

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ**  
**ФГБОУ ВО ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ**  
**АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.А. ЕЖЕВСКОГО**

**Агрономический факультет**

**Кафедра Земледелия и растениеводства**

**Методические указания**

**ОБЩАЯ ГЕНЕТИКА**



Молодежный 2021

Печатается по решению методической комиссии агрономического факультета ИрГАУ (протокол № 7 от 16.03.2021г.)

Составители: к.б.н. Абрамова И.Н.

Рецензент: к.б.н., доцент кафедры ботаники, плодововодства и ландшафтной архитектуры Половинкина С.В.

Абрамова И.Н. Общая генетика : методические указания / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского ; сост. И.Н. Абрамова. – Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2020. – 57 с. – Текст : электронный.

Методические указания включают в себя методические рекомендации по написанию и оформлению контрольной работы, контрольные вопросы, глоссарий.

Рекомендуется в качестве дополнительного материала при подготовке к текущей и промежуточной аттестации студентами направления подготовки 35.03.04. Агрономия очной, заочной и дистанционной форм обучения.

© Абрамова И.Н., 2021  
© Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского, 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Цели и задачи освоения дисциплины	5
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины и виды учебной работы	5
4. Содержание учебной дисциплины	6
5. Общие методические рекомендации	7
По изучению дисциплины	
6. Методические советы по изучению	9
Отдельных тем дисциплины и вопросы	
Для самостоятельной проверки знаний	
7. Задания и методические указания для	25
Выполнения контрольной работы.	
Типовые решения заданий	
8. Задание для выполнения контрольной работы	34
9. Вопросы для выполнения контрольной работы	36
Краткий словарь терминов (глоссарий)	44
Рекомендуемая литература	56

## ВВЕДЕНИЕ

Генетика наука о наследственности и изменчивости организмов. Как ведущая биологическая наука, генетика является не только важнейшей теоретической дисциплиной, но и наукой практической, которая серьезно влияет на современное развитие производительных сил общества, связанных с сельским хозяйством. Явления, которые она исследует, интересны и значимы для человека любой профессии. Знания генетики для специалиста высшей квалификации совершенно необходимо: это даст возможность познать методы управления наследственностью и изменчивостью для получения нужных человеку форм организмов и в целях управления их индивидуальным развитием.

Генетика является теоретической основой селекции, а сорта и гибриды на современном этапе развития сельскохозяйственного производства один из основных факторов интенсификации земледелия.

В основных направлениях развития сельского хозяйства обращается особое внимание на активизацию работ по использованию биотехнологии и генной инженерии в создании и внедрении в производство новых высокопродуктивных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур.

Студенты должны знать природу сорта (гибрида) и на ее основе разрабатывать сортовую агротехнику, комплекс мер по защите растений от болезней, вредителей и других неблагоприятных факторов. Использование генетических знаний и методов возрастает в охране окружающей среды, что очень важно в борьбе за здоровье человека. В окружающей нас среде происходит постоянное увеличение влияния мутагенных факторов радиации и различных химических веществ. Особенно большую опасность представляют химические вещества в связи с их повседневным действием через пищу, воду и воздух. Мутагены изменяют генетический материал человека (растений, животных), вызывая тяжелые наследственные болезни. Кроме того, они провоцируют появление форм, вредных для высших организмов. Возникают, например, новые формы вирусов, поражающих растения, животных и т. п. Следовательно, эволюция жизни на земле становится все больше зависимой от хозяйственной деятельности человека.

Чтобы познать механизм эволюционного процесса, научиться управлять индивидуальным развитием возделываемых растений, образованием полезных форм и устранением вредных, необходимо понять сущность наследственности, причины появления новых наследственных свойств у организмов и др., т. е. специалисту нужны глубокие знания генетики.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Формирование теоретических и практических основ знания по изучению законов наследственности и изменчивости растительных организмов с целью применения их в своей профессиональной деятельности с целью получения стабильных высоких урожаев с отличным качеством продукции.

Основные задачи освоения дисциплины:

- изучить закономерности передачи наследственной информации;
- освоить основные принципы аллельного и неаллельного взаимодействия генов;
- изучить основные типы и механизмы размножения организмов;
- изучить молекулярные основы наследственности;
- овладеть методикой передачи генов от одних организмов другим;
- освоить генетические методы создания исходного материала.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Общая генетика» находится в обязательной части Блока 1 учебного плана по направлению подготовки 35.03.04 Агрономия. Дисциплина изучается на 2 курсе.

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ:

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е. - 144 часов

**Заочная форма обучения:** Курс – 2, вид отчетности – экзамен

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц	Объем часов / зачетных единиц
	всего	2 курс
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>144/4</b>	<b>144/4</b>
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)</b>	<b>18</b>	<b>18</b>
в том числе:		
Лекции (Л)	8	8
Семинарские занятия (СЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	10	10
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
Курсовой проект (КП) <sup>1</sup>	-	-
Курсовая работа (КР) <sup>2</sup>	-	-

Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (Р)	-	-
Эссе (Э)	-	-
Контрольная работа	10	10
Самостоятельное изучение разделов	40	40
Самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	40	40
Подготовка и сдача экзамена <sup>2</sup>	<b>36</b>	<b>36</b>
Подготовка и сдача зачета	-	-

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

№ П/П	Раздел, тема, содержание дисциплины	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
			Лекции (Л)	Лабораторные работы (ЛР)	Самостоятельная работа (СР)	
1	2	3	4	6	7	8
1	<b>Раздел 1. Аллельное и неаллельное взаимодействие генов.</b> Н.И. Вавилов, Г. Мендель, Т. Морган и др. Вклад ученых в развитие генетики и воспитании будущих агрономов. Законы Менделя. Наследование признаков при внутривидовой гибридизации.	1	4	4	5	Контрольная работа
2	<b>Раздел 2. Цитологические основы наследственности.</b> Мейоз. Митоз. Двойное оплодотворение.	1	4	4	5	Контрольная работа
3	<b>Раздел 3. Закономерности наследования при внутривидовой гибридизации.</b> Закономерности наследования при внутривидовой гибридизации. Типы взаимодействия генов: комплементарное, эпистаз, полимерия. Трансгрессия.		4	4	5	Контрольная работа
4	<b>Раздел 4. Хромосомная теория наследственности.</b> Сцепленное наследование, полное, неполное					

	сцепление, кроссинговер, наследование признаков, сцепленных с полом.	1	4	4	5	Контрольная работа
5	<b>Раздел 5. Молекулярные основы наследственности.</b> Ген, строение гена, ДНК, РНК, генетический код, синтез белка.	1	4	4	6	Контрольная работа
6	<b>Раздел 6. Изменчивость.</b> Генотипная, модификационная, спонтанная, индуцированная. Изменчивость признаков при отдаленной гибридизации. Гетерозис.	1	4	4	6	Контрольная работа
7	<b>Раздел 7. Инбридинг и гетерозис.</b> Типы гетерозиса. Теории гетерозиса. ОКС, СКС. Проблема закрепления гетерозиса. Использование инцухта, гетерозиса и ЦМС для получения гибридных гетерозисных семян.	1	4	4	6	Контрольная работа
8	<b>Раздел 8. Биотехнология.</b> Генетическая инженерия, методы переноса генов, генетические основы индивидуального развития.	1	4	4	6	Контрольная работа
6	<b>Итого</b>		<b>32</b>	<b>32</b>	<b>44</b>	

## 5. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Студенты-заочники изучают общую генетику в том же объеме, что и студенты очного обучения, но в отличие от них, в основном, самостоятельно. Задача данных методических указаний состоит в том, чтобы оказать помощь студентам заочникам агрономических специальностей в самостоятельном изучении дисциплины в межсессионный период.

Студенты-заочники агрономических специальностей выполняют одну контрольную работу, а после прослушивания лекций по наиболее важным и сложным разделам курса и отработки лабораторно-практических занятий сдают экзамен.

В процессе самостоятельной работы студент заочник, руководствуясь

программой курса и данными методическими указаниями, обязан обстоятельно изучить основную литературу, а при необходимости и дополнительную. Приступая к изучению курса генетики, следует обратить внимание на сравнительно небольшой возраст науки, чрезвычайно быстрые темпы ее современного развития, на использование ею методов цитологии, математики, химии, физики и др., на ведущее место генетики среди биологических наук, на достижения и перспективы ее развития, не забывая о том, что она является теоретической базой селекции и семеноводства.

Как точная наука, общая генетика требует максимум усилий в ее изучении. Нельзя ограничиваться лишь простым чтением учебного материала, так как эффект понимания и запоминания его при таком способе очень мал. После прочтения очередного раздела необходимо его осмыслить, законспектировать основные положения, при необходимости сделать зарисовки, соответствующие надписи к ним, составить и тщательно проанализировать схемы скрещиваний и т. п., выписать незнакомые генетические термины и, пользуясь словарем, дать им исчерпывающие объяснения.

По каждой теме необходимо обращать внимание на основные, узловые вопросы, без понимания которых невозможно прочное усвоение учебного материала и использование полученных знаний в решении практических задач. Для самоконтроля степени усвоения изученного материала рекомендуется ответить на вопросы, помещенные в конце каждой темы методических указаний.

Для успешного выполнения контрольной работы в методических указаниях приведены примеры решения задач по генетическому анализу. Аналогичные задачи включены в задания для контрольной работы.



## **6. МЕТОДИЧЕСКИЕ СОВЕТЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ**

### **Тема 1. Цитологические основы наследственности**

Наследственность - неотъемлемое свойство всех организмов передавать при размножении свои признаки и особенности развития потомству. Следует четко уяснить, что при бесполом и половом размножении единицей развития является клетка, в которой заключена вся генетическая информация, определяющая развитие любого признака и всего организма. В связи с этим необходимо знать особенности строения клетки у прокариотов и эукариотов, функции органоидов клетки, их роль в ее жизнедеятельности и передаче наследственной информации последующим поколениям. Особое внимание следует уделить хромосомам, как основным носителям генетической информации.

Все виды растений и животных в своих соматических клетках содержат строго определенный и постоянный набор хромосом, который получил название кариотипа. Необходимо четко уяснить понятие о кариотипе, гомологичности хромосом, диплоидном числе хромосом в соматических клетках.

Постоянство числа хромосом в соматических клетках обеспечивается в процессе митотического деления. Изучая митоз, следует усвоить особенности поведения хромосом в каждой фазе - в профазе, метафазе, анафазе, телофазе. При этом необходимо выяснить роль отдельных периодов интерфазы ( $C_1$ ,  $S$ ,  $C_2$ ) в подготовке клетки к делению, обратив особое внимание на период  $S$  (синтетический), в котором происходит репликация молекулы ДНК. Благодаря этому в постсинтетический период каждая хромосома, вступающая в митоз, состоит из двух хроматид. Уясните значение этого процесса.

Изучая мейоз, протекающий в клетках генеративных органов (пестиков и пыльников), особое внимание следует обратить на то, что он включает в себя два деления: I - редукционное, II - эквационное. Оба деления состоят из таких же фаз, как и митоз, однако по содержанию значительно различаются, особенно профазы I. В связи с этим следует обратить особое внимание на такие явления, как конъюгацию гомологичных хромосом, образование бивалентов, хиазм, обмен гомологичными участками (кроссинговер). Результатом I деления является уменьшение числа хромосом в два раза ( $2n$ ). Следует обратить внимание и на деление II, протекающее точно по типу митоза.

В результате 2-х делений мейоза образуются споры: макроспоры в пестиках и микроспоры в пыльниках. Процесс образования половых клеток (гамет), называемый гаметогенезом, протекает в микро и в макроспорах путем дальнейших митотических делений. Уясните сходство и различие в гаметогенезе у растений и животных.

Необходимо четко представлять отличия мейоза от митоза и их генетическое значение. Без этого невозможно понять, как осуществляется преемственность между поколениями организмов и как возникает наследственная

изменчивость.

В процессе оплодотворения происходит слияние мужской и женской половых клеток, благодаря чему число хромосом в зиготе становится равным  $2n$ . Следует обратить особое внимание на биологическую сущность двойного оплодотворения, открытого Навашиным.

### **Вопросы для самопроверки**

1. Строение клетки и функции ее органоидов.
2. Митотический цикл, характеристика его периодов.
3. Митоз, его фазы, биологическое значение.
4. Амитоз, эндомиоз, политения.
5. Мейоз, I и II деления.
6. Генетическое значение мейоза.
7. Отличия мейоза от митоза. Гаметогенез у растений и животных.
9. Двойное оплодотворение, его биологическая сущность, природа ксенииности.

## **Тема 2. Молекулярные основы наследственности**

Приступая к изучению этого важного раздела генетики, следует обратить внимание на то, что хромосомы состоят из ДНК и белка. Необходимо изучить доказательства ведущей роли ДНК в хранении и передаче генетической информации. Особое внимание следует обратить на явления трансформации и трансдукции.

Строение ДНК долго оставалось невыясненным. В 1953 г. Уотсон и Крик предложили модель пространственной организации молекулы ДНК, в которой объединены две полинуклеотидные цепочки в виде двойной спирали. Необходимо изучить структуру ДНК. Следует четко уяснить, что нити ДНК комплементарны.

В реализации наследственной информации большая роль принадлежит рибонуклеиновой кислоте - РНК, которая в отличие от ДНК имеет одну полинуклеотидную цепочку. Изучая структуру и химический состав нуклеиновых кислот, обратите внимание на то, что они состоят из мономеров - нуклеотидов. В состав каждого нуклеотида входит фосфат (остаток фосфорной кислоты), сахар (дезоксирибоза или рибоза) и одно из азотистых оснований (А, Г, Ц, Т или У). Уясните различия в химическом составе ДНК и РНК. Изучите виды РНК и их функции.

Необходимо четко усвоить правило Чаргаффа, согласно которому в молекулах ДНК (независимо от происхождения) сумма пуриновых оснований равна сумме пиримидиновых, т. е.  $\frac{A+G}{T+C} = 1$ . Следовательно, количество нуклеотидов, входящих в состав ДНК разных видов, в соответствии с правилом Чаргаффа определяется коэффициентом специфичности:  $\frac{A+T}{G+C}$

Особое внимание обратите на уникальное свойство ДНК - способность к самоудвоению (репликации), что происходит в интерфазе (в S-периоде).

Изучите механизм репликации ДНК.

Все разнообразие организмов сводится к различиям в структурном и количественном составе их белков. Информация о структуре специфических белков закодирована в ДНК. Необходимо четко уяснить сущность генетического кода, изучить его основные свойства (триплетный, вырожденный, универсальный, неперекрывающийся, без разделительных знаков) .

В расшифровке генетического кода большое значение имели работы Крика, Ниренберга, Очоа, Корнберга. Познакомьтесь с опытами этих ученых.

Переходя к изучению вопроса о реализации генетической информации в процессе синтеза белка в клетке, следует иметь в виду, что генетическая информация о строении белка находится в ядре, а сам синтез происходит в цитоплазме. Посредником здесь служит и-РНК. Необходимо четко уяснить, как осуществляется транскрипция перенос информации с ДНК на РНК у прокариотов и эукариотов. Объясните суть процесса сплайсинга.

И-РНК из ядра поступает в цитоплазму к рибосомам, где становится матрицей в построении белковой молекулы. Перевод генетической информации, с и-РНК на синтез белка называется трансляцией. Изучите схему белкового синтеза и четко уясните, как осуществляется его регуляция.

После освоения основных вопросов молекулярной генетики следует сформулировать понятие гена, исходя из современных представлений о его тонком строении. Важно обратить внимание на то, что представление о гене, как о последней, неделимой единице наследственности, выдвинутое Морганом, было ошибочным. Познакомьтесь с работами Серебровского, Дубинина, Бензера и др. доказавших, что возможны мутации, рекомбинации внутри гена и что единицей этих процессов является пара комплектарных нуклеотидов.

Актуальным вопросом современного этапа развития молекулярной генетики является «генная инженерия». Изучите проблемы генной инженерии: методы выделения и синтеза генов, перенос генов из одних объектов в другие, т. е. создание живых организмов с новыми, заранее запрограммированными свойствами. Уясните значение «генной инженерии» в селекции растений (животных), микроорганизмов и др.

Для закрепления знаний по молекулярной генетике проанализируйте решение задачи на с. 22-24 методических указаний.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Косвенные доказательства генетической роли ДНК.
2. Трансформация и трансдукция - прямые доказательства ведущей роли нуклеиновых кислот в явлениях наследственности.
3. Структура ДНК, модель Уотсона и Крика.
4. Видовая специфичность ДНК.
5. Схема репликации ДНК, опыты Коринберга.
6. Строение, виды и функции РНК.
7. Транскрипция и трансляция, понятие об экзонах, интронах, сплайсинге.
8. Генетический код.

9. Регуляция белкового синтеза.
10. Современные представления о гене.
11. Методы искусственного синтеза и выделения генов. Примеры включения новых генов в геномы прокариотов.
12. Значение генной инженерии в практической деятельности человека.

### **Тема 3. Закономерности наследования при внутривидовой гибридизации**

Приступая к изучению этого раздела, следует иметь в виду, что внутривидовая гибридизация - один из основных методов селекции. Познание закономерностей наследования при гибридизации имеет очень важное практическое значение: селекционеры заранее могут предвидеть возможность получения желаемого потомства при соответствующем подборе родительских форм.

Основные закономерности наследования признаков были установлены Г. Менделем при помощи разработанного им метода гибридологического анализа.

Необходимо обратить особое внимание на особенности этого метода:

1. Изучение характера наследования отдельно по каждой паре признаков.
2. Количественный учет растений, различающихся по изучаемой паре альтернативных признаков.
3. Индивидуальный анализ потомства растений в течение нескольких поколений.

Менделю принадлежит гениальная мысль, что признаки живых существ определяются наследственными факторами, впоследствии названными генами, которые передаются половыми клетками следующим поколениям. Важно уяснить, что всевозможные комбинации генов при скрещивании обуславливают изменчивость организмов.

В зависимости от проявления признаков Г. Мендель подразделял наследственные факторы (гены) на доминантные и рецессивные и ввел для них буквенные обозначения - заглавные и строчные соответственно.

Необходимо четко уяснить, что у каждого организма эти гены парные, т. к. один происходит от матери, а второй от - отца. Таким образом, каждая половая клетка гамета несет только один доминантный или рецессивный ген, а зигота, полученная от слияния гамет родителей, содержит два гена каждого признака. В связи с этим следует различать такие понятия, как гомозиготность и гетерозиготность, генотип и фенотип, иметь четкое представление об аллельных генах.

Если в соматических клетках организма содержатся одинаковые аллельные гены (АА, аа, ААВВ), то они называются гомозиготными, если разные (Аа, АаВв) - гетерозиготными.

Чтобы уяснить разницу между генотипом и фенотипом, необходимо рассмотреть наследование окраски цветка у гороха. Обозначим доминантный ген пурпурной окраски - А, рецессивный ген белой окраски - а. Тогда гомозиготные растения с пурпурными цветками будут иметь аллели АА, с белыми - аа. Если эти растения скрестить между собой, то схема скрещивания бу-

дет иметь следующий вид:

$$\begin{array}{l} P \quad \text{♀} \quad AA \times \text{♂} \quad aa \\ \text{гаметы:} \quad (A) \quad (a) \end{array}$$
$$F_1 \quad Aa$$

Все гибриды  $F_1 - Aa$  будут иметь такую же пурпурную окраску цветков, как и материнские растения  $AA$ , но по совокупности генов отличаться:  $AA$  и  $Aa$ . Следовательно, генотип совокупность всех генов, фенотип - совокупность признаков и свойств организма, сформировавшихся на основе генотипа.

Следует изучить различные типы скрещиваний: реципроктные (взаимные), возвратные (беккроссы), анализирующие.

На примере моногибридного и дигибридного скрещиваний, с детальным анализом гибридного потомства при помощи решетки Пеннета необходимо четко усвоить основные закономерности наследования признаков, установленные Менделем: доминирования или единообразия гибридов  $F_1$  расщепления гибридов  $F_2$ , закон чистоты гамет, независимого комбинирования генов.

Закономерности наследования признаков полностью согласуются с поведением хромосом в мейозе и при оплодотворении: конъюгацией гомологичных хромосом, редукцией числа хромосом, случайным распределением гомологичных хромосом в гаметы и воссоединением их в процессе оплодотворения. Поэтому необходимо рассмотреть и уяснить цитологические основы образования гамет и оплодотворения, установить зависимость характера наследования признаков от поведения хромосом при образовании гамет и зигот.

Одновременно с этим тщательно проанализируйте примеры решения задач по моно и дигибриднему скрещиванию на с. 24-27 методических указаний.

Закономерности, установленные Менделем, были впоследствии подтверждены многими исследователями. Они справедливы при соблюдении следующих условий:

1. Пара аллельных генов определяет развитие одной пары признаков.
2. Разные гены локализованы в разных парах гомологичных хромосом и могут комбинироваться случайно, независимо.

Вместе с тем некоторые признаки развиваются под влиянием нескольких пар неаллельных генов, которые взаимодействуют друг с другом. При изучении вопроса о неаллельном взаимодействии генов (комплементарность, эпистаз, полимерия) следует отметить, что эти случаи отклонения от менделевского расщепления не противоречат его закономерностям. Наоборот, эти отклонения могут быть поняты только с позиций закона чистоты гамет и свободного комбинирования неаллельных генов. Здесь изменяется не характер наследования генов, а характер расщепления гибридов по фенотипу.

Внимательно разберите примеры наследования признаков: при ком-

плементарном взаимодействии генов расщепление по фенотипу - 9:7; 9:6:1; 9:4:3; эпистазе - 12:3:1; 13:3; полимерии - 15:1.

Во всех этих скрещиваниях взаимодействуют две пары генов, но в отличие от типичного дигибридного скрещивания они действуют на один признак. Для эпистаза принята символика  $A > B$ , сравните ее с аллельным взаимодействием при доминировании  $A > a$ .

Полимерные гены принято обозначать одной буквой латинского алфавита с соответствующим индексом, например:  $A_1A_1A_2A_2$  или  $a_1a_1a_2a_2$  и т. д. Примером полимерии может быть окраска зерна у пшеницы.

При наследовании некоторых признаков наблюдается плейотропия, когда один ген обуславливает проявление нескольких признаков. Например, у гороха ген  $A$  обуславливает пурпурную окраску цветков, темную окраску семян, антоциановую окраску в пазухе листа.

### ***Вопросы для самопроверки***

1. Особенности метода гибридологического анализа.
2. Правило доминирования и единообразия гибридов  $F_1$
3. Расщепление гибридов  $F_2$  при моногибридном скрещивании.
4. Закон чистоты гамет.
5. Расщепление гибридов  $F_2$  при дигибридном скрещивании.
6. Закон независимого комбинирования признаков.
7. Цитологические основы моно и дигибридного скрещивания.
8. Типы взаимодействия неаллельных генов.
9. Комплементарность.
10. Эпистаз.
11. Полимерия.
12. Трансгрессии.
13. Гены модификаторы.
14. Плейотропное действие гена.

### **Тема 4. Хромосомная теория наследственности**

Чтобы материализовать Менделевские наследственные факторы, потребовались годы исследований. В связи с этим следует обратить внимание на основные предпосылки и доказательства ведущей роли хромосом в наследственности. Важно уяснить суть цитологических исследований по хромосомному определению пола. Однако эти исследования прямо не доказывали, что гены локализованы в хромосомах. Прямым научным доказательством послужили генетические опыты Моргана по изучению наследования признака, сцепленного с полом (окраска глаз у дрозофилы). Следует четко уяснить, что такое признаки, сцепленные с полом, ограниченные полом и зависящие от пола, а также их наследование и практическое использование.

Особое внимание необходимо обратить на то, что принцип независимого наследования и комбинирования признаков (по Менделю) осуществляется только в том случае, если гены, определяющие эти признаки, находятся в разных хромосомах. Однако если исходить из того, что каждый признак организма определяется геном, то генов должно быть бесконечно много. Число же хромосом ограничено и поэтому не все гены могут комбиниро-

ваться в соответствии с законами Менделя. С таким явлением впервые столкнулись в 1907 г. Бетсон и Пеннет при изучении наследования окраски цветков и формы пыльца у душистого горошка. Чем отличалось наблюдаемое ими расщепление по фенотипу и генотипу в F<sub>2</sub> от расщепления при независимом комбинировании признаков?

Научное объяснение этому противоречию было дано в опытах Моргана при изучении так называемого сцепленного наследования. Чтобы уяснить различия в расщеплении по двум (и более) парам признаков при независимом и сцепленном наследовании, записи в скрещиваниях принято производить так:

1) При независимом наследовании по Менделю, когда гены локализованы в разных хромосомах:

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀} \quad \frac{A}{B} \quad || \quad \frac{A}{B} \quad \times \quad \text{♂} \quad \frac{a}{b} \quad || \quad \frac{a}{b} \\
 \text{гаметы} \quad \underline{AB} \quad \quad \quad \underline{ab} \\
 F_1 \quad \frac{A}{B} \quad || \quad \frac{a}{b}
 \end{array}$$

2) При сцепленном наследовании, когда гены локализованы в одной хромосоме:

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀} \quad \frac{A}{B} \quad || \quad \frac{A}{B} \quad \times \quad \text{♂} \quad \frac{a}{b} \quad || \quad \frac{a}{b} \\
 \text{гаметы} \quad \underline{AB} \quad \quad \quad \underline{ab} \\
 F_1 \quad \frac{A}{B} \quad || \quad \frac{a}{b}
 \end{array}$$

С учетом указанной символики проанализируйте отклонения в расщеплении гибридов F<sub>2</sub> в опыте Бетсона и Пеннета.

При этом важно усвоить, что гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются совместно и образуют группу сцепления. Совпадение числа групп сцепления с числом пар гомологичных хромосом подтверждает, что местом нахождения генов (наследственных факторов) являются хромосомы.

Необходимо иметь четкое представление о том, что сцепление почти никогда не бывает полным из-за процесса кроссинговера, протекающего в мейозе. Следует уяснить суть кроссинговера как дополнительного механизма рекомбинации генов, когда в профазе мейоза гомологичные хромосомы взаимно притягиваются, и между ними осуществляется обмен одинаковыми участками (перекрест хромосом). В результате в процессе мейоза образуется не два типа гамет, а добавляются гаметы с хромосомами, в которых произошел кроссинговер (кроссоверные). Например, родительская особь  $\frac{A}{B} \frac{a}{b}$  при полном сцеплении (кроссинговер отсутствует) образует гаметы (AB) и (ab) отношении 1:1. При кроссинговере к указанным гаметам в меньшем количестве добавляются новые- (aB) и (Ab), так как гены A и B

оказались в разных хромосомах  $\frac{a}{B} \mid \mid \frac{A}{b}$ . Число кроссоверных гамет зависит от расстояния между генами А и В; чем дальше в хромосоме расположены гены А и В, тем чаще происходит кроссинговер, тем больше образуется кроссоверных гамет (особей).

За единицу измерения расстояния между изучаемыми генами принят один процент кроссинговера (морганида). Процент кроссинговера определяют при анализирующем скрещивании:

Величина кроссинговера (в %):

$$\frac{a + b}{n} \times 100\% ,$$

где а - число кроссоверных особей одного типа;

в - число кроссоверных особей другого типа;

n - общее количество особей анализирующего скрещивания.

Внимательно рассмотрите соответствующие рисунки учебника и решите задачи на с. 27-30 методических указаний.

Изучите доказательства линейного расположения генов в хромосомах. Раскройте значение генетических и цитологических карт для генетиков и селекционеров.

Заканчивая изучение этого раздела, следует сформулировать основные положения хромосомной теории наследственности.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Типы хромосомного определения пола. Наследование признаков, сцепленных с полом.
2. Наследование при нерасхождении половых хромосом.
3. Сцепленное наследование, число групп сцепления.
4. Кроссинговер, цитологическое доказательство кроссинговера
5. Частота кроссинговера.
6. Роль кроссинговера, рекомбинации генов в эволюции и селекции.
7. Линейное расположение генов.
8. Генетические и цитологические карты хромосом, их значение.
10. Основные положения хромосомной теории наследственности.

#### **Тема 5. Цитоплазматическая наследственность**

Приступая к изучению этой темы, особое внимание следует обратить на генетический (наследственный) материал клетки, который сосредоточен главным образом в хромосомах.

Однако еще в 1908 - 1909 немецкие ученые Корренс и Бауэр установили, что пестролистность у растений ночной красавицы и львиного зева наследуется через цитоплазму. Суть этого явления сводится к тому, что результаты реципрокных скрещиваний по некоторым признакам различны и чаще всего наследование их идет по материнской линии. Так как у высших растений (и животных) цитоплазма зиготы происходит в основном от жен-



ской гаметы (яйцеклетки), то объяснение материнской наследственности состояло в том, что очевидно, некоторые наследственные факторы находятся не в ядре, а в цитоплазме.

В наше время это подтверждено с помощью биохимических и электронномикроскопических исследований, благодаря которым в органоидах цитоплазмы (пластидах, митохондриях) обнаружены и выделены ДНК, все виды РНК, рибосомы, все ферменты и факторы репликации, транскрипции и трансляции генетической информации, т. е. условия для генетической и физической непрерывности этих органоидов. Последнее является прямым доказательством того, что цитоплазма обладает свойством передачи некоторых признаков потомству

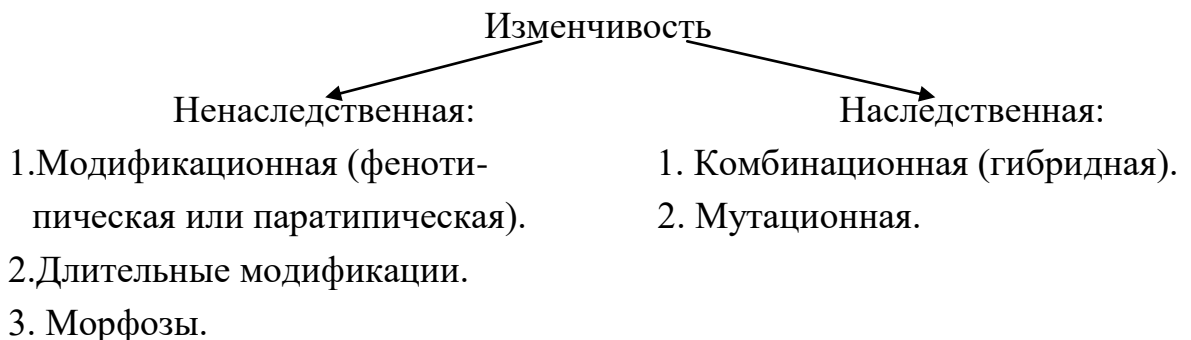
В связи с этим важно уяснить генетическую природу пластидной наследственности и цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС), роль генов и плазмогенов в их наследовании. Особое внимание следует обратить на практическое использование явлений ЦМС в реализации эффекта гетерозиса у кукурузы, сорго, риса, овощных и других сельскохозяйственных культур.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Открытие цитоплазматической наследственности и ее отличие от ядерной.
2. Схема генетического материала клетки (по Джинксу).
3. Пластидная наследственность, ядерная и цитоплазматическая мужская стерильность.
4. Особенности наследования признаков, контролируемых генами и плазмогенами.
5. Практическое использование ЦМС.

#### **Тема 6. Изменчивость**

При изучении этого раздела следует четко уяснить, что изменчивость, как и наследственность - неотъемлемое свойство всех живых существ. Характер изменений и их причины различны. Поэтому необходимо разобраться в современной классификации и сути каждого вида изменчивости.



Ч. Дарвин ненаследственные изменения (модификации) называл определенными, т. е. они адекватны условиям внешней среды, а наследственные

изменения типа мутаций - неопределенными (неадекватными). В эволюции и селекции основная роль принадлежит наследственным изменениям. В связи с этим следует четко усвоить учение Йогансена о популяциях и чистых линиях и принцип действия отбора в них.

При изучении модификационной изменчивости необходимо обратить внимание на роль внешних условий в развитии признаков, на норму реакции одного и того же генотипа (сорта) на тот фон, который создает агроном в своей практической деятельности при возделывании сельскохозяйственных культур. Последствие семян от высокопродуктивных растений можно использовать не только в год их посева, но и в последующем поколении (иногда до 3-х лет). Соответственно снижается урожайность при использовании на посев семян, выращенных в условиях низкого агрофона.

При изучении наследственной изменчивости следует четко уяснить, что она связана с изменением генотипа. Комбинационная (гибридная) изменчивость возникает в результате новых сочетаний (комбинаций), рекомбинаций при кроссинговере и взаимодействия генов при скрещиваниях. Вспомните новообразования при дигибридном скрещивании, появление растений с другой окраской цветков (по сравнению с родительскими особями) при комбинентарном взаимодействии генов и т. п.

Комбинационная изменчивость является очень важным источником получения новых форм в селекции растений (животных).

Мутационная изменчивость возникает в результате изменения ДНК (генов), структуры и числа хромосом. Мутации являются единственным источником первичных наследственных изменений и играют основную роль в эволюции.

Следует уяснить основные положения мутационной теории, которые были сформулированы Коржинским в 1899 г., Де-Фризом - в 1901 г.

Процесс возникновения мутаций называют мутагенезом, который подразделяют на естественный (спонтанный) и искусственный (индуцированный). Запомните примеры спонтанных мутаций, обратите внимание на частоту их появления.

Факторы, вызывающие мутации, долго оставались неизвестными. Большинство ученых того времени связывали эти изменения только с внутренними причинами, заложенными в самой природе организмов. Обратите внимание на приоритет советских ученых Надсона и Филиппова, которые впервые (1925 г.) получили мутации искусственным путем и установили причину их возникновения - действие внешних факторов. Они открыли эру индуцированного мутагенеза (Работы Меллера, Стадлера и др.). Мутагенные факторы (мутагены) делятся на физические и химические. Приведите примеры и уясните характер действия тех и других на генетический аппарат клетки. Что такое супермутагены? Разбирая вопрос о действии ионизирующей радиации на живые организмы, следует уяснить, что такое летальные и критические дозы радиации, как происходит репарация повреждений генетического материала клетки.

Следует постоянно помнить, что не только физические, но и химиче-

ские мутагены отрицательно действуют на наследственность человека. Поэтому необходимо по возможности ограничить использование химических веществ в хозяйственной деятельности человека, чтобы не повышать мутагенное действие внешней среды.

Наукой установлено, что алкоголь даже в небольших дозах также нарушает целостность хромосом, что приводит к тяжелым (физическим и психическим) болезням детей. Курение, медикаменты, крепкое кофе и т. п. тоже относятся к факторам риска.

Изучите основные типы мутаций и их классификацию. Особое внимание уделите классификации мутаций по характеру изменения генетического аппарата. Приведите примеры на все типы мутаций. Следует уяснить, что один и тот же ген может мутировать в несколько состояний. Тогда образуется серия аллелей, а явление называется множественным аллелизмом. В качестве примера разберите серию аллелей самонесовместимости у перекрестно-опыляющихся культур. Например, у клевера их около 200, т. е.  $S_1, S_2, S_3 \dots S_{200}$ . Какое это имеет значение в завязывании семян?

Мутации происходят случайно, идут в разных направлениях. И в то же время в потоке изменчивости наблюдается четкая закономерность, установленная великим русским ученым Н.И. Вавиловым, и получившая название закона гомологических рядов в наследственной изменчивости. Изучите этот закон. Уясните, в чем причины гомологической изменчивости, а также значение закона гомологических рядов в селекции. Укажите сорта сельскохозяйственных культур, созданные с использованием естественного и индуцированного мутагенеза. Особое внимание обратите на проблему направленного мутагенеза. В чем его сущность и значение?

### *Вопросы для самопроверки*

1. Наследственность и изменчивость - диалектическое единство противоположностей.
2. Классификация изменчивости.
3. Ненаследственная изменчивость, понятие нормы реакции и использование ее в практической деятельности агронома.
4. Наследственная изменчивость (гибридная и мутационная).
5. Мутация, мутагенез, мутагенный фактор.
6. Основные положения мутационной теории
7. Физические и химические мутагены, их классификация.
8. Типы и классификация мутаций при индуцированном мутагенезе.
9. Закон гомологических рядов Н. И. Вавилова, его значение.
10. Использование мутагенеза в селекции и производстве.

### **Тема 7. Полиплоидия и другие изменения числа хромосом**

Полиплоидия и другие изменения числа хромосом относятся к мутациям, в результате которых происходит перестройка генома (геномные мутации). В связи с этим необходимо четко усвоить, что такое геном.

У каждого вида растений геном характеризуется определенным набором (гаплоидным числом) хромосом и обозначается  $x$  или одной какой-либо

буквой: например, у ржи - R, у мягкой пшеницы три генома - A, B, D и т.п.

*Полиплоиды* - это организмы, имеющие увеличенное число хромосом по сравнению с основным гаплоидным. Их классифицируют на 2а основных типа: автополиплоиды и аллополиплоиды.

Важно уяснить, что автополиплоиды возникают в результате краткого увеличения гаплоидного набора (x) хромосом одного и того же вида: 2x, 3x, 4x и т.д. В соответствии с этим им даются названия: диплоиды, триплоиды, тетраплоиды и т.д.

Гаплоидное число хромосом самих полиплоидов принято обозначать n. Следовательно, диплоидное число хромосом у автодиплоидов -  $2n = 2x$ , у автотриплоидов -  $2n = 3x$ , автотетраплоидов -  $2n = 4x$  и т.д. Ознакомьтесь с методами получения полиплоидных форм и уясните суть митотической, зиготической и мейотической полиплоидии.

Следует обратить внимание на то, что увеличение числа хромосом приводит к увеличению объема клеток, в результате чего автополиплоидные растения обладают признаками гигантизма. Однако если число хромосом выше оптимального уровня пloidности, то такие растения развиваются хуже.

Установлено, что виды с небольшим числом хромосом лучше реагируют на их удвоение, особенно у перекрестноопыляющихся растений (тетраплоидная рожь). Для некоторых видов растений (сахарная свекла, арбуз и др.) оптимальным уровнем пloidности является триплоидный, но последние еще более стерильны, чем тетраплоиды. Необходимо разобраться в причинах пониженной плодовитости автополиплоидов и методах ее повышения. Обратите внимание на отселектированные тетраплоиды и трудности практического использования триплоидов.

Особое внимание следует обратить на то, что второй тип полиплоидов - аллополиплоиды - образуются в результате кратного увеличения гаплоидных наборов хромосом, полученных от разных видов или родов. В связи с этим разберитесь с типами аллополиплоидов. Наибольшее практическое значение из них получили амфидиплоиды. Важно уяснить значение работ Карпеченко по созданию *Raphanobrassica* для выяснения причин бесплодия гибридов отдаленных скрещиваний и механизма восстановления их плодовитости.

Изучите способы получения пшенично-ржаных амфидиплоидов (Triticale) и практическое их использование. Какова роль аллополиплоидии в эволюции и селекции растений?

*Анеуплоиды* - это организмы, у которых произошло увеличение или уменьшение числа отдельных хромосом в геноме.

Изучите механизм образования и типы анеуплоидов, методы получения анеуплоидов и использование их в генетических исследованиях для установления локализации генов в определенной хромосоме, а также для замены или дополнения отдельных хромосом в уже выведенных сортах с целью, их улучшения.

*Гаплоиды* - растения, в соматических клетках которых содержится такое же число хромосом ( $n$ ), как и в гаметах. Такие растения называются гаплоидными. Как правило, они имеют пониженную жизнеспособность. Необходимо обратить внимание на характер мейоза у гаплоидов. Поскольку у хромосом нет партнеров, в профазе мейоза биваленты не образуются, и наблюдается беспорядочное распределение хромосом. Это является причиной полной или почти полной стерильности гаплоидов.

Фертильными будут только нередуцированные гаметы, в которые перешел весь набор хромосом. Слияние таких гамет приводит к образованию диплоидных организмов, которые будут гомозиготны. Возможность получения путем колхицинирования из гаплоидов диплоидных (гомозиготных) организмов открывает быстрый путь создания нужных селекционеру форм. В связи с этим следует изучить методы экспериментального получения гаплоидов и привести примеры их использования в генетике и селекции.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Понятие о полиплоидии и полиплоидных рядах.
2. Автополиплоиды, методы их получения, использование в селекции.
3. Аллополиплоиды. Значение работ Карпеченко по созданию *Raphanobrassica*.
4. Роль аллополиплоидов в эволюции и селекции.
5. Анеуплоиды и их использование в генетике и селекции.
6. Гаплоидия. Методы получения гаплоидов. Перспективы использования.

#### **Тема 8. Отдаленная гибридизация**

При изучении этого раздела следует четко усвоить отличие отдаленной гибридизации от внутривидовой. В связи с этим необходимо разобраться в причинах нескрещиваемости разных видов, методах ее преодоления. Обратите внимание на методы преодоления нескрещиваемости, разработанные Мичуриным.

Уясните причины бесплодия отдаленных гибридов, методы преодоления бесплодия. Познакомьтесь с характером формообразовательного процесса при отдаленной гибридизации, уясните суть и значение интрогрессии. Обратите внимание на особенности мутагенеза при отдаленной гибридизации, на использование метода отдаленной гибридизации в селекции растений: работы Цицина, Лапченко, Г. В. Пустовойт и других ученых. Уясните значение метода гибридизации соматических клеток разных видов и родов.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Отдаленная гибридизация и ее особенности.
2. Причины нескрещиваемости отдаленных видов и родов, методы ее преодоления. Значение работ Мичурина в области отдаленной гибридизации.
3. Причины бесплодия отдаленных гибридов и методы восстановления их плодовитости.
4. Особенности формообразования в потомстве отдаленных гибридов.

5. Транслокации и их значение в эволюционном процессе.
6. Основные методы работы с отдаленными гибридами.
7. Значение работ Карпеченко, Цицина, Лапченко, Г. В. Пустойвойт и других ученых по отдаленной гибридизации.
8. Метод гибридизации соматических клеток разных видов и родов и перспективы его использования в генетике и селекции.

### **Тема 9. Инбридинг и гетерозис**

Изучение этого раздела следует начать с расшифровки понятий инбридинг и аутбридинг. Последний ведет к повышению наследственной изменчивости и играет важную роль в эволюции. Для обеспечения перекрестного опыления отбор закрепил следующие системы самонесовместимости: гаметофитная, спорофитная, гетероморфная. Уясните понятия указанных типов несовместимости, генетическую природу самонесовместимости и ее значение в селекции растений.

Познакомьтесь с причинами инбредного вырождения, основную из которых связывают с переходом вредных генов в гомозиготное состояние. Изучите процесс снижения гетерозиготности при инбридинге, уясните формулы для определения численности гетерозигот и гомозигот соответственно:  $(1/2)^n$  и  $1 - (1/2)^n$ , где  $n$  - число инбридингов.

Инбридинг у растений чаще называют инцухтом. Принудительное самоопыление у перекрестноопыляющихся растений приводит к созданию константных гомозиготных инцухт-линий. Использовать в производстве их нельзя из-за низкой урожайности. Однако при скрещивании инцухт-линий наблюдается повышенная мощность гибридов  $F_1$  - гетерозис.

Уясните типы гетерозиса, особенности его проявления и практическое использование у различных сельскохозяйственных культур. Познакомьтесь с гипотезами доминирования, сверхдоминирования и генетического баланса, объясняющими причины гетерозиса у гибридов  $F_1$ .

Изучите методику создания стерильных аналогов самоопыленных линий (сортов) и восстановителей фертильности. В проблеме закрепления гетерозиса особое внимание обратите на апомиксис и полиплоидию.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Понятие об инбридинге и аутбридинге.
2. Генетическая сущность инбридинга (инцухта). Инбредный минимум.
3. Гетерозис, особенности его проявления.
4. Генетические теории гетерозиса.
5. Практическое использование гетерозиса у различных сельскохозяйственных культур.

### **Тема 10. Генетические основы индивидуального развития**

Приступая к изучению этого важного раздела генетики необходимо, прежде всего, дать определение понятию онтогенез и четко уяснить последовательно проходящие этапы онтогенеза и органогенеза. В связи с этим обратите особое внимание на то, что процесс индивидуального развития осуществляется в результате дифференциальной активности генов, действие ко-

торых регулируется различиями в составе цитоплазмы, эмбриональной индукцией и гормонами. Следовательно, любой живой организм - саморегулирующаяся и самопроизводящаяся система.

Важно уяснить, что в основе индивидуального развития лежат внутренние, генотипические закономерности, сам процесс развития - это итог взаимодействия генотипа и внешней среды.

Развитие особи у высших растений (животных) начинается из оплодотворенной клетки (зиготы), которая несет генетический код, программирующий появление всех основных видовых и индивидуальных наследственных признаков. Поэтому из зерна пшеницы вырастает растение пшеницы, а не ржи и т. п. Однако признаки, свойственные данному виду или сорту растений, в процессе онтогенеза могут сильно изменяться под влиянием внешних условий. Следует помнить, что генотип определяет направление, возможность развития признаков, а реализация этой возможности зависит от условий внешней среды. В связи с этим необходимо изучить основные принципы управления онтогенезом: нормы реакции и характер действия различных факторов среды на реализацию наследственной основы определенных генотипов (сортов).

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Понятие об онтогенезе. Основные этапы онтогенеза и органогенеза.
2. Генетическая программа онтогенеза.
3. Дифференциальная активность генов в онтогенезе.
4. Регуляция действия генов в онтогенезе.
5. Принципы управления онтогенезом.

#### **Тема 11. Генетические процессы в популяциях**

Изучение этой темы очень важно для понимания сути эволюционного процесса. В связи с этим следует четко уяснить, что такое популяция, ее генетическая структура и возможные изменения, происходящие внутри популяции. Особое внимание обратите на закон Харди-Вайнберга, с помощью которого можно определить соотношение генотипов и закономерности распределения (частоту) генов в свободно размножающейся популяции. Для закрепления знаний проанализируйте решение задачи на методических указаниях.

Изучите факторы генетической динамики популяций: мутационный процесс, отбор, дрейф генов, изоляцию, миграции и др. Проанализируйте влияние каждого фактора на изменение генетической структуры популяции. Особое внимание следует сосредоточить на отборе, прогнозировании его эффективности, это очень важно в селекции растений (животных). Уясните, что такое генетический гомеостаз и каковы его механизмы.

#### ***Вопросы для самопроверки***

1. Что такое популяция и чистая линия?
2. Практическое значение учения Иогансена.
3. Закон Харди-Вайнберга.
4. Основные факторы динамики популяций.
5. Влияние мутаций и отбора на генетическую структуру популяции.

6. Прогнозирование эффективности отбора и значение его в селекции.
7. Генетический гомеостаз и механизмы саморегуляции популяций.



## **7. ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ. ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ**

В соответствии с учебными планами по дисциплине «Генетика» студенты-заочники агрономических специальностей выполняют контрольную работу. К ее выполнению следует приступать после изучения рекомендуемой литературы, так как контрольные задания носят комплексный характер и для ответов на входящие в них вопросы и задачи необходимо иметь хорошую теоретическую подготовку по всем разделам курса.

Необходимо строго соблюдать общие требования к контрольным работам. Писать следует грамотно и разборчиво, а содержание ответов на поставленные вопросы должно быть четким, кратким и конкретным. В связи с этим материал нужно излагать логично и последовательно, не допуская механического переписывания текста учебника.

Решение генетических задач должно сопровождаться схемами и соответствующими им анализами. Последовательность решения задач необходимо полностью отражать в работе. Ниже рассмотрены примеры решения задач по отдельным, наиболее сложным разделам курса.

### **Молекулярные основы наследственности**

**Задача 1.** Одна из цепочек ДНК имеет следующее чередование нуклеотидов: А-Г-Г-Ц-А-Т-Т-Ц-Г-Ц-Г-А... Напишите последовательность нуклеотидов во второй цепочке. Произведите транскрипцию и трансляцию генетической информации. Как изменится состав и последовательность аминокислот в синтезируемом белке, если в данной цепочке ДНК произойдет мутация - вставка нуклеотида Г между шестым и седьмым нуклеотидами?

Кодоны (триплеты) и-РНК, соответствующие каждой из 20-ти аминокислот, указаны в таблице 1.

Таблица 1

## Генетический код

Аминокислоты	Кодоны					
	1	2	3	4	5	6
Фенилаланин (фен)	УУУ	УУЦ				
Лейцин (лей)	УУА	УУГ	ЦУУ	ЦУЦ	ЦУА	ЦУГ
Изолейцин (илей)	АУУ	АУЦ	АУА			
Метионин (мет)	АУГ					
Валин (вал)	ГУУ	ГУЦ	ГУА	ГУГ		
Серин (сер)	УЦУ	УЦЦ	УЦА	УЦГ	АГУ	АГЦ
Пролин (про)	ЦЦУ	ЦЦЦ	ЦЦА	ЦЦГ		
Треонин (тре)	АЦУ	АЦЦ	АЦА	АЦГ		
Аланин (ала)	ГЦУ	ГЦЦ	ГЦА	ГЦГ		
Тирозин (тир)	УАУ	УАЦ				
Гистидин (Гис)	ЦАУ	ЦАЦ				
Глутамин (глин)	ЦАА	ЦАГ				
Аспарагин (асн)	ААУ	ААЦ				
Аспарагиновая кислота (асп)	ГАУ	ГАЦ				
Лизин (Лиз)	ААА	ААГ				
Глутаминовая кислота (глу)	ГАА	ГАГ				
Цистеин (цис)	УГУ	УГЦ				
Триптофан (трип)	УГГ					
Аргинин (арг)	ЦГУ	ЦГЦ	ЦГА	ЦГГ	АГА	АГГ
Глицин (гли)	ГГУ	ГГЦ	ГГА	ГГГ		
Охра	УАА					
Амбер	УАГ					
Опал	УГА					

Решение задачи. 1. Строим цепь, комплементарную исходной цепочке ДНК:

Исходная цепь ДНК

А-Г-Г-Ц-А-Т-Т-Ц-Г-Ц-Г-А

Т-Ц-Ц-Г-Т-А-А-Г-Ц-Г-Ц-А

Комплементарная цепь

2. Производим транскрипцию с исходной цепочки ДНК и, пользуясь генетическим кодом, - трансляцию:

ДНК — матрица

А-Г-Г-Ц-А-Т-Т-Ц-Г-Ц-Г-А

У-Ц-Ц-Г-У-А-А-Г-Ц-Г-Ц-У

и-РНК

Белок: серин - валлин - серин - аланин.

3. Если произойдет вставка нуклеотида Г между шестыми и седьмыми нуклеотидами в ДНК, то изменится и и-РНК. В соответствии с этим изменится состав и последовательность аминокислот в молекуле белка:

ДНК — матрица

(мутантная)

А-Г-Г-Ц-А-Т-Г-Т-Ц-Г-Ц-Г-А

У-Ц-Ц-Г-У-А-Ц-А-Г-Ц-Г-Ц-У

и-РНК

Белок: серин - валин - глутамин - аргинин

### Моногибридное скрещивание

**Задача 2.** Растения ячменя, имеющие двурядный колос, скрещивали с растениями, имеющими многорядный колос. В  $F_1$  было получено 22 растения. Все они имели двурядный колос, в  $F_2$  - было 116 растений.

1. Сколько растений в  $F_1$  могли быть гетерозиготными?
2. Сколько разных фенотипов и генотипов может образоваться в  $F_2$  и в каком отношении происходит расщепление?
3. Сколько растений в  $F_2$  могут иметь многорядный колос?
4. Сколько растений с двурядным колосом могут дать нерасщепляющееся потомство?

При решении данной задачи следует соблюдать такую последовательность:

1. Записываем условные обозначения генов:

А - ген, обуславливающий развитие двурядного колоса ячменя.

а - ген, обуславливающий развитие многорядного колоса ячменя

2. Записываем генотипы родительских форм и составляем схему скрещивания:

$PP \text{ ♀ } AA \times \text{♂ } aa$  или  $\text{♀ } A \parallel A \times \text{♂ } a \parallel a$ ,

где, генотип -  $\text{♀ } AA$  - гомозигота по доминантному гену;  $\text{♂ } aa$  - гомозигота по рецессивному гену.

где, фенотип - ♀ AA - двурядный колос; ♂ aa - многорядный колос; генотип - гетерозигота; фенотип - двурядный колос.

гаметы (A) (a)

F<sub>1</sub> A || a Получено 22 растения

Самоопыление растений F<sub>1</sub>:

PP ♀ A || a x ♂ A || a

гаметы (A) (A)

(a) (a)

3. Построим таблицу Пеннета и определим типы зигот, которые могут сформироваться при оплодотворении:

В F<sub>2</sub> получено 116 растений:

1/4 A || A : 2/4 A || a : 1/4 a || a

Таблица 2

♀/♂	<u>A</u>	<u>a</u>
<u>A</u>	A    A	A    a
<u>a</u>	A    a	a    a

Ответ: 1. В F<sub>1</sub> все 22 растения гетерозиготны.

2. В F<sub>2</sub> образовалось 2 фенотипа – растения с двурядным и многорядным колосом в соотношении 3:1 и 3 генотипа – AA, Aa, и aa – в соотношении 1:2:1.

3. В F<sub>2</sub> 1/4 всех растений (от 116) могут иметь многорядный колос или 29 растений (aa).

4. В F<sub>2</sub> 29 растений с двурядным колосом (гомозиготы AA) дают нерасщепляющееся потомство.

### Дигибридное скрещивание

**Задача 3.** У томатов две пары признаков - высокий и низкий стебель, красная и желтая окраска плодов наследуется независимо. Гомозиготное растение с высоким стеблем и красными плодами было скрещено с гомозиготным растением, имеющим низкий стебель и желтые плоды. В F<sub>1</sub> было получено 18 растений, которые имели высокий стебель и красные плоды. В F<sub>2</sub> было получено 144 растения.

1. Сколько разных фенотипов и генотипов может быть в F<sub>2</sub>?
2. Сколько растений в F<sub>2</sub> могут иметь низкий стебель и красные плоды?
3. Сколько растений F<sub>2</sub> могут иметь низкий стебель и желтые плоды?

Прежде чем перейти к решению задачи, следует вспомнить о случайном расхождении гомологичных хромосом в мейозе в дочерние клетки: любая гомологичная хромосома данной пары может с равной вероятностью в анафазе отойти к одному или другому полюсу. Но если одна из них отходит к одному полюсу, то вторая - обязательно к другому. При этом гомологичные хромосомы каждой пары ведут себя независимо по отношению к хромосомам других пар, поэтому в гаметах возможны различные перекомбинации хромосом.

При решении задачи следует соблюдать такую последовательность:

1. Записываем условные обозначения генов:

- A - ген высокорослости стебля,
- a - ген низкорослости стебля,
- B - ген красной окраски плодов,
- b - ген желтой окраски плодов.

2. Записываем генотипы родителей в соответствии с условием задачи и составляем схему скрещивания:

$$P \quad \parallel \quad \text{♀ } AABV \times \text{♂ } aabv \quad \text{или} \quad \text{♀ } \frac{A}{B} \parallel \parallel \frac{A}{B} \times \text{♂ } \frac{a}{b} \parallel \parallel \frac{a}{b}$$

гаметы

AB

ab

F<sub>1</sub>

$$\frac{A}{B} \parallel \parallel \frac{a}{b}$$

- генотип – дигетерозигота,

фенотип – высокий стебель, красные плоды

*генотип* AABV – гомозигота по обоим парам доминантных генов, aabv – гомозигота по обоим парам рецессивных генов

*фенотип* AABV – высокий стебель, красные плоды; aabv – низкий стебель, желтые плоды

Самоопыление растений F<sub>1</sub> :

$$P \quad \text{♀ } \frac{A}{B} \parallel \parallel \frac{a}{b} \times \text{♂ } \frac{A}{B} \parallel \parallel \frac{a}{b}$$

гаметы

(AB)

(AB)

(Ab)

(Ab)

(aB)

(aB)

(ab)

(ab)

3. Построим таблицу Пеннета и определим типы зигот, которые могут сформироваться при оплодотворении:

Таблица 3

♀/♂	<u>AB</u>	<u>Ab</u>	<u>aB</u>	<u>ab</u>
<u>AB</u>	1. AABV	2. AABv	4. AaBV	5. Aabv
<u>Ab</u>	2. AABv	3. AAVV	5. AaBv	6. Aaav
<u>aB</u>	4. AaBV	5. AaBv	7. aaBV	8. aaBv
<u>ab</u>	5. AaBv	6. AAVV	8. aaBv	9. aavv

4. Выписываем все типы зигот и определяем генотипы и фенотипы гибридов (табл. 4)

Таблица 4

Тип зигот	Количество	Генотип	Фенотип
ААВВ	1	Гомозигота по двум парам доминантных генов	Высокий стебель красные плоды
ААВв	2	Гомозигота по первой паре доминантных генов и гетерозигота по второй паре генов	Высокий стебель красные плоды
ААvv	1	Гомозигота по первой паре доминантных генов и второй паре рецессивных генов	Высокий стебель желтые плоды
АаВВ	2	Гетерозигота по первой паре генов и гомозигота по второй паре доминантных генов	Высокий стебель красные плоды
АаVv	4	Дигетерозигота	Высокий стебель красные плоды
Аавv	2	Гетерозигота по первой паре генов и гомозигота по второй паре рецессивных генов	Высокий стебель желтые плоды
aaВВ	1	Гомозигота по первой паре рецессивных и второй паре доминантных генов	Низкий стебель красные плоды
aaVv	2	Гомозигота по первой паре рецессивных генов и гетерозигота по второй паре рецессивных генов	Низкий стебель красные плоды
aavv	1	Гомозигота по двум парам рецессивных генов	Низкий стебель желтые плоды

Ответы: 1. В  $F_2$  четыре фенотипа и девять генотипов (таблица 3).

2. В  $F_2$  3/16 всех растений (от 144) или 27 могут иметь низкий стебель и красные плоды.

3. В  $F_2$  9 растений (1/16) могут иметь низкий стебель и желтые плоды.

### Сцепленное наследование. Кроссинговер

**Задача 4.** У кукурузы желтая окраска зерновки доминирует над белой, гладкая поверхность зерновки - над морщинистой.

Произвели скрещивание растения кукурузы, гомозиготного по обеим парам доминантных генов с растением, гомозиготным по рецессивным генам. В потомстве от скрещивания  $F_1$  с линией-анализатором было получено: 430 зерновок желтых гладких,

428 зерновок белых морщинистых,  
 20 зерновок желтых морщинистых,  
 22 зерновки белых гладких.

Сколько процентов составляют желтые морщинистые, белые гладкие зерновки? Чему равно расстояние между генами А и В в единицах кроссинговера?

Решение задачи

1. Записываем условные обозначения генов:

А - желтая окраска зерновки,  
 а - белая окраска зерновки,  
 В - гладкая поверхность зерновки,  
 в - морщинистая поверхность зерновки.

Прежде всего следует убедиться, что гены локализованы в одной хромосоме и наследуются сцепленно.

Предположим, что гены находятся в разных хромосомах, и произведем скрещивание в соответствии с условием задачи:

Р  $\frac{A}{B} \parallel \frac{A}{B} \times \frac{a}{v} \parallel \frac{a}{v}$   
 гаметы:  $(\underline{AB})$  100%  $(\underline{av})$  100%  
 F<sub>1</sub>  $\frac{A}{B} \parallel \frac{a}{v}$

- генотип: дигетерозигота  
 фенотип: желтые, гладкие зерновки.

Проведем анализирующее скрещивание:

Р  $\frac{A}{B} \parallel \frac{a}{v} \times \frac{a}{v} \parallel \frac{a}{v}$   
 гаметы:  $(\underline{AB})$  25%  
 $(\underline{Av})$  25%  
 $(\underline{aB})$  25%  $(\underline{av})$  100%  
 $(\underline{av})$  25%

$\frac{A}{B} \parallel \frac{a}{v}$  - желтые гладкие;  $\frac{a}{v} \parallel \frac{a}{v}$  - белые морщинистые;  
 $\frac{A}{v} \parallel \frac{a}{v}$  - желтые морщинистые;  $\frac{a}{B} \parallel \frac{a}{v}$  - белые гладкие

Теоретически получили по 25% каждого из указанных фенотипов, что не совпадает с фактическими данными. Следовательно, гены локализованы в одной хромосоме. Небольшое количество желтых морщинистых и белых гладких зерновок в равном соотношении получено в результате кроссинговера.

2. Схема скрещивания при сцепленном наследовании:

$$P \quad \text{♀} \frac{A}{B} \parallel \frac{A}{B} \times \text{♂} \frac{a}{b} \parallel \frac{a}{b}$$

гаметы:  $(\underline{AB})$   $(\underline{ab})$

$$F_1 \quad \frac{A}{B} \parallel \frac{a}{b} \quad \text{генотип: дигетерозигота}$$

фенотип: желтые, гладкие зерновки.

3. Проведем анализирующее скрещивание:

$$P \quad \text{♀} \frac{A}{B} \parallel \frac{a}{b} \times \text{♂} \frac{a}{b} \parallel \frac{a}{b}$$

$(\underline{AB})$  и  $(\underline{ab})$  - гаметы некроссоверные  $(\underline{ab})$

$(\underline{Ab})$  и  $(\underline{aB})$  - гаметы кроссоверные

4. Составим таблицу Пеннета и проанализируем потомство в анализирующем скрещивании:

♀/♂	$\underline{ab}$
$\underline{AB}$	AaBb
$\underline{Ab}$	Aabb
$\underline{aB}$	aaBb
$\underline{ab}$	aabb

$$\frac{A}{B} \parallel \frac{a}{b} - \text{желтые гладкие} - 430$$

$$\frac{a}{b} \parallel \frac{a}{b} - \text{белые морщинистые} - 428$$

$$\frac{A}{b} \parallel \frac{a}{b} - \text{желтые морщинистые} - 20$$

$$\frac{a}{B} \parallel \frac{a}{b} - \text{белые гладкие} - 22$$

5. Определим общее число полученных зерновок:

$$430 + 428 + 20 + 22 = 900 (100\%)$$

6. Каков процент зерновок желтых морщинистых?

$$\frac{20 \times 100}{900} = 2,2\%$$

7. Каков процент зерновок белых гладких?

$$\frac{22 \times 100}{900} = 2,4\%$$



8. Чему равно расстояние между генами А и В?

$$2,2\% + 2,4\% = 4,6\% \text{ (морганид)}$$

### Генетическая структура популяции

**Задача 5.** У подсолнечника наличие панцирного слоя в семянке доминирует над беспанцирностью. При апробации установлено, что 4% семян не имеют панцирного слоя. Вычислите частоты рецессивного и доминантного генов в популяции и определите ее генетическую структуру.

Решение задачи:

По формуле Харди-Вайнберга частоты генотипов в популяции выражают уравнением:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1,$$

где  $p$  - частота доминантного гена,

$q$  - частота рецессивного гена,

$p + q = 1$  - сумма частот соответствующих генов.

1. Записываем условные обозначения генов:

$A$  - ген панцирности,

$a$  - ген беспанцирности.

2. Рассмотрим соотношение генотипов в популяции по аллельным генам  $A$  и  $a$ .

Выразим частоту гена  $A$  величиной  $p$ , а частоту гена  $a$  -  $q$ . Так как каждый ген одной аллельной пары может быть  $A$  и  $a$ , то частоты  $p + q = 1$  (100%), а  $p = 1 - q$

3. Определяем частоту рецессивного гена в долях единицы. По условию задачи частота рецессивных гомозиготных генотипов  $q^2 = 4\%$ , что в долях единицы соответствует 0,04. Частота рецессивного гена  $q^2 = \sqrt{0,04} = 0,2$ , а частота доминантного гена  $p = 1 - 0,2 = 0,8$ .

4. Определяем частоту гомозигот и гетерозигот среди фенотипически одинаковых семян, имеющих панцирный слой:

$$AA = p^2 = 0,8^2 = 0,64 \text{ или } 64\%.$$

$$Aa = 2pq = 2 \times 0,8 \times 0,2 = 0,32 \text{ или } 32\%.$$

Таким образом, генетическая структура данной популяции подсолнечника:

$AA$ - 64%	$A$ - 80%
$Aa$ - 32%	$a$ - 20%
$aa$ - 4%	

## 8. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Студенты заочники выполняют контрольные работы в соответствии с двумя последними цифрами номера своей зачетной книжки (учебного шифра). Номера вопросов, на которые необходимо дать ответы в контрольной работе находятся на пересечении рядов и столбцов. В таблице приведено 100 вариантов контрольных работ, каждый вариант включает 6 вопросов. Например, ваш шифр 2056, предпоследняя цифра 5 определяет строку, а последняя цифра 6 столбец. На пересечении строки (5) со столбцом (6) находится искомым вариант контрольной работы, включающий в себя вопросы 10, 28, 42, 64, 88. 93. Список вопросов помещен после таблицы.

При выполнении контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования: контрольную работу нужно представить машинописным текстом в формате Word (ПК – высота букв не менее 1,8 мм, междустрочный интервал 1,5, формат бумаги А4 (210x297), выравнивание текста по ширине, отступ абзаца 1,25 см, шрифт Times New Roman размер шрифта 14. Контрольную работу нужно сброшюровать скоросшивателем). Используемую при написании контрольной работы литературу следует приводить в конце ответов. Список литературы оформляется согласно ГОСТ 7.1-84 «Библиографическое описание документа».

Особое внимание необходимо обратить на четкость, последовательность изложения и редакцию текста. На все вопросы студент должен дать полные и правильные ответы на основе изучения рекомендуемой литературы и любых других источников, которыми студент может воспользоваться.

В начале изложения ответа на вопрос, поставленный в контрольной работе, необходимо указать номер вопроса и его содержание.

Например: Вопрос 19. Закономерности наследования признаков при дигибридном скрещивании.

Страницы в контрольной работе нумеруются в нижнем правом углу страницы арабскими цифрами.

Контрольная работа должна быть написана до начала сессии представлена на проверку впервые 2-3 дня после ее начала.

Титульный лист контрольной работы оформляется следующим образом:

*Пример оформления титульного листа контрольной работы*

**Министерство сельского хозяйства РФ  
Российской Федерации  
ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет имени  
А.А. Ежевского**

**Кафедра Земледелия и растениеводства**

**Контрольная работа**

**«ОБЩАЯ ГЕНЕТИКА»**

Выполнил: Иванов А.И.  
студент 3 курса агрономического  
факультета заочного обучения,  
Направления подготовки  
35.03.04 Агрономия  
Шифр.....  
Проверила:

Молодежный 2020

## 9. ВОПРОСЫ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Предмет генетики. Методы ее исследований. Краткая история развития.
2. Строение клетки и роль ее структур в наследственности.
3. Два типа деления клетки: митоз и мейоз. Основные черты каждого и принципиальные отличия между ними.
4. Передача наследственной информации при вегетативном и половом размножении.
5. Генетическая сущность полового процесса. Спорогенез и гаметогенез, двойное оплодотворение. Понятие о ксенийности.
6. Кроссинговер. Цитологическое доказательство кроссинговера.
7. Кариотип, его основные параметры. Генетическая организация хромосом.
8. Строение и функции ДНК и РНК.
9. Синтез ДНК и РНК в клетке.
10. Роль ДНК в сохранении, передаче и реализации наследственно информации.
11. Молекулярное и структурное строение ДНК. Видовая специфичность ДНК. Правило Чаргаффа и его коэффициент специфичности.
12. Генетический код, его основные свойства и реализация в процессе синтеза белка в клетке.
13. Регуляция синтеза белка в клетке.
14. Современное представление о гене, как единице наследственности. Ген – регулятор, оперон, структурные гены. Понятие об интронах и экзонах.
15. Синтез и выделение генов. Генная инженерия и ее значение.
16. Сущность гибридологического анализа и его использование для изучения наследования признаков. Альтернативные признаки и аллельные гены.
17. Основные закономерности наследования признаков, установленные Менделем. Покажите их на соответствующих схемах скрещиваний.
18. Закономерности наследования признаков в  $F_1$  и  $F_2$  при многогибридном скрещивании. Особенности образования гамет у гомозиготных и гетерозиготных особей.
19. Закономерности наследования признаков при дигибридном скрещивании. Образование гамет гибридами  $F_1$ . Решетка Пиннета.
20. Закон независимого комбинирования признаков, его генетическая и цитологическая основа.
21. Наследование при взаимодействии генов. Комплементарность. Эпистаз. Отклонение при расщеплении гибридов в  $F_2$ .
22. Наследование признаков при полимерии. Трансгрессии, значение их в селекции растений.
23. Хромосомный механизм определения пола. Наследование признаков, сцепленных с полом. Практическое использование этого явления.
24. Группы сцепления и сцепленное наследование. Проанализируйте наследование специальных признаков при дигибридном скрещивании на примере душистого горошка.

25. Основные положения хромосомной теории наследственности. закономерности, установленные Морганом.
26. Линейное расположение генов в хромосомах. Карты хромосом, методика их составления, значение.
27. Генетический аппарат клетки. Цитоплазматическая наследственность, практическое использование ЦМС.
28. Виды скрещиваний. Создание стерильных аналогов самоопыленных линий и сортов у кукурузы.
29. Изменчивость и ее материальная основа. Специфика комбинационной, мутационной и модификационной изменчивости.
30. Мутационная изменчивость, ее классификация по генотипу и фенотипу.
31. Модификационная изменчивость. Роль генотипа и внешней среды в ее проявлении. Норма реакции.
32. Точечные (генные) мутации. Репарирующие системы клетки.
33. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Проблема мутагенного загрязнения окружающей среды.
34. Особенности действия физических и химических мутагенов их роль в селекции.
35. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Достижения и перспективы использования мутагенеза в селекции.
36. Полиплоидия и гаплоидия. Их теоретическое значение и практическое использование.
37. Автополиплоидия. Особенности изменчивости у автополиплоидов. Схемы получения триплоидов и тетраплоидов и их практическое значение.
38. Амфидиплоиды. Рафанобрассика. Тритикале. Приведите схемы их получения. Практическое значение тритикале.
39. Гаплоиды и анеуплоиды. Особенности их изменчивости. Использование гаплоидии и анеуплоидии в генетике и селекции.
40. Отдаленная гибридизация. Особенности генетических явлений при отдаленной гибридизации. Синтез и ресинтез видов.
41. Основные причины нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов. Значение метода гибридизации соматических клеток разных видов и родов.
42. Преодоление нескрещиваемости и бесплодия отдаленных гибридов. Значение работ Мичурина, Карпенко, Цицина и др. ученых по отдаленной гибридизации.
43. Инбридинг и гетерозис, использование их в селекции.
44. Генетическая сущность инбридинга. Влияние инбридинга на генотип и фенотип потомства. Инбредный минимум.
45. Создание инцухт-линий у кукурузы и других культур. Определение их комбинационной ценности.
46. Типы гетерозиса и особенности его проявления. Использование гетерозиса в сельскохозяйственном производстве.

47. Инбредное вырождение и гетерозис. Гипотезы, объясняющие эти явления.
48. Генетическая основа индивидуального развития. Возможности управления онтогенезом.
49. Понятие о популяции. Закон Харди-Вайнберга и его использование при определении генетической структуры популяции.
50. Основные факторы генетической динамики популяций. Влияние мутаций и отбора на структуру популяций. Прогнозирование эффективности отбора.
51. Одна из цепочек ДНК имеет следующее чередование нуклеотидов: Т-А-А-Ц-А-А-Г-Г-А-Т-Т-Ц... Постройте комплементарную цепочку молекулы ДНК и и-РНК на данной цепочке. Укажите последовательность аминокислот в белке, синтезируемым на и-РНК.
52. Участок и-РНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: У-У-А-Ц-У-Г-Г-У-У-У-Ц-Ц... Укажите последовательность нуклеотидов структурного гена, на котором осуществлялась транскрипция данного участка и-РНК. Какая последовательность аминокислот закодирована в данном гене?
53. Определите порядок чередования аминокислот в молекуле белка, если известно, что он кодируется такой последовательностью азотистых оснований ДНК: Ц-Ц-Т-А-Г-Т-Т-Т-Т-А-А-Ц... Какой станет последовательность аминокислот, если между шестым и седьмым основаниями вставить гуанин?
54. Участок структурного гена имеет следующую последовательность нуклеотидов: Ц-Г-Г-Ц-Г-Ц-Т-Ц-А-А-А-Т... Укажите последовательность аминокислот в белке, информация о котором содержится в данном гене. Какой она станет при удалении из гена четвертого азотистого основания?
55. Одна из цепочек ДНК имеет следующее чередование нуклеотидов: Г-Т-А-А-Т-Г-Ц-Ц-Т-Г-Ц-Ц... Укажите схему транскрипции и трансляции генетической информации с данного участка ДНК.
56. Какой последовательностью азотистых оснований ДНК кодируется участок молекулы белка, если он имеет следующий состав: изолейцин - аланин - глицин - тирозин?
57. Укажите схему репликации, транскрипции и трансляции для участка молекулы ДНК, который содержит следующую последовательность нуклеотидов: Ц-Г-Т-Т-Г-Г-А-Т-Г-Ц-Ц-Ц...
58. Молекула белка имеет следующее чередование аминокислот: лизин – глутамин – треонин - аланин... Напишите последовательность азотистых оснований в структурном гене, кодирующим участок молекулы данного белка.
59. Укажите последовательность нуклеотидов в участке молекулы ДНК, кодирующего участок молекулы белка, в котором аминокислоты чередуются так: серин – аргинин – тирозин – лейцин...
60. Участок молекулы ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов: А-Г-Т-А-Г-Ц-Ц-Ц-Т-Т-Ц-Ц... Напишите схему транскрипции и трансляции. Как она изменится, если 4-й нуклеотид под влиянием мутагена будет утерян?

61. У фасоли черная окраска семян доминирует над белой. От скрещивания гетерозиготного черносемянного растения с белосемянным было получено 76 семян. Какие генотипы и фенотипы получены в потомстве? Сколько семян из 76 могут иметь белую окраску?
62. От скрещивания устойчивых к головне растений ячменя с восприимчивыми получено потомство  $F_1$ , устойчивое к головне. При самоопылении в  $F_2$  было получено 124 растения. Сколько растений в  $F_2$  могли быть восприимчивыми к головне?
63. У гороха высокорослость доминирует над карликовостью. От самоопыления гетерозиготного растения получено 64 потомка. Какая часть потомства в  $F_2$  будет карликовой? Сколько процентов среди потомков высокорослых?
64. Гомозиготное растение пшеницы, восприимчивое к гессенской мухе, скрестили с гомозиготным устойчивым. В  $F_1$  все растения были восприимчивы. При самоопылении в  $F_2$  от них было получено 56 потомков. Сколько из них могут быть устойчивыми к гессенской мухе и сколько восприимчивыми?
65. От скрещивания растений раннеспелого сорта ячменя с растениями позднеспелого в  $F_1$  все растения были раннеспелыми. Что следует ожидать по генотипу и фенотипу от возвратного скрещивания гибридов  $F_1$  с растениями раннеспелого и позднеспелого сортов?
66. У пшеницы стекловидность зерна доминирует над мучнистостью. Каковы могут быть результаты скрещивания гибридов  $F_1$  между собой по генотипу и фенотипу, если в потомстве было получено 84 растения?
67. У томатов красная окраска плодов доминирует над желтой. От скрещивания красноплодного растения с желтоплодным получили в потомстве 48 растений, среди которых были и красноплодные и желтоплодные. Какая часть потомства могла иметь красные плоды? Сколько растений в потомстве были гомозиготны?
68. У земляники окраска ягод у гомозигот красная или белая, а у гетерозигот – розовая. Что можно ожидать в потомстве гетерозиготных растений земляники при размножении их половым способом и бесполом?
69. От скрещивания красноцветковых растений ночной красавицы с белоцветковым в  $F_1$  получены растения с розовыми цветками. В  $F_2$  от них получено 144 растения. В каком количественном соотношении идет расщепление в  $F_2$  по фенотипу?
70. От скрещивания устойчивых к ржавчине растений кукурузы с восприимчивыми в  $F_1$  все гибриды были устойчивы к ржавчине. В каком соотношении произойдет расщепление по генотипу и фенотипу при возвратном скрещивании гибридов  $F_1$  с родительскими формами?
71. У пшеницы устойчивость к головне доминирует над восприимчивостью, а безостость – над остистостью. Наследование признаков независимое. Каким будет потомство  $F_2$ , если скрестить гомозиготное растение с безостым колосом, устойчивое к головне, с растением с остистым колосом и восприимчивым к головне?

72. От скрещивания растения фасоли, имеющего желтые бобы и черные семена с растением, у которого зеленые бобы и белые семена, получены гибриды  $F_1$  с желтыми бобами и черными семенами. Проанализируйте потомство по генотипу и фенотипу от возвратных скрещиваний с родительскими формами при независимом наследовании признаков.
73. У гороха две пары признаков – высокий и низкий стебель, красная и белая окраска цветков наследуется независимо. Какое расщепление по фенотипу произойдет при самоопылении дигетерозиготного растения, имеющего высокий стебель и красные цветки?
74. Два растения пшеницы имеют один фенотип – безостый красный колос, но различные генотипы. Как определить различие в генотипе? Подтвердите схемами скрещиваний и их анализом.
75. Дигетерозиготное раннеспелое растение овса, устойчиво к ржавчине, скрестили с восприимчивым позднеспелым растением. Определите генотипы и фенотипы гибридов в таком скрещивании, если наследование признаков независимое.
76. Гомозиготную по двум парам доминантных генов инцухт - линию кукурузы нормального роста, устойчивую к гельминтоспориозу, скрестили с инцухт – линией, гомозиготной по их рецессивным аллелям. Что можно ожидать в потомстве от возвратного скрещивания гибридов  $F_1$  с материнской формой?
77. У томатов красная окраска плодов доминирует над желтой, высокорослость – над карликовостью. От скрещивания красноплодного высокорослого растения с желтоплодным карликовым получено 4 фенотипических класса в соотношении 1:1:1:1. Определить генотипы родителей.
78. У редиса сильная опушенность листьев доминирует над отсутствием опушения, а удлиненная форма корнеплода не полностью доминирует над круглой. Проанализируйте потомство гибридов по генотипу и фенотипу от самоопыления дигетерозиготного растения, имеющего опушенные листья и овальной формы корнеплоды, при независимом наследовании признаков.
79. От скрещивания двух сортов земляники, у одного из которых ягоды красные, чашечка нормальная, а у другого ягоды белые, чашечка листовидная, получены гибриды с розовыми ягодами и промежуточной чашечкой. Что можно получить в потомстве от возвратных скрещиваний этих гибридов с родительскими формами, если признаки наследуются независимо?
80. У пшеницы безостость доминирует над остистостью, красная окраска колоса – над белой. Признаки наследуются независимо. Остистое белоколосое растение скрестили с гомозиготным безостым красноколосым. При самоопылении гибридов  $F_1$  получили 96 растений. Сколько растений в  $F_2$  могут быть остистыми белоколосыми, безостыми красноколосыми?
81. У баклажанов темно-синяя окраска плодов обусловлена взаимодействием двух комплементарных доминантных генов А и В. при отсутствии в генотипе любого из них окраска плодов будет белой. Проанализируйте, в каком соотношении идет расщепление по фенотипу в потомстве от самоопыления дигетерозиготного растения с темно-синими плодами?



82. У фасоли устойчивость к вирусу обыкновенной мозаики наследуется по типу эпистаза. Доминантный ген А определяет восприимчивость к вирусу, его рецессивная аллель – устойчивость. Гены В и в не имеют самостоятельного фенотипического проявления, но ген В подавляет проявление гена А. Проанализируйте расщепление по фенотипу от скрещивания дигетерозигот.

83. У пшеницы яровость контролируется двумя доминантными полимерными генами, а озимость их рецессивными аллелями. В каком соотношении будет идти расщепление по фенотипу в  $F_2$  от скрещивания двух яровых сортов пшеницы имеющих генотипы  $A_1A_1a_2a_2$  и  $a_1a_1A_2A_2$ ?

84. У кукурузы гены, обуславливающие окраску всходов и фертильность пыльцы, локализованы в одной хромосоме и наследуются сцеплено. Признак нормального развития хлорофилла в проростках (С) доминантен по отношению к бесхлорофильному (с), нормальная фертильность (Ф) по отношению к пониженной (ф).

При скрещивании гомозиготного растения по доминантным генам с гомозиготным растением по рецессивным генам в  $F_1$  все растения имели зеленую окраску и фертильную пыльцу. Проанализируйте расщепление по фенотипу и генотипу  $F_2$ , полученного от переопыления растений  $F_1$ .

85. У томатов гены, определяющие высоту растений и форму плодов, наследуются сцеплено. Скрещивали гомозиготное по доминантным генам высокорослости (Н) и шаровидной формы плодов (О) с растением, имеющим карликовый рост (h) и грушевидную форму плодов (о). Гибриды  $F_1$  были дигетерозиготны. При самоопылении  $F_1$  было получено 32 растения. Сколько растений  $F_2$  имели карликовый рост и грушевидные плоды?

86. У кур гены длины ног и формы гребня локализованы в одной аутосоме и наследуются сцеплено. От скрещивания дигетерозиготной курицы, имеющей короткие ноги (К) и розовидную форму гребня (Р) с петухом, имеющим длинные ноги (к) и листовидный гребень (р), было получено 22 цыпленка. Сколько цыплят будут иметь фенотип матери, отца?

87. У людей дальтонизм обусловлен сцепленным с полом рецессивным геном, который локализован в X - хромосоме. В Y – хромосоме этого гена нет. Женщина с нормальным зрением, отец у которой был дальтоником, а мать имела нормальное зрение, вышла замуж за мужчину с нормальным зрением. Сколько различных генотипов и фенотипов может быть у их сыновей?

88. Гены А и В наследуются сцеплено, расстояние между ними в единицах кроссинговера равно 20 %. Была скрещена гомозиготная линия по доминантным генам с линией гомозиготной по их рецессивным аллелям. Определите потомство в анализирующем скрещивании.

89. У кукурузы гены С и Д наследуются сцеплено. Ген С обуславливает устойчивость к ржавчине, с – восприимчивость, ген Д – нормальные листья, д – узкие листья. От скрещивания гомозиготной линии по доминантным генам с гомозиготной линией по рецессивным генам получены гибриды  $F_1$ . В возвратном скрещивании с отцовской формой было получено 1000 растений, в том числе 40 кроссоверных. Определите их фенотип и расстояние между генами С и Д в единицах кроссинговера.

90. От скрещивания растений двух сортов пшеницы, один из которых хустойчив к стеблевой ржавчине и мучнистой росе, а второй восприимчив к ржавчине и мучнистой росе, получены гибриды  $F_1$ , устойчивые к этим болезням. Наследование сцепленное расстояние между генами 4 морганиды. Что можно ожидать по генотипу и фенотипу в анализирующем скрещивании?
91. У клевера лугового позднеспелость доминирует над скороспелостью и наследуется моногенно. При апробации установлено, что 4 % растений относятся к раннеспелому типу клевера. Какую часть от позднеспелых растений составляют гетерозиготы?
92. Какова частота гена А в популяции, если гомозиготы по его рецессивной аллели а составляют 16 % от всего количества особей?
93. У желтого кормового люпина безалкалоидность доминирует над алкалоидностью. Наследование моногенное. При анализе популяции установлено, что частота рецессивного гена  $q=0,1$ . Определите генетическую структуру популяции.
94. У кукурузы устойчивость к ржавчине контролируется доминантным геном, восприимчивость – рецессивным. В популяции, находящейся в равновесии, рецессивные особи составляют 9 %. Вычислите частоты рецессивного и доминантного гена в популяции.
95. У подсолнечника наличие панцирного слоя семянки доминирует над беспанцирностью. При апробации установлено, что из 500 проанализированных семян 20 оказались беспанцирными. Определите генетическую структуру популяции.
96. У дикорастущей земляники красная окраска ягод доминирует над розовой и наследуется моногенно. В популяции земляники, включающей 2000 растений, 180 растений имеют розовую окраску. Рассчитайте фенотипическую структуру популяции.
97. Доля особей, имеющих генотип  $aa$ , в большой естественной популяции равна 0,16. Рассчитайте структуру данной популяции по генотипам.
98. У гречихи ярко-красная окраска растений неполно доминирует над зеленой. Установлено, что частота доминантного гена ярко-красной окраски в популяции  $p=0,4$ . Определите частоты генов зеленой и розовой окраски.
99. Гибридная люцерна по окраске соцветий подразделяется на 3 группы: растения с фиолетовой окраской венчиков, пестрой и желто-зеленой. При апробации гибридной люцерны было установлено, что 25 % растений имеют желто-зеленую окраску соцветий. Рассчитайте соотношение генотипов в данной популяции при условии, что ген фиолетовой окраски не полностью доминирует над желто-зеленой.
100. При анализе гибридной популяции ржи установлено, что частота доминантного гена устойчивости к стеблевой головне  $p = 0,9$ . Определите генотипическую и фенотипическую структуру популяции.

### НОМЕРА ВОПРОСОВ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

		Последняя цифра шифра									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Предпоследняя цифра шифра	0	5,24,44, 52,73,93	8,29,42, 61,88,100	6,25,49, 54,70,84	14,22,39, 69,90,96	12,21,40, 62,87,91	7,16,48, 51,64,99	1,20,43, 53,68,86	9,23,47, 55,80,98	2,19,36, 57,63,89	4,22,49, 60,67,85
	1	3,20,31, 56,69,90	19,34,43, 51,70,91	15,22,39, 62,87,99	21,43,48, 52,70,89	14,23,42, 64,82,100	6,18,50,54 ,78,90	27,38,49, 60,68,83	10,28,48, 63,87,96	16,26,49, 53,78,90	3,20,47, 69,70,86
	2	1,29,42, 60,71,81	8,33,40, 54,61,82	27,35,41, 51,80,89	3,30,49, 59,62,83	5,34,45, 52,63,86	6,31,50,57 ,69,87	4,36,44, 55,70,84	7,32,48, 53,64,88	28,37,46, 66,68,85	2,39,43, 58,65,90
	3	9,21,46, 61,89,100	13,30,44, 69,84,93	10,28,42, 63,86,98	16,31,48, 65,90,97	12,33,38, 67,83,92	18,24,49,6 0,72,88	11,26,40, 62,81,95	14,45,50, 70,82,87	17,25,41, 51,73,83	15,36,47,6 8,89,94
	4	2,29,41, 59,80,92	27,39,43, 60,78,97	8,31,40, 52,71,91	4,30,42, 54,79,100	28,37,47, 57,76,93	3,36,48, 55,77,96	5,33,45, 51,72,98	7,38,44, 56,73,94	1,32,46, 58,75,99,	6,37,50, 53,74,85
	5	9,27,38, 61,84,94	6,11,35, 70,87,92	4,13,34, 65,90,100	7,12,40, 68,81,95	2,16,41, 69,89,98	5,15,46, 66,85,91	10,28,42, 64,88,93	3,14,43, 62,83,95	8,19,39, 67,82,96	1,9,48, 63,86,97
	6	4,16,32, 51,70,88	1,20,33, 57,62,81	5,21,35, 59,69,82	8,23,34, 58,67,80	22,27,36, 54,68,84	28,30,49,5 2,63,85	2,24,41, 56,65,83	6,26,40, 60,66,86,	7,25,45, 53,64,87	3,31,44, 55,61,89
	7	6,28,40, 71,87,91	12,36,47, 80,90,94	10,30,41, 72,85,92	13,34,44, 79,82,93	7,38,46, 73,84,95	9,37,47, 75,83,97	15,31,45, 76,86,96	8,32,42, 74,89,100	11,39,43, 77,88,98	14,35,45,7 8,84,99
	8	16,27,39, 58,79,85	19,29,41, 52,71,90	20,31,48, 55,73,89	21,30,45, 57,72,84	28,48,49, 51,77,85	22,34,44,5 3,74,86	50,32,46, 54,75,87	3,35,50, 59,78,90,	5,37,40, 60,76,86	2,38,41, 56,80,87
	9	7,30,47, 53,68,86	5,41,43, 58,63,85	1,29,45, 56,62,83	27,31,50, 60,69,87	2,35,44, 59,61,90	4,32,49, 51,65,82,	6,36,47, 52,64,84	28,34,42, 54,70,89	3,38,48, 55,67,88	20,33,39,5 7,66,81

## КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ (глоссарий)

**Автогамия** - самоопыление, попадание пыльцы на рыльце пестика своего же цветка.

**Автогенез** - ошибочное направление эволюционной теории, рассматривающее эволюцию как результат действия внутренних сил самого организма вне зависимости от условий внешней среды.

**Аутополиплоид (аутополиплоид, эуплоид)** - организм, возникший в результате кратного увеличения одного и того же набора хромосом.

**Аллели множественные** - несколько возникших путем мутаций состояний одного локуса хромосомы, отличающихся по своему проявлению.

**Аллельные гены (аллели)** - гены одной пары признаков, находящихся в одинаковых точках гомологичных хромосом. У диплоидного организма два аллеля не могут находиться в одной гамете.

**Альбинизм** - отсутствие окраски у всего организма или отдельных его частей, вызываемое генами или плазмогенами, препятствующими синтезу красящих пигментов.

**Амфидиплоид** - полиплоидный организм, возникший в результате удвоения хромосомных наборов двух разных видов или родов.

**Апомиксис** - развитие организма без слияния половых клеток; из неоплодотворенной яйцеклетки (партеногенез), из вегетативной клетки зародышевого мешка (апогамия) или из вегетативной клетки окружающих его тканей (апоспория).

**АТФ** - аденозинтрифосфорная кислота, универсальный источник энергии для (всех процессов, протекающих в клетке. Состоит из аденина, рибозы и трех фосфатных групп.

**Аутбридинг** - скрещивание между неродственными особями.

**Аутосомы** - обычные, не половые хромосомы.

**Бактериальная трансформация** - перенос с помощью ДНК наследственных признаков от одного штамма бактерий к другому.

**Бактериофаг (пожиратель бактерий)** - вирус, паразитирующий на бактериях и вызывающий их лизис (растворение).

**Бивалент** - две гомологичные хромосомы, конъюгирующие между собой в мейозе.

**Варианса ( $\sigma^2$ )** - отношение суммы квадратов отклонений значений отдельных вариантов от средней для данного вариационного ряда к числу степеней свободы.

**Варианта** - значение любого члена вариационного ряда, составленного по какому-либо количественному признаку.

**Возвратные скрещивания (беккроссы)** - скрещивания, при которых гибрид повторно (однократно или многократно) скрещивается с одной из родительских форм.

**Гаметофит** - половое поколение у цветковых растений, несущее половинное число хромосом, в противоположность спорофиту, развивающемуся

в результате оплодотворения и имеющему двойное (диплоидное) число хромосом.

**Гаметы** - зрелые мужские и женские половые клетки, содержащие гаплоидное (половинное) число хромосом по сравнению с остальными клетками тела.

**Гаплоид** - организм, в клетках которого содержится в два раза меньше хромосом ( $n$ ), чем у исходной формы.

**Гексаплоид** - организм, клетки которого содержат шесть основных наборов; хромосом ( $6x$ ).

**Ген** - основной материальный элемент наследственности, участок молекулы ДНК, входящей в состав хромосом. Контролирует определенную степень обмена веществ в организме и оказывает тем самым специфическое действие на развитие одного или нескольких признаков.

**Генеральная совокупность** - совокупность единиц - особей или признаков из которой отбираются варианты для совместного изучения. Часть единиц, отобранная для изучения генеральной совокупности, называется выборочной совокупностью (выборкой).

**Генерация** - поколение организмов.

**Генетика** - наука о наследственности и изменчивости организмов.

**Генетический анализ** - основной метод изучения характера действия и числа генов, определяющих наследование данного признака. Включает гибринологический, мутационный и популяционный методы.

**Геноинженерия** - целенаправленное изменение генетических программ клеток с целью придания исходным формам новых свойств или создания принципиально новых форм организмов. Осуществляется путем введения в клетку чужеродной генетической информации, гибридизации соматических клеток и другими приемами.

**Геном** - основной гаплоидный набор хромосом; совокупность качественно различных хромосом, содержащих полный одинарный набор генов.

**Генотип** - совокупность всех генов, определяющих развитие признаков и свойств растений.

**Генофонд** - совокупность геном популяции, характеризующаяся определенной их частотой.

**Гены-модификаторы** - неаллельные гены, изменяющие проявление признака контролируемого в основном другим геном. Самостоятельно не проявляются но могут усиливать или ослаблять действие главного гена.

**Гены структурные** - гены, несущие информацию о последовательности аминокислот в белковой молекуле, т. е. определяющие первичную структуру белков.

**Гетерозиготный организм** - особь, содержащая в клетках тела разные гены данной аллельной пары, например  $Aa$ . При размножении такой особи происходит расщепление признаков.

**Гетерозис** - увеличение мощности, повышение жизнеспособности, возрастание продуктивности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами.

**Гибрид** - организм, сочетающий в себе признаки и свойства генетически различающихся родительских форм.

**Гибридизация** - процесс создания новых форм путем рекомбинации признаков и свойств в результате скрещивания.

**Гибридная популяция** - совокупность наследственно различающихся особей, полученная в результате скрещивания и расщепления.

**Гибридное растение** - растение, полученное в результате скрещивания генетически различающихся родительских форм.

**Гомеостаз генетический** - поддержание под влиянием естественного отбора частоты генов в популяции на определенном относительно постоянном уровне.

**Гомозиготный организм** - особь, содержащая в клетках тела одинаковые гены данной аллельной пары (AA или aa). При размножении такой особи расщепления по этим признакам быть не может.

**Гомологические хромосомы** - парные, соответствующие, полученные при оплодотворении хромосомы, нормально конъюгирующие между собой в мейозе.

**Группа сцепления** - совокупность всех генов, локализованных в данной хромосоме, благодаря чему они наследуются совместно (сцепленно).

**Двойное оплодотворение** у покрытосемянных растений - яйцеклетка оплодотворяется одним, а диплоидное ядро эндосперма - другим спермием генеративной клетки. В результате возникают диплоидная зигота ( $2n$ ) и триплоидный эндосперм ( $3n$ ).

**Делеция (нехватка)** - выпадение участка хромосомы, содержащего один или несколько генов.

**Диаллельные (циклические) скрещивания** - скрещивания, применяемые для определения специфической комбинационной способности самоопыленных линий. При этом каждая линия скрещивается со всеми остальными для оценки всех возможных комбинаций.

**Дигаплоид** - особь, происходящая от тетраплоидной формы, но имеющая по сравнению с ней в два раза меньшее число хромосом ( $2x$  вместо  $4x$ ).

**Дигибридное скрещивание** - скрещивание при различии родительских особей по двум парам аллелей.

**Диплоид** - организм с двумя гомологичными наборами хромосом в соматических клетках ( $2n$ ): один привнесен в зиготу женской, а второй - мужской родительской формой.

**Дискретное строение наследственного материала** - строение ДНК и хромосом, состоящих из отдельных единиц - генов, способных к рекомбинации, определяющих развитие различных признаков и относительно независимых друг от друга.

**Длительные модификации** - передающиеся в течение нескольких поколений изменения компонентов цитоплазмы, индуцированные внешними воздействиями.

**ДНК** - дезоксирибонуклеиновая кислота. Основной материальный носитель наследственности. Биополимер, молекула которого состоит из двух полинуклеотидных цепей, свернутых в спираль. В состав отдельных нуклеотидов ДНК входят азотистые основания, сахар дезоксирибоза и остаток фосфорной кислоты.

**Доминантный ген** - один из пары аллельных генов, подавляющий в гетерозиготном состоянии проявление другого (рецессивного гена ( $A > a$ )).

**Доминирование** - подавление у гибридных организмов одних признаков другими. Может быть полным, когда гетерозигота  $Aa$  фенотипически не отличается от гомозиготы  $AA$ , и неполным, когда доминантный ген не полностью подавляет проявление своего рецессивного аллеля.

**Дупликация** - удвоение какого-либо участка хромосомы,

**Зигота** - оплодотворенная яйцеклетка, дающая начало развитию нового организма, имеет двойное, диплоидное ( $2n$ ) число хромосом.

**Изменчивость** - процесс возникновения различий между особями по ряду признаков тела или отдельных его органов (размеры, форма, окраска, химический состав) и их функций. Может быть наследственной и модификационной.

**Инбредный минимум (инцухт-минимум)** - состояние инбредного потомства, когда депрессия достигла своего наивысшего выражения и дальнейшего снижения жизнеспособности особей в последующих поколениях не происходит, а потомство становится однородным.

**Инбридинг (инцухт)** - принудительное самоопыление или скрещивание между родственными особями перекрестноопыляющихся растений. В результате инбридинга получают инбредные линии (инцухт-линии), называемые также самоопыленными линиями.

**Инверсия** - хромосомная мутация, возникающая в результате двух разрывов и перевертывания участка хромосомы на  $180^\circ$ . При этом последовательность генов изменяется так:  $abcd \rightarrow abcd$ .

**Интеркинез (интерфаза)** - стадия покоя между первым и вторым делениями мейоза или между двумя митозами, когда в клетке происходят все процессы биосинтеза.

**Интерференция** - подавление кроссинговера в близких участках хромосомы под влиянием кроссинговера, происходящего в соседних районах.

**Информационная РНК (и-РНК)** - РНК, играющая роль переносчика информации от ДНК к рибосомам. Состав оснований в молекуле информационной РНК аналогичен ДНК, только вместо тимина содержится урацил. На информационной РНК, как на матрице, происходит синтез белка из аминокислот.

**Инцухт** - см. инбридинг.

**Инцухт-линия (самоопыленная линия)** - потомство одного перекрестноопыляющегося растения, полученное в результате принудительного самоопыления.

**Кариогамия** - слияние ядер мужской и женской гамет в ядро зиготы. Составляет основу процесса оплодотворения.

**Кариокинез** - см. митоз.

**Кариотип** - совокупность хромосом организма, характеризующаяся их числом, величиной и формой.

**К-митоз** - митоз, заторможенный инактивацией веретена под воздействием колхицина.

**Кодон** - единица наследственной информации, состоящая из трех расположенных в определенной последовательности азотистых оснований и определяющая положение определенной аминокислоты в полипептидной цепи.

**Колхицин** - алкалоид ( $C_{22}H_{25}O_6$ ), сильный растительный яд. Разрушая веретено клеточного деления, вызывает образование клеток с удвоенным числом хромосом.

**Комбинационная (гибридная) изменчивость** - наследственная изменчивость, возникающая в результате сочетания и взаимодействия генов при скрещивании.

**Комплементарное действие генов** - совместное, дополняющее друг друга действие двух или большего числа генов на развитие какого-либо признака.

**Конъюгация хромосом (синапсис)** - сближение гомологичных хромосом в профазе мейоза, когда между ними возможен взаимный обмен отдельными участками.

**Коэффициент инбридинга (инцухта)** - степень увеличения гомозиготности в популяции под влиянием близкородственного скрещивания.

**Коэффициент наследуемости** - доля генетической изменчивости в общей фенотипической изменчивости какого-либо признака. Чем выше коэффициент наследуемости данного признака, тем эффективнее отбор по фенотипу.

**Кроссбридинг (ксеногамия)** - перекрестное опыление.

**Кроссинговер** - перекрест хромосом, в результате которого между ними может происходить обмен гомологичными (одинаковыми) участками.

**Ксенийность** - непосредственное проявление признаков отцовского организма на эндосперме семени (ксении 1-го порядка) или околоплоднике материнских растений организма.

**Линия растений** - потомство одного гомозиготного по всем генам самоопыляющегося растения.

**Локус хромосомы** - участок хромосомы, в котором локализован ген.

**Макроспорогенез (мегаспорогенез)** - процесс образования макроспор (мегаспор). Одна из макроспор, формирующаяся в семязпочке, дает зародышевый мешок.

**Материнская наследственность** - наследственность, определяемая факторами цитоплазмы или пластид и передаваемая только женскими организмами.



**Мейоз** - особый тип клеточного деления, происходящего при развитии половых клеток или спор, приводящего к уменьшению (редукции) числа хромосом вдвое. В процессе мейоза происходит два последовательных деления ядра, а удваиваются хромосомы только один раз. В мейозе конъюгируют гомологичные хромосомы.

**Малые мутации** - наследственные изменения, в незначительной степени затрагивающие физиологические и морфологические признаки организмов.

**Метафаза** - средняя, вторая, фаза митоза или мейоза, во время которой хромосомы располагаются в экваториальной плоскости клетки, образуя ядерную пластинку.

**Микроспорогенез** - процесс образования пыльцы в пыльниках покрытосемянных растений. Гаплоидные клетки (микроспоры), возникающие в результате двух мейотических делений, развиваются в пыльцевые зерна.

**Митоз** - деление клетки, в результате которого происходит сначала удвоение хромосом, а затем их равномерное распределение между двумя вновь возникающими клетками.

**Митохондрии** - нитевидные или гранулярные образования, состоящие из белка, липидов, РНК и ДНК. Являются центрами клеточного дыхания, обмена веществ и генерирования энергии. В них вырабатывается АТФ.

**Модификации** - различия в степени проявления какого-либо признака под влиянием меняющихся внешних условий.

**Молекулярная генетика** - наука, изучающая явления наследственности и изменчивости на основе (уровне) молекулярных структур клетки.

**Моногибридное скрещивание** - скрещивание организмов, различающихся по одной паре аллелей.

**Моносомик** - анеуплоид, в диплоидном наборе которого одна из парных хромосом представлена в единственном числе (2n-1).

**Моносомный анализ** - генетический анализ, основанный на использовании моносомиков и нуллисомиков.

**Мутагенез** - процесс возникновения наследственных изменений (мутаций) под влиянием естественных и искусственных факторов (мутагенов).

**Мутагены** - факторы, вызывающие мутации. Подразделяются на физические и химические.

**Мутант** - организм, у которого в результате мутации возникло изменение какого-либо признака или свойства.

**Мутационная изменчивость** - структурные изменения генов и хромосом, ведущие к возникновению новых наследственных признаков и свойств организма.

**Мутация** - новое наследственное изменение, возникающее независимо от скрещивания и связанное с изменением ДНК хромосом.

**Наследование** - процесс передачи наследственной информации от одного поколения организмов другому.

**Наследственная информация** - порядок нуклеотидов ДНК и РНК, определяющий синтез определенных белков и развитие на их основе соответствующих признаков организма.

**Наследственность** - процесс воспроизведения организмами в ряду последовательных поколений сходного типа обмена веществ, признаков и свойств.

**Наследственный (генетический) код** - последовательность расположения азотистых оснований в ДНК, определяющая расположение аминокислот в синтезируемом белке.

**Наследственный фактор** - см. ген,

**Наследуемость** - доля генотипически обусловленной изменчивости и общей фенотипической изменчивости организмов.

**Насыщающие скрещивания** - многократное скрещивание гибридов в какой-либо комбинации с отцовской исходной формой. При этом происходит насыщение материнской формы ядерным материалом отцовской формы.

**Несовместимости гены** - гены, обуславливающие совместимость или несовместимость двух гамет и, следовательно, возможность оплодотворения.

**Норма реакции** - способность реагирования организма на изменение окружающих условий. Определяется генотипом и проявляется в форме модификаций.

**Нуклеиновые кислоты** - высокомолекулярные вещества, биополимеры, хранящие и передающие у всех организмов наследственную информацию. Состоят из нуклеотидов, последовательность которых определяет синтез специфических белков. Представлены двумя типами: ДНК и РНК.

**Нуклеотид** - сложное органическое вещество, состоящее из азотистого основания, сахара рибозы или дезоксирибозы и фосфорной кислоты. Нуклеотиды входят в состав молекул ДНК и РНК.

**Нуллисомик** - растение, у которого в диплоидном наборе отсутствует пара гомологичных хромосом (2n-2).

**Обратная мутация** - мутация ранее мутировавшего гена вновь в исходное состояние.

**Обратная транскриптаза (ревертаза)** - фермент, с помощью которого осуществляется обратная транскрипция - синтез ДНК на РНК-матрице.

**Общая комбинационная способность** - средняя ценность самоопыленных линий в гибридных комбинациях. Определяется в результате скрещивания линий с каким-либо сортом или гибридом (тестером).

**Онтогенез** - индивидуальное развитие организма от оплодотворенной яйцеклетки до естественной смерти.

**Оперон** - генетическая единица транскрипции кода ДНК. Совокупность генов, составляющих функциональную единицу хромосом. Состоит из структурных генов и гена-оператора.

**Основное число хромосом (x)** - исходный хромосомный набор, благодаря умножению которого образовался данный полиплоидный ряд. У диплоидных видов основное число хромосом равно гаплоидному их числу.

**Отдаленная гибридизация** - скрещивание организмов, относящихся к разным видам или родам.

**Панмиксия** - свободное, основанное на случайности, скрещивание особей в пределах популяции.

**Партеногенез** - развитие нового организма из неоплодотворенной яйцеклетки.

**Перекрест (кроссинговер)** - обмен гомологичными участками у хромосом одной пары, приводящий к рекомбинации генов.

**Плазмогены** - наследственные факторы, локализованные в цитоплазме, способные к авторепродукции и передаче наследственной информации.

**Плейотропия** - способность гена оказывать влияние одновременно на несколько признаков организма. Свойственна большинству генов.

**Плоидность** - число геномов в клетках данного организма.

**Полигены** - гены, контролирующие количественную (полигенную) генетическую изменчивость. Действие полигенов в сильной степени зависит от внешних условий; анализируется оно методами математической генетики.

**Полигибрид** - гибрид, полученный в результате скрещивания особей, различающихся по нескольким признакам.

**Полимерные (однозначные - множественные) гены** - неаллельные гены, действующие на один и тот же признак одинаковым образом.

**Полиплоидия** - наследственные изменения, связанные с увеличением числа хромосом.

**Полирибосомы** - комплекс рибосом, связанных молекулой РНК. Участвуют в синтезе крупных белковых молекул.

**Половые хромосомы** - хромосомы, различающиеся по структуре и функциям у разных полов и определяющие развитие пола.

**Популяция** - совокупность особей одного вида, заселяющих определенную территорию, свободно скрещивающихся друг с другом и в той или иной степени изолированных от других совокупностей. В селекции под популяцией понимают группу особей, имеющих наследственные различия.

**Приобретенные признаки или свойства** - черты, отсутствовавшие у предков данной особи и приобретенные организмом в течение его онтогенеза.

**Прокариоты** - организмы (бактерии и сине-зеленые водоросли), у которых генетический материал представлен молекулой ДНК, прямо включенной в цитоплазму.

**Профаза мейоза** - первая стадия 1-го деления мейоза, во время которой происходит конъюгация гомологичных хромосом и обмен участками между ними (кроссинговер).

**Профаза митоза** - первая стадия митоза, во время которой хромосомы благодаря спирализации становятся видимыми.

**Расщепление** - появление разнообразных форм в гибридных поколениях в результате рекомбинации аллельных и неаллельных генов в процессе мейоза.

**Редукционное деление** - см. мейоз.

**Репарация** - самовосстановление первичной структуры ДНК, следующее после нарушения ее физическими или химическими мутагенами.

**Репликация ДНК** - удвоение молекулы ДНК. Двойная цепь ее сначала разделяется на две, и на каждой из них достраиваются новые комплементарные дочерние цепи нуклеотидов под действием фермента ДНК-полимеразы.

**Рецессивный признак** - признак, подавляемый в гибридном организме действием доминантного гена той же аллельной пары.

**Реципрокные (взаимные) скрещивания** - скрещивания между двумя формами, когда каждая из них в одном случае берется в качестве материнской, а в другом - в качестве отцовской формы.

**Рибосомы** - очень мелкие сферические частицы в цитоплазме, в которых происходит синтез белковых молекул.

**РНК** - рибонуклеиновая кислота, биологический полимер, участвующий в биосинтезе белка. Состоит из нуклеотидов, соединенных в виде спиралевидной цепочки. В состав каждого из них входят: азотистые основания (аденин, гуанин, цитозин, урацил), сахар рибоза и фосфорная кислота.

**Самонесовместимость** - невозможность самооплодотворения растений, имеющих обоеполые цветки. Самонесовместимость является механизмом, препятствующим инбридингу и способствующим кроссбридингу.

**Сверхдоминирование** - большая мощность и жизнеспособность гетерозиготы в сравнении с обеими гомозиготами по данной паре аллелей ( $AA < Aa > aa$ ).

**Серия аллелей** - ряд изменений одного и того же гена.

**Синапсис (синдез)** - конъюгация гомологичных хромосом в профазе мейоза.

**Сингамия** - слияние гамет.

**Спектр мутаций** - совокупность всех мутаций, возникающих у организма под действием определенного мутагена.

**Спермий** - название мужской половой клетки у растений.

**Специфическая комбинационная способность** - повышенная ценность самоопыленной линии в какой-либо конкретной комбинации. Определяется путем скрещивания многих линий между собой.

**Спонтанные мутации** - естественно возникающие наследственные изменения.

**Спорофит** - бесполое диплоидное поколение жизненного цикла растений. Начинается с оплодотворенной яйцеклетки и заканчивается образованием спор.

**Сублетальные гены** - полублетальные гены, наличие которых приводит к гибели более 50% особей.

**Супермутагены** - сверхмутагены, химические мутагенные вызывающие наибольшее число мутаций, например нитрозоэтилмочевина.

**Сцепление** - совместная передача потомству генов в тех же комбинациях, в каких они были у родительских форм. Связана с локализацией генов в одной хромосоме (группе сцепления).

**Телофаза** - четвертая, последняя фаза митоза или мейоза, во время которой происходит деспирализация хромосом и образование дочерних ядер.

**Тетравалент (квадривалент)** - группа из четырех гомологичных хромосом полиплоидного организма, конъюгирующих между собой в мейозе.

**Тетраплоид** - организм, имеющий в клетках тела четыре основных (гаплоидных) набора хромосом ( $4n$ ).

**Тетрасомик** - анеуплоид, в диплоидном наборе которого одна из хромосом представлена четыре раза ( $2n+2$ ).

**Точковая (генная) мутация**-микроскопически невидимая мутация, затрагивающая очень небольшой участок хромосомы.

**Трансдукция** - перенос генетической информации из одной бактериальной клетки в другую, осуществляемый ДНК фагов.

**Трансгрессии** - суммирующее действие полимерных генов, вызывающих увеличение или уменьшение какого-либо признака или свойства.

**Транскрипция** - перенос (переписывание) информации о нуклеотидном строении ДНК на и-РНК.

**Транслокация**- один из видов перестроек хромосом, при котором происходит обмен участками гомологичных хромосом.

**Трансляция** - перевод информации о нуклеотидном строении и-РНК на аминокислотное строение белка. В этом процессе матрицей для биосинтеза белка служит и-РНК.

**Транспортная РНК (т-РНК)** -один из видов РНК, играющий роль переносчика аминокислот к рибосомам, где они связываются в полипептидную цепь. Число различных молекул т-РНК соответствует числу аминокислот, участвующих в синтезе белка.

**Трансформация** - изменение наследственного свойства какого-либо штамма бактерий в результате поглощения ДНК другого штамма.

**Тригибрид** - гибрид, гетерозиготный по трем парам аллелей.

**Триплет** - структурный элемент гена, состоящий из трех соединенных в определенной последовательности азотистых оснований и кодирующий одну аминокислоту.

**Триплоид** - организм, клетки которого имеют три основных (гаплоидных) набора хромосом.

**Трисомик** - анеуплоид, в диплоидном наборе которого одна из хромосом представлена три раза ( $2n+1$ ).

**Тритикале** - пшенично-ржаные 56- или 42-хромосомные амфидиплоиды.

**Униваленты** - единичные, неконъюгирующие хромосомы в первом делении мейоза. Распределяются к полюсам клетки в анафазе случайно.

**Фенотип** - совокупность всех признаков и свойств организма, сформировавшихся на основе генотипа во взаимодействии с условиями внешней среды.

**Хиазма** - характерная фигура, образующаяся на стадии диплономы мейоза в результате перекрещивания двух хроматид пары гомологичных хромосом.

**Химеры** - растения, состоящие из тканей разных генотипов. Получаются в результате соматических мутаций, а также при прививках, когда в месте срастания закладываются почки, в которых часть тканей принадлежит привою, а часть - подвою.

**Хроматиды** - одна из двух продольных нитей, входящих в состав хромосом. Хроматиды хорошо видны во время профазы и метафазы, а в стадии анафазы они уже становятся самостоятельными хромосомами.

**Хроматин** - основное вещество клеточного ядра нуклеопротеидного состава, хорошо окрашивающееся основными анилиновыми красителями.

**Хромонемы** - нуклеопротеидные нити, структурные субъединицы хромосом.

**Хромосомные aberrации** - различные изменения структуры хромосом (нехватки, транслокации, инверсии, дупликации).

**Хромосомный комплекс**-набор хромосом, свойственный данному виду.

**Хромосомный набор** - совокупность хромосом, свойственная клеткам данного организма. Известны два типа: гаплоидный-в зрелых половых клетках ( $n$ ) и диплоидный - в соматических клетках ( $2n$ ).

**Хромосомы** - окрашивающиеся основными красителями элементы клеточного ядра, состоят из ДНК и белков. Основные носители наследственной информации организма.

**Цитогенетика** - наука, изучающая явления наследственности и изменчивости организмов в связи с поведением клеточных структур, особенно хромосом.

**Цитология** - наука о клетке, изучает ее структуру (строение) и функции (жизнедеятельность).

**Цитоплазма** - вся масса клетки, за исключением ядра. Содержит органоиды, выполняющие различные функции (эндоплазматическая сеть, митохондрии, рибосомы, пластиды и др.).

**ЦМС** - цитоплазматическая мужская стерильность, наследственно обусловленная стерильность пыльцы, передаваемая через цитоплазму только по материнской линии.

**Эпистаз**- взаимодействие неаллельных генов, при котором аллель одного гена подавляет действие аллелей других генов ( $A > B$ ).

**Эукариоты** - организмы, у которых генетический материал сосредоточен в хромосомах клеточного ядра, отграниченного от цитоплазмы. К ним относятся все организмы, кроме бактерий и сине-зеленых водорослей. Эукариотам свойствен митоз и мейоз.

**Ядро клеточное** - важнейшая часть клетки, центр управления всеми процессами ее жизнедеятельности. В ядре сосредоточены материальные носители наследственности организма - хромосомы.

**Яйцеклетка (яйцо)** - женская половая клетка.

**X-хромосома**-парная половая хромосома в клетках особей гомогаметного пола (XX).

**У-хромосома** - непарная половая хромосома в клетках особей гетерогаметного пола (УХ).

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### а) Основная литература

1. Бакай А. В., Кочиш И. И., Скрипниченко Г. Г. Генетика. - М. : КолосС, 2007. - 447 с
2. Генетика : учебник для вузов / Н. М. Макрушин, Ю. В. Плугатарь, Е. М. Макрушина [и др.] ; под редакцией Н. М. Макрушина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 404 с. — ISBN 978-5-8114-7348-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158959>
3. Горбунов Ю. А. Основы генетической инженерии и биотехнологии. - Минск : ИВЦ Минфина, 2010. - 287 с.
4. Егорова Т. А., Клунова С. М., Живухина Е. А. Основы биотехнологии. - М. : Академия, 2005. - 208 с
5. Жученко А.А. Генетика.- М.: Колос, 2009,-587 с.
6. Жученко А.А., Гужов Ю.Л., Пухальский В.А. Генетика. М.: Колос, 2003. — 480 с.
7. Калашникова Е. А., Кочиева Е. З., Миронова О. Ю. Практикум по сельскохозяйственной биотехнологии. - М. : КолосС, 2006. - 142 с.
8. Карманова Е. П., Болгов А. Е. Практикум по генетике. - Петрозаводск : Изд-во ПетрГУ, 2004. - 202 с.
9. Лутова Л. А. Генетика развития растений. - СПб. : Наука, 2000. - 539 с.
10. Нахаева, В. И. Практический курс общей генетики : учебное пособие / В. И. Нахаева. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2016. — 210 с. — ISBN 978-5-9765-1204-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/85930>
11. Никольский В. И. Генетика. - М. : Академия, 2010. - 249 с.
12. Общая генетика : учебное пособие / составители М. В. Ульянова [и др.]. — 2-е изд., доп. и перераб. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 78 с. — ISBN 978-5-8353-2374-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134334>
13. Пухальский В. А. Введение в генетику. - М. : КолосС, 2007. - 224 с.
14. Синюшин, А.А. Решение задач по генетике : учебное пособие / А.А. Синюшин. — Москва : Лаборатория знаний, 2019.
15. Смиряев А. В., Кильчевский А. В. Генетика популяций и количественных признаков: учеб. для вузов. - М. : КолосС, 2007. - 270 с.
16. Стамбеков С. Ж., Коротких О. С., Петухов В. Л. Генетика: учеб. для вузов. - Новосибирск : [б. и.], 2006. - 616 с.
17. Тихонов И. В. Биотехнология. - СПб. : ГИОРД, 2008. - 703 с.
18. Шевелуха В.С. Сельскохозяйственная биотехнология. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2003. - 468 с.
19. Шевелуха В. С. Сельскохозяйственная биотехнология. - Изд 3-е., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2008. - 709 с.



## б) Дополнительная литература

1. З.Абрамова З.В. Практикум по генетике/ З.В. Абрамова, О.А. Карлинский-М.: Колос, 2002,-278 с.
2. Абрамова З.В. Генетика. Программированное обучение.- М.: Колос, 2004,-247 с.
3. Абрамова З.В. Руководство к практическим занятиям по генетике/З.В. Абрамова, О.А. Карлинский-М.: Колос, 2008,-247 с.
4. Абрамова И.Н. Генетика / И.Н. Абрамова // Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы для студентов агрономического факультета заочной формы обучения по направлению подготовки 35.03.04 «Агрономия». – Иркутск: Изд-во ИрГАУ, 2019 - 56с.
5. Гуляев Г.В. Генетика.- М.: Колос, 2008,-357 с.
6. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митютко. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-2897-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104872>
7. Кондратьева, И.В. Словарь терминов по генетике : словарь / И.В. Кондратьева, М.Л. Кочнева. — Новосибирск : НГАУ, 2011. — 42 с.
8. Лобашев, М.Е. Генетика.- М.: Просвещение, 2002,- 432 с.
9. Мандель, Б.Р. Основы генетики : учебное пособие / Б.Р. Мандель. — Москва : ФЛИНТА, 2015. — 256 с.
10. Попов В. Н.. Принципы и основные методы генетической инженерии. [Электронный учебник] / В. Н. Попов; составитель О. С. Машкина. - Воронеж: Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2009. - 39 с.
11. Руководство к лабораторно-практическим занятиям по генетике [Электронный учебник] : Учебное пособие. - Тула: Издательство ТГПУ им.Л.Н.Толстого, 2010. - 85 с.
12. Самигуллина, Н.С. Практикум по генетике : учебное пособие / Н.С. Самигуллина, И.Б. Кирина. — Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2007. — 211 с.
13. Частная селекция полевых культур [Электронный учебник] : [учебник] / автор В. В. Пыльнев. - Москва: КолосС, 2005. - 552 с.