



КЕМЕРОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ
ИНСТИТУТ

ТЕМА 7. Основы селекции

План



1. Методы селекции. Краткая характеристика.

2. Искусственный отбор.

3. Гибридизация.

4. Причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов и методы их преодоления.

5. Синтез и ресинтез видов.

6. Соматическая гибридизация.

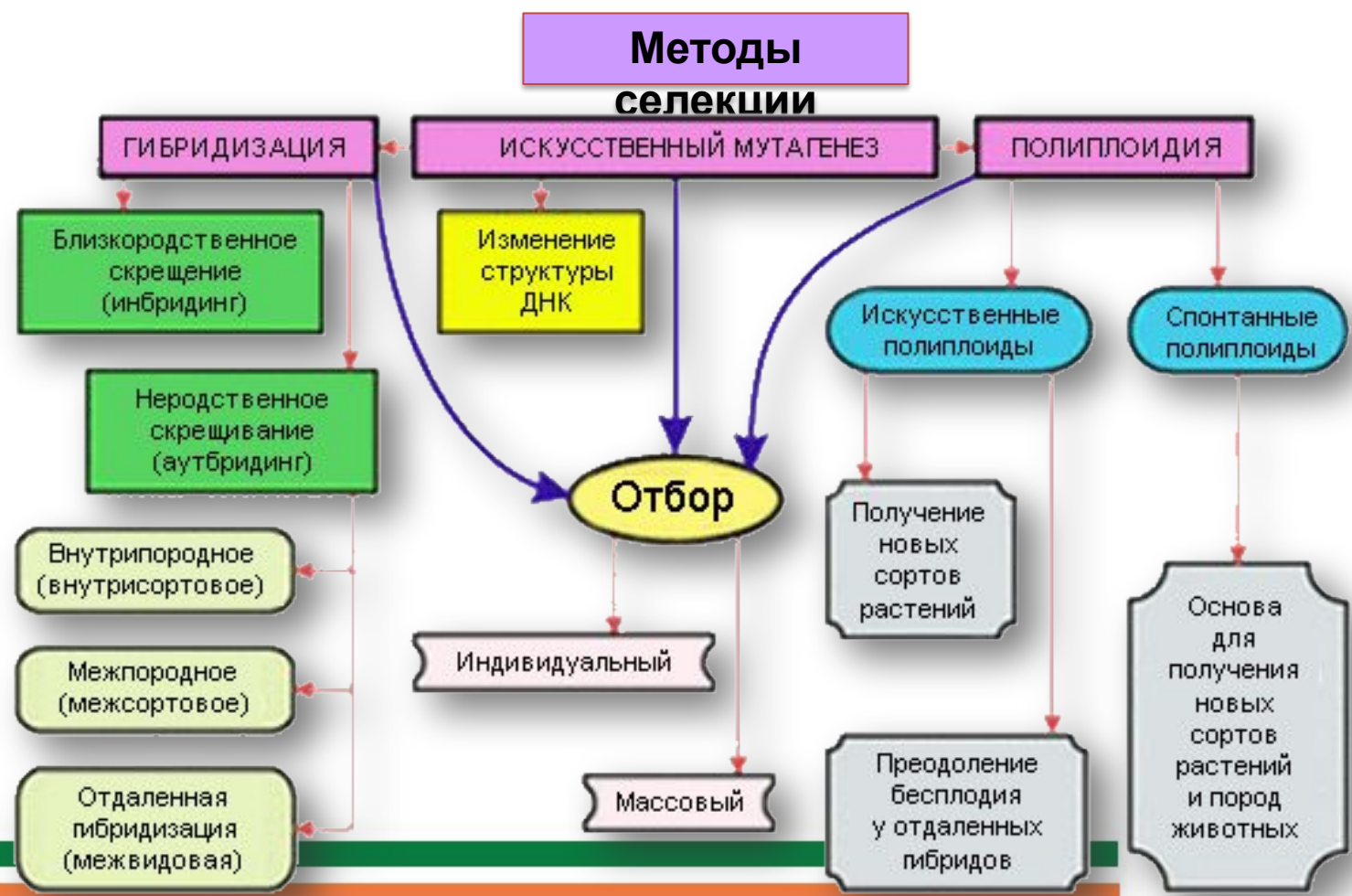
7. Полиплоидия.

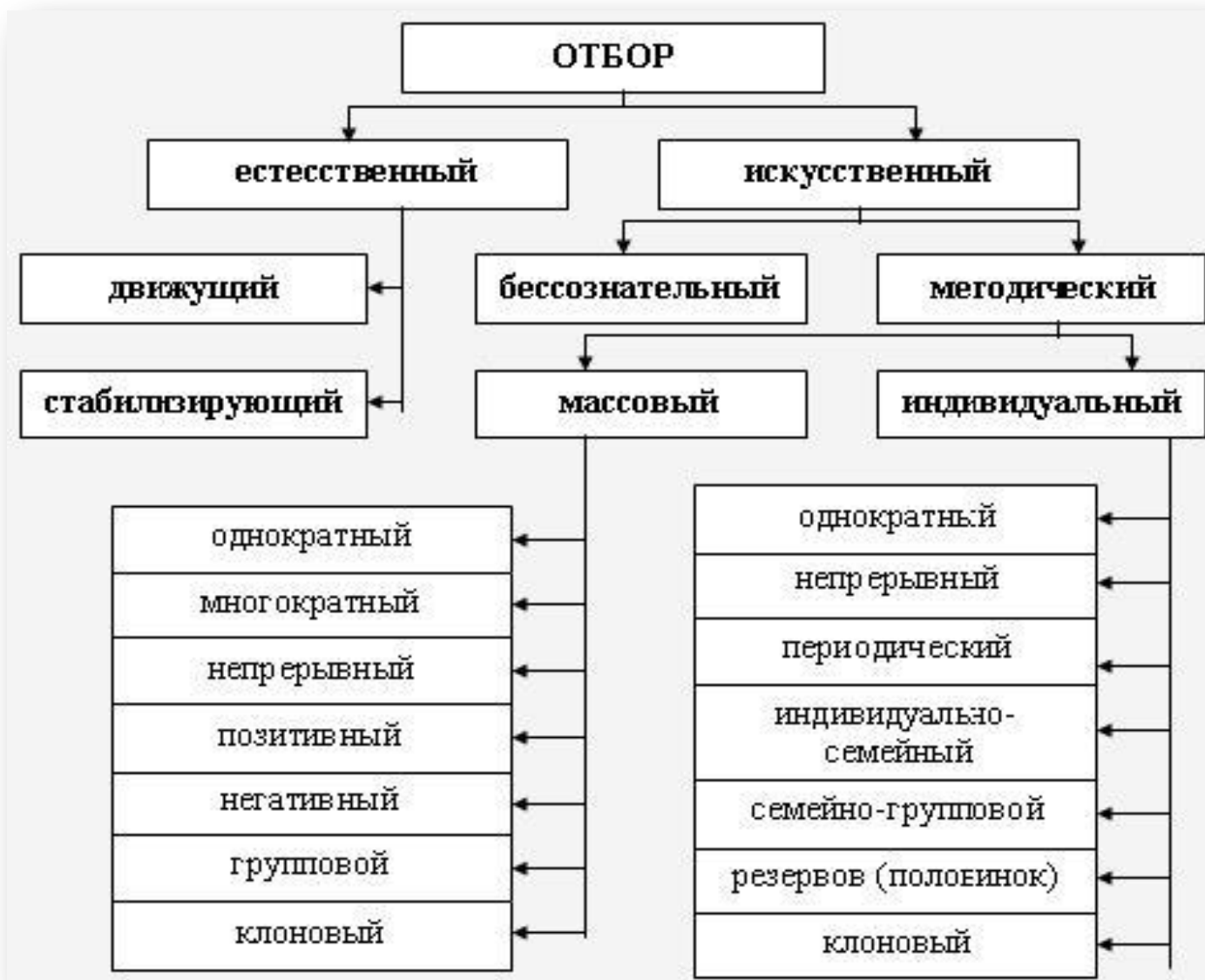
8. Индуцированный мутагенез



1. Методы селекции. Краткая характеристика

Селекция – наука о методах создания новых и улучшения существующих пород животных, сортов растений, штаммов микроорганизмов, с полезными для человека свойствами





2. Искусственный отбор



Искусственный отбор – выбор человеком наиболее ценных в хозяйственном или декоративном отношении особей животных и растений для получения от них потомства с желаемыми свойствами. один из основных методов селекции, который может использоваться как самостоятельно, так и в комбинации с другими методами.

Бессознательный. При этой форме отбора сохраняются лучшие экземпляры без постановки определенной цели

Методический – человек целенаправленно подходит к созданию новой породы или сорта, ставя перед собой определенные задачи.

Однократный – отбор в одном поколении.

Многократный – отбор в течение ряда поколений по одним и тем же признакам, пока не будет достигнуто значительное улучшение требуемого признака.



2. Искусственный отбор



Искусственный отбор

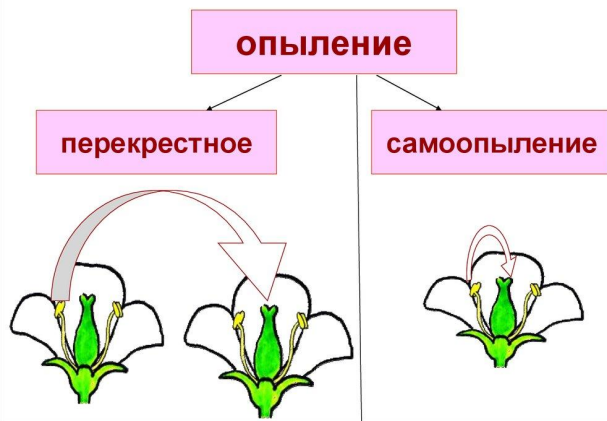
Индивидуальный отбор основан на оценке по потомству отобранных и индивидуально размножаемых лучших по устойчивости растений. Метод однократного индивидуального отбора в селекции самоопыляющихся растений предусматривает проведение его через все этапы селекционного процесса однажды отобранных элитных растений. Одной из разновидностей индивидуального отбора у перекрестноопыляющихся растений является индивидуально-семейственный отбор, при котором семена каждого элитного растения высеваются по семьям на отдельных изолированных площадках.

Массовый отбор – отбор при котором из исходной популяции сразу отбирается большое число особей, сходных по комплексу признаков. После тщательной браковки урожай этих растений объединяется и высевается на следующий год на одной делянке. Однократный массовый отбор может быть эффективен только у самоопылителей. У перекрестноопыляющихся растений необходимый эффект достигается лишь при многократных отборах. Путем массовых отборов на инфекционном фоне были выделены первые сорта подсолнечника, устойчивые к подсолнечниковой огневке и заразице.



3.1 Инбридинг

Инбридинг – скрещивание особей, находящихся между собой в близком родстве. Применительно к растениям скрещивание близкородственных форм называется **инцухт**. Инбридинг приводит к повышению уровня гомозиготности по многим генам



Большое число растений размножается путем самоопыления. К ним относятся важные сельскохозяйственные культуры – ячмень, пшеница, горох, фасоль, овес, рис, соя и др. Для них инбридинг – это естественный способ оплодотворения. И при этом их рост и развитие не только не угнетается, а наоборот, растения-самоопылители процветают.

Хотя у всех самоопыляющихся растений существует небольшой процент перекрестного опыления (например, у гороха и сои 0,5-1 %). Однако большинство растений являются перекрестноопыляющимися (из сельскохозяйственных культур – это кукуруза, рожь, капуста, плодовые культуры и др.). У таких растений инбридинг ведет к депрессии и вырождению.



3.1 Инбридинг

Снижение продуктивности и жизнеспособности организмов в результате инбридинга называют **инбредной депрессией**. Инбредная депрессия (инцухт-депрессия) сильно проявляется в первых поколениях и постепенно снижается в последующих. Этот процесс продолжается до тех пор, пока растения не достигнут **инбредного минимума**, т.е. такого состояния, когда депрессия достигла наивысшего выражения и дальнейшего снижения продуктивности и жизнеспособности особей в последующих поколениях не вызывает.

Инбридинг может быть как полезен, так и вреден. В процессе инбридинга депрессию вызывают аллели, понижающие жизнеспособность организмов – летальные, полуметальные, а также появление плохо приспособленных к конкретным условиям среды генотипов, которые в исходной аллогамной популяции возникают редко, а в случае их появления элиминируют. В гетерозиготном состоянии действие рецессивных аллелей подавляется доминантными.

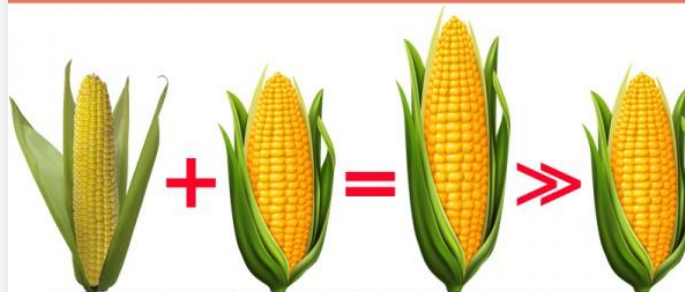
3. Гибридизация



3.1 Инбридинг

Инцухт-линии используются в селекции для получения гибридов с определенными свойствами. Немецкий ученый К. Рюмкер, применяя строгое самоопыление, выделил из обычных сортов зеленозерной ржи линии со светло-желтым, голубым и серым зерном. Тем же методом были выделены линии ржи, имеющие короткий крепкий неполегающий стебель, линии, устойчивые к грибным заболеваниям. Так у кукурузы при самоопылении можно получить линии, устойчивые к пузырчатой головне, которая уносит до 10 % урожая у нормальных растений.

ЭФФЕКТ ГЕТЕРОЗИСА



Признаки заметно проявляются в первом поколении, а потом от поколения к поколению исчезают.

Однако все попытки получить таким путем высокоурожайные культуры являются безуспешными. Следовательно, инбридинг не может служить самостоятельным методом селекции. Он приобретает ценность при скрещивании инбредных линий для получения эффекта гетерозиса.

Американский исследователь Г. Шелл в 1904 г. впервые использовал инбридинг у кукурузы для получения чистых линий и затем скрещивал их между собой для получения межлинейных гибридов, которые по урожайности превосходили исходные родительские формы.

3. Гибридизация



3.2 Аутбридинг

Аутбридинг — один из методов разведения, представляющий собой, в отличие от инбридинга, неродственное скрещивание.

Аутбридинг повышает уровень гетерозиготности потомства и гетерогенности популяции. При скрещивании неродственных особей, относящихся к разным линиям или популяциями, рецессивные аллели, несущие вредные мутации из гомозиготного состояния переходят в гетерозиготное. Благодаря этому гибриды первого поколения оказываются более жизнеспособными и плодовитыми, т.е. проявляют гетерозис. Это свойство применяется в селекции при объединении разных наследственных свойств в одном гибридном организме. Комбинируя различные признаки, можно получить исходный материал для создания новых сортов растений и пород животных.



3.3 Отдаленная гибридизация

Отдаленной гибридизацией называют скрещивание между организмами, относящимися к разным видам одного рода или к разным родам с целью создания форм и сортов, сочетающих в себе признаки и свойства разных видов и родов

Задачи

1. Передача полезных признаков и свойств от диких видов культурным.

Процесс, при котором небольшое количество зародышевой плазмы одного вида передается другому, называют **интрогрессией**. При этом осуществляют гибридизацию культурной формы с диким сородичем, а затем переопыляют нужную форму пыльцой полученного гибрида.

2. Получение желательных хозяйственно ценных признаков при скрещивании близкородственных видов, имеющих гомологичные хромосомы, способные вступать в кроссинговер. Данное явление нашло применение в селекции культур полиплоидного происхождения: овса, пшеницы, картофеля, риса, малины, земляники и других культур

3. Гибридизация



И.Г. Кельрейтер

Впервые успешные эксперименты по отдаленной гибридной селекции проводились И.Г. Кельрейтером в России с 1755 г

В 1760 г. был получен первый отдаленный гибрид между видами табака



И.В. Мичурин

Большой вклад в теорию и практику отдаленной гибридной селекции внес И.В. Мичурин, который с 1884 г. получил путем межвидовой и межродовой гибридной селекции множество сортов плодово-ягодных культур и впервые обосновал основные положения отдаленной гибридной селекции



3. Гибридизация



Г.Д.
Карпеченко

Г.Д. Карпеченко при гибридизации редьки и капусты получил плодовой гибриды и впервые в 1924 г. показал, как преодолеть бесплодие отдаленных гибридов



Н.В. Цицин

В 30-е годы XX века работы по отдаленной гибридизации проводились академиком Н.В. Цицином, в результате которых были осуществлены замещения хромосом культурных злаков (пшеницы, ржи, ячменя) на хромосомы диких видов, получена многолетняя пшеница (пшенично-пырейный гибрид) и многолетняя рожь

А.Р. Жебраком была выдвинута гипотеза о происхождении 42-хромосомных пшениц путем гибридизации 28- и 14-хромосомных видов с удвоением числа хромосом



3. Гибридизация



Примером межвидовой гибридизации могут служить скрещивания овса посевного ($2n = 42$) с овсом византийским и овсюгами ($2n = 42$), твердой пшеницы с двузернянкой и ветвистой ($2n = 28$), мягкой ($2n = 42$) и твердой ($2n = 28$), культурного картофеля ($2n = 42$) и диких видов ($2n = 24, 48$).

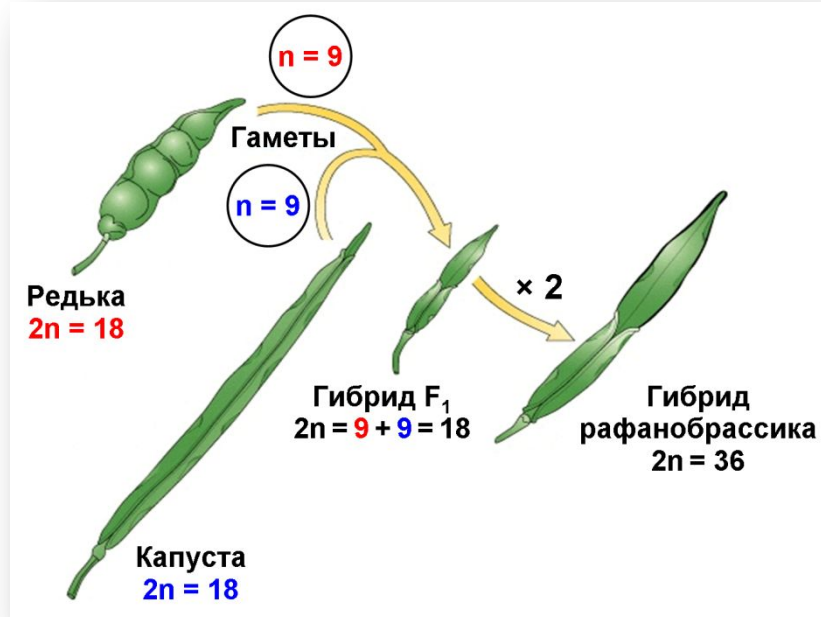


3. Гибридизация



Межродовая гибридизация – скрещивание пшеницы с рожью, пшеницы с пыреем, редьки и капусты и т.д.

Существует многовидовая гибридизация, когда в скрещивании последовательно участвуют три и более вида.



Так, сорт пшеницы Харьковская 46 создан при скрещивании ветвистой, двузернянки и твердой пшеницы, картофель сорта Детскосельский – гибридизацией тетраплоидных видов *S. tuberosum*, *S. andigenum* и *S. demissum*.



Методы отдаленной гибридизации

Конгруэнтные скрещивания (соответствующие, совпадающие)

Скрещивания близких видов, для которых характерно равенство хромосом и их гомология. Такие гибриды плодовиты и жизнеспособны. Например, гибридизация овса посевного с византийским и овсюгами, пшеницы твердой с ветвистой и двузернянкой, капусты кочанной с кормовой и кольраби

Инконгруэнтные скрещивания (несоответствующие)

Скрещивания видов с генетически неоднородными хромосомами, с разным их числом или с различными цитоплазмами.
В таких скрещиваниях растения стерильны или слабо фертильны. К этой группе относят скрещивания пшеницы с рожью, редьки с капустой, картофеля с томатом и т.д.

4. Причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов и методы их преодоления



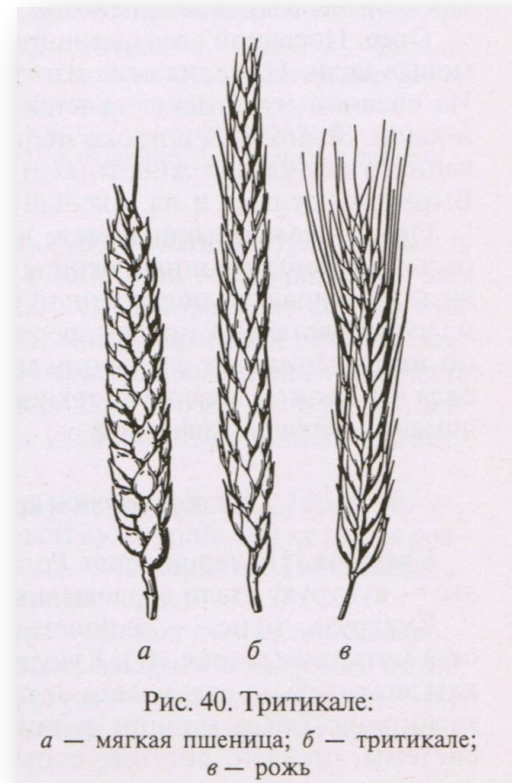
4. Причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов и методы их преодоления



Методы преодоления нескрещиваемости отдаленных гибридов

1. Применение реципрокных скрещиваний, что обуславливается неодинаковым прорастанием пыльцевых трубок в тканях пестика различных видов, а также разным уровнем ploидности эндосперма

Так, при получении гибридов редьки и капусты материнским растением является редька. Обратный гибрид получить никому не удалось. При получении тритикале в вариантах, где материнским растением была пшеница, а опылителем рожь, завязываемость гибридных семян составляла 60,5 %, в обратном скрещивании – 3,6 %.



2. Изменение уровня ploидности родителей. Перевод скрещиваемых видов на тетраploидный уровень способствует получению гибридных семян

4. Причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов и методы их преодоления



Методы преодоления нескрещиваемости отдаленных гибридов

3. Воздействие на исходные виды радиацией, химическими мутагенами, биологически активными веществами, стрессовыми условиями выращивания
4. Удаление рыльца пестика перед опылением, нанесение на рыльце биологически активных веществ
5. Извлечение оплодотворенных семяпочек и выращивание их на искусственных питательных средах. Успех данного метода во многом зависит от генетического соответствия зиготы и эндосперма. В случае несоответствия зигота не развивается
6. Гибридизация соматических клеток путем слияния протопластов



4. Причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов и методы их преодоления



И.В. Мичурин для повышения скрещиваемости видов применял следующие методы:

Метод предварительного вегетативного сближения

Метод заключается в прививке растений одного вида на растения другого. При сращивании тканей привитых растений может изменяться химический состав генеративных органов, в результате чего стимулируется прорастание пыльцевых трубок одного вида в тканях пестика другого.

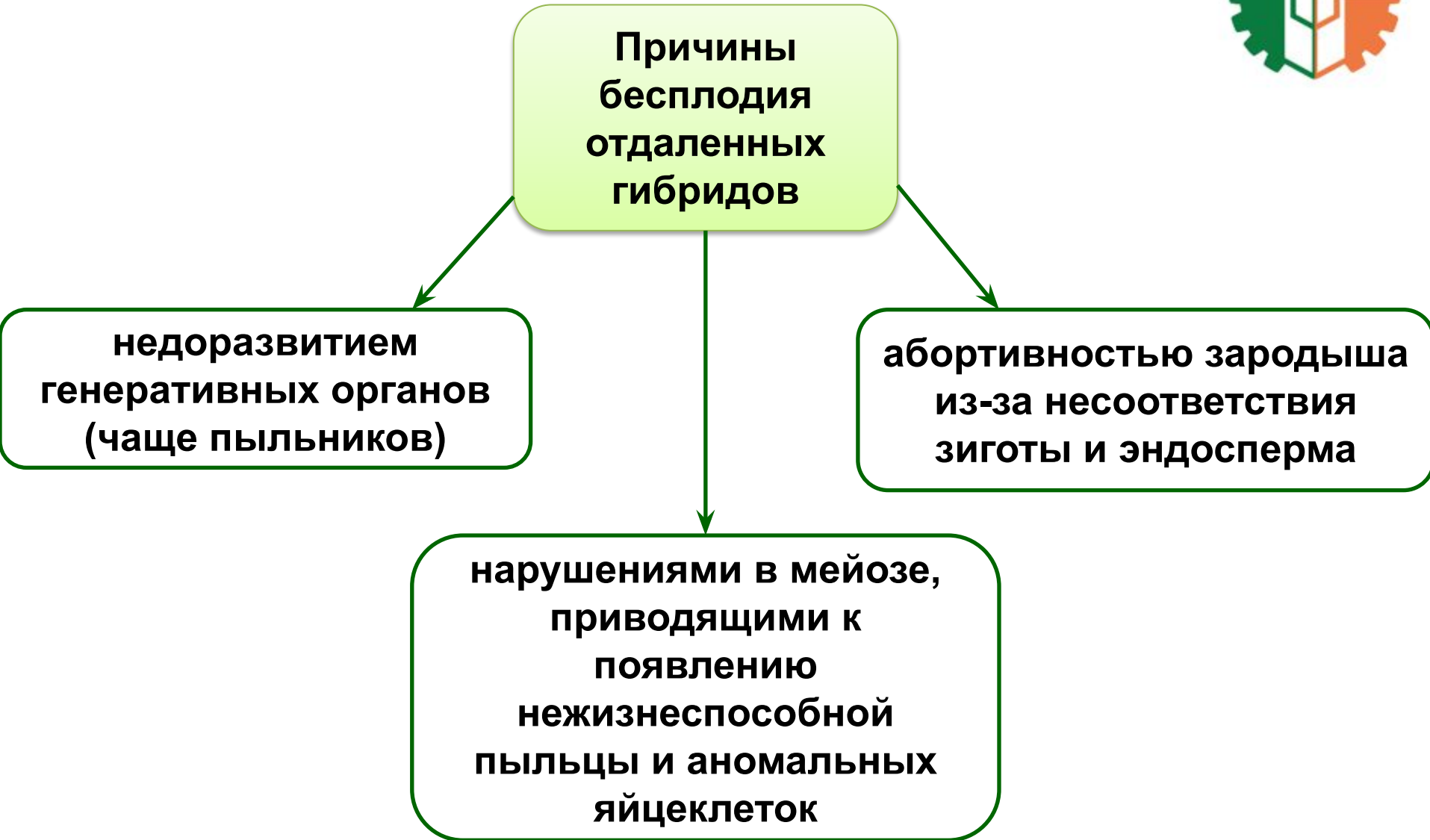
Метод посредника

Данный метод используют в случае, когда исходные виды не скрещиваются между собой, но скрещиваются с третьим видом. Получают гибриды с данным видом, а затем скрещивают эти гибриды между собой. Данный метод нашел применение в селекции картофеля, пшеницы, овса и других культур.

Опыление смесью пыльцы

Опыление смесью пыльцы. Смесь пыльцы разных видов и разновидностей может способствовать скрещиваемости видов, поскольку пыльцевые трубки с разными генотипами могут взаимно стимулировать рост, создавая в пестике условия, благоприятствующие росту пыльцевых трубок.

4. Причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов и методы их преодоления



4. Причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов и методы их преодоления



Нарушение микро- и макроспорогенеза

При скрещивании разнохромосомных видов у гибридов F_1 нарушается парность хромосом, в результате чего образуются нежизнеспособные гаметы

Так, например, при скрещивании мягкой ($2n = 42$) и твердой пшеницы ($2n = 28$) в соматических клетках гибридов будет 35 хромосом ($21 + 14$). В анафазе I мейоза бивалентные хромосомы расходятся в дочерние клетки поровну, в каждую по 14. Унивалентные 7 хромосом, оказавшись "лишними", будут случайно распределяться между клетками в разных количествах.

Образовавшиеся гаметы могут иметь разное число хромосом от 14 до 21. Большинство из них с избытком или недостатком хромосом по сравнению с числом, свойственным данному виду, оказываются нежизнеспособными, что и определяет высокую стерильность гибридов F_1



4. Причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов и методы их преодоления



Нарушение микро- и макроспорогенеза

Отсутствие или нарушение конъюгации хромосом у гибридов F_1 при равном их числе у скрещиваемых видов.

Непосредственными причинами нарушения конъюгации хромосом у отдаленных гибридов F_1 являются различные **хромосомные аберрации: инверсии, транслокации** и т.д., в результате которых у разных видов в процессе эволюции изменяется состав и порядок расположения генов в соответствующих хромосомах и нарушается их парность. Несмотря на парность и частичную гомологичность хромосом, они имеют большие структурные различия.

Конъюгация хромосом у таких гибридов хотя и происходит, но протекает неправильно с образованием большого числа поли- и унивалентов и как следствие этого – неравномерное распределение хромосом между дочерними клетками во время мейоза, образование маложизнеспособных гамет и стерильность большинства гибридов.

4. Причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов и методы их преодоления



Нарушение микро- и макроспорогенеза

Несовместимость хромосом одного вида с цитоплазмой другого вида

Хромосомы одного вида в цитоплазме другого из-за биохимического несоответствия могут утрачивать способность к нормальной репликации, вследствие чего подавляется митоз. Например, при скрещивании двух видов хлопчатника *Gossypium hirsutum* x *Gossypium raimondii*, оплодотворения не происходит, в обратной же комбинации, когда в качестве материнской формы берется *G. raimondii*, семена завязываются.

Несовместимость ядра и цитоплазмы при отдаленной гибридизации у некоторых растений (пшеница, табак и др.) приводит к возникновению цитоплазматической мужской стерильности.



4. Причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов и методы их преодоления

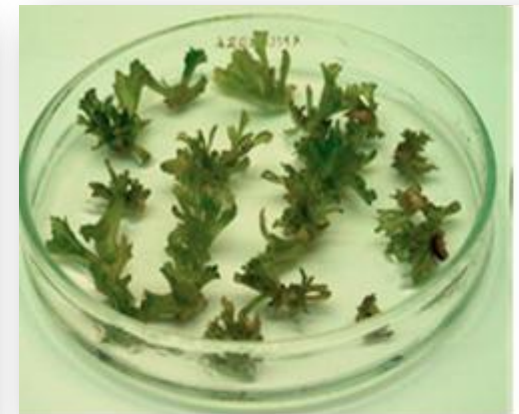
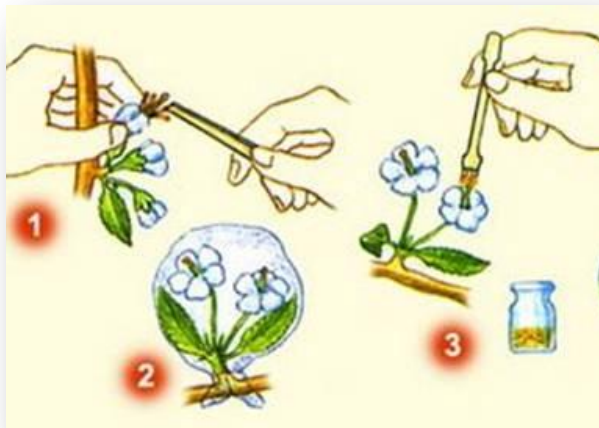


Методы преодоления стерильности гибридов первого поколения

Опыление пылью одной из родительских форм

Удвоение числа хромосом для получения амфидиплоидов со сбалансированным числом хромосом

Проращивание зародышей на искусственных питательных средах





Создание генетическим путем новых форм, не существующих в природе, называется **СИНТЕЗОМ ВИДОВ**



Тритикале –
гибрид ржи и
пшеницы



Перко – гибрид
сурепицы и китайской
капусты



Фестулолиум –
гибрид овсяницы
и райграса

А также:

Мали – гибрид рапса и кормовой капусты

Рапс репчатый – гибрид пекинской капусты и кочанной

Рапс головчатый – гибрид кочанной капусты и сурепицы

5. Синтез и ресинтез видов



Восстановление родословной существующих видов экспериментальным путем называется **ресинтезом видов**

Впервые возможность ресинтеза видов была показана А. Мюнтцингом в начале 30-х годов XX века при восстановлении родословной пикульника (*Galeopsis*). Известно несколько видов этого рода, и среди них *G. tetrahit* ($2n = 32$), *G. speciosa* ($2n = 16$), *G. pubescens* ($2n = 16$).

А. Мюнтцинг скрестил *G. speciosa* и *G. pubescens*, но гибриды F_1 между ними оказались почти бесплодными. В F_2 было лишь одно растение, которое оказалось триплоидом ($2n = 24$). Это растение повторно опылили пыльцой *G. pubescens*. Полученные семена дали нормально плодовитые растения, очень похожие на *G. tetrahit* и имеющие одинаковое с ним число хромосом. Этот искусственный аллополиплоид, легко скрещивающийся с естественным *G. tetrahit*, был назван *G. pseudotetrahit*.



Ресинтез проведен в роде пшениц, овса, табака, хлопчатника, сливы, земляники, полиплоидных видов рода капуст и других культур.



Отдаленная гибридизация половым путем не всегда удается. В этом случае можно применять **гибридизацию соматических клеток** или **парасексуальную гибридизацию**. Это основано на сходстве многих путей метаболизма и молекулярных структур у разных организмов и универсальности их клеточного строения

Технология соматической гибридизации

1

2

3

4

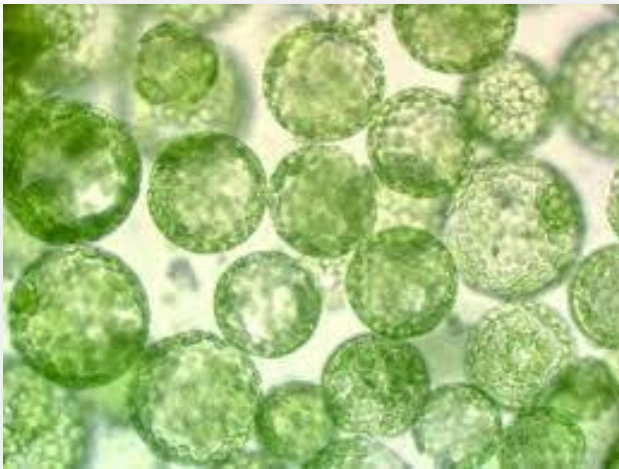
1. Подготовка клеток
 2. Активация клеток
 3. Слияние клеток
 4. Выращивание гибридов





Технология соматической гибридизации

Выделение протопластов проводят ферментативным путем, что позволяет удалить у клеток целлюлозную оболочку



Протопласты

Слияние протопластов происходит под действием вирусов и химических веществ. В настоящее время разработана методика электрослияния



6. Соматическая гибридизация

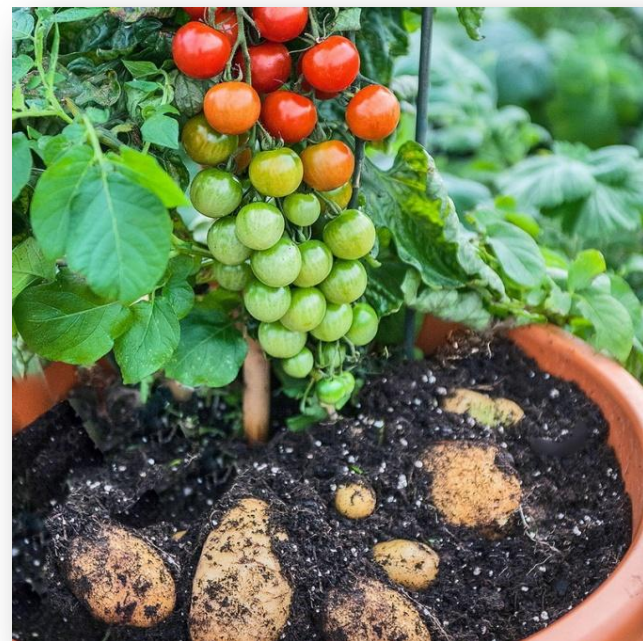


Селекция гибридных клеток и регенерация растений

Селекцию гибридных клеток и регенерацию растений проводят на искусственных питательных средах с добавлением соответствующих ферментов или фитотоксинов

В этом случае необходима механическая изоляция гибридных клеток. Для облегчения данной процедуры в 1978 г. был разработан метод микрокапельной культуры

Путем соматической гибридизации получены гибриды картофеля и томата, капусты и турнепса, арабидопсиса и турнепса, культурного и дикого картофеля и ряда декоративных растений



Отдаленные гибриды, полученные путем соматической гибридизации не всегда способны к нормальному морфогенезу и оказываются стерильными. Чем дальше отстоят в систематическом отношении скрещиваемые формы, тем больше усиливается стерильность

6. Соматическая гибридизация



Селекция гибридных клеток и регенерация у животных

Соматическую гибридизацию применяют для получения отдаленных гибридов у животных и человека для картирования генов

Первые гибридные клетки были получены при слиянии клеток разных линий мышей (внутривидовые гибриды). Межвидовые гибриды получены между клетками человека и мыши, мыши и хомячка, мыши и цыпленка

Клетки животных помещают на искусственные питательные среды, добавляют специфические химические вещества (например, полиэтиленгликоль) или инактивированные вирусы (например, вирус Сендай)

При этом происходит слияние плазматических мембран клеток и образуется клетка с двумя ядрами – **дикарион**

Далее ядра сливаются, образуется клетка с хромосомами обоих родителей – **синкарион**

Синкарионы переносят для пролиферации на селективные питательные среды. При первых делениях клетки происходит потеря хромосом одного из видов. Клеточная линия, хромосомы которой утрачиваются после слияния, называется **донорной**, другая – **реципиентной**



Возникновение полиплоидов

Первые шаги по экспериментальному получению полиплоидов были сделаны профессором Московского университета И.И. Герасимовым. В 1889 г. путем температурных воздействий он получил у водоросли спирогиры клетки с удвоенной массой ядерного вещества. Им же были апробированы для получения таких клеток хлороформ, эфир, хлоралгидрат.

В 1916 г. Г. Винклер, изучая прививки паслена на томат, обнаружил в местах соединения привоя и подвоя клетки с увеличенным набором хромосом. Ученый назвал это явление полиплоидией (от греч. poly – многократный и plooseidos – вид).

Интерес к полиплоидии еще больше возрос в 40-х годах XX в., когда американские исследователи А. Блексли и О. Эвери провели успешные опыты по обработке семян и растений колхицином с целью получения полиплоидов и разработали основные способы удвоения числа хромосом в клетках растений.



Классификация полиплоидов

Эуплоиды
(собственно полиплоиды) –
формы с
кратным
изменением
основного числа
хромосом

Анеуплоиды –
формы с
измененным
числом
хромосом,
некратным
гаплоидному

Ортоплоиды –
сбалансирован-
ные
 $2n$ – ди-,
 $4n$ -тетра-,
 $6n$ -гексаплоиды

Анортоплоиды –
несбалансиро-
ванные
 n - гаплоиды,
 $3n$ -триплоиды,
 $5n$ -пентаплоиды

Автополиплоиды
(автоплоиды)
получены
полиплоидизацией
набора хромосом
одного вида

Аллополиплоиды
(аллоплоиды)
получены
полиплоидизацией
наборов хромосом
гибрида разных видов

7. Полиплоидия



Способы возникновения полиплоидов

Митотическая полиплоидия

Для этого процесса характерно увеличение числа хромосом, кратное диплоидному набору зиготы
В случае митотической полиплоидии клетки будут полиплоидными только в той части организма, которая разовьется из исходной полиплоидной клетки

Мейотическая полиплоидия

Возникновение полиплоидных зигот вследствие слияния нередуцированных гамет, а также нередуцированных гамет с нормальными

Зиготическая полиплоидия

Полиплоидизация происходит при первом делении зиготы



Полиплоидные ряды

Основное число хромосом (X) – это наименьшее гаплоидное число в полиплоидном ряду

Увеличение основного числа хромосом в несколько раз ведет к появлению полиплоидного ряда внутри вида, рода или семейства

Наиболее часто полиплоиды встречаются у мхов, папоротников, покрытосеменных растений, особенно многолетних травянистых, в меньшей степени у однолетних и древесных. У голосеменных растений полиплоиды редки

В северных широтах и высокогорьях полиплоидных видов больше, чем в южных и на равнинах. По мнению В.В. Сахарова, почти половина важных культурных растений относится к полиплоидам



Полиплоидные ряды

Народная селекция, руководствуясь стремлением отобрать растения с крупными цветками, семенами, плодами, привела к тому, что самые распространенные культурные растения – полиплоиды

Например, род *Triticum* состоит из нескольких видов, которые разделяются на 3 группы по числу хромосом, свойствам и признакам.

Первая группа – это однозернянки *T. monosossum*, в соматических клетках которых содержится 14 хромосом.

Вторая группа – пшеницы твердая (*T. durum*), ветвистая (*T. turgidum*), польская (*T. polonicum*) и др. имеют 28 хромосом.

Третья группа – пшеницы компактная (*T. compactum*), мягкая (*T. aestivum*), спельта (*T. spelta*) и др. содержат 42 хромосомы. Если основное число хромосом у пшеницы равно 7 ($X=7$), то однозернянки – это диплоидные формы $2n$, вторая группа – тетраплоидные $4n$, третья – гексаплоидные $6n$





Полиплоидные ряды



Solanum tuberosum – 24,
36, 48, 60, 72 хр.
($X = 12$)



Род *Rosa* –
14, 21, 28, 35, 42, 56 хр.
($X = 7$)



Vicia –
1 ряд - 12 и 24 хр. $X = 6$,
2 ряд - 14 и 28 хр. $X = 7$



У одних видов льна основное число хромосом равно 9 (18 и 36-хромосомные), у других – 15 (30 и 60-хромосомные)

7. Полиплоидия



Полиплоидные ряды

**Короткий
(двучленный)**

кукуруза –
10,20

рис – 24,48



Длинный (многочленный)

кактусы $X = 11$
виды 22 – 264 -хромосомные



6. Полиплоидия



Автополиплоиды (автоплоиды) – организмы, возникающие на основе кратного увеличения основного числа хромосом одного и того же вида

Гаметы у диплоида $Aa \rightarrow A, a$

Возможные гаметы автотетраплоида $AAaa \rightarrow AA, aa, AAa, Aaa, Aa, A, a, AAaa$

При правильном расхождении хромосом у $AAaa$ образуются гаметы:
 $1AA : 4 Aa : 1aa$

При неправильном расхождении хромосом в отношении 3:1 (AAa и a, Aaa и A) или 4:0 ($AAaa$ и 0) возникают нежизнеспособные гаметы. Следовательно, нарушение гаметогенеза является причиной пониженной фертильности автотетраплоидов

7. Полиплоидия



Моногибридное расщепление в F_2 у автотетраплоида

	1 AA	4 Aa	1 aa
1 AA	1 AAAA	4 AAAa	1 AAaa
4 Aa	4 AAAa	16 AAaa	4 Aaaa
1 aa	1 AAaa	4 Aaaa	1 aaaa

В результате полного доминирования все особи, имеющие доминантный ген, фенотипически будут неразличимы и расщепление по фенотипу составит 35 : 1, где только одна часть особей будет полностью рецессивной

При любом увеличении числа хромосом вредные рецессивные гены прикрываются аллелеморфными генами и не могут проявиться

Полиплоиды часто теряют целые хромосомы или сегменты без фенотипического эффекта из-за того, что присутствуют другие хромосомы, несущие одинаковые гены. В результате этого генетический груз вредных мутаций у полиплоидов может быть значительно выше

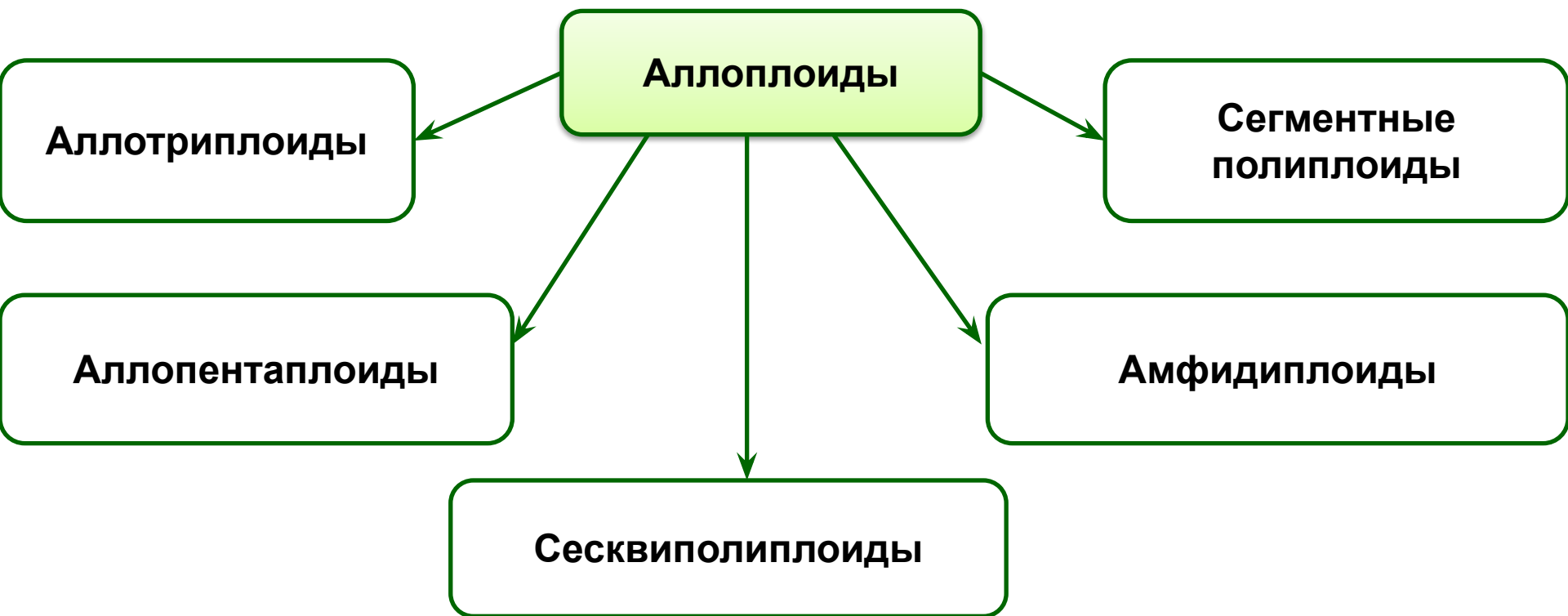
Из-за нарушений в прохождении мейоза у автополиплоидов в значительной степени возрастает стерильность гамет, особенно при образовании пыльцы

Изменения, происходящие в результате кратного увеличения числа хромосом, могут быть как полезными (увеличение размеров органов, содержания ценных веществ, повышение устойчивости к полеганию и др.), так и нежелательными (снижение плодовитости, позднеспелость, увеличение содержания воды в плодах, пониженная плодовитость и др.)

7. Полиплоидия



Аллополиплоиды (аллоплоиды) возникают при полиплоидизации наборов хромосом гибрида разных видов, т.е. аллоплоиды образуются на основе скрещивания различных видов и, следовательно, объединяют различные геномы



7. Полиплоидия



Амфидиплоиды – возникают в результате четного увеличения хромосомных наборов межвидового или межродового гибрида
($A \times B \rightarrow AB$ – амфигаплоид, $AABV$ – амфидиплоид = аллотетраплоид)

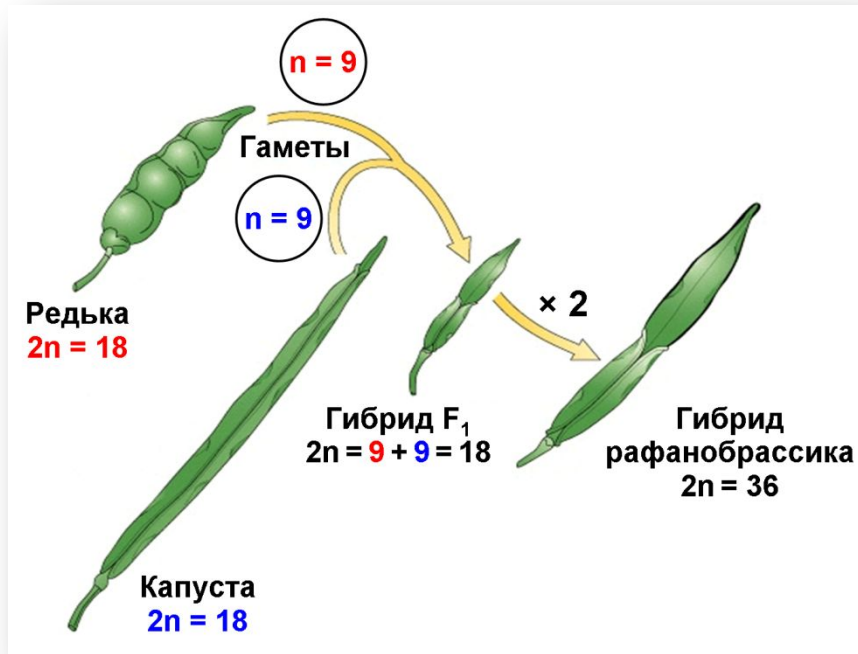
Аллотриплоиды – аллоплоиды, имеющие три гаплоидных набора хромосом от разных видов

Аллопентаплоиды – имеют пять гаплоидных наборов хромосом

Сесквиполиплоиды – отдаленные гибриды (аллоплоиды) с полуторным набором геномов разных видов (ABV , AAB)

Сегментные полиплоиды – аллоплоиды, содержащие геномы различных видов с гомологичными сегментами хромосом или целыми хромосомами

7. Полиплоидия



Raphanobrassica – межродовой гибриды редьки и капусты, получен Г.Д. Карпеченко 1924 г. $2n = 18$, где $n (R) = 9 + n (B) = 9$. Гаметы с числом хромосом от 0 до 18

При слиянии нередуцированных гамет ($18 + 18$) образуется фертильный амфидиплоид с кариотипом 36 хромосом ($18 R + 18 B$). Гаметы имеют 18 хромосом ($9 R + 9 B$), значит конъюгируют в мейозе



Схема получения Triticale

P1 ♀ *Triticum aestivum* x ♂ *Secale cereale*
(2n = 42) (2n = 14)

F1 (21 + 7 = 28) тетрагаплоид (X = 7)

обработка колхицином

Triticale октоплоид 2n = 56





Схема получения Triticale

P1 ♀ *Triticum durum* (2n = 28) × ♂ *Secale cereale* (2n = 14)
F1 (14 + 7 = 21) тетрагаплоид (X = 7)
обработка колхицином

Triticale гексаплоид 2n = 42



7. Полиплоидия



Анеуплоидия – это явление утраты или добавления к обычному набору одной или нескольких хромосом, а анеуплоиды – это организмы с увеличенным или уменьшенным, но не кратным гаплоидному числу хромосом

Моносомиики – анеуплоиды, у которых недостает одной хромосомы из пары гомологичных хромосом
($2n - 1$)

Нуллисомиики – анеуплоиды, у которых в диплоидном наборе недостает пары гомологичных хромосом
($2n - 2$)

Тетрасомиики – анеуплоиды, у которых полный набор увеличен на 2 хромосомы
($2n + 2$)

Трисомиики – анеуплоиды, у которых полный набор увеличен на 1 хромосому
($2n + 1$)



Гаплоид – организм, имеющий в соматических клетках гаметический (половинный) набор хромосом (n)

Гаплоиды обнаружены у 152 видов покрытосеменных растений, относящихся к 75 родам и 33 семействам. Они характеризуются уменьшенным размером клеток и органов

В фенотипе гаплоидов проявляются рецессивные гены, так как их не перекрывают доминантные аллели. Гаплоиды отличаются пониженной жизнеспособностью из-за влияния рецессивных генов, особенно у перекрестноопыляющихся культур

В фенотипе гаплоидов проявляются рецессивные гены, так как их не перекрывают доминантные аллели. Гаплоиды отличаются пониженной жизнеспособностью из-за влияния рецессивных генов, особенно у перекрестноопыляющихся культур



Значение гаплоидии

Путем удвоения числа хромосом у гаплоидов создают гомозиготные линии, на выведение которых у перекрестников затрачивается 7 и более лет

Гаплоиды применяют для создания серий анеуплоидов, в частности моносомиков

С помощью гаплоидов удается достичь хромосомной гомологии у аллополиплоидов при получении аллозамещенных гибридов. Данное явление используют при переносе в геном пшеницы генов эгилопса и других злаков

Гаплоидия у высших растений дает возможность глубже изучать их генетику и эволюцию. Гаплоидия может использоваться для определения геномного состава видов и уточнения их таксономического положения, изучения влияния дозы геномов в полиплоидных рядах



Методы получения гаплоидов

Межвидовое опыление (опыление чужеродной пыльцой)

Облучение семян, растений, пыльцы

Опыление недоразвитой пыльцой

Задержка опыления

Температурные воздействия

Применение химических веществ

Полиэмбриония (близнецовый метод)

Использование ядерно-цитоплазматической разнокачественности

Получение адроклинных гаплоидов из культурных пыльцевых клеток и пыльников



Индукцированный мутагенез – процесс возникновения наследственных изменений под влиянием специального воздействия факторов внешней и внутренней среды

Мутаген – фактор, вызывающий мутацию

Мутагены

Ультрафиолетовые лучи

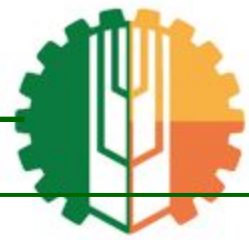
Рентгеновские лучи

Температура

Химические вещества



Контрольные вопросы



1. Дайте определение понятию "отдаленная гибридизация"
2. Каковы причины нескрещиваемости отдаленных видов?
3. Какие методы применяют для преодоления нескрещиваемости видов?
4. . Каковы причины бесплодия отдаленных гибридов и какие методы применяют для преодоления стерильности гибридов первого поколения?
5. Что называют синтезом и ресинтезом видов? Приведите примеры.
6. Назовите этапы соматической гибридизации и приведите примеры применения соматической гибридизации у растений и животных организмов
7. Что называют полиплоидией? Приведите классификацию полиплоидов.
8. Дайте определение понятию основное число хромосом.
9. Что называют полиплоидным рядом? Приведите примеры полиплоидных рядов.
10. Какие организмы называют автополиплоидными, аллополиплоидными, анеуплоидными, гаплоидными?



Пухальский В. А. Введение в генетику (краткий конспект лекций): учеб. пособие для студ. вузов агр. спец./ В. А. Пухальский. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 224 с.



Иванищев В.В. Основы генетики: учебник / В.В. Иванищев. – М. : РИОР : ИНФРА-М, 2017 – 207 с.

