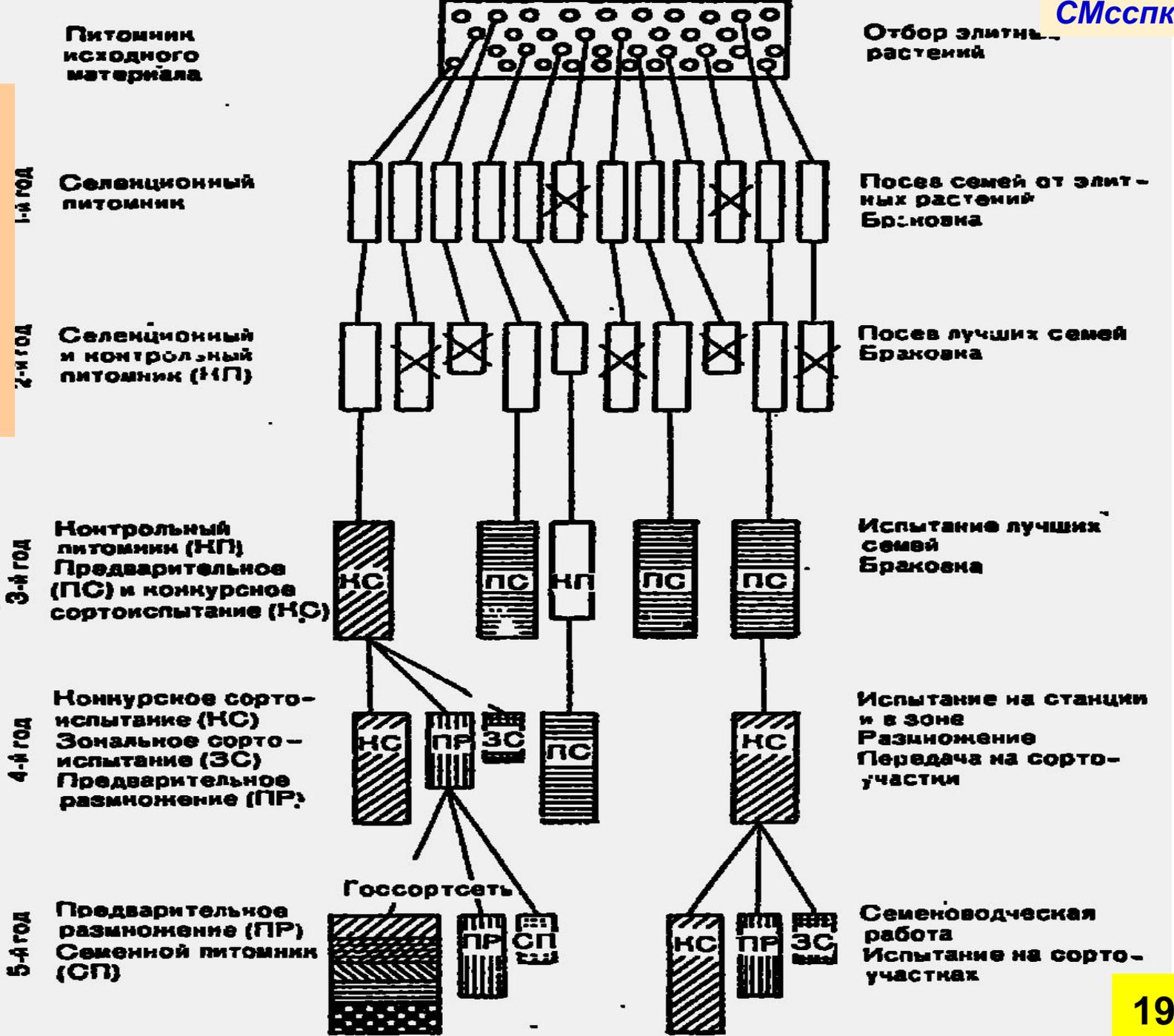


Испытание С-линий

Схема однократного индивидуального
отбора у самоопыляющихся культур

2.2

Схема однократного индивидуального отбора у самоопыляющихся растений



Возможности индивидуального отбора по выделению нужных генотипов выше, чем возможности массового отбора, и он более эффективен при проведении как по качественным, так и по количественным, как по рецессивным, так и доминантным признакам.

В то же время метод индивидуального отбора значительно более сложен и трудоёмок по сравнению с массовым отбором, и для получения сорта требует больше времени, т.к. новый сорт зарождается из семян всего одного растения, а то и одного колоса или метёлки – а это очень небольшое количество.

Индивидуальный отбор тоже подразделяется на **ОДНОКРАТНЫЙ** и **многократный**, и тоже применяется в селекции и аутогамных видов (самоопылителей), и аллогамных (перекрёстно опыляемых).

Созданный **индивидуальным отбором сорт самоопылителей** является потомством одного родоначального растения, т.е. **линией** (*линейный сорт, чистолинейный сорт*).

По причине специфики генеративного размножения **перекрёстно опыляемых** культур созданный у них **индивидуальным отбором сорт** является потомством не одного, а множества родоначального растения, т.е. является всё-таки **сортом-популяцией**.

У перекрёстников схема индивидуального отбора сложнее, поскольку у них потомство отбора формируется в результате переопыления растущих по соседству растений, т.е. на основе объединения материнской и отцовской наследственности.

Кроме того, сказывается гетерозиготность элит и проявление инцухт-депрессии при близкородственном опылении или же самоопылении.

Поэтому при проведении индивидуального отбора у перекрёстников приходится тем или иным путём обеспечивать контролируемое опыление элит и предотвращать проявление инцухт-депрессии.

Потомство каждого отобранного элитного растения у перекрёстников называют уже не линией, как у самоопылителей, а семьёй, поскольку оно является продуктом расщепления гетерозиготного генотипа, т.е. популяцией.

2.2

Для обеспечения у перекрёстников контролируемого опыления при индивидуальном отборе разработан метод половинок (метод резервов, остатков).

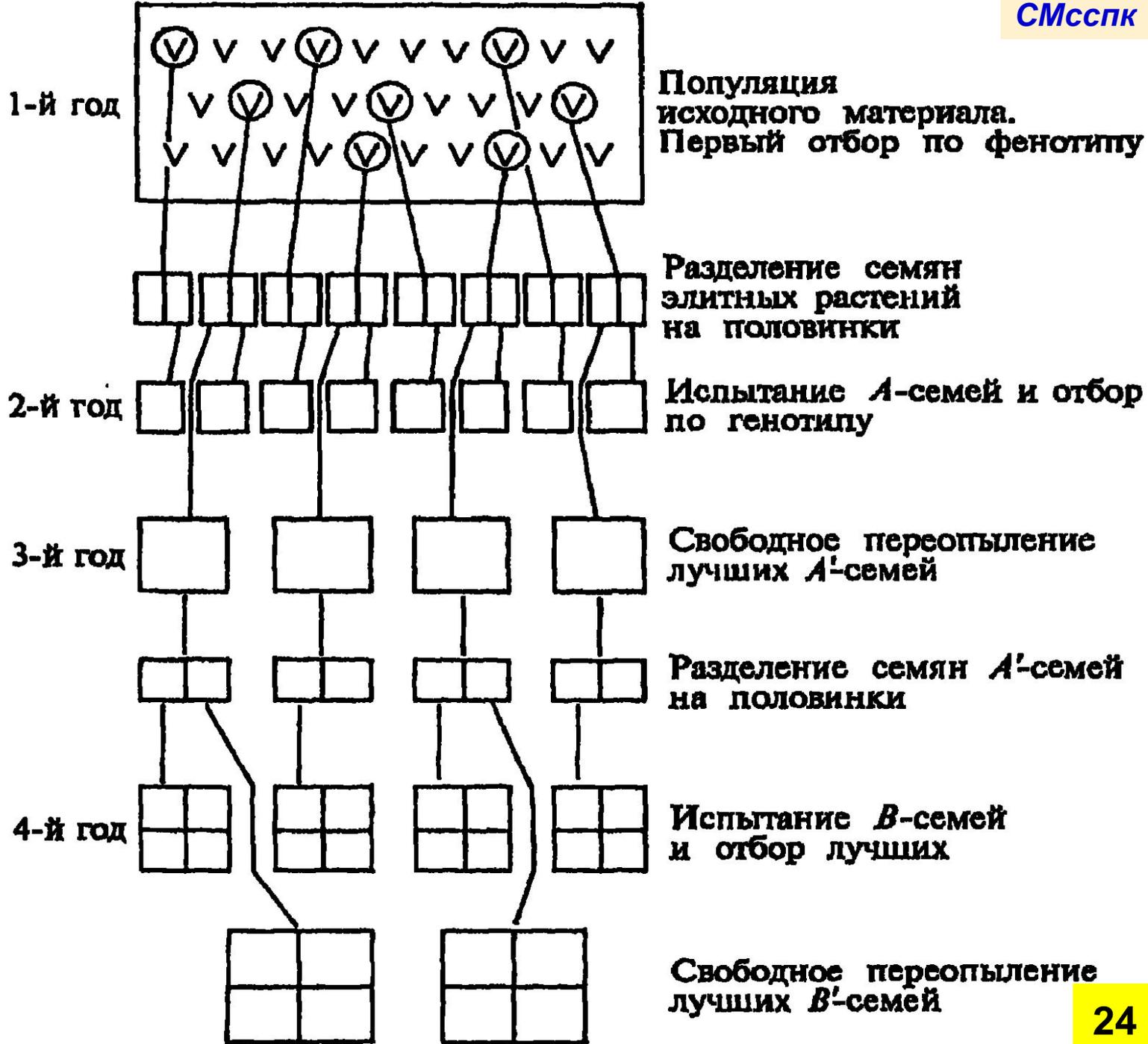
Суть этого метода в том, что контролируемое опыление достигается разделением семян элит и их потомств на части (половинки), одна из которых используется для испытания потомств, а вторая – для продолжения отбора.

При этом для продолжения отбора используются семена только тех половинок, которые оказались лучшими при испытании потомств.

Семена эти высевают вместе для проведения свободного опыления, и в этой популяции вновь проводят индивидуальный отбор для повторения работы или же для дальнейшего испытания семей по методике, принятой при обычном индивидуальном отборе.

2.2

Схема многократного индивидуального отбора у перекрёстников с использованием метода половинок



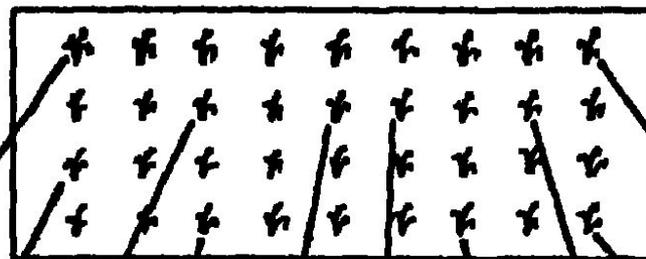
Данный метод очень эффективно используется при селекции кукурузы, подсолнечника, ржи и других культур, у которых каждое растение даёт большое количество семян.

При применении индивидуального отбора у перекрёстников из-за близкородственного переопыления внутри одной семьи по причине её изолированного выращивания нередко наблюдается проявление **инцухт-депрессии**.

Снизить этот негативный эффект позволяют методы *индивидуально-семейного* и *семейно-группового отбора*.

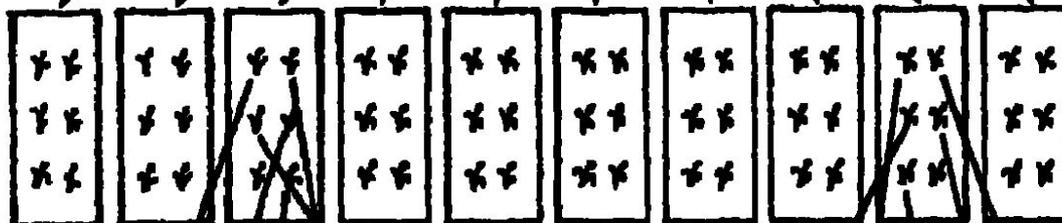
Схема
индивидуально-
семейного
отбора

1-й год



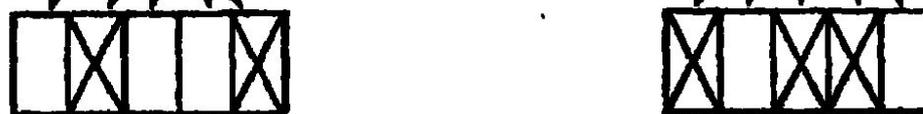
Исходный материал.
Отбор лучших растений

2-й год



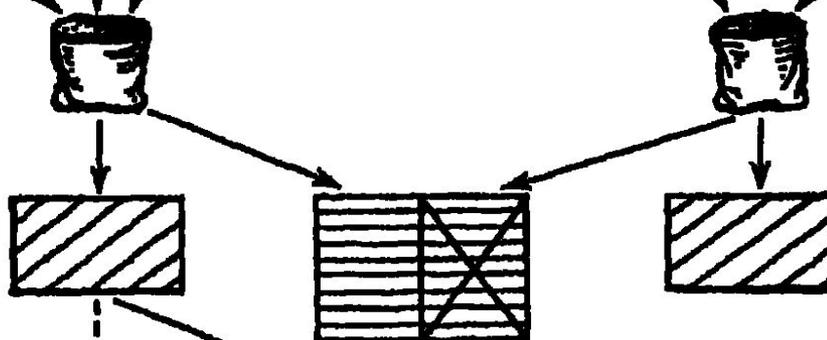
Посев по семьям
на изолированных
делянках. Отбор
лучших растений
в семьях

3-й год



Оценка семей.
Объединение
лучших семей

4-6-й годы



Размножение
и испытание
лучших семей

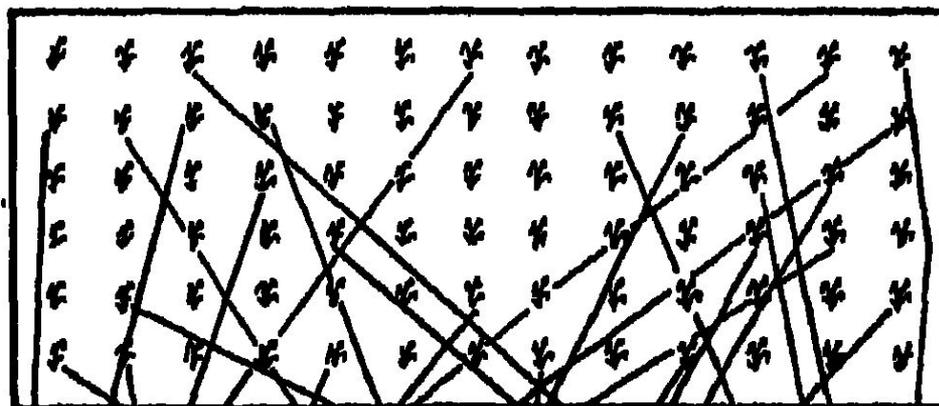
7-10-й годы



Государственное
сортоиспытание

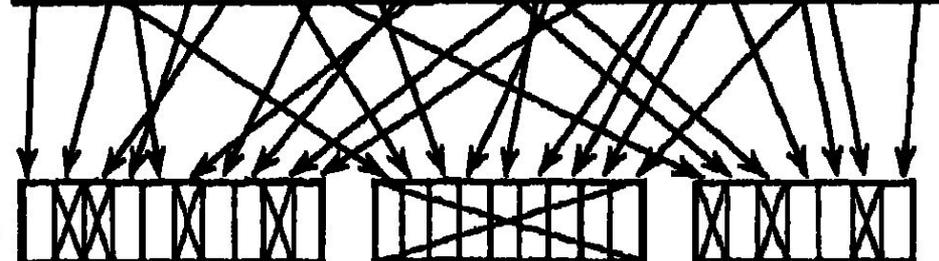
Схема
семейно-
группового
отбора

1-й год



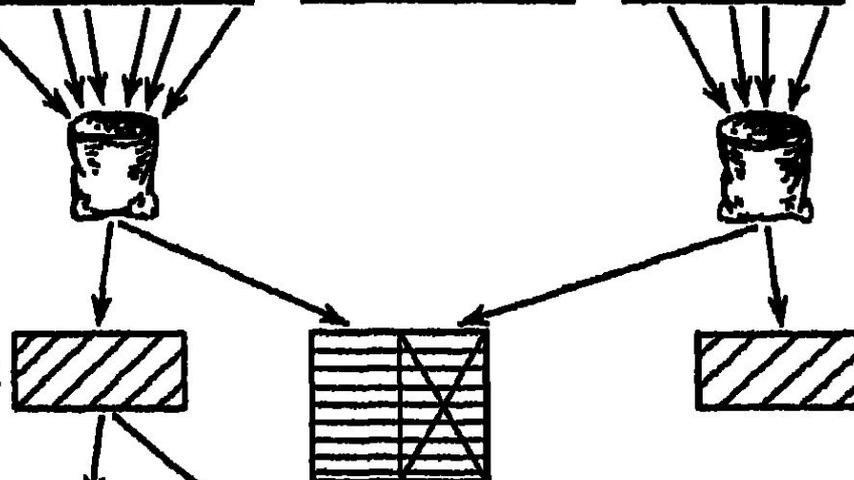
Исходный материал.
Отбор
лучших растений
и распределение их
по сходным группам

2-й год



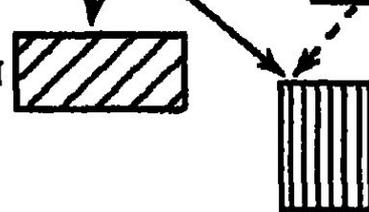
Посев групп семей
на изолированных
участках.
Объединение
лучших семей

3-5-й годы



Размножение
и испытание
лучших групп семей

6-9-й годы



Размножение
лучших групп семей.
Государственное
сортоиспытание

3. Гибридизация как основной метод комбинационной селекции, внутривидовая и отдалённая гибридизация.

Гибридизацией называют скрещивание двух и большего числа разных родительских форм.

- Она может быть и *естественной* (спонтанной), но в селекции почти всегда выполняется **искусственно**.

Новые организмы, которые получают в результате скрещивания, объединяют в себе признаки и свойства различающихся родителей и называются гибридами.

Когда скрещиваемые родительские формы принадлежат к одному виду – это гибридизация **внутривидовая** (а получаемые гибриды межсортовые).

Если же родительские формы принадлежат к разным видам, а то и к разным родам – это гибридизация **отдалённая** (**межвидовая** и **межродовая**, и гибриды, соответственно, межвидовые и межродовые).

Основа формообразования при использовании внутривидовой гибридизации – перекомбинация генов и трансгрессии.

В первом поколении гибридов нередко наблюдается явление *гетерозиса*.

Поэтому используют внутривидовую гибридизацию как для создания константных гибридных сортов, так и для получения гетерозисных гибридов.

При создании новых сортов и получении гетерозисных гибридов скрещивание родительских форм позволяют решить множество задач, поэтому на основе поставленной при гибридизации цели условно можно выделить три вида скрещиваний:

*комбинационные скрещивания,
трансгрессивные скрещивания,
гетерозисные скрещивания.*

2.3 Цель комбинационного скрещивания

– получить генотипы, которые объединят в себе желаемые признаки и свойства родительских форм и обеспечат

- создание нового сорта, сочетающего лучшие качества исходных родителей.

Селекция с использованием комбинационных скрещиваний – это *комбинационная селекция*.

Цель трангрессивного скрещивания – получить генотипы с выраженной положительной трангрессией по хозяйственно-ценным признакам в сравнении даже с лучшей в этом плане родительской формой.

Селекция с использованием трангрессивных скрещиваний – это *трангрессивная селекция*, которая позволяет создать новый сорт, превосходящий по выраженности ценного признака или свойства лучшего родителя.

У гибридов первого поколения может наблюдаться гетерозисный эффект.

Селекция, направленная на использование эффекта гетерозиса, называется гетерозисной селекцией.

2.3

Получение желаемого генотипа при гибридизации в значительной мере зависит от правильного подбора родительских пар для скрещивания.

Подбирают пары на основе целого ряда критериев, в зависимости от задачи, направления и цели селекции. При этом принято различать подбор пар по фенотипу и подбор пар по генотипу.

В первом случае оценивают хозяйственно-полезные признаки и свойства у родительских пар (т.е. их *фенотип*) и делают предположение, что при гибридизации всё ценное будет передано от родителей потомству. Очевидно, что тут используются т.н. **ИСТОЧНИКИ** ценных признаков и свойств.

Во втором случае учитывают уже происхождение, т.е. *родословную* родителей, их генетические особенности, характер наследования признаков и свойств *и другие показатели генетической природы*. Т.е. тут уже используются т.н. **ДОНОРЫ** ценных признаков и свойств.

Принципы подбора пар для скрещивания могут быть разными, и в практической селекции они используются, как правило, совместно.

Один из основных принципов подбора пар для скрещивания состоит в том, что пары подбирают по **принципу комплементарности** – дополнения друг друга по хозяйственно ценным признакам и свойствам (например, один родитель высокоурожайный, а другой – с высоким качеством продукции).

Пары для скрещивания могут быть подобраны по **эколого-географическому принципу** – на основе эколого-географических различий родительских форм (*и здесь в основе всё тот же принцип комплементарности*).

Наибольший успех в получении желаемых фенотипов обеспечивает, как правило, скрещивание географически (а значит, и экологически) отдалённых форм.

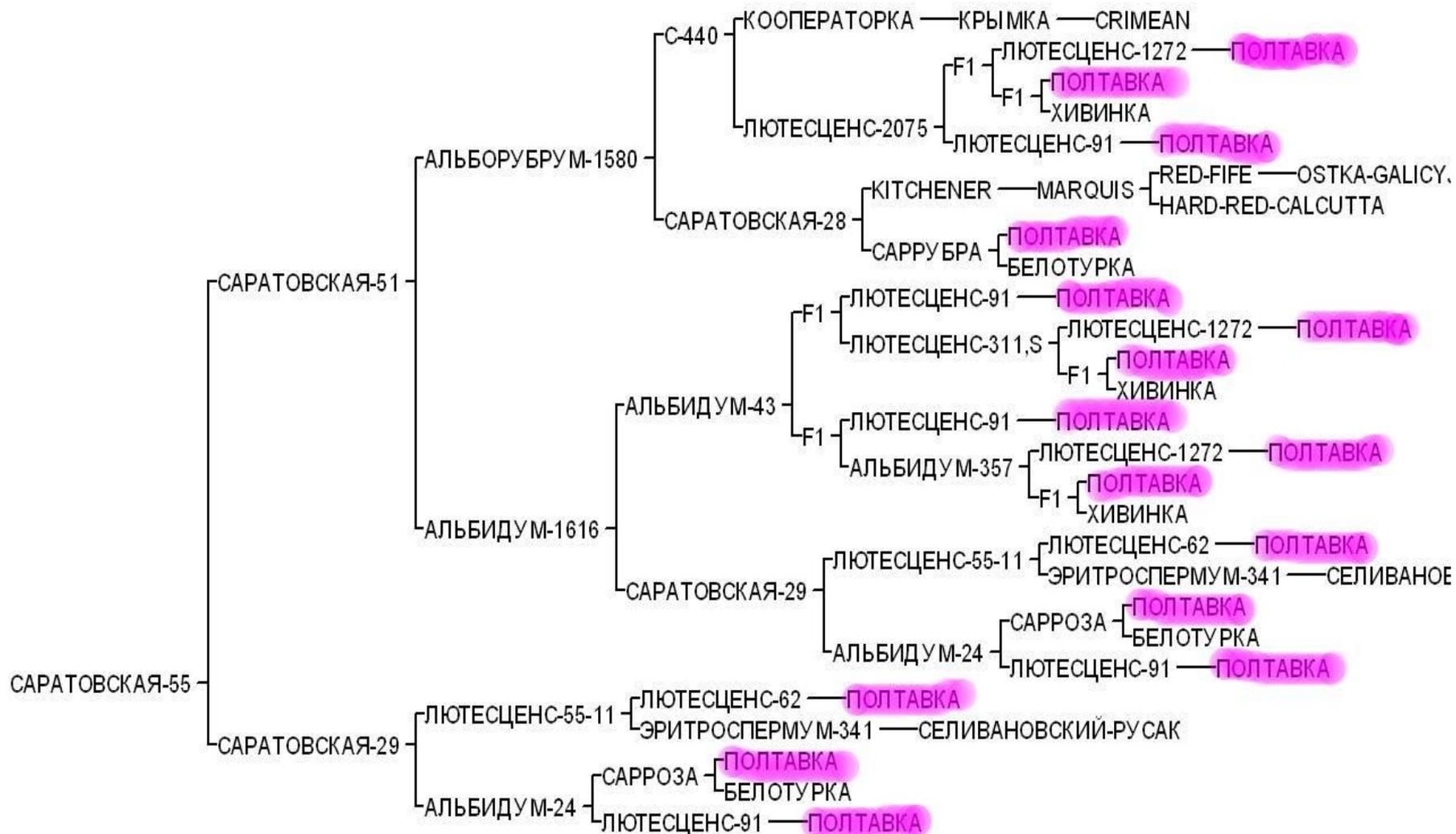
Так, установлено, что при подборе пар для скрещивания в соответствии с этим принципом надо одним из родителей брать сорт, хорошо приспособленный к местным условиям – это обеспечит и ускорит получение в расщепляющемся потомстве хорошо адаптированных к данным условиям генотипов.

Присутствие родителя местного экотипа прослеживается в родословной лучших и линейных, и гибридных сортов.

Например, в родословной очень многих сортов яровой мягкой пшеницы саратовской селекции имеется местный сорт Полтавка или отобранный из неё линейный сорт Лютесценс 62, а сибирских скороспелых сортов яровой пшеницы – линейный сорт Балаганка из местной иркутской скороспелой популяции, засухоустойчивых сортов проса саратовской селекции – линейный сорт Саратовское 853 из заволжской местной популяции.

Развернутая родословная сорта яровой пшеницы Саратовская 29 (1957 г.)





2.3

Как известно, *величина урожая* определяется выраженностью его отдельных *структурных элементов*: например, у хлебных злаков – количеством зёрен в колосе, массой 1000 зёрен, продуктивной кустистостью, и т.д.

Показатели отдельных компонентов урожая у разных сортов даже при их одинаковой урожайности различны.

И если для скрещивания использовать родительские сорта, дополняющих друг друга по выраженности элементов структуры урожая, то в потомстве возможно получение высокопродуктивных генотипов.

Такой принцип подбора родительских пар для скрещивания называется **подбор пар на основе элементов структуры урожая.**

Пары для скрещивания могут подбираться ещё и:

- на основе продолжительности фаз вегетации,
- на основе разной устойчивости к болезням и вредителям,
- и по другим основаниям.

В современной селекции всё чаще используют подбор пар для гибридизации *на основе статистических методов* (векторный метод, метод весовых коэффициентов, коэффициентов родства, и др.).

2.3

При гибридизации можно получать совершенно новые формы, даже не похожие на родительские виды. Это невозможно сделать путём внутривидовой гибридизации, но можно – путём отдалённой гибридизации. **Отдалённая гибридизация** широко применяется с целью совмещения в одном сорте ценных качеств двух или нескольких видов и даже родов растений.

Путём отдалённой гибридизации ещё в первой половине прошлого века были получены уникальные по качеству сорта мягкой пшеницы **Сарроза** и **Саррубра**.

*Отдалённая гибридизация применялась и при создании уникального сорта твёрдой пшеницы **Харьковская 46** (тургидум, дикоккум, дурум), сорта озимой мягкой пшеницы **Лютесценс 230** (пшеница и рожь), сорта яровой мягкой пшеницы **Грекум 114** (пшеница и пырей).*

Путём отдалённой гибридизации созданы сорта озимой твёрдой пшеницы и многолетней пшеницы, получены сорго-суданковые гибриды, выведены устойчивые к болезням и вредителям сорта картофеля.

Поскольку при отдалённой гибридизации в одном организме должен объединиться наследственный материал неродственных друг другу родителей, то возникает ряд трудностей:

1. *нескрещиваемость или низкая скрещиваемость генетически далёких видов,*
2. *невсхожесть гибридных семян или слабое развитие гибридов первого поколения,*
3. *полная бесплодность (стерильность) или резкое понижение плодовитости гибридного потомства.*

Основная причина нескрещиваемости или затруднений при отдалённой гибридизации заключается в генетическом, физиологическом и структурном несоответствии гамет генетически отдалённых форм.

Степень такого несоответствия (а значит, и несовместимости родителей) при гибридизации бывает различной. В этой связи скрещивания, не обнаруживающие несовместимости (вне зависимости от ботанического таксона, которому принадлежат родительские формы), принято называть **конгруэнтными**, а скрещивания, при которых несовместимость присутствует – **инконгруэнтными**.

- ❖ увеличение числа комбинаций и применение реципрокных скрещиваний, поскольку скрещиваемость разных пар родителей неодинакова,
- ❖ увеличение масштабов скрещивания,
- ❖ применение предварительного вегетативного сближения,
- ❖ опыление смесью пыльцы,
- ❖ применение метода посредника (плодовые),
- ❖ изменение уровня ploидности родительских форм,
- ❖ применение стимуляторов, способствующих завязыванию семян,
- ❖ и др. приёмы (*в настоящее время это, прежде всего, методы биотехнологии – генной и генетической инженерии*).

2.3

Преодолеть неспособность семян отдалённых гибридов первого поколения к прорастанию из-за неразвитости эндосперма удаётся путём применения **метода культуры зародышей** (*эксплантация зародыша и его выращивание на искусственных средах*).

Для преодоления бесплодия отдалённых гибридов первого поколения разработаны следующие способы:

- *увеличение масштабов работы,*
- *выращивание гибридов в благоприятных условиях, с применением подкормки микроэлементами, с использованием ауксинов, ферментов и т.п.,*
- *повторные возвратные скрещивания,*
- *полиплоидия (самый эффективный путь восстановления фертильности).*

2.3

Известны три уровня результатов отдаленной гибридизации:

- *интрогрессия (перенос) отдельных генов от другого вида в геном селективируемой культуры;*
- *перенос отдельных хромосом или их фрагментов, часто с заменой ими части ядерного материала селективируемой культуры;*
- *совмещение геномов разных видов.*

Каждый из этих уровней результатов достигается определенной методикой скрещивания и работы с гибридными поколениями.

Расщепляющиеся потомства отдалённых гибридов характеризуются очень большим разнообразием, а изменчивость признаков намного больше, чем при внутривидовой гибридизации.

Однако характер и размах изменчивости бывают неодинаковыми в зависимости от генетической близости родительских форм, числа у них хромосом и специфичности их структуры.

В связи с этим всё многообразие отдалённых скрещиваний можно условно подразделить на 3 группы:

- ⇒ скрещивания близкородственных видов, имеющих одинаковое число хромосом,
- ⇒ скрещивания видов одного рода, различающихся по геномному составу (числу и структуре хромосом),
- ⇒ межродовая гибридизация.

В первом случае (скрещивания близкородственных видов, имеющих одинаковое число хромосом) генетическая близость родительских форм достаточно большая, и сложностей при отдалённой гибридизации немного: родители неплохо скрещиваются, потомство достаточно плодовито.

Работа с гибридными поколениями ведётся почти так же, как и при межсортовой гибридизации, и опирается на генетическую рекомбинацию.

2.3

При втором типе скрещиваний (скрещивания ^{СМсспк} ~~Видов~~ одного рода, различающихся по геномному составу) возможны нарушения процесса мейоза, нежизнеспособность гамет, стерильность гибридных растений.

Такой тип скрещиваний легче удаётся между полиплоидными видами, а не диплоидными.

Гибридное потомство таких скрещиваний по комплексу признаков в основном приближается к родительским типам, а промежуточные формы неконстантны и постепенно элиминируются из гибридной популяции.

При межродовой гибридизации (третий тип отдалённых скрещиваний) трудности скрещивания и передачи признаков от родителей потомству наиболее значительны, и преодолеть их приходится специальными методами.

Потомства межродовых гибридов имеют много общего с гибридными потомствами от скрещивания видов одного рода, но различающихся по геномному составу.

2.3

У отдалённых гибридов второго и третьего типа скрещиваний получение константной, промежуточной между родительскими видами формы, возможно путём:

- амфидиплоидизации – удвоения числа хромосом у стерильных гибридов первого поколения,
- добавления и замещения хромосом при использовании серий моносомных линий (моносомиков и нуллисомики) одного из родителей,
- индуцированного переноса сегментов хромосом от одного вида к другому,
- переноса геномов одного вида в цитоплазму другого,
- и другими методами.

4. Мутагенез в традиционной селекции.

*Генетически стойкие изменения в генах и хромосомах называют **мутациями**, а организмы с изменёнными вследствие этого признаками и свойствами называют **мутантами**.*

Мутанты представляют большую селекционную ценность, т.к. могут обладать новыми, ранее не известными, полезными признаками и свойствами.

Какие могут появиться мутации, позволяет предвидеть известный закон гомологических рядов в наследственной изменчивости, сформулированный Н.И. Вавиловым.



По характеру изменения наследственных структур мутации делят на 2 основных типа: генные (точковые) и хромосомные перестройки.

Некоторые генетики мутациями считают и изменение основного числа хромосом в организме (полиплоидия, гаплоидия), называя их геномными мутациями.

Таким образом, можно выделить следующие типы мутаций:

- Генные мутации – изменения структуры гена (последовательности нуклеотидов),
- Хромосомные мутации – изменения структуры хромосомы,
- Геномные мутации – изменения числа хромосом.

Мутации возникают естественным путём (**естественный мутагенез**), но могут быть вызваны искусственно (искусственный, или **индуцированный мутагенез**) путём воздействия на организмы различными физическими и химическими факторами (мутагенами).

Разработано много приёмов индуцирования мутаций, но применяют обычно различные излучения (γ -излучение, рентгеновское и ультрафиолетовое излучение) и особые химические вещества (например, НММ – N-нитрозо-N-метилмочевина).

Наиболее простой метод получения (индуцирования) мутаций – обработка каким-либо излучением семян, проростков, почек, других частей растений и даже пыльцы растений (перед цветением), которая затем используется для опыления.

Или же обработка семян перед посевом в растворе или в газовой среде какого-либо химического мутагена.

Количество и ценность мутаций, возникающих в результате обработки мутагеном,

зависит от **вида** мутагена, от его **дозы** или

° концентрации, от **состояния** объекта обработки (*сухие, замоченные или наклюнувшиеся семена, пыльца, и т. п.*), от **условий** обработки (*температура, влажность, и т.п.*).

Зависит это и от генотипа растения.

Для обработки целесообразно использовать лучшие, хорошо адаптированные к местным условиям сорта.

Более высоки количество и ценность мутаций (т.е. мутабельность) при обработке не константных сортов, а гибридов. Поэтому мутагенез часто сочетают с гибридизацией.

Полезные мутации появляются очень и очень редко, поэтому для их выявления надо иметь очень большие по объёму мутантные популяции, выполнять очень тщательные наблюдения и отбирать растения для дальнейшего изучения в потомстве в очень большом количестве.

Частота спонтанных мутаций у кукурузы

Ген	Число изученных гамет	Обнаружено мутаций	Частота мутаций на 1 000 000 гамет
<i>R</i> – фактор окраски алейрона	554786	273	492.0
<i>I</i> – ингибитор окраски	265391	28	106.0
<i>Pr</i> – окрашенный алейрон	647102	7	11.0
<i>Su</i> – сахаристый эндосперм	1678736	4	2.4
<i>Y</i> – желтый эндосперм	1745280	4	2.2
<i>Sn</i> – морщинистый эндосперм	2469285	3	1.2
<i>Wx</i> – мучнистый эндосперм	1503744	0	0.0

2.4

Для выявления мутантов

обработанные семена высевают и уже в первом поколении (M_1 , т.е. растения, выросшие из обработанных семян) стремятся выявить **доминантные** мутации (но они очень редки).

Рецессивные мутации у самоопылителей выявляют в последующих поколениях (в M_2 , M_3 и т.д.).

Растения с ценными с точки зрения селекционера отклонениями в фенотипе отбирают и проверяют по потомству обычными методами: чаще всего, работая по принципу метода педигри, но может быть использован для изучения мутантных популяций и метод пересева.

2.4

Экспериментальный мутагенез – это не метод селекции новых сортов, это всего лишь **метод создания исходного материала** (в виде мутантных форм) для дальнейшей селекции.

Выделенные индуцированные (или даже естественные) мутанты в селекции используют по-разному.

Выделенный мутант может стать новым сортом с уникальным признаком и свойством, но это случается очень редко (например, сорт подсолнечника Первенец с маслом, близким оливковому, сорт карликовых томатов с жёлтыми плодами).

Обычно же мутанты имеют, помимо необходимых селекционеру признаков, и нежелательные признаки, поэтому для выведения нового сорта их используют в скрещиваниях в качестве одного из родительских сортов.

5. Полиплоидия в традиционной селекции.

Полиплоидия – изменчивость,

связанная с кратным увеличением основного числа хромосом в клетках организма. Организмы с кратно увеличенным числом хромосом исходного вида называют **полиплоидами**.

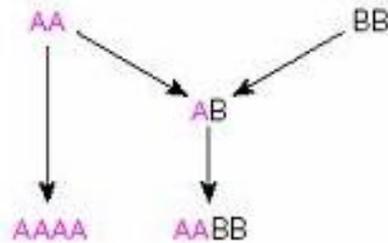
Полиплоидные виды достаточно широко распространены среди растений: пшеница, овёс, картофель, арахис, хлопчатник, люцерна, клевер, и др. Однако у некоторых растений в природе полиплоиды не обнаружены (ячмень, рожь, свёкла).

Вид	Плоидность	Число хромосом в соматических клетках	Число хромосом в гаметах
Банан	Триплоид	27 (3 × 9)	Варьирует
Картофель	Тетраплоид	48 (4 × 12)	24
Пшеница	Гексаплоид	42 (6 × 7)	21
Бойзенова ягода	Гептаплоид	49 (7 × 7)	Варьирует
Земляника	Октоплоид	56 (8 × 7)	28

аутополиплоиды и аллополиплоиды

Аутополиплоиды возникают при кратном увеличении в клетках наборов хромосом одного и того же вида, т.е. одного и того же генома ($AA \Rightarrow AAAA$).

У аллополиплоидов такое увеличение числа хромосом происходит путём суммирования геномов разных видов ($A + B = AB$, затем удвоение числа хромосом \Rightarrow



В зависимости от того, во сколько раз у полиплоидных форм увеличено основное число хромосом, их называют тетраплоидами, гексаплоидами, октаплоидами.

В результате скрещивания диплоидной и тетраплоидной формы получают триплоиды, содержащие тройной набор хромосом.

2.5

Лучшие результаты в плане жизненности, продуктивности и т.п. получают при переводе на полиплоидный уровень видов с небольшим числом хромосом.

У многих родов растений оптимальный уровень ploидности уже достигнут, и его дальнейшее повышение приводит к отрицательным результатам (так, у пшеницы и овса это – гексаплоиды). Чаще всего наиболее перспективный уровень ploидности – триплоиды (например, арбуз) и тетраплоиды (например, гречиха, рожь).

Полиплоидия индуцируется целым рядом веществ, но особенно широко применяется для этих целей алкалоид колхицин, который получают из семян и клубнелуковиц безвременника.

Колхицином обрабатывают прорастающие семена, молодые растения, цветоносные побеги – те органы растений или их части, где есть активные точки роста и, соответственно, максимальное количество делящихся клеток.

Концентрация колхицина для обработки от 0,1 до 1,0%, экспозиция – от нескольких часов до нескольких суток.

Предварительный отбор предполагаемых полиплоидов ведут по внешнему виду обработанных растений (**они и их клетки обычно крупнее**), а затем подсчитывают в их клетках количество хромосом (*обычно подсчёт ведут в клетках корешков или конуса нарастания побегов*).

Тетраплоидные формы обязательно размножают в условиях строгой изоляции от диплоидных форм, поэтому работу проводят в специальном питомнике.

С получением полиплоидных растений селекционная работа вовсе не заканчивается, а только начинается.

Дело в том, что почти все полученные искусственно полиплоиды не имеют непосредственного хозяйственного значения и нуждаются в традиционном селекционном улучшении.

Это улучшение достигают путём генетической рекомбинации, скрещивая полиплоидные формы (у самоопылителей, поскольку у перекрёстников это происходит само собой) и проводя в полученных гетерогенных полиплоидных популяциях отбор.

2.5

У аутополиплоидов использование полиплоидии в селекции чревата пониженной плодовитостью полиплоидных форм.

У аллополиплоидов пониженная плодовитость проявляется в гораздо меньшей степени, и в селекции таких культур полиплоидия обеспечила значительные успехи.

Яркий тому пример – создание нового рода культурных злаков **тритикале**.

Получена эта культура путём отдалённой гибридизации пшеницы (мягкой или твёрдой) и ржи с последующим удвоением хромосомного набора стерильного по своей природе гибрида первого поколения.

Мягкая пшеница
Triticum aestivum
($2n=42$)

Рожь
Secale cereale
($2n=14$)

×
↓
 $F_1(21 + 7 = 28)$
удвоение числа хромосом
путем колхицинирования

↓
Triticale
($2n=56$)

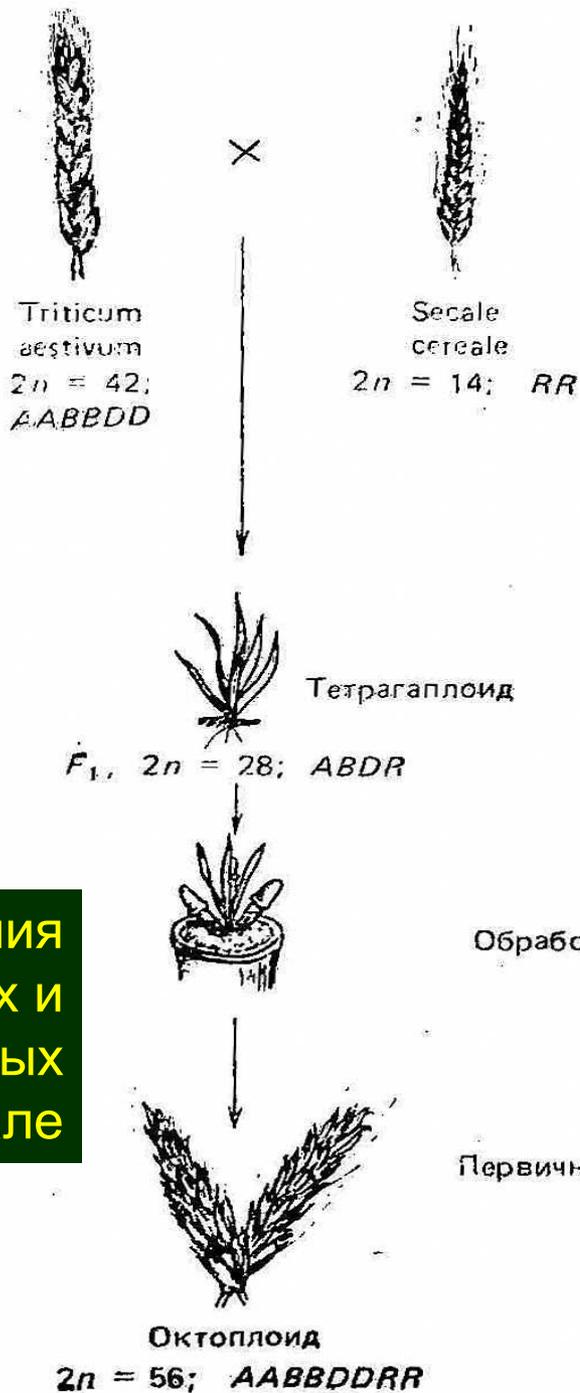
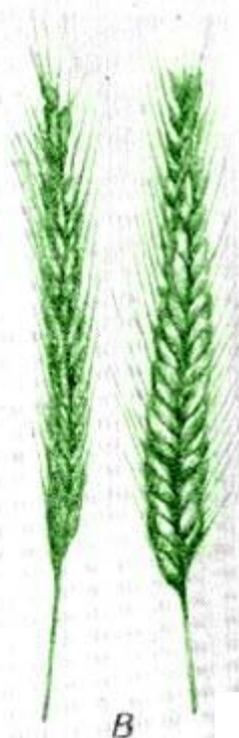
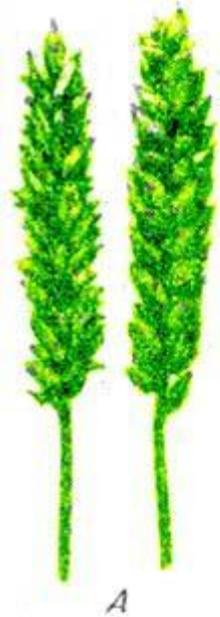


Схема получения
 октоплоидных и
 гексаплоидных
 форм тритикале

2.5



По своей генетической природе тритикале – это *амфидиплоид* (аллополиплоид, полученный удвоением объединённых в результате отдалённой гибридизации хромосомных наборов двух видов или родов).

Слева направо: пшеница, тритикале, рожь

Помимо сортов тритикале, созданы аллополиплоидные сорта рапса, брюквы, мяты перечной и других культур.