

# **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.

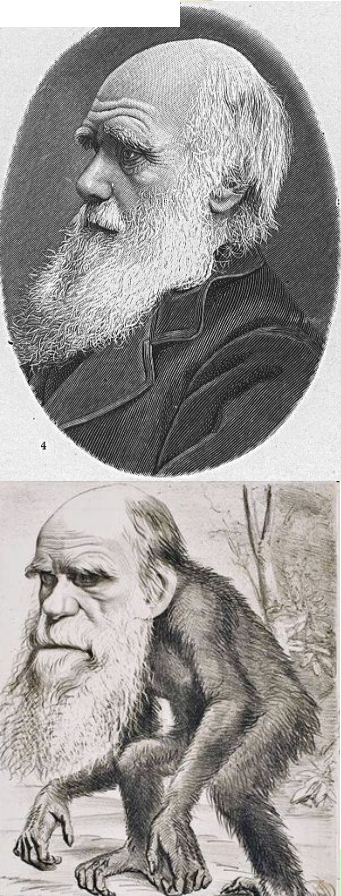
В ходе аналитической селекции используется только один **метод селекции** – **отбор**.

*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).

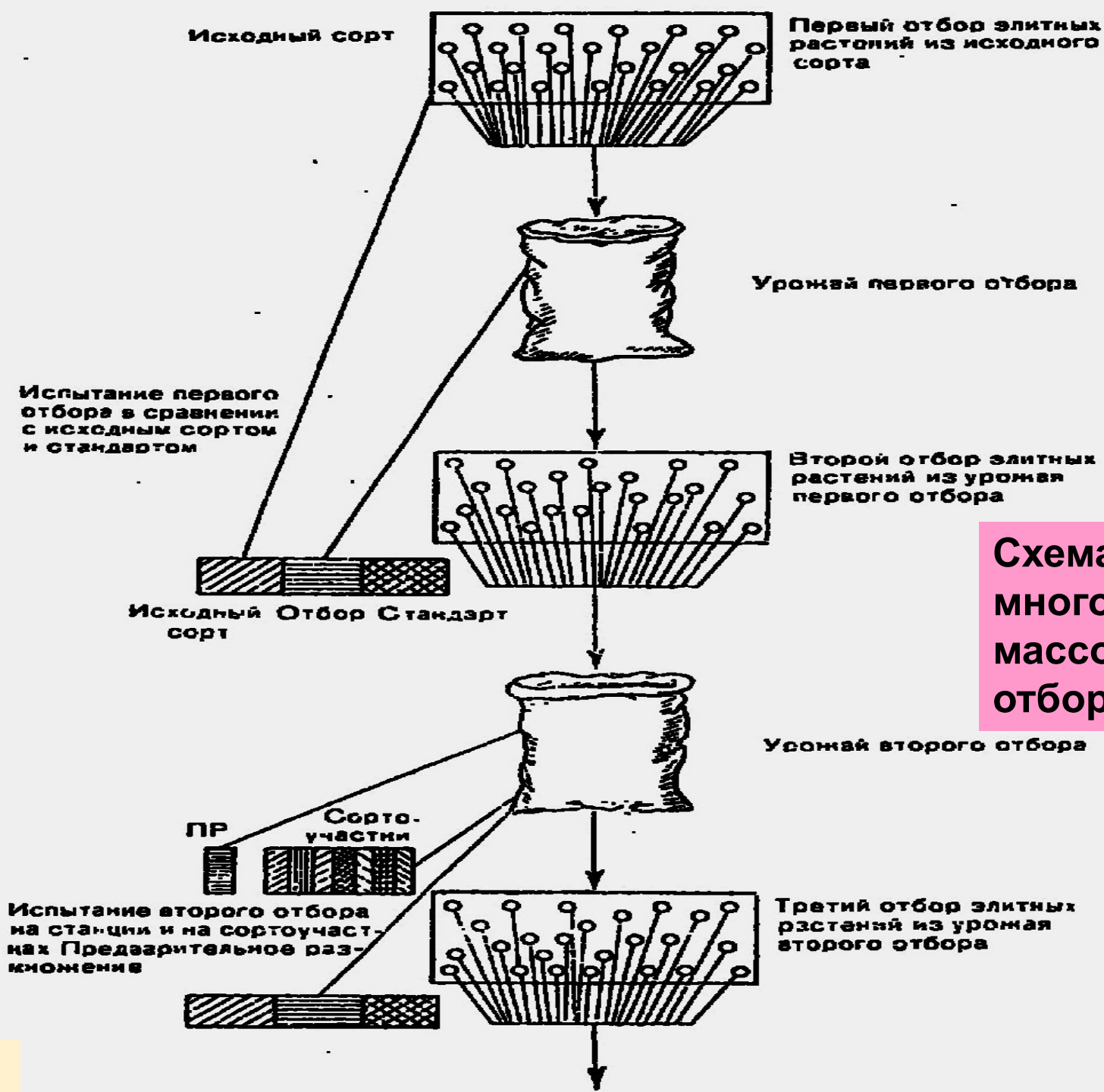


Схема  
многократного  
массового  
отбора



*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**.

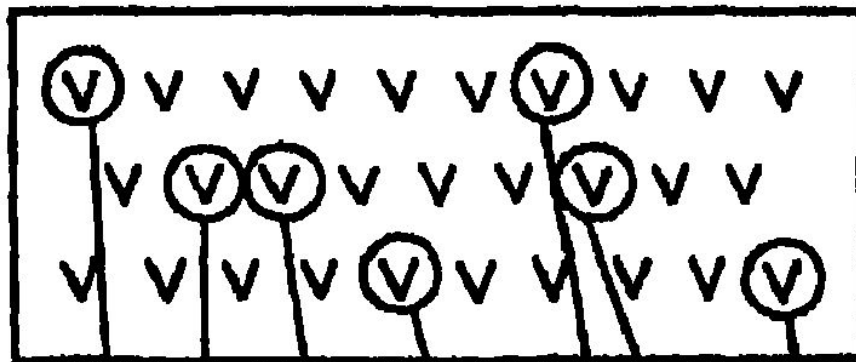
Потомства худших по генотипу, ошибочно отобранных по фенотипу растений, выбраковывают.

*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



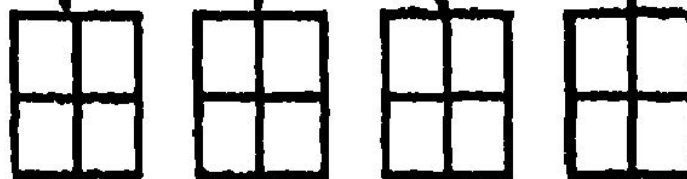
Исходный материал.  
Отбор  
элитных растений  
по фенотипу

2-й год



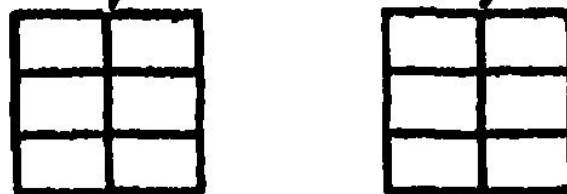
Испытание потомств  
отобранных растений  
(А-линий)

3-й год



Испытание В-линий

4-й год

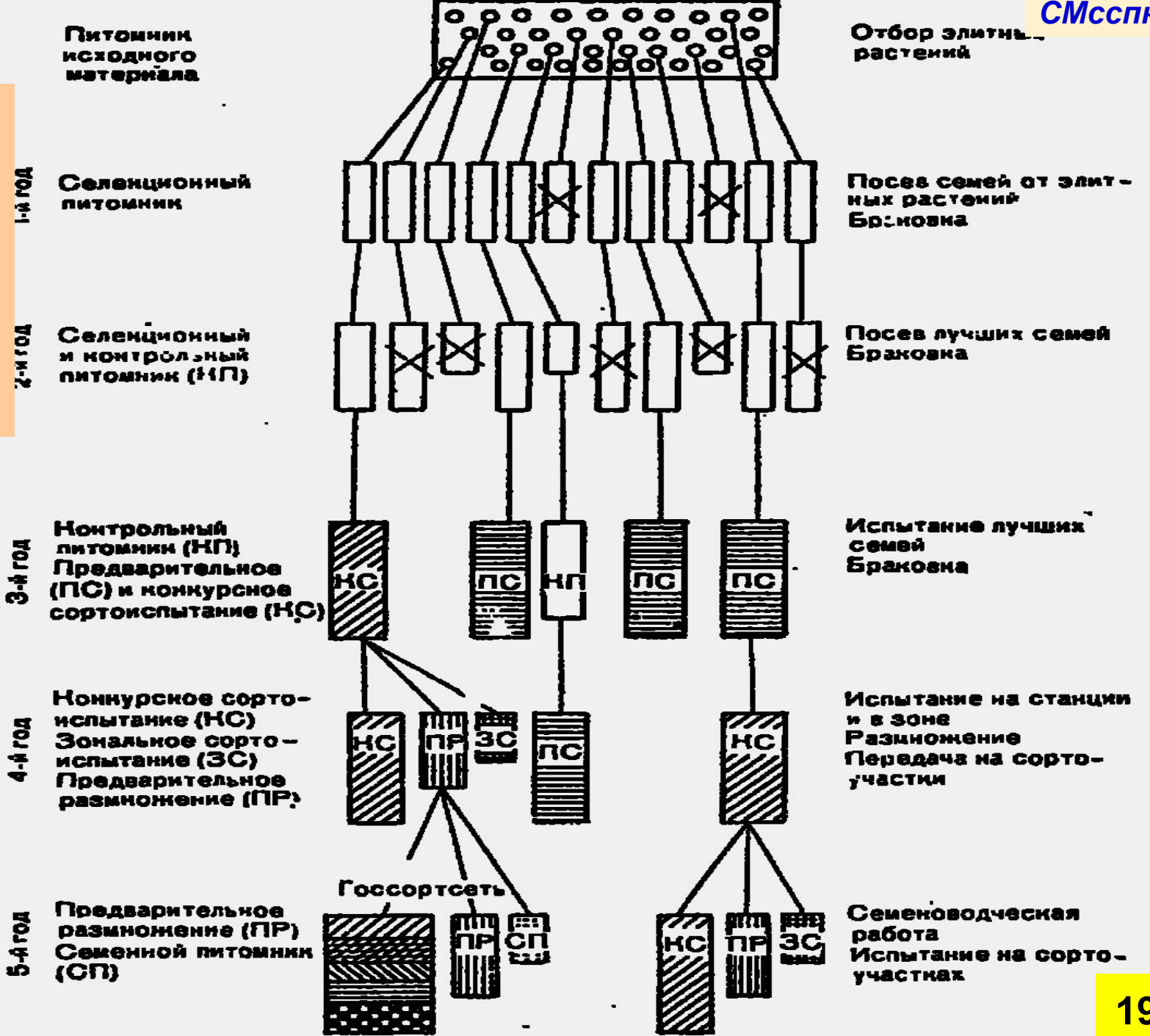


Испытание С-линий

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 перекрестников контролируемого опыления при индивидуальном отборе разработан метод половинок (метод резервов, остатков).

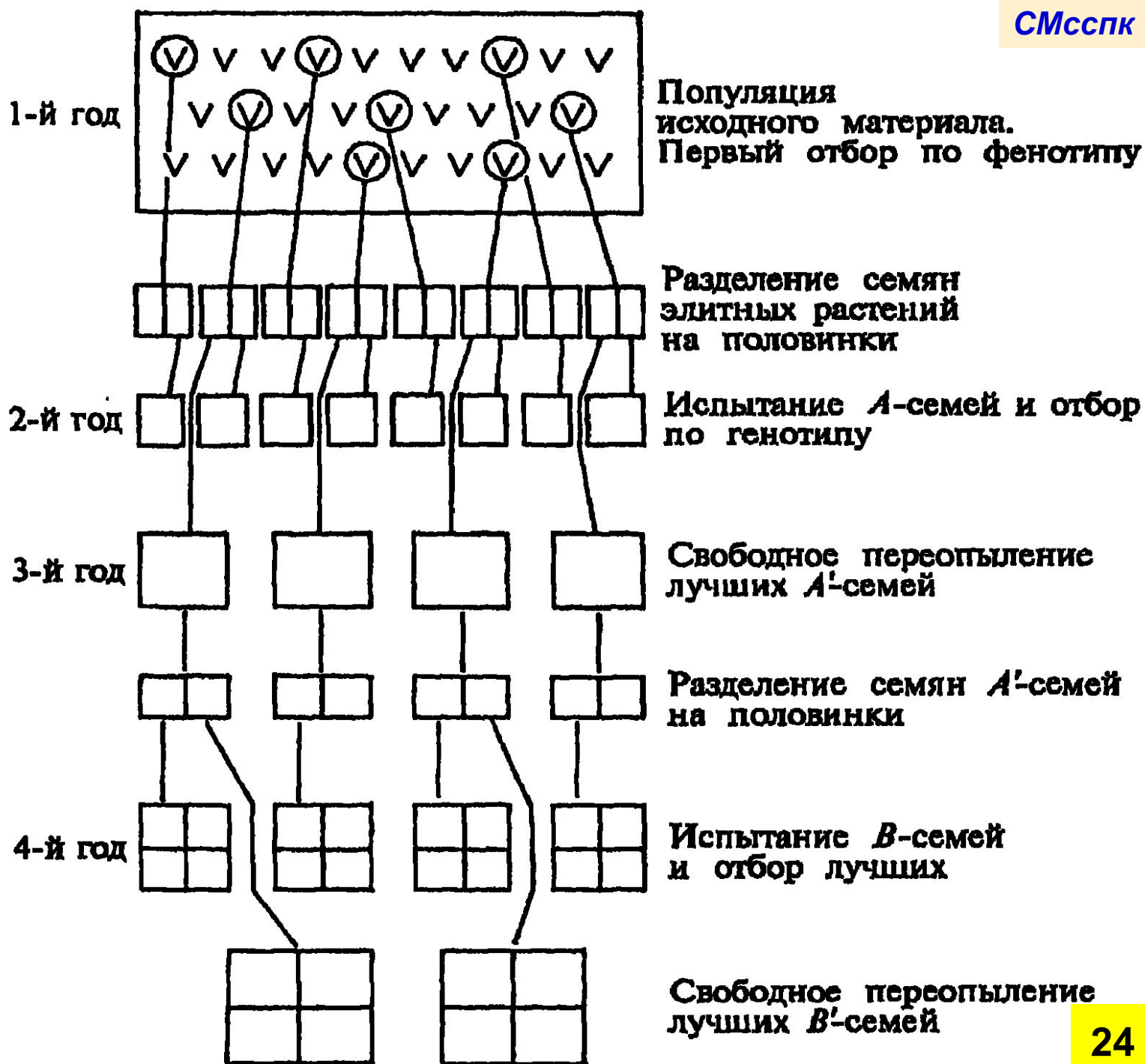
Суть этого метода в том, что контролируемое опыление достигается разделением семян элит и их потомств на части (половинки), одна из которых используется для испытания потомств, а вторая – для продолжения отбора.

*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  
перекрёст-  
ников с  
использо-  
ванием  
метода  
половинок





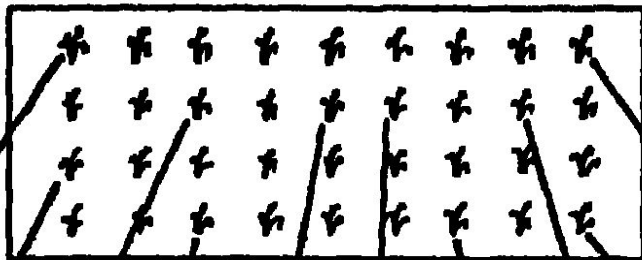
Данный метод очень эффективно используется при селекции кукурузы, подсолнечника, ржи и других культур, у которых каждое растение даёт большое количество семян.

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*.

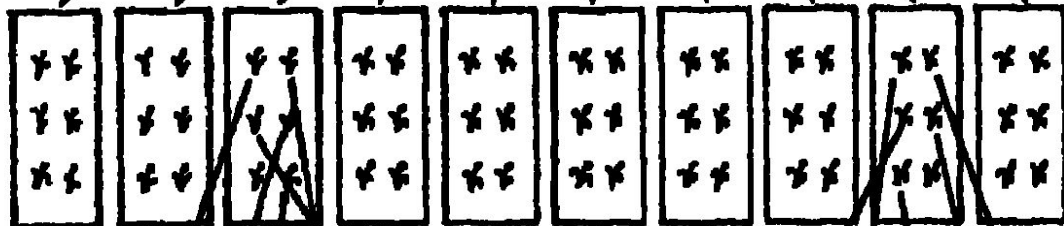
**Схема индивидуально-семейного отбора**

1-й год



Исходный материал.  
Отбор лучших растений

2-й год



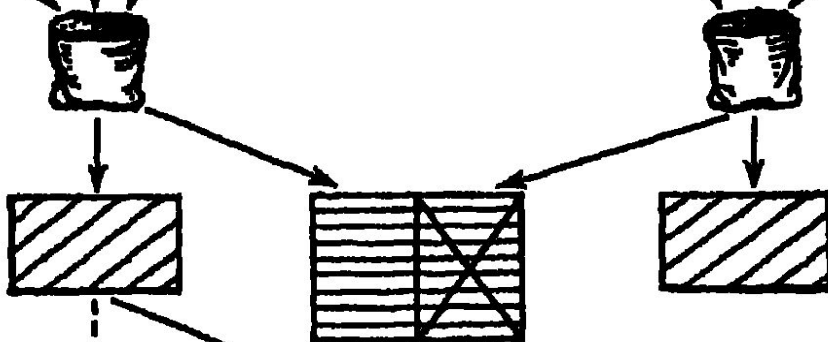
Посев по семьям на изолированных делянках. Отбор лучших растений в семьях

3-й год



Оценка семей. Объединение лучших семей

4-6-й годы



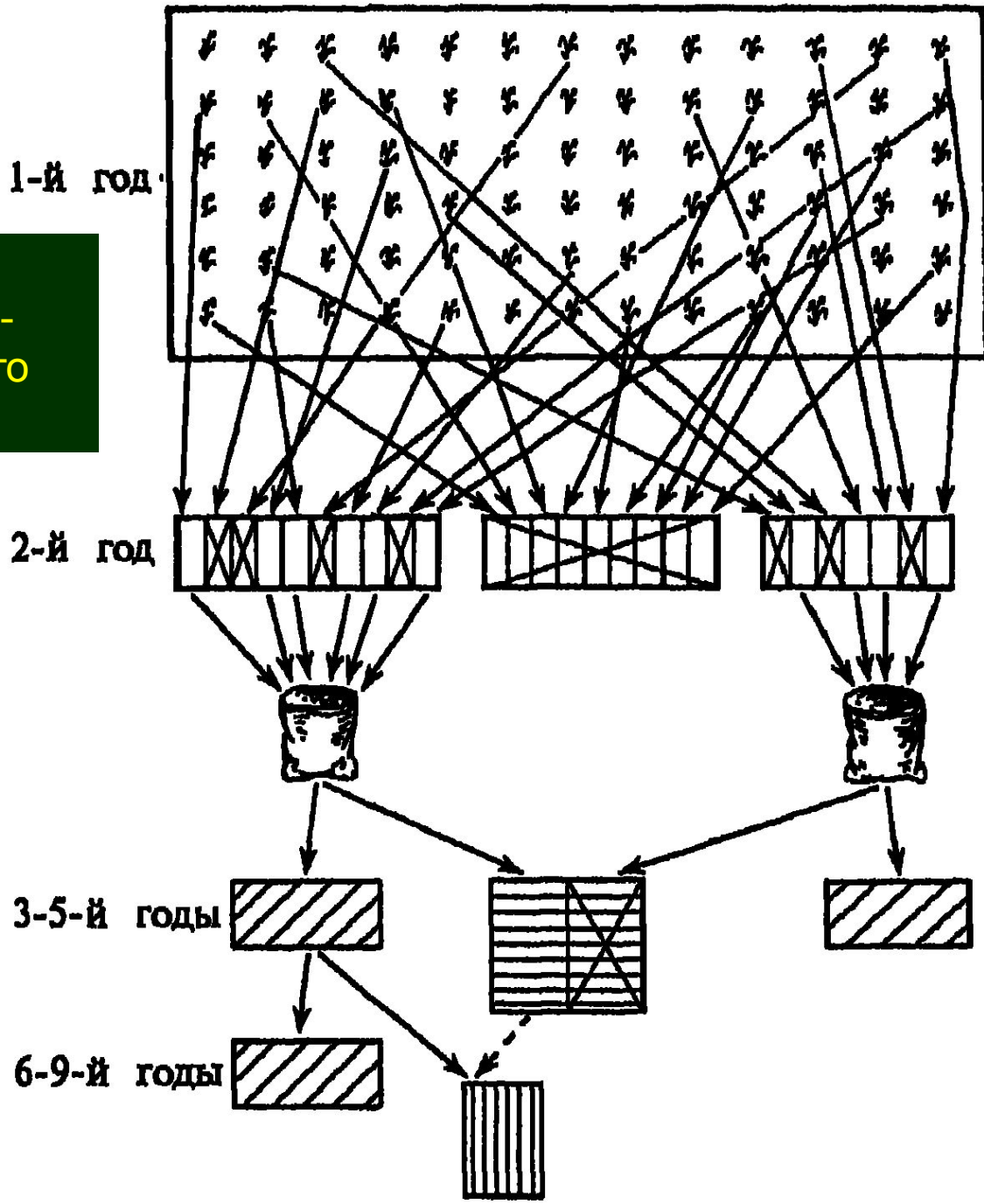
Размножение и испытание лучших семей

7-10-й годы



Государственное сортоиспытание

Схема семейно-группового отбора



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

Посев групп семей на изолированных участках. Объединение лучших семей

Размножение и испытание лучших групп семей

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. *нескращиваемость 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*).

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 отдаленных 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 <sup>СМсспк</sup> 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 ( $\gamma$ -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                                |

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).

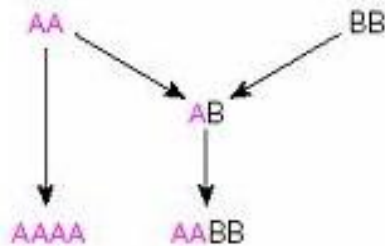
| Вид             | Плоидность | Число хромосом в соматических клетках | Число хромосом в гаметах |
|-----------------|------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Банан           | Триплоид   | 27 (3 × 9)                            | Варьирует                |
| 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  $\Rightarrow$

$AAABBB$ ).



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  
( $2n=56$ )

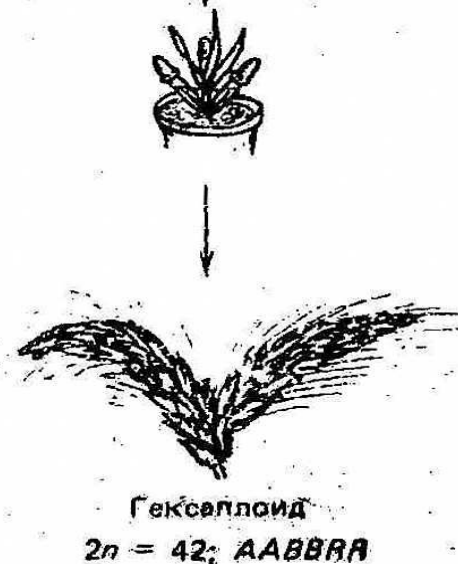
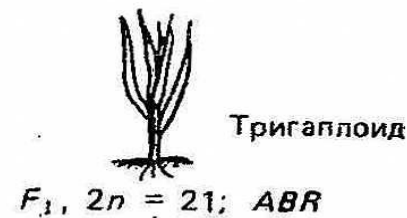
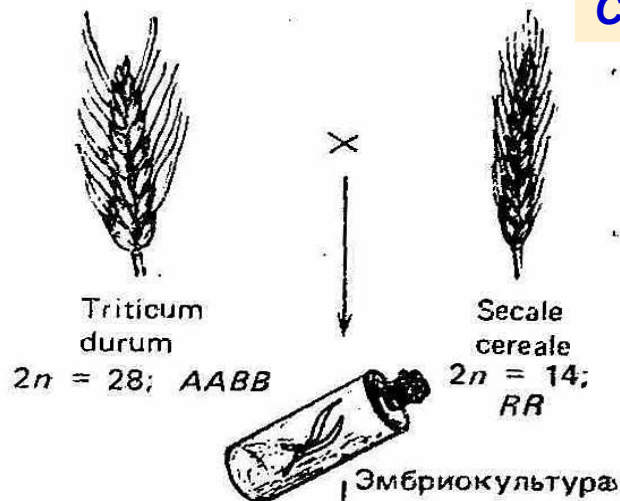
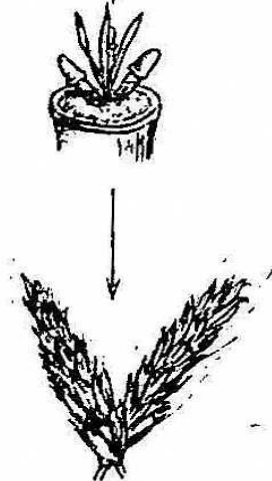
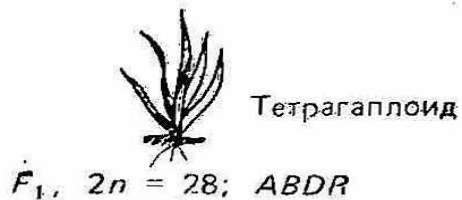
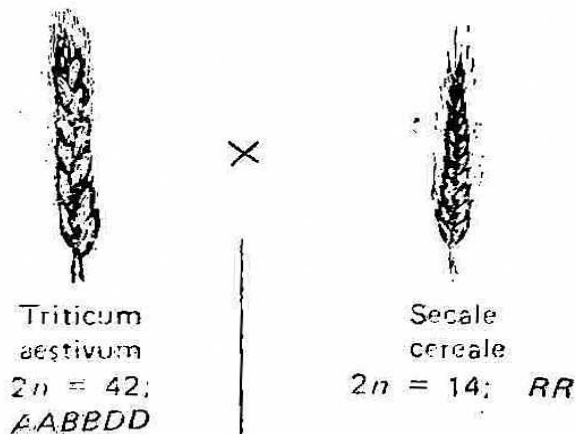


Схема получения октоплоидных и гексаплоидных форм тритикале



## 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.**