

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Н.Х. КУРЬЯНОВА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ГЕНЕТИКА РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ



ДИМИТРОВГРАД 2019

Курьянова Н.Х. «Генетика растений и животных»: учебно-методическое пособие для студентов инженерно-экономического факультета / Курьянова Н.Х. – Димитровград: ТИ-филиал ФГБОУ ВО УлГАУ. Эл. изд. - 2019. – С.104

Рецензент кандидат технических наук, доцент М.М. Гафин

Учебно-методическое пособие рассматривает цели, задачи, компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины, пособие содержит краткий курс лекций, план практических занятий и фонд оценочных средств

Утверждено по решению методической
комиссии инженерно-экономического факультета
Технологического института филиала
ФГБОУ ВО Ульяновского государственного
аграрного университета
имени П.А. Столыпина
Протокол № 1 от 04.09. 2019 г.

© Курьянова Н.Х. 2019

© Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2019

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|-----|---|----|
| | ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1 | ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ | 5 |
| 2 | КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ | 6 |
| 2.1 | Тема 1. Предмет, этапы развития и методы генетики | 6 |
| 2.2 | Тема 2. Цитологические основы наследственности | 10 |
| 2.3 | Тема 3 Закономерности наследования признаков при внутривидовой гибридизации | 14 |
| 2.4 | Тема 4. Хромосомная теория наследственности | 22 |
| 2.5 | Тема 5. Наследственная и ненаследственная изменчивость | |
| 2.6 | Тема 6. Происхождение и эволюция сельскохозяйственных видов животных | 32 |
| 2.7 | Тема 7. Молекулярные основы наследственности | 36 |
| 2.8 | Тема 8. Значение популяционной и экологической генетики в селекции растений и животных | 44 |
| 2.9 | Тема 9. Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве | 49 |
| 3 | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | 62 |
| 4 | ПРОГРАММА ПРОВЕДЕНИЯ АКТИВНЫХ И ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ | |
| 5 | ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ | 66 |

ВВЕДЕНИЕ

Генетика (от греч. genesis – происхождение) – наука о наследственной передаче и изменчивости признаков живых организмов. Генетика – интегрирующая биологическая дисциплина, изучающая два фундаментальных свойства живого: наследственность и изменчивость.

Генетика использует множество методов исследования: морфологический, физиологический, биохимический, цитологический, физико-химический, математический и др., но основным, принципиально отличающимся от других, является метод генетического (гибридологического) анализа. Интегрирующая роль генетики заключается в том, что она исследует универсальные свойства на всех уровнях организации живого: молекулярном, клеточном, организменном и популяционном и на всех таксономических группах организмов, включая и человека.

Генетика изучает два неразрывных свойства живых организмов:

наследственность и изменчивость, а также методы управления ими. Поэтому именно наследственность и изменчивость являются предметом генетики. Законы генетики применимы ко всем без исключения организмам, а ее методы широко используются различными биологическими науками: биохимией, зоологией, ботаникой, микробиологией, вирусологией, иммунологией, физиологией, экологией и т. д.

Целями освоения дисциплины являются формирования у студентов научного мировоззрения, основанного на познании процессов сохранения, передачи и реализации наследственной информации на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровне строения биологических систем. Обучение студентов практическому использованию методов современной генетики в области селекции и семеноводства.

Задачами дисциплины является изучение:

- цитологических основ наследственности;
- основных закономерностей наследования при внутривидовой и отдаленной гибридизации;
- молекулярных механизмов реализации генетической программы;
- генетических основ создания генетически модифицированных организмов;
- генетических процессов в популяциях.

Дисциплина «Генетика растений и животных» относится к обязательной части, блока Б1 учебного плана ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (Б1.О.18) и ОПОП.

1 ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование результатов обучения, представленных в таблице 1.

| Код компетенции | Результаты освоения ОП | Индикаторы компетенции | Перечень планируемых результатов изучения дисциплины |
|-----------------|--|--|--|
| ОПК-1 | Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий | <p>ОПК-1.1. ИД1 использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции</p> <p>ОПК-1.2. ИД2 демонстрирует знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции</p> <p>ОПК-1.3. ИД3 применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции</p> | <p>Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, в частности генетики и селекции, сорта растений и породы животных, их генетическую основу естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий;</p> <p>Уметь: демонстрировать знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции</p> <p>Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования; способностями характеризовать сорта растений и породы животных на генетической основе и использовать их в сельскохозяйственной практике.</p> |

Матрица формирования компетенций по дисциплине «Генетика растений и животных»

| № п/п | Разделы, темы дисциплины | Количество часов (аудиторная +самостоятельная) | Общее количество компетенций |
|-------|--|--|------------------------------------|
| | | | ОПК-1 |
| 1 | Предмет, этапы развития и методы генетики | 12/14,5 | ОПК-1 |
| 2 | Цитологические основы наследственности | 13/144,5 | ОПК-1 |
| 3 | Закономерности наследования признаков при внутривидовой гибридизации | 12/15 | ОПК-1 |
| 4 | Хромосомная теория наследственности | 12/16 | ОПК-1 |
| 5 | Наследственная и ненаследственная изменчивость | 13/15 | ОПК-1 |
| 6 | Происхождение и эволюция с.-х. видов животных | 12/14,5 | ОПК-1 |
| 7 | Молекулярные основы наследственности | 12/15,15 | ОПК-1 |
| 8 | Значение популяционной и экологической генетики в селекции растений и животных | 12/15,15 | ОПК-1 |
| 9 | Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве | 12/15,5 | ОПК-1 |
| | Контроль | 27/9 | - |
| | Всего по видам учебной работы | 144/144 | - |

2 КРАТКИЙ КУРС ЛЕКЦИЙ

Тема1. Предмет, этапы развития и методы генетики

Впервые термин «генетика» был введен У. Бэтсоном в 1906 г. Слово «генетика» происходит от греческого слова «genesis», что означает «происхождение».

Генетика изучает два неразрывных свойства живых организмов: наследственность и изменчивость, а также методы управления ими.

Поэтому именно наследственность и изменчивость являются предметом генетики. Законы генетики применимы ко всем без исключения организмам, а ее методы широко используются различными биологическими науками: биохимией, зоологией, ботаникой, микробиологией, вирусологией, иммунологией, физиологией, экологией и т. д.

Наследственность – это свойство живых организмов передавать свои признаки и особенности развития в неизменном виде следующему поколению. Каждый вид растения и животного сохраняет в процессе размножения характерные для него черты: курица выводит цыплят, свинья рождает поросят, пшеница дает пшеницу и т. д. Некоторые виды сохраняются в течение сотен миллионов лет в относительно постоянном виде. Например, современный

опоссум практически ничем не отличается от опоссума раннего мелового периода.

Наличие семейств, родов, видов и других таксономических единиц обусловлено явлением наследственности. Наследственность неразрывно связана с процессом размножения, а размножение с делением клетки и воспроизведением ее структур и функций.

Наследственность обеспечивает организму не только передачу признаков потомству, но и точное сохранение характерного для данного организма типа развития, т. е. проявление в ходе онтогенеза запрограммированных признаков и особенностей организма, сохранение постоянного типа обмена веществ.

Образование потомства при половом размножении происходит в результате слияния мужской и женской гамет, этот процесс является «мостиком», который обеспечивает материальную непрерывность между поколениями. Каждый организм получает от своих родителей наследственные задатки – гены, поэтому дети похожи на своих родителей. При бесполом размножении преемственность обеспечивается соматическими клетками (например, частью тела животного или растения либо спорами у грибов).

Поскольку материальной единицей наследственности является ген (дискретная величина), определяющий элементарный признак, то и наследственность носит прерывистый характер. Если гены принадлежат хромосомам и передаются вместе с ними потомкам, говорят о ядерной наследственности, если же гены входят в состав некоторых клеточных органелл, например, хлоропластов, митохондрий или плазмид, говорят о неядерной наследственности.

Термин «наследственность» отличается по смыслу от термина наследование. «Наследование» обозначает процесс передачи какого-то конкретного признака от родителей потомству. Например, наследование цвета глаз, формы ушей, цвета кожи и т. д. Наряду с явлением наследственности в предмет исследования генетики входит изучение изменчивости.

Изменчивость – это разнообразие в проявлении признаков. Изменчивость заключается в изменении наследственных задатков в процессе их передачи потомству и последующего развития организма. Самым ярким примером изменчивости является разнообразие признаков у человека. Варьирует в потомстве все – морфологические признаки, физиологические, обмен веществ, психика, иммунитет и т. д. Вместе с тем каждый из нас хорошо знает, какие признаки он взял от матери и отца, чем похож на бабушку и дедушку, братьев и сестер.

Существует несколько типов изменчивости: наследственная, ненаследственная и онтогенетическая.

Наследственная изменчивость (или генотипическая) обусловлена наследственно закрепленным изменением одного или нескольких генов.

В основе наследственной изменчивости лежит либо возникновение мутаций (мутационная изменчивость), либо рекомбинация генетического материала в процессе мейоза (комбинативная изменчивость).

В результате мутации может изменяться структура конкретного гена (генная мутация), строение хромосом (хромосомные мутации или перестройки), а также целых геномов (геномные мутации), что выражается в появлении в потомстве нового признака или признаков. Помимо

Методы генетики

Явления наследственности и изменчивости на молекулярном, клеточном, организменном и популяционном уровнях изучают, используя следующие основные методы.

Гибридологический анализ основан на использовании системы скрещивания в ряде поколений для определения характера наследования признаков и свойств. Гибридологический анализ - основной метод генетики.

Генеалогический метод заключается в использовании родословных для изучения закономерностей наследования признаков, в том числе наследственных болезней. Этот метод в первую очередь применяется при изучении наследственности человека и медленно плодящихся животных.

Цитогенетический метод служит для изучения строения хромосом, их репликации и функционирования, хромосомных перестроек и изменчивости числа хромосом. С помощью цитогенетики выявляют разные болезни и аномалии, связанные с нарушением в строении хромосом и изменением их числа.

Популяционно-статистический метод применяется при обработке результатов скрещиваний, изучении связи между признаками, анализе генетической структуры популяций, распространении генетических аномалий в популяциях и т. д.

Иммуногенетический метод включает серологические методы, иммуноэлектрофорез и др., которые используют для изучения групп крови, белков и ферментов сыворотки крови тканей. С его помощью можно установить иммунологическую несовместимость, выявить иммунодефициты, мозаицизм близнецов и т. д.

Онтогенетический метод используют для анализа действия и проявления генов в онтогенезе при различных условиях среды. Для изучения

явлений наследственности и изменчивости используют биохимический, физиологический и другие методы.

Этапы развития генетики. Датой рождения генетики принято считать 1900 г., когда Г. де Фриз, К. Корренс и Э. Чермак переоткрыли законы Г. Менделя (1865). В развитии генетики можно выделить три этапа:

первый (с 1900 по 1925 г.) - этап классической генетики. В этот период были приоткрыты и подтверждены на многих видах растений и животных законы Г. Менделя, создана хромо-сомная теория наследственности (Т. Г. Морган);

второй (с 1926 по 1953 г.) - этап широкого развертывания работ по искусственному мутагенезу (Г. Меллер и др.). В это время было показано сложное строение и дробимость гена, заложены основы биохимической, популяционной и эволюционной генетики, доказано, что молекула ДНК является носителем наследственной информации (О. Эвери и др.)» были заложены основы ве-теринарной генетики;

третий (начиная с 1953 г.) - этап современной генетики, для которого характерны исследования явлений наследственности на молекулярном уровне. Была открыта структура молекулы ДНК (Ф. Крик, Дж. Уотсон), расшиф-рован генетический код (Ф. Крик, М. Ниренберг, С. Очоа, Д. Маттеи и др.), химическим путем синтезирован ген (Г. Корана).

Значение генетики для практики. Большое значение имеют теоретические исследования по проблемам генетической инже-нерии в селекции растений, микроорганизмов и животных, раз-работке более эффективных методов и средств предупреждения болезней и лечения животных. В большой степени от успешного развития генетики зависят решение проблемы пищевых ресур-сов, охрана здоровья человека и животных, борьба с наследст-венными болезнями, охрана окружающей среды.

Фундаментальные открытия в современной генетике реализуются в селекции растений, животных и микроорганизмов. За последние годы созданы гибриды ячменя и пшеницы, ячменя и ржи, выведены сорта пшеницы, способные давать более 100 ц зерна с 1 га, высокомасличные сорта подсолнечника с содержанием жира в семенах до 55 %, сорт подсолнечника, масло которого по составу сходно с оливковым. Выведены фитофтороустойчивые и ракоустойчивые сорта картофеля, триплоидная са-харная свекла и много других сортов растений. В растениеводстве широко используется явление тотипотентности, т. е. способности любой соматической клетки дать начало растению. Разработан метод микроклонального размножения нового сорта винограда, устойчивого к филлоксере.

Методы генетической инженерии широко применяются в био-технологии (область научно-технического прогресса, использующая биологические процессы для промышленных целей). Методом генетической инженерии во ВНИИ генетики и селекции промышленных микроорганизмов создан промышленный штамм кишечной палочки, продуцирующий аминокислоту 1-треонин (30 г/л раствора), а также штамм - продуцент витамина Вг - рибофлавина. В Институте биоорганической химии создан штамм кишечной палочки, синтезирующий интерферон человека. Созданы штаммы бактерий, продуцирующие аминокислоту лизин, гормон роста человека соматотропин, бактерии, превращающие целлюлозу в сахар, и т. д. Ведутся работы по введению в пекарские дрожжи генов, кодирующих такие белки, как овальбумин (белок куриного яйца) и миозин (белок мышц). Получены штаммы бактерий, синтезирующие инсулин человека. Успешно разрабатываются методы микробиологического синтеза вакцин и сывороток.

В настоящее время генетика занимается изучением следующих основных проблем:

- проводятся обширные исследования в области генетической инженерии с целью получения в достаточном количестве инсулина, интерферона, антибиотиков, витаминов, незаменимых аминокислот, кормовых и пищевых белков, биологических средств защиты растений и т. д.;
- решается одна из стратегических задач генетики - регуляция и управление действием генов в онтогенезе. Необходимо выяснить пути реализации генетической информации в признак в процессе онтогенеза. Такие манипуляции уже проводят у амфибий, рыб, мышей. Разрабатываются методы получения генетических копий, выдающихся по продуктивности и устойчивости к болезням животных;
- решается проблема защиты наследственности человека и животных от мутагенного действия радиации и химических мутагенов среды;
- исследуются вопросы борьбы с наследственными болезнями у человека и животных, создания линий, пород, устойчивых к болезням.

Тема 2. Цитологические основы наследственности

Организм животных состоит из миллиардов клеток, и все они ведут начало от двух половых клеток (гамет) - отцовского спермия и материнской яйцеклетки. При слиянии гамет - оплодотворении начинаются сложные процессы размножения, деления клеток и их структур, дифференциации тканей, формирования органов, становления видовых, породных и индивидуальных особенностей будущих телят, жеребят, поросят и т. д. Эти

процессы реализуются под строгим генетическим контролем. Существуют материальные носители наследственности, которые локализованы главным образом в ядрах клеток. Важную роль в реализации генетической программы выполняют органоиды клетки: рибосомы, митохондрии (рис. 1).

Анализ генетических структур клеток, их количественной и качественной изменчивости составляет предмет исследований цитогенетики. В последнее время возникло новое направление - ветеринарная цитогенетика, основная задача которой - изучение распространения хромосомной патологии в породах животных.

Эукариотическая клетка (клетка грибов, растений и животных) является основной единицей живого и способна размножаться, видоизменяться и реагировать на раздражения. Она покрыта цитоплазматической мембраной, которая играет важную роль в регулировании состава клеточного содержимого, так как через нее проникают все питательные вещества и продукты секреции.

Цитоплазма находится внутри цитоплазматической мембраны, но вне ядра и представляет собой гиалоплазму (жидкую часть) и эргастоплазму (органеллы). Органеллы по строению делят на мембранные и немембранные. Мембранами образована эндоплазматическая сеть (ЭПС), заполняющая большую часть цитоплазмы, митохондрии, аппарат Гольджи и лизосомы. Существует два типа ЭПС: гранулярная, к мембранам которой прикреплено множество рибосом - мелких рибонуклеопротеидных частиц, служащих местом синтеза белка, и агранулярная, состоящая из одних только мембран.

Митохондрии – тельца величиной 0,2-5 мкм (микрометров), форма которой варьирует от сферической до палочковидной и нитевидной. Митохондрии сосредоточены в той части клетки, где обмен веществ наиболее и интенсивен. Каждая митохондрия ограничена двойной мембраной; внешний слой мембраны образует гладкую наружную поверхность, а от внутреннего слоя отходят многочисленные складки – кристы. Кристы содержат ферменты, участвующие в системе переноса электронов, которая играет важнейшую роль в превращении энергии питательных веществ в биологически полезную энергию, необходимую для осуществления клеточных функций. Полуужидкое внутреннее содержимое митохондрии – матрикс – тоже содержит ферменты. Митохондрии, главная функция которых состоит в выработке энергии, образно называют электростанциями клетки.

Комплекс Гольджи – компонент цитоплазмы, встречающийся почти во всех клетках, кроме зрелых спермиев и красных кровяных телец (эритроцитов), - представляет собой неупорядоченную сеть канальцев, выстланных мембранами. Обычно он расположен около ядра и окружает

центриоли (немембранные органеллы цитоплазмы, играющие важную роль в клеточном делении, образуя веретено деления). Комплекс Гольджи служит местом временного хранения веществ, вырабатываемых в гранулярной эндоплазматической сети, а каналы комплекса соединены с плазматической мембраной.

Лизосомы – группа внутриклеточных органелл, встречающихся в животных клетках, сходны по величине с митохондриями и представляют собой ограниченные мембраной тельца, которые содержат разнообразные ферменты, способные гидролизовать макромолекулярные компоненты клетки. В случае проникновения в клетку чужеродной ДНК (вируса) лизосомы выделяют в цитоплазму ферменты, расщепляющие ДНК, - нуклеазы, и тем самым выполняют защитную функцию.

Каждая клетка содержит ядро, которое служит важным регулирующим центром клетки. Ядро содержит наследственные факторы (гены), определяющие признаки данного организма, и управляет многими внутриклеточными процессами. Ядерная оболочка (кариолема) окружает ядро и отделяет его от цитоплазмы и регулирует движение веществ из ядра и в ядро. Ядерный сок (кариоплазма) – полужидкое основное вещество ядра, в котором размещается строго определенное число нитевидных образований, называемых хромосомами. Хромосомы имеют продолговатую форму, состоят из двух хроматид с расположенной в том или ином участке перетяжкой - центромерой. Центромера делит хромосому на две части, называемые плечами хромосомы. Встречаются равноплечие хромосомы (метацентрические), неравноплечие (субметацентрические, акроцентрические). Длина хромосомы варьирует от 1 до 30 мкм. Более чем половину всей массы хромосомы составляет белок гистон, обладающий щелочными свойствами вследствие высокой концентрации в нем аминокислот аргинина и лизина. Хромосома содержит некоторое количество белка, имеющего кислотные свойства. ДНК и РНК содержатся в хромосомах в небольших, но измеримых количествах.

Гистон и ДНК объединены в структуру, называемую хроматиновой нитью, которая представляет собой двойную спираль ДНК, окружающую гистоновый стержень; она построена из повторяющихся единиц (нуклеосом), в каждую из которых входят примерно 200 пар оснований ДНК и по две молекулы каждого из четырех гистонов.

Хроматиновая нить обычно образует спираль диаметром около 25 мкм. По способности окрашиваться ядерными красителями хроматиновые нити подразделяют на две группы: эухроматин и гетерохроматин. Последний окрашивается более интенсивно.

Перед началом клеточного деления большая часть хроматина уплотняется, образуя хромосомы. Число хромосом в клеточных ядрах всех особей какого-либо вида постоянно и представляет собой один из его признаков. Зигота содержит диплоидный набор хромосом. Одинарный набор хромосом называют геномом. Набор хромосом, свойственный тому или иному виду животных называют кариотипом. Различают пары аутосом и последнюю пару половых хромосом.

В ядре находится сферическое тельце (одно или несколько), называемое ядрышком. Ядрышки исчезают, когда клетка готовится к делению, а затем появляются вновь. В ядрышках синтезируется РНК (рибосомальная рибонуклеиновая кислота), из которой формируются частицы рибосом.

Митоз

Митоз – это не прямое деление соматических клеток, при котором каждая из двух дочерних клеток получает такое же количество и те же типы хромосом, какие имела материнская клетка. Промежуток времени между окончанием одного клеточного деления и окончанием последующего называют митотическим циклом, который подразделяется на митоз и интерфазу. Интерфаза включает три периода. В первом периоде интерфазы, идущим вслед за прошедшим митозом и обозначаемой G1 (парасинтетическая фаза), осуществляется синтез белков и РНК. Затем следует период синтеза ДНК (фаза S - синтетическая), в течение которого количество ДНК в ядре клетки удваивается. В постсинтетический период (фаза G2) происходит синтез РНК и белков (в особенности ядерных) и накапливается энергия для следующего митоза.

Митоз делится на четыре стадии: профазу, метафазу, анафазу и телофазу. В первой стадии митоза – профазе – происходит формирование хромосом. Каждая хромосома состоит из двух хроматид, спирально закрученных друг относительно друга. Хроматиды утолщаются и укорачиваются в результате процесса внутренней спирализации.

Начинает выявляться слабо окрашенная и менее конденсированная область хромосомы – центромера. Во время профазы ядрышки постепенно уменьшаются в размерах, пока в конце концов их материал не диспергируется. Ядерная оболочка также распадается, и хромосомы оказываются в цитоплазме. В это время центриоль делится и дочерние центриоли расходятся в противоположные концы клетки. От каждой центриоли отходят тонкие нити в виде лучей; между центриолями формируются нити веретена деления. После разрушения ядерной оболочки каждая хромосома прикрепляется к нитям веретена при помощи своей центромеры.

Тема 3. Закономерности наследования признаков при внутривидовой гибридизации

Принципы гибридологического анализа были разработаны Г. Менделем в 1865 г. и включали в себя следующие основные правила:

- для скрещиваний берут особи, различающиеся по 1...3 и более альтернативным признакам;
- родительские форма предварительно в течение 2...3 поколений самоопыляют и проверяют на константность наследования исследуемых признаков;
- скрещивания проводят один раз, а затем размножают гибриды при самоопылении, в поколениях производят количественный учет гибридных организмов, различающихся по изучаемым альтернативным признакам.

Суть гибридологического анализа – определение генетической природы признака путем гибридизации родительских форм и анализа расщепления гибридного потомства с целью выявления закономерностей наследования этого признака.

Основным принципом генетического анализа является анализ единичных (отдельных) признаков. На первом этапе анализируются поколения по каждому признаку отдельно, независимо от других признаков. После выяснения характера наследования отдельного признака анализируется расщепление по паре признаков, и наконец, по всем изучаемым признакам.

При анализе результатов скрещивания пользуются общепринятыми генетическими символами и условными обозначениями:

- скрещивание обозначают знаком \times ;
- при написании формулы скрещивания на первое место ставят генотип материнской особи и обозначают знаком ♀ ;
- генотип отцовской особи обозначают знаком ♂ ;
- родительские особи обозначают знаком P ;
- потомство полученное от скрещивания родительских форм с альтернативными признаками называют гибридами, а совокупность таких гибридов- гибридным поколением и обозначают буквой F с цифровым индексом поколения семян (F_1 ; F_2 ; F_3 ;... F_n).

Скрещивание гибридного потомства F_1 с одной из родительских форм называют возвратными скрещиваниями или беккроссом, а полученное потомство обозначают F_v . Возвратное скрещивание гибридов F_1 с родительскими формами, имеющими данный признак в рецессивном состоянии, называют анализирующими и обозначают знаком F_a ;

Гены, обуславливающие развитие того или иного признака принято обозначать буквами латинского алфавита. При этом, доминантный аллель обозначают заглавной буквой, рецессивный – строчной. Например, доминантный аллель гена пурпурной окраски венчика цветка можно обозначить буквой "А", рецессивный аллель, обуславливающий белую окраску - буквой "а".

Альтернативные признаки детерминируются генами, локализованными в одинаковых локусах (участках) гомологичных хромосом. Гены, обуславливающие альтернативные признаки называют аллелями. Аллель, обуславливающий доминантный (преобладающий, подавляющий) признак, называют доминантным аллелем и обозначают заглавной буквой латинского алфавита – А, В, С,...и т.д. Рecessивный аллель обуславливает проявление рецессивного признака (подавляемого, скрытого, не проявляющегося) и обозначается строчной буквой – а, в, с...и т.д.

Доминантные и рецессивные аллели находятся в одинаковых локусах гомологических хромосом. В мейозе гомологичные хромосомы расходятся в дочерние клетки, и каждая гамета получает только один аллель «А» или «а». При оплодотворении гаметы сливаются, восстанавливается диплоидный набор хромосом, и каждая соматическая клетка будет содержать два аллеля одного гена – АА, Аа или аа.

Если скрещиваются формы, различающиеся не по одному, а двум или более признакам, то и каждая соматическая клетка будет содержать по два аллеля каждого гена– (ААВВСС, ааввсс, АаВвСс), половая клетка соответственно по одному аллелю каждого гена: (АВС) или (авс).

Совокупность генов, присущих данному организму, называется генотип. Совокупность признаков и свойств организма, являющихся результатом взаимодействия генотипа с условиями окружающей среды, называется фенотипом.

Растения, имеющие генотип АА или аа, ВВ или вв, образуют один тип гамет (А) или (а), (В) или (в). При самоопылении или близкородственном скрещивании эти генотипы дают нерасщепляющееся потомство и называются гомозиготными. Гибридные растения, имеющие генотип Аа или Вв, образуют два типа гамет (А) и (а), при самоопылении они дают расщепляющееся потомство, которое называется гетерозиготным.

Гаметами называют половые клетки, образующиеся в результате мейоза, с одинарным (гаплоидным) набором хромосом. Поэтому, в гаметах содержится только один из каждой пары аллельных генов. Обычно гаметы обозначают кружком, куда вписывают соответствующее буквенное обозначение генов.

Моногибридное скрещивание

При моногибридном скрещивании родительские формы различаются по одной паре альтернативных признаков.

Например, скрещивают родительские формы с желтой и зеленой окраской зерна. В F_1 все семена будут желтого цвета. Признак желтого цвета оказался преобладающим, или доминирующим. Зеленый – оказался рецессивным. Такая же закономерность прослеживается и при скрещивании по другим альтернативным признакам. В случае полного доминирования в первом поколении будет проявляться только признак родителя, несущего доминантный аллель данного гена. Часто доминирование не бывает полным. В случае не полного доминирования потомство первого поколения гибридов также будет единообразным, но проявится промежуточный признак, отсутствующий у родительских форм.

Эта закономерность нашла отражение в первом законе, Менделя который был назван законом доминирования или законом единообразия первого поколения.

Потомство второго поколения, полученное от самоопыления F_1 , будет иметь различную окраску: $3/4$ желтую, $1/4$ зеленую. Т. о. в F_2 происходит расщепление гибридов по признаку окраски семян в отношении $3:1$. Это соотношение четко прослеживается и по другим признакам. Выявленная закономерность легла в основу второго закона, названного законом расщепления.

В третьем поколении гибридов наблюдалась следующая картина.

От зеленых семян F_2 получено потомство только с зелеными семенами. $1/3$ желтых семян F_2 дала только желтое потомство. $2/3$ желтых семян F_2 дали в F_3 расщепление на желтые и зеленые семена в отношении $3:1$. Следовательно, желтые семена в генетическом отношении не однородны хотя и имеют один цвет.

В нашем случае генотип чистосортного, гомозиготного растения с желтыми семенами обозначают AA , с зелеными семенами aa , гетерозиготного поколения F_1 – Aa .

Во втором гибридном поколении проявились генотипы AA , Aa , aa в отношении $1:2:1$.

Для анализа расщепления удобно пользоваться решёткой Пеннета, предложившего при анализе расщепления по генотипу, гаметы матери расположить по вертикали, гаметы отца по горизонтали. Образующиеся от слияния соответствующих типов гамет генотипы располагаются внутри решётки.

| | | |
|-------|-----------|-----------|
| ♀ \ ♂ | (A) | (a) |
| (A) | AA желтые | Aa желтые |

Материнская гамета с доминантным аллелем гена, контролирующего окраску зерна (A) сливается с отцовской гаметой (A), равновероятно, как и с (a). Другая материнская гамета с рецессивным аллелем этого гена (a) сливается с отцовской (a) равновероятно, как и с (A). Следовательно, в потомстве образуются генотипы AA, Aa, Aa, aa. Расщепление в F2 по генотипу происходит в отношении 1:2:1, по фенотипу - 3:1 (три части жёлтосемянных и одна часть зеленосемянных растений).

Однако, такое расщепление возможно лишь при полном доминировании. При неполном доминировании гетерозигота Aa проявляется в фенотипе промежуточного признака. Например, скрещиваются гомозиготные красноцветковые и белоцветковые растения ночной красавицы, в потомстве F1 образуются розовоцветковые растения. Во втором поколении расщепление по фенотипу и по генотипу совпадает и соответствует 1:2:1, т.е. по фенотипу на одну часть красноцветковых появляется две части розовоцветковых и одна часть белоцветковых. По генотипу на одну часть гомозигот по доминантным аллелям (RR) приходится две гетерозиготы (Rr) и одна часть гомозигот по рецессивным аллелям (rr).

Для анализа гибридов первого поколения Г. Мендель проводил анализирующее скрещивание, при котором гибриды первого поколения возвратно скрещивал с рецессивным родителем.

| | | |
|-------|-----------|-----------|
| ♀ \ ♂ | (a) | (a) |
| (A) | Aa желтые | Aa желтые |

При опылении гетерозиготного поколения, обладающего фенотипом родителя с доминантными признаками, пыльцой гомозиготного растения с рецессивным признаком в потомстве возникают генотипы Aa и aa в отношении 1:1 и проявляется фенотип обоих родителей. Полученный результат указывает на гетерозиготность материнского растения.

Примеры решения задач на моногибридное скрещивание

Пример 1. У гороха пурпурная окраска доминирует над белой. Гомозиготный сорт гороха с пурпурной окраской цветков опылили пыльцой сорта с белой окраской и получили 10 растений F₁, от самоопыления которых было получено 96 растений F₂.

Сколько типов мужских гамет может образовываться в F₁? Сколько различных генотипов может образовываться в F₂? Сколько доминантных гомозигот может быть F₂? Сколько гетерозиготных растений может быть в F₂? Сколько растений в F₂ будут иметь пурпурную окраску?

Последовательность выполнения задачи

Выписать условное обозначение аллелей гена, определяющего признак окраски венчика цветка:

A- доминантный аллель пурпурной окраски;
a- рецессивный аллель белой окраски.

2. Выписать генотипы родителей и составить схему скрещиваний с использованием генетической символики:

PP ♀ AA ♂ aa

Фенотип пурпурная окраска белая окраска

Гаметы (A) (a)

F₁ Aa получено 10 растений

Фенотип пурпурная окраска

Самоопыление F₁ Aa × Aa

Гаметы F₁ (A) (a) (A) (a)

В F₂ получено 96 растений с генотипами: 1/4 AA: 2/4 Aa: 1/4 aa

3. Расщепление по генотипу в F₂ 1:2:1, по фенотипу 3/4 с пурпурными, 1/4 с белыми цветами, т.е. 3:1

4. Ответы на поставленные вопросы:

У гибридов в F₁ образуется 2 типа гамет (A) и (a). У растений F₂ могут быть 3 разных генотипа: AA, Aa, aa. Доминантные гомозиготы имеют генотип AA, в F₂ их 1/4 часть или 24 растения. В F₂ гетерозиготными могут быть 2/4 части или 48 растений. Пурпурную окраску цветков в F₂ могут иметь 3/4 части от 96, или 72 растения.

Пример 2. При скрещивании черносемянных форм фасоли всегда получают черносемянное потомство. При скрещивании желтосемянных форм происходит расщепление в отношении: 1/4 черносемянных и 3/4 желтосемянных. Как это можно объяснить. Какие скрещивания можно поставить для подтверждения вашего предположения, и какие результаты можно ожидать от проведенных скрещиваний.

1. Р черн. × черн.
F₁ черн.
2. Р желт. × желт.
F₁ 3/4 желт.:1/4 черн.

Решение

1. Единообразие от скрещивания черносемянных форм свидетельствует о гомозиготности этих форм. Расщепление потомства от скрещивания желтосемянных форм указывает на их гетерозиготность.

2. Расщепление в отношении 3 желтых:1 черный свидетельствует о моногенном наследовании и доминировании желтой окраски над черной.

3. Проверкой данного предположения может быть скрещивание желтосемянных форм Аа на черносемянные аа. При этом 1/2 потомков будут иметь желтую окраску. 1/2 часть – черную.

Вывод: окраска семени у фасоли контролируется одним геном. Желтая окраска – результат действия доминантного аллеля, черная – рецессивного.

Задачи на моногибридное скрещивание

1. У томата нормальная высота растений А доминирует над карликовостью а. Определить фенотип, генотип и тип гамет, следующих растений: АА, Аа, аа.

2. У томата ген округлой формы доминирует над грушевидной. Каковы генотипы родительских растений, если в потомстве получилось растений с округлыми и грушевидными плодами поровну.

3. Дурман, имеющий пурпурные цветы, дал при самоопылении 10 потомков с пурпурными и 3 с белыми цветками. Какие выводы можно сделать о наследовании окраски цветов у растений этого вида? Какая часть потомства F₂ не даст расщепления при самоопылении?

4. У фасоли черная окраска семян доминирует над белой. При самоопылении черносемянного растения получили растений черносемянных и белосемянных. Определите генотип исходного растения.

5. У гороха желтая окраска семян доминирует над зеленой. Определить окраску семян у растений, полученных в результате скрещиваний: а) АА × аа; б) Аа × Аа; в) Аа × аа.

6. У гороха желтая окраска семян (А) доминирует над зеленой (а). Гомозиготное растение с желтыми семенами было опылено пыльцой гомозиготного растения с зелеными семенами. Всего в F₁ было получено 10 растений, от самоопыления которых в F₂ было получено 64 семени.

1. Сколько разных фенотипов может быть в F₁?
2. Сколько растений F₁ имели желтую окраску?
3. Сколько растений в F₂ могут иметь желтые семена?

4. Сколько растений в F_2 имеют рецессивные признака?

5. Сколько генотипов образуется в F_2 ?

7. У гороха гладкая форма семян доминирует над морщинистой.

Гетерозиготные растения с гладкими семенами были опылены пыльцой растений с морщинистыми семенами. В F_a получили 480 семян.

1. Сколько типов гамет может образовать материнское растение?

2. Сколько семян F_a могут быть гетерозиготными?

3. Сколько семян F_a могут дать нерасщепляющееся потомство?

4. Сколько морщинистых семян может быть получено в F_a ?

8. У пшеницы безостость доминирует над остистостью. Гетерозиготное безостое растение скрестили с остистым. В F_a получено 24 растения.

1. Сколько типов гамет может образовать остистое растение?

2. Сколько типов гамет образует гетерозиготное растение?

3. Сколько в F_a может быть остистых растений?

4. Сколько различных генотипов может быть в F_a ?

9. У пшеницы ген карликовости стебля доминирует над геном нормального роста. Гомозиготное карликовое растение было опылено пыльцой нормального растения. От самоопыления растений F_1 получили 192 растения.

1. Сколько различных типов гамет может образовать растение F_1 ?

2. Сколько фенотипов будет в F_2 ?

3. Сколько гетерозиготных растений может быть в F_2 ?

4. Сколько растений нормального роста образуется в F_2 ?

10. У пшеницы стекловидная консистенция зерна доминирует над мучнистой. Гетерозиготное растение со стекловидным зерном было опылено пыльцой растения с мучнистой консистенцией. В F_b получено 244 растения.

1. Сколько различных фенотипов и генотипов может быть в F_b ?

2. Сколько типов гамет даст гетерозиготное растение?

3. Сколько гетерозиготных растений может быть в F_b ?

4. Сколько растений с мучнистым зерном может быть в F_b ?

11. У фигурной тыквы белая окраска плода доминирует над желтой. От скрещивания гомозиготного растения с белыми плодами с растением, имеющим желтые плоды, получили 25 растений. В результате возвратного скрещивания гибридов F_1 с родительской формой, имеющей доминантные признаки, получили 1600 растений.

1. Сколько растений F_1 имели белые плоды?

2. Сколько типов гамет может образовать растение F_1 ?

3. Сколько различных фенотипов может образоваться в F_b ?

4. Сколько растений F_b могли иметь белую окраску плодов?

5. Сколько растений из 200, полученных от возвратного скрещивания рецессивной родительской формой, могли иметь желтые плоды?

12. У собак черная окраска шерсти доминирует над коричневой. Коричневая самка, оба родителя которой были черными, спаривалась с гетерозиготным черным самцом, в результате чего родилось 12 щенят.

1. Сколько типов гамет образует коричневая самка?

2. Сколько типов гамет образует черный самец?

3. Сколько щенят могли иметь коричневую масть?

4. Сколько разных фенотипов получилось в потомстве?

5. Сколько щенят из 6, полученных от скрещивания данного самца с черной самкой, могут иметь черную масть?

13. У овса нормальный рост доминирует над гигантским ростом. Гетерозиготное растение с нормальным ростом было скрещено с гигантским растением. В F_1 получено 192 растения нормального роста.

1. Сколько типов гамет образует материнское растение?

2. Сколько различных генотипов могут иметь растения F_1 ?

3. Сколько растений F_1 будут гетерозиготными?

4. При скрещивании гетерозиготного растения с растением нормального роста получено 24 растения. Сколько из них могут быть гетерозиготными?

14. Группа крови у человека определяется тремя аллелями одного локуса. Гены принято обозначать I^A , I^B , I^O . В различных сочетаниях генов образуются 4 группы крови: первая с генотипом - $I^O I^O$, вторая - $I^A I^A$, или $I^A I^O$, третья - $I^B I^B$ или $I^B I^O$, четвертая - $I^A I^B$. Мать со II группой крови родила ребенка с I группой крови. Установите возможные группы крови отца.

15. В родильном доме перепутали двух девочек. Родители одной из них имеют I и II группы крови, родители другой - II и IV. Исследование показало, что дети имеют I и IV группы крови. Определите, кто чья дочь.

16. От скрещивания земляники с красными и белыми ягодами в F_1 было получено 12 растений с ягодами розового цвета. В F_2 было получено 336 растений с розовыми ягодами, и 336 растений с красными и белыми ягодами.

1. Сколько типов гамет образует растение с розовыми ягодами?

2. Сколько разных генотипов может быть в F_2 ?

3. Сколько растений F_2 могут иметь красную окраску ягод?

4. Сколько растений F_2 с красными ягодами могли дать нерасщепляющееся потомство?

5. Сколько растений F_2 с белыми ягодами могли дать нерасщепляющееся потомство?

17. При скрещивании растений львиного зева с широкими и узкими листьями между собой во втором поколении появляется, кроме исходных

типов, еще часть растений с листьями промежуточной ширины. Как идет расщепление во втором поколении и почему?

18. У сорта бобов при самоопылении растения, дающего светлопятнистые семена, в потомстве было получено 245 растений со светлопятнистыми семенами, 115 растений с темно-пятнистыми и 123 - без пятен. Определите характер наследования окраски семян и генотип родительского растения.

19. У кошек имеется серия множественных аллелей по гену *S*, определяющему окраску шерсти: *S* - дикий тип, *s^s* – сиамские кошки (кремовые с черными ушками и лапками), *s* - белые кошки с красными глазами (альбиносы). Каждый из аллелей полно доминирует над следующим (*S* > *s^s* > *s*). От скрещивания серой кошки с сиамским котом родились два котенка: сиамский и альбинос. Какие еще фенотипы могли бы выщепиться от этого скрещивания? Какое расщепление следует ожидать в потомстве от скрещивания данного сиамского кота с белой красноглазой кошкой.

20. Женщина с карими глазами выходит замуж за кареглазого мужчину, оба родителя которого также кареглазы. От этого брака родился голубоглазый ребенок. Определите генотипы всех членов семьи, исходя из предположения о моногенном контроле окраски глаз у человека.

Тема 4. Хромосомная теория наследственности

1. Хромосомная теория наследственности

Наблюдая за большим количеством мух, Т. Морган выявил много мутаций, которые были связаны с изменением разных признаков: окраски глаз, формы крыльев, окраски тела и т.д.

При изучении наследования этих мутаций оказалось, что многие из них наследуются, сцепленно с полом.

Такие гены легко было выделить, потому что они передавались от материнских особей только потомству мужского пола, и через них - только их потомкам женского пола.

У человека признаки, наследуемые через Y-хромосому, могут быть только у лиц мужского пола, а наследуемые через X-хромосому - у лиц как одного, так и другого пола.

При этом особь женского пола может быть гомо или гетерозиготной по генам, расположенным в X-хромосоме, а рецессивные гены могут проявляться у нее только в гомозиготном состоянии.

У особи мужского пола только одна X-хромосома, поэтому все локализованные в ней гены, в том числе и рецессивные, проявляются в

фенотипе. Такие патологические состояния, как гемофилия (медленная свертываемость крови, обуславливающая повышенную кровоточивость), дальтонизм (аномалия зрения, при которой человек путает цвета, чаще всего красный с зеленым), наследуются у человека сцепленно с полом.

Исследование наследования, сцепленного с полом, стимулировало изучение сцепления между другими генами.

В качестве примера можно привести эксперименты на дрозофиле.

У дрозофилы существует мутация, обуславливающая черный цвет тела. Ген, ее вызывающий, рецессивен по отношению к гену серого цвета, характерному для дикого типа. Мутация, вызывающая рудиментарные крылья, также рецессивна к гену, приводящему к развитию нормальных крыльев. Серия скрещиваний показала, что ген черного цвета тела и ген рудиментарных крыльев передавались вместе, как будто оба эти признаки вызывались одним геном.

Причина такого результата заключалась в том, что гены, обуславливающие два признака, локализованы в одной хромосоме. Это явление так называемого полного сцепления генов. В каждой хромосоме расположено много генов, которые наследуются совместно, и такие гены называют группой сцепления.

Таким образом, закон независимого наследования и комбинирования признаков, установленный Г. Менделем, действует только в случае, когда гены, определяющие тот или иной признак, находятся в разных хромосомах (разных группах сцепления).

Однако гены, находящиеся в одной хромосоме, сцеплены не абсолютно.

Основные положения хромосомной теории наследственности.

1. Гены локализованы в хромосомах. При этом различные хромосомы содержат неодинаковое число генов. Кроме того, набор генов каждой из негомологичных хромосом уникален.

2. Аллельные гены занимают одинаковые локусы в гомологичных хромосомах.

3. Гены расположены в хромосоме в линейной последовательности.

4. Гены одной хромосомы образуют группу сцепления, то есть наследуются преимущественно сцепленно (совместно), благодаря чему происходит сцепленное наследование некоторых признаков. Число групп сцепления равно гаплоидному числу хромосом данного вида (у гомогаметного пола) или больше на 1 (у гетерогаметного пола).

5. Сцепление нарушается в результате кроссинговера, частота которого прямо пропорциональна расстоянию между генами в хромосоме (поэтому

сила сцепления находится в обратной зависимости от расстояния между генами).

6. Каждый биологический вид характеризуется определенным набором хромосом - кариотипом.

2. Современные представления о гене и геноме

Ген - структурная и функциональная единица наследственности живых организмов.

- Ген представляет собой участок ДНК, задающий последовательность определённого полипептида либо функциональной РНК.

- Гены (точнее, аллели генов) определяют наследственные признаки организмов, передающиеся от родителей потомству при размножении.

- установлено, что гены - это участки ДНК, несущие какую-либо целостную информацию - о строении одной молекулы белка или одной молекулы РНК. Эти и другие функциональные молекулы определяют развитие, рост и функционирование организма.

Геном - совокупность наследственного материала, заключенного в клетке организма.

- Геном содержит биологическую информацию, необходимую для построения и поддержания организма.

- Большинство геномов, в том числе геном человека и геномы всех остальных клеточных форм жизни, построены из ДНК, однако некоторые вирусы имеют геномы из РНК.

3. Наследование признаков у человека

Наследственность – это свойство организма воспроизводить себе подобное, преемственность в поколениях.

Наследование – процесс передачи генетической информации от одного поколения к другому.

В первых опытах Г. Мендель принимал во внимание только одну пару признаков. Такое скрещивание носит название моногибридного. После анализа результатов скрещивания гороха, Г. Мендель сформулировал основные закономерности наследования признаков:

1. *Закон доминирования или закон единообразия гибридов первого поколения.* При скрещивании особей отличающихся друг от друга одному признаку, в первом поколении гибридов получают потомки, схожие только с одним из родителей. Соответствующий признак другого родителя не проявляется. Проявившийся в первом поколении гибридов признак называется доминантным, а не проявившийся – рецессивным.

2. *Закон расщепления гибридов 2-го поколения* описывает появление во втором поколении гибридов особей с доминантными и рецессивными

признаками в соотношении 3:1. Введены буквенные символы: Р – родительские организмы, F1 – первое поколение гибридов, F2 – второе поколение, полученное от скрещивания особей первого поколения между собой. А – доминантный признак, а – рецессивный признак, или ген. Соответствующие друг другу гены называются аллельными. Аллель – одна из двух и более альтернативных форм гена, имеющая определенную локализацию в хромосоме и уникальную последовательность нуклеотидов. Организмы, имеющие либо два доминантных (АА), либо два рецессивных (аа) аллеля, называются гомозиготными. Всё их потомство (F1) будет нести как ген доминантного, так и ген рецессивного признака, т.е. будет гетерозиготным.

Генотипом называют совокупность генов, характеризующую данный организм.

Фенотип – это совокупность признаков, проявляющихся в результате действия генов в определенных условиях среды.

Дигибридным называется скрещивание, отличающееся по двум (или нескольким) разным признакам.

3. *Закон независимого наследования признаков:* при дигибридных и полигибридных скрещиваниях гибридов каждая пара признаков наследуется независимо друг от друга и может независимо комбинироваться с другими признаками.

Менделирование – наследование определенного признака (болезни) в соответствии с законами Г. Менделя. Менделирующими признаками называют те, наследование которых происходит по закономерностям, установленным Г. Менделем. Менделевские законы справедливы для аутосомных генов. Если гены локализованы в половых хромосомах, или в одной хромосоме сцепленно, то результаты скрещивания не будут следовать законам Г. Менделя.

Типы наследования менделирующих признаков человека.

1. Аутосомно-доминантный тип наследования. Критерии:

- заболевание проявляется в каждом поколении без пропусков («вертикальный» тип);
- каждый ребёнок больного родителя имеет 50% риск унаследовать это заболевание;
- непораженные дети больных родителей свободны от мутантного гена и имеют здоровых детей;
- заболевание наследуется лицами мужского и женского пола одинаково часто и со сходной клинической картиной.

2. Аутосомно-рецессивный тип наследования. Критерии:

- заболевания с этим типом наследования проявляются только у гомозигот, которые получили по одному рецессивному гену от каждого из родителей;

- родители больного ребенка, как правило, здоровы и являются гетерозиготными носителями патологического аллеля;

- мальчики и девочки заболевают одинаково часто;

- отмечается «горизонтальное» распределение больных, т.е. пациенты чаще встречаются в пределах одной родительской пары;

- в браке двух пораженных родителей все дети будут больны.

3. Менделирующие признаки, сцепленные с полом (неполно).

Гены, локализованные в половых хромосомах, по-разному распределяются у мужчин и женщин. В клинической практике значение имеют X-сцепленные заболевания, т.е. такие, когда патологический ген расположен на X-хромосоме. Учитывая то, что у женщин имеются две X-хромосомы, а мужчин одна, женщина, унаследовав патологический аллель, будет гетерозиготой, а мужчина – гемизиготой. Этим определяется разновидности X-сцепленного наследования: доминантное и рецессивное.

Основные признаки X-сцепленного доминантного типа наследования:

- болезнь встречается у мужчин и женщин, но у женщин примерно в 2 раза чаще;

- больной мужчина передаёт мутантный аллель всем своим дочерям и не передаёт сыновьям, поскольку последние получают от отца Y-хромосому;

- больные женщины передают мутантный аллель 50% своих детей независимо от пола;

- женщины в случае болезни страдают менее тяжело (они гетерозиготны), чем мужчины, являющиеся гемизиготами.

Основные признаки X-сцепленного рецессивного типа наследования

- заболевание встречается в основном у лиц мужского пола;

- признак (заболевание) передаётся от больного отца через его фенотипически здоровых дочерей половине его внуков;

- заболевание никогда не передаётся от отца к сыну;

- у женщин-носителей иногда выявляются субклинические признаки патологии;

- в браке женщины-носительницы с больным мужчиной 50% дочерей будут больны, 50% дочерей будут носителями; 50% сыновей также будут больны, а 50% сыновей – здоровые.

Y-сцепленное, или голандрическое, наследование.

В настоящее время у-хромосоме выявлена локализация около 20 генов, отвечающих за сперматогенез, интенсивность роста и другие признаки.

Признак, гены которого локализованы у-хромосоме, передаётся от отца всем мальчикам и только мальчикам.

Если два разных гена находятся в одной и той же хромосоме, наблюдается сцепление генов, что и обуславливает совместную передачу этих генов потомству. Сцепление генов является следствием физической целостности структуры, несущей гены. Такой структурой является хромосома. Правильное объяснение явлению сцепления генов дали американские исследователи Т. Морган и его сотрудники в 1910 году.

Основные положения хромосомной теории наследственности (Т. Морган и его сотрудники).

1. Гены располагаются в хромосомах, различные хромосомы содержат неодинаковое число генов, набор генов в каждой из негомологичных хромосом уникален.

2. Гены в хромосоме расположены линейно, каждый ген занимает в хромосоме определенный локус (место).

3. Гены, расположенные в одной хромосоме, образуют группу сцепления и вместе (сцепленно) передаются потомкам, число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом.

4. Сцепление не абсолютно, т.к. в профазе мейоза может происходить кроссинговер. Дело в том, что во время мейоза при конъюгации хромосом происходит их перекрест, и гомологичные хромосомы обмениваются гомологичными участками. Это явление и есть кроссинговер. Он может произойти в любом участке гомологичных хромосом. Сила сцепления зависит от расстояния между генами в хромосоме: чем больше расстояние, тем меньше сила сцепления, и наоборот. Расстояние между хромосомами измеряется в % кроссинговера. 1% кроссинговера, или сантиморганида, - это расстояние между двумя локусами, равная длине участка хромосомы, в пределах которого вероятность кроссинговера составляет 1%.

Одной из основных целей исследования генома человека является построение точной и подробной карты каждой хромосомы.

Принцип построения генетических карт хромосом разработала школа Т. Моргана в 1911-1914 г.г.

Генетическая карта хромосомы – это отрезок прямой, на котором обозначен порядок расположения генов и указано расстояние между ними в процентах кроссинговера.

Генетическим маркером для составления карты может быть любой наследуемый признак – цвет глаз или длина отрезков ДНК. Карты хромосом подобно географическим картам можно строить в разном масштабе, т.е. с

разным уровнем разрешения. Самой крупномасштабной картой какой-либо хромосомы является полная последовательность нуклеотидов.

Генетика пола.

У женщин 22 пары аутосом и две одинаковые половые хромосомы XX.

У мужчин 22 пары аутосом и половые хромосомы X и Y (неодинаковые). В процессе мейоза каждая из пары гомологичных хромосом уходит в разные гаметы. Так как у женщин 23 пары гомологичных хромосом, то во все гаметы попадает 22 аутосомы и одна X-хромосома (гаметы одинаковы), поэтому женский пол гомогаметный.

У мужчин образуется два типа гамет: 22+X и 22+Y, поэтому мужской пол гетерогаметный. Вероятность рождения девочек так же, как и мальчиков, составляет 50%.

Пол будущего ребёнка определяется сочетанием половых хромосом в момент оплодотворения. Если яйцеклетку оплодотворяет сперматозоид с X-хромосомой, то рождается девочка, а если яйцеклетку оплодотворяет сперматозоид с Y-хромосомой, то рождается мальчик.

4. Половые хромосомы

Половые хромосомы, специальная пара хромосом в хромосомном наборе раздельнополых организмов; хромосомы содержат гены, направляющие развитие оплодотворённой яйцеклетки в мужскую или в женскую особь. В отличие от всех остальных пар гомологичных хромосом (аутосом), половые хромосомы различаются размерами.

У человека и др. млекопитающих, у многих насекомых особи женского пола содержат в хромосомном наборе две большие хромосомы, которые обозначаются как X-хромосомы, т. е. для женского пола характерен тип XX. В клетках особей мужского пола пару с большой X-хромосомой составляет маленькая хромосома, которую обозначают как Y-хромосома, т. е. для мужского пола характерен тип XY. При образовании половых клеток (гамет) в мейозе у особей женского пола все яйцеклетки получают X-хромосому и будут равноценными. Такой пол называется гомогаметным (от греч. «гомос» – равный, одинаковый). При образовании гамет особями мужского пола одна половина сперматозоидов получит X-хромосому, другая Y-хромосому.

Такой пол с неравноценными гаметами называется гетерогаметным. При оплодотворении случайное соединение яйцеклеток и сперматозоидов даёт статистически одинаковое число сочетаний XX и XY и, значит, появление примерно равного числа женских и мужских особей. У бабочек, птиц, некоторых земноводных и пресмыкающихся противоположное определение пола: у них гомогаметен мужской пол (тип XX)

и гетерогаметенженский (тип XY). Есть виды, напр. кузнечики, у которых Y-хромосома отсутствует и гетерогаметный пол (в данном случае – мужской) несёт только одну X-хромосому (тип XO), а развитие по мужскому типу определяют аутосомы. Существуют и др. способы определения пола.

5. Наследование, сцепленное с полом

В половых хромосомах находится немало генов, особенно в X-хромосоме. Многие из них определяют признаки, которые не связаны с детерминацией (развитием) пола. При этом эти признаки оказываются сцепленными с полом, и их наследование зависит от наследования пола. Наследование признаков, сцепленных с полом, совпадает с наследованием X- и Y-хромосом.

Наследование признаков, определяемые генами Y-хромосомы, всегда будет происходить только гетерогаметным полом (в случае млекопитающих – только самцами). В случае с X-хромосомой ситуация сложнее, так как данная хромосома присутствует в генотипах женских и мужских организмов. При этом самцы всегда получают ее от матери, а самки – от обоих родителей.

Наследование, сцепленное с полом, было замечено Т. Морганом и подтверждено проведенными им опытами на дрозофиле.

У дрозофил красные глаза (R) доминируют над белыми (r). Морган заметил, что при реципрокных скрещиваниях получаются разные результаты. (Реципрокные скрещивания: в одной части скрещиваний самка носитель признака, в другой части – самец.)

При скрещивании чистой линии красноглазых самок (RR) с белоглазыми самцами (по-идее rr) все потомство оказывалось красноглазым (по-идее Rr). Однако при скрещивании чистой линии красноглазых самцов (вроде как RR) с белоглазыми самками (rr) в потомстве все самцы оказывались белоглазыми (наследовали признак матери), а все самки – красноглазыми (наследовали признак отца). По-идее же все должны были быть красноглазыми по фенотипу (однако гетерозиготами Rr по генотипу).

Объяснение данному феномену можно было дать, предположив, что ген окраски глаз локализуется только в X-хромосоме. Тогда у самцов этот ген всегда находится в единичном экземпляре. Поскольку наследовать X-хромосому они могут только от самок-родительниц, то, если эта хромосома содержит рецессивный аллель, он неминуемо проявится, даже если их отцы были доминантными по этому признаку (самцы его просто не передают сыновьям). Но самцы передают его своим дочерям. Поэтому все самки-потомки от красноглазых самцов и белоглазых самок были красноглазыми.

Дальнейшие исследования Моргана по скрещиванию F₁ подтвердили, что признак наследуется как сцепленный с полом.

У человека с полом сцеплены такие заболевания как гемофилия и дальтонизм. Оба признака рецессивны и локализованы в X-хромосоме. У 50% сыновей матерей-гетерозигот эти заболевания проявятся. Если при этом болен и отец, то обладателями дефектного признака станет и 50% дочерей. Когда же болен отец, а мать - здоровая гомозигота, то все дети будут здоровы, однако все дочери будут носителями признака (так как окажутся гетерозиготами).

Тема 5. Наследственная и ненаследственная изменчивость

Существует два основных вида изменчивости - ненаследственная и наследственная.

Ненаследственная (фенотипическая или модификационная) изменчивость - это процесс появления новых признаков под влиянием факторов внешней среды, не затрагивающих генотип. В качестве примера можно привести дуб, листья которого в процессе развития приобрели разную площадь в зависимости от освещенности (маленькую - при яркой освещенности, большую - при слабой).

Наследственная изменчивость связана с изменениями генотипа; признаки и свойства, приобретенные вследствие этого, передаются следующим поколениям.

Существует два типа наследственной изменчивости - комбинативная и мутационная.

Комбинативная изменчивость заключается в появлении новых признаков в результате образования новых комбинаций генов родителей в генотипах потомков. Комбинативную изменчивость обеспечивают случайное расхождение гомологичных хромосом в мейозе, обмен участками гомологичных хромосом в профазе I мейоза, случайная встреча гамет при оплодотворении, случайный выбор родительских пар.

Мутационная изменчивость обусловлена изменениями генов и хромосом.

Норма реакции (иначе - пределы модификационной изменчивости) - это пределы, в которых возможно изменение признака при определенном генотипе. Норма реакции может быть, как очень широкой (вес человека), так и очень узкой (группа крови). Обычно узкой нормой реакции обладают признаки, обеспечивающие жизненно важные качества организма. Важно также то, что от родителей потомству передается не жестко запрограммированное значение того или иного признака, а его норма реакции.

Фенотипическая изменчивость не затрагивает генотип, обеспечивая лишь то или иное проявление заложенных в нем признаков. Она обычно предсказуема и у разных особей одного вида проходит однонаправленно.

Например, если пшеничное поле не получает достаточно влаги, то у всех его растений плохо формируется колос. Генотип у особей в этом случае остается неизменным, поэтому передачи информации о модификациях потомству не происходит. Следовательно, фенотипическая изменчивость не наследуется.

Мутации - это внезапные естественные или вызванные искусственно изменения генетического материала, приводящие к изменению тех или иных фенотипических признаков и свойств организма. Основные свойства мутаций:

спонтанность - мутации возникают случайно;

неспецифичность - могут возникать в любом участке генома;

скачкообразность - вызывают новые качественные изменения;

ненаправленность - возникшие изменения генотипа и фенотипа могут быть как биологически вредными, так и полезными.

Различают три основных типа мутаций:

генные мутации вызывают изменения в отдельных генах, нарушая порядок и число нуклеотидов в цепи ДНК. Это приводит к синтезу измененного (как правило, дефектного) белка. Следствием генных мутаций являются такие заболевания, как фенилкетонурия и мышечная дистрофия Дюшена;

хромосомные мутации затрагивают значительный участок хромосомы, вызывая нарушения сразу в нескольких (иногда - многих) генах. Описаны случаи потери участка хромосомы, его переверота, перемещения, удвоения и т. п.;

геномные мутации приводят к изменению числа хромосом в кариотипе. Они возникают в результате нарушения расхождения гомологичных хромосом. Примером может служить синдром Дауна, который возникает при появлении лишней 21-й хромосомы. При этом общее число хромосом становится равным 47. Другим примером геномных мутаций является формирование полиплоидных растений (чаще всего тетраплоидных).

Мутагенные факторы можно разделить на три группы:

физические мутагены - все типы ионизирующих излучений (у-лучи, рентгеновские лучи), ультрафиолетовое излучение, вы-сокая и низкая температура;

химические мутагены - аналоги нуклеиновых кислот, перекиси, соли тяжелых металлов (свинца, ртути), азотистая кислота, многие органические соединения;

биологические мутагены - чужеродная ДНК и вирусы, которые, встраиваясь в ДНК хозяина, нарушают работу генов.

Тема 6. Происхождение и эволюция сельскохозяйственных видов животных

Процесс происхождения и эволюции современных пород и видов сельскохозяйственных животных складывался из двух этапов: приручения животных и их одомашнивания. Одомашнивание - это сложный и длительный процесс преобразования диких животных в домашних. Процесс одомашнивания происходил на границе мезолита и неолита.

Современные породы крупного рогатого скота таят в себе тысячелетнюю историю, следы условий существования и результат труда бесчисленных скотоводов. Не все страницы истории скотоводства сохранились. С.Н. Боголюбский писал: «Благодаря внутренним и внешним потрясениям древних государств происходило сложное преобразование старых государственных объединений и на их развалинах создавались новые.

Вполне понятно, что в эти эпохи погибло много ценных пород домашних животных и в культурах субтропической зоны уцелели лишь осколки былых скотоводческих достижений».

Одомашненный крупный рогатый скот разводили шумеры, один из древнейших народов Месопотамии. В свою очередь, они, видимо, получили его уже одомашненным от некогда существовавших пастушьих племен Ирана, где водились дикие быки, и племен более восточных стран.

Скотоводство в Месопотамии достигло высокого уровня, здесь уже разводили рогатые, безрогие породы и зебувидный скот. Волон использовали преимущественно в качестве рабочего скота для вспашки земли, но, судя по сохранившимся изображениям, от коров уже тогда получали молоко.

Животных хорошо кормили, содержали в основном на пастбищах, но подкармливали зерном, овощами и отходами полеводства.

У всех земледельческих народов древности крупный рогатый скот пользовался почетом, его даже обожествляли. Вавилоняне изображали царей в виде крылатого быка с человеческим лицом. У египтян существовал культ быка – Аписа, посвященного и богу Озирису и Солнцу. Связь этого культа ясна из обычая запрягать Аписа в плуг при вступлении на трон нового фараона. Властелин Египта проводил плугом священную борозду на поле. Обожествление Аписа не значило, что египтяне с таким же благоговением относились к его собратьям. Отнюдь нет. На многих пахали, возили тяжести, использовали для обмолота хлебов. В Древнем Египте существовали и рогатые, и безрогие породы скота, возможно, различные по происхождению.

Обожествляли крупный рогатый скот и в Индии. Там поклонялись не быку, а корове, олицетворявшей богиню Луны. Возможно, индусы находили сходство между коровьим рогом и серпом. Почитание коров сохранилось в некоторых религиях Индии и до наших дней. Мясо коров не едят. Даже сейчас в Дели можно наблюдать, как улегшуюся на тротуаре корову не сгоняют, а почтительно обходят.

Быками славился остров Крит. Судя по сохранившимся изображениям, там разводили длиннорогий скот пестрой масти. Были распространены игры с быками. Акробаты прыгали им на спину, танцевали на ней, делали стойку между рогами.

О скотоводстве много сведений мы находим в произведениях писателей и ученых Древнего Рима. Большой интерес представляют руководства для животноводов, написанные Варроном (116-27 годы до н.э.), хотя он и подразделял скот на не говорящий, куда относил быков и коров, и говорящий, имея в виду рабов.

Теперь настал черед поговорить о других потомках тура, близких или дальних «родственников» нашей буренки. В Индии, на Ближнем Востоке, в Африке, Южном Китае и Закавказье распространены зебу (*Bostaurusindicus*).

Это скот, у которого на холке горб, представляющий собой отложение жира, подобие горбу верблюда или курдюку овцы.

В недавнем прошлом русский крестьянский скот в массе был мелким и малопродуктивным. Корову звали «навозницей», так как нужный для удобрения навоз был основной ее продукцией. Плохое кормление и крайне примитивные условия содержания не давали возможности скоту проявить свои хорошие качества, кроме одного – большой выносливости.

Однако в России создавались свои молочные породы. Кроме холмогорской, издавна разводили отличный по продуктивности скот в Ярославской губернии, образовавшийся из местного, возможно, при скрещивании с Холмогорами.

Ярославские коровы – черные с белой головой и черными «очками» вокруг глаз. Они некрупные, но дают хорошие удои, а главное – жирное молоко. Отбор скота по жирномолочности проводился здесь не случайно.

Ярославль издавна славился как район маслоделия.

Большую ценность представляет и тагильская порода скота. Она образовалась на Северном Урале в хозяйствах, возникших вокруг горных заводов. Сюда завозили животных различных иностранных пород и скрещивали их с местными. Занятию скотоводством способствовали и хорошие кормовые условия (горные пастбища), и спрос на молоко со стороны

населения промышленных поселков. В результате скрещиваний с иностранным скотом возникали и другие ценные молочные породы.

От животных молочных пород при высоких удоях не получали много мяса. Масса взрослой коровы в среднем равнялась 350-400 кг, убойный выход был низким, молодняк плохо откармливался. Возникла потребность в молочно-мясных, то есть дающих много молока и мяса.

Из молочно-мясных пород наибольшее распространение получила симментальская. Она выведена в Швейцарии, где было обилие хороших пастбищ и население издавна занималось сыроварением. От скрещивания местного скота с симменталами и швицами в СССР были образованы новые породы: Костромская, Сычевская, Лебединская, Алатауская.

Специализацию получило и мясное направление скотоводства. Для производства мяса от скота требуется определенный тип сложения: относительно легкий костяк, небольшая голова, короткие ноги, но широкое и глубокое туловище. Контуры мясной коровы должны приближаться к параллелограмму.

Приоритет в мясном скотоводстве принадлежал англичанам. С ростом городского населения уже в XVIII столетии возрос спрос на говядину, специальным производством которой занялись отдельные предприниматели.

Позднее, в XIX веке, мясное скотоводство быстро развивалось в заокеанских странах: на юге США, в Аргентине, Уругвае, Австралии.

В Англии в XVIII веке была выведена шортгорнская порода, нежной конституции, с замечательными мясными качествами. Авторы этой породы – скотозаводчики братья Коллинги, сумевшие отобрать среди местного скота животных наиболее желательного типа, а затем проводить родственное разведение и строгий отбор.

Одновременно создавалась герефордская мясная порода. При ее выведении в первую очередь обращали внимание на скороспелость, живую и убойную массу, а также на крепость конституции, необходимую для пастбищного содержания. Масть у герефордов ярко-красная, голова, подгрудок, брюхо и низ ног белые. Герефорды получили большое распространение в США.

Самая молодая английская мясная порода – абердин-ангусская. Это коротконогий комолый скот темно-бурой масти, с очень длинным корпусом.

По скороспелости он превосходит животных всех других пород.

Свиньи

Совершенно определенное место занимала свинья в жизни древних греков и римлян. Она пользовалась большим уважением, и содержанием свиней здесь занимались весьма профессионально. Об этом свидетельствуют

некоторые сочинения греческих и римских историков. Уже тогда были развиты определенные методы откармливания, обращалось внимание на уровень выпаса свиней. Кроме того, свиньи очень ценились в качестве животных, приносимых в жертву богам. Об этом говорит, например, название «sacres», которое использовалось для поросенка-сосуна в возрасте 10 дней. В этом возрасте он был пригоден к жертвенному приношению.

Римский ученый Варрон I сообщает, что свиньи в это время, т.е. за 100 лет до н.э., содержались в больших стадах и, приученные к пастушьему рожку, под его звуки направлялись из свинарников на лесные пастбища, возвращались назад, что свидетельствует о разумности этих животных.

Предком домашних свиней и их потомков, которых разводили германцы и разведение которых было сосредоточено на лесистых территориях современной Вестфалии, Померании, Мекленбурга и Баварии, была европейская дикая свинья, в то время как в свиньях, которых разводили римляне и галлы, уже была кровь южно-азиатских диких предков.

На основании исследований черепов свиней различных пород установлено, что домашние свиньи произошли от европейского и азиатского диких кабанов.

По мере различного рода общений народов Европы и Азии (переселение, торговые связи), свиньи азиатского происхождения проникали в Европу и неизбежно скрещивались с коренными европейскими длинноухими и короткоухими свиньями.

В результате такого скрещивания образовались новые породы свиней.

Происхождение свиней от двух диких форм свиней и осуществлявшиеся в разные исторические времена скрещивания их потомков позволили установить происхождение различных пород свиней и их эволюцию в следующем порядке: коренные породы Европы древнего происхождения, предком которых является европейский дикий кабан; коренные древние породы Азии, происшедшие от азиатского дикого кабана; смешанные породы древнего происхождения, образовавшиеся в результате скрещивания коренных европейских свиней с коренными несколько улучшенными азиатскими свиньями; заводские породы, образовавшиеся путем скрещивания главным образом длинноухих европейских свиней с китайскими.

Коренные породы свиней Европы и Азии разделяются на две группы: длинноухие и короткоухие.

К группе европейских длинноухих свиней относятся русские, польские, немецкие, английские, датские. Под воздействием различных условий внешней среды и социально-экономических факторов эти свиньи стали отличаться друг от друга по величине, продуктивности и окраске, но остались

весьма сходными по экстерьеру. Они представляют собой довольно высоконогих животных с длинной, узкой головой, с большими нависающими на глаза ушами. Туловище у них плоское, спина аркообразная, крестец заметно свисающий. Рост заканчивается к трем годам. Матки плодовиты - 10-12 поросят в помете. Хорошо используют пастбище. Живой вес взрослых животных 100-180 кг.

К группе азиатских короткоухих свиней относятся китайские, сиамские, китайские карликовые. Все эти свиньи имеют короткую легкую голову, вогнутый в носовой части широкий лоб, короткие стоячие уши. Шея короткая, мясистая. Туловище умеренной длины, глубокое, округлое. Спина широкая, прямая. Окорочка округлы, мясисты. Ноги короткие, тонкие.

Щетина нежная, шелковистая. Свиньи изнежены и мало приспособлены к пастбищным условиям содержания. Китайские короткоухие свиньи оказали неоценимое влияние на улучшение свиноводства Европы и Америки.

К смешанным породам древнего происхождения относятся неаполитанские, португальские и курчавые свиньи. Неаполитанские и португальские свиньи оказали в свое время большое влияние на происхождение многих современных пород свиней Англии. Курчавые свиньи и по настоящее время в измененной форме разводятся в Венгрии, Румынии и в меньшем количестве в Болгарии.

Сегодня подотряд свинообразных включает собственно свиней (Suidae), американских пекари (Tayassuidae) и гиппопотамов (Hippopotamus amphibius). Они образуют хорошо обособленную группу всеядных и растительноядных парнопалых.

Тема 7. Молекулярные основы наследственности

Хромосома представляет собой нуклеопротеидную структуру (дезоксинуклеопротеид), в состав которой входит дезоксирибонуклеиновая кислота, основные белки - гистоны, негистоновые белки и небольшое количество рибонуклеиновой кислоты. Ведущая роль в наследственности принадлежит ДНК, которая является носителем наследственной информации практически у всех организмов, как прокариот, так и эукариот, за исключением некоторых РНК-содержащих вирусов.

Наследственная информация осуществляется при участии рибонуклеиновых кислот.

Нуклеиновые кислоты — материальные носители наследственной информации. Нуклеиновые кислоты были открыты Фридрихом Мимером (1844—1895 гг.) в 1869 г. Из ядер клеток человека он выделил вещество,

названное им *нуклеином* (от лат. *nucleus* - ядро). В дальнейшем были изучены строение и молекулярная структура нуклеина и установлено, что он представлен двумя типами нуклеиновых кислот - дезоксирибонуклеиновой кислотой (ДНК), локализованной преимущественно в ядре, и рибонуклеиновой кислотой (РНК), находящейся в ядре и цитоплазме.

Раскрытию ведущей роли нуклеиновых кислот, особенно ДНК, в наследственности предшествовали экспериментальные работы Ф. Гриффитса. Он наблюдал в 1928 г. изменение наследственного признака у бактерий пневмококков (*Diplococcus pneumoniae*). У этого вида имеется несколько штаммов, в том числе штаммы *S* и *R*. Штамм *S* вызывает гибель животных от пневмонии. Он имеет полисахаридную слизистую капсулу и образует гладкие колонии. Штамм *R* - авирулентный, капсулы не имеет и образует шероховатые колонии. Ф. Гриффитс заражал мышей смесью живых бескапсульных бактерий *R*-штамма и убитых нагреванием капсульных пневмококков *S*-штамма. Мыши заболевали пневмонией и погибали, а выделенные из них живые клетки были как *R* -, так и *S*-штаммов. Следовательно, произошло превращение (трансформация) некоторых бескапсульных бактерий *R*-штамма в вирулентные капсульные бактерии *S*-штамма,

В 1944 г. американский микробиолог О. Эвери с сотрудниками повторил эксперимент Ф. Гриффитса. Из бактерий штамма *S* он выделил ДНК и внес ее в питательную среду, на которой размножились бактерии авирулентного штамма *R*.

Значительная часть авирулентных бескапсульных бактерий *R* -штамма трансформировалась в капсульные вирулентные бактерии *S*-штамма. Это явление дало Эвери основание утверждать о ведущей роли ДНК в переносе наследственной информации от одного штамма бактерий к другому и послужило началом разработки молекулярной теории наследственности.

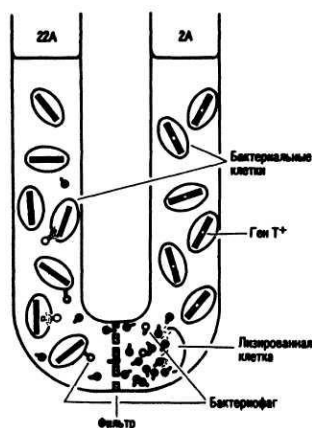


Рис. 30 Явление трансдукции у *Salmonella typhimurium* (схема опыта): 22А - штамм бактерий, не способный синтезировать триптофан (T^-); 2А - штамм бактерий, способный синтезировать триптофан (T^+) (по Лобашову)

Явление трансформации в последующие годы было доказано у самых различных видов бактерий, у дрожжей, а также у многоклеточных организмов. Так, доминантный ген темной окраски яиц (грены) от одной породы тутового шелкопряда был трансформирован насекомым другой породы, имеющим белую окраску яиц.

В 1952 г. Н. Циндлер и Дж. Ледерберг открыли явление трансдукции. *Трансдукцией* называют перенос наследственной информации в виде фрагмента ДНК вирусами (бактериофагами) от одного штамма бактерий (донора) другому (реципиенту) и включение этого фрагмента в генотип реципиента. Явление трансдукции было открыто на тифозных бактериях, (*Salmonellatyphimurium*). В U-образную трубку, разделенную посередине бактериальным фильтром (рис. 30), были помещены бактерии штамма 22А, не способные синтезировать аминокислоту триптофан (T^-), и бактерии штамма 2 А, способные синтезировать данную аминокислоту (T^+). В среду был внесен бактериофаг, и после совместного культивирования некоторые клетки штамма 22А приобрели способность синтезировать триптофан. Таким образом было доказано, что бактериофаги могут являться переносчиками наследственной информации от бактерий одного штамма бактериям другого штамма.

Американский ученый Хейши совместно с М. Чейзом в 1952 г. размножали ДНК-содержащий вирус - бактериофаг T-2 на среде, содержащей радиоактивные серу и фосфор, что позволило пометить ДНК фага радиоактивным фосфором P^{35} , а белковую оболочку фага - радиоактивной серой S^{33} . При заражении бактерий данными фагами в них попадала только меченая ДНК, а белковая оболочка, меченная радиоактивной серой, оставалась снаружи. В зараженной клетке образовалось множество вирионов фага, следовательно, генетическая информация, необходимая для синтеза ДНК фагов, содержится в ДНК проникших в клетку вирусов.

Дезоксирибонуклеиновая кислота - ДНК - является уникальным носителем наследственной информации как у прокариотов, так и у эукариотов. Только у некоторых форм простейших вирусов наследственная информация закодирована не в ДНК, а в рибонуклеиновой кислоте.

Доказательством ведущей роли ДНК в наследственности является то, что она локализована главным образом в хромосомах, поэтому молекулярная генетика не противоречит хромосомной теории наследственности и законам классической генетики. Количество ДНК в клетках каждого организма относительно постоянно, причем в половых клетках - гаметах - количество ее в два раза меньше, чем в соматических, что соответствует поведению хромосом в мейозе и при оплодотворении. Одним из важнейших свойств ДНК

является ее способность самоудваиваться (реплицироваться) в интерфазе митотического цикла, благодаря чему в каждой клетке многоклеточного организма сохраняется полный объем наследственной информации. ДНК относительно константна.

Особенности строения молекулы ДНК свидетельствуют об ее исключительном многообразии, видовой и индивидуальной специфичности. Изменение в строении молекулы ДНК обуславливает изменение признака или свойства организма.

Строение молекулы ДНК. ДНК - сложный биополимер, состоящий из 10^8 нуклеотидов и более. Каждый нуклеотид включает три компонента - остаток фосфорной кислоты (фосфат), пентозный сахар - дезоксирибозу и одно из четырех азотистых оснований: пуриновых - аденин или гуанин - либо пиримидиновых - тимин или цитозин.

Специфичность каждого нуклеотида в молекуле ДНК определяется наличием соответствующего азотистого основания, поэтому нуклеотиды принято обозначать начальными буквами азотистых оснований: А - аденин, Г - гуанин, Т - тимин, Ц - цитозин. Нуклеотиды соединяются между собой, образуя длинную цепочку, химическим остовом, которой служат остатки фосфорной кислоты, которые связаны фосфодиэфирными связями с 5' углеродом одной молекулы пентозного сахара и 3' углеродом другой (рис.2).

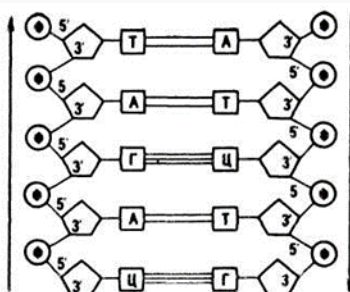


Рис. 31. Фрагмент молекулы ДНК (видно ее комплементарное строение)

Рис. 32. Схематическое изображение структурной формулы молекулы ДНК, состоящей из двух антипараллельных цепей



К первому атому углерода каждой молекулы пентозного сахара присоединяется одно из четырех азотистых оснований. Благодаря такому соединению нуклеотидов молекула ДНК обладает полярностью: репликация ДНК на матричной нити идет в направлении от 5' к 3'. Структурная формула молекулы ДНК была установлена в 1953 г. Д. Уотсоном и Ф. Криком (рис. 32). Молекула ДНК состоит из двух цепочек нуклеотидов, соединенных комплементарно. Каждый нуклеотид одной цепочки соединяется водородными связями с нуклеотидом другой цепочки строго закономерно: аденин соединяется с тиминам, гуанин - с цитозином. Аденин соединяется с тиминам двумя, а цитозин с гуанином - тремя водородными связями. Число пуриновых нуклеотидов (А+Г) равно числу пиримидиновых Ц+Т, то есть отношение $(А+Г) : (Т+Ц) = 1$. Две комплементарные нити образуют правовинтовую спираль, каждый виток которой имеет длину 3,4 нм, расстояние между нуклеотидами 0,34 нм. Азотистые основания ориентированы к середине спирали. Для хромосом эукариотов характерно линейное строение молекулы ДНК, у прокариотов, плазмид, митохондрий и пластид молекулы ДНК бывают замкнуты в кольцо.

Видовая специфичность молекулы ДНК. Число нуклеотидов и их последовательность в молекуле ДНК специфичны для каждого вида и частично - для каждой особи. Д. Уотсон ввел понятие о видовой специфичности ДНК. Коэффициентом видовой специфичности называют соотношение :

$$\frac{А+Г}{Г+Ц}$$

Молекула ДНК обладает исключительным многообразием. Если, предположить, что у млекопитающих в ДНК содержится 108 нуклеотидов, то число молекул ДНК, различающихся по порядку чередования нуклеотидов, будет 4 в степени 108. Таким образом, в молекуле ДНК может быть записан практически любой объем наследственной информации и у каждой особи эта запись уникальна и специфична.

Репликация молекулы ДНК. Репликацией называют процесс самокопирования молекулы ДНК с точным соблюдением порядка чередования нуклеотидов, присущего исходным комплементарным нитям.

У многоклеточных организмов в результате слияния гамет при оплодотворении образуется зигота, в которой содержится наследственная информация гаплоидных геномов родительских особей. В онтогенезе из зиготы в результате митоза образуются миллиарды клеток, каждая из которых несет в себе всю генетическую информацию. Об этом свидетельствует тот факт, что у многих видов растений - табака, картофеля, бегонии, моркови и

других - из одной клетки, взятой из корня, листа, клубня или другого органа, можно получить целое растение, имеющее характерные признаки исходного. Это возможно благодаря тому, что молекула ДНК способна к самовоспроизведению в процессе репликации.

Репликация происходит в период синтеза (S-период) интерфазы митотического цикла. На отдельных участках молекулы ДНК образуются так называемые вилки репликации. В этих местах водородные связи между азотистыми основаниями под действием соответствующих ферментов разрываются, комплементарные нити разъединяются, и каждая из них становится матрицей, на которой происходит синтез дочерних нитей. Такой тип репликации получил название полуконсервативного; он был убедительно доказан в опытах М. Мезельсон и Ф. Сталь (1958) на бактериях *E. coli* и Дж. Тейлором на проростках семян кормовых бобов *Vicia faba*.

Бактерии кишечной палочки сначала выращивали на среде, содержащей тяжелый изотоп азота - N^{15} . Затем они были перенесены на среду, содержащую только N^{14} . Через определенные промежутки времени из клеток выделяли ДНК и с помощью центрифугирования в соответствующем растворителе разделяли на фракции. Молекулы ДНК, выделенные из исходных бактерий, содержали изотоп N^{15} . По мере роста бактерий на среде, содержащей N^{14} , сначала в ДНК содержались нити, одна из которых включала N^{14} , другая - N^{15} , а затем наряду с молекулами, нити которых содержали $N^{14}+N^{15}$, появились молекулы ДНК, содержащие только N^{14} (рис. 3).

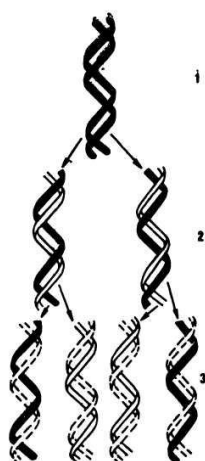


Рис. 33. Полуконсервативный тип репликации молекулы ДНК (схема опыта)

Дж. Тейлор для доказательства полуконсервативного типа репликации ДНК использовал метод радиоавтографии. Сначала семена конских бобов проращивали на среде, содержащей тимидин, меченный тритием - H^3 . Затем корешки проростков, в клетках которых содержались хромосомы, меченные H^3 , переносили в среду, не содержащую радиоактивный тимидин. В первом

митозе каждая хроматида содержала НЗ, во втором одна из двух хроматид была меченой, другая не содержала НЗ. В третьем митозе только часть хромосом содержала одну хроматиду, меченную НЗ. Впоследствии эти данные были подтверждены исследованиями, проведенными на культуре клеток растений, животных и человека.

Процесс репликации протекает при участии комплекса ферментов, главнейшие из которых получили название ДНК-полимераз, одновременно на двух комплементарных нитях. Участок молекулы ДНК в том месте, где начали расплетаться комплементарные нити, называется вилкой репликации. Она образуется у прокариота, плазмид, митохондрий и пластид в одной определенной, генетически фиксированной точке. В молекуле ДНК у эукариот таких «стартовых точек» бывает несколько.

Наследственная информация, закодированная в молекуле ДНК, реализуется на всех этапах жизнедеятельности клетки и многоклеточного организма в процессе биосинтеза. Основанием для доказательства реализации наследственной информации в процессе биосинтеза послужили исследования американских ученых Дж. Бидла и Э. Л. Татума в 1941...1944 гг., которыми были получены мутантные штаммы плесневого гриба нейроспоры. Их различие состояло в утрате способности к синтезу той или иной аминокислоты и потере свойства синтезировать соответствующий ферментативный белок. Исследования показали, что каждый ген контролирует синтез одного соответствующего фермента («один ген - один фермент») и реализация наследственной информации осуществляется в процессе синтеза. Ген, локализованный на определенном участке молекулы ДНК, контролирует синтез первичной молекулы белка, представляющей собой полипептидную цепь, специфичность которой зависит от порядка чередования в ней аминокислот.

Белкам принадлежит исключительно важная роль в жизнедеятельности каждой клетки и всего многоклеточного организма. Они участвуют в построении мембран, хроматина, рибосом, митохондрий, являются составной частью сложных белков. В качестве ферментов и гормонов они управляют всеми процессами в клетке и в многоклеточном организме. Подавляющее большинство метаболических реакций, от которых зависит развитие признака или свойства, находится под контролем ферментов и, следовательно, генов.

Химическая структура белковых молекул. Первичная молекула белка представляет собой цепочку, состоящую из 100 - 300 различных аминокислот и более, порядок чередования которых определяет специфичность данной молекулы (рис. 35): каждая из 20 аминокислот может встречаться многократно, но местонахождение контролируется ДНК. В настоящее время

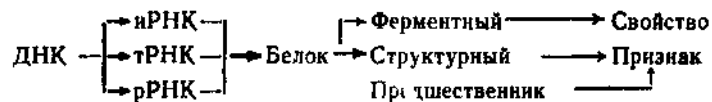
для многих молекул белка установлена их первичная структура, то есть порядок чередования аминокислот в полипептидной цепи.

Вторичная структура белковой молекулы зависит от первичной: аминокислоты в полипептидной цепи соединяются водородными связями между NH- и CO - группами, в результате чего она свертывается в так называемую альфа-спираль. Образование больших альфа-спиральных участков характерно для фибриллярных белков. В молекулах ферментов спиралеобразных участков значительно меньше.

Третичная структура белковых молекул образуется в результате связывания так называемыми дисульфидными мостиками (S-S) двух цистеиновых остатков аминокислот. Это определяет специфическое пространственное расположение полипептидных цепей.

Четвертичная структура белковых молекул характеризуется тем, что они состоят из двух - четырех различных, стабильно соединенных полипептидных цепей. Такая структура характерна для глобулярных белков, в том числе и для многих ферментов.

Вторичная, третичная и четвертичная структуры белковых молекул зависят от числа и порядка чередования аминокислот в полипептидной цепи, то есть от первичной структуры. Процесс синтеза белка в клетке называется биосинтезом. Он осуществляется под контролем молекулы ДНК, которая таким образом реализует закодированную в ней наследственную информацию. Схематично реализацию наследственной информации можно представить следующим образом:



Биосинтез. Процесс реализации наследственной информации в биосинтезе осуществляется при участии трех видов рибонуклеиновых кислот: информационной (матричной) - иРНК (мРНК), рибосомальной - рРНК и транспортной тРНК. Все рибонуклеиновые кислоты синтезируются на соответствующих участках молекулы ДНК. Они имеют значительно меньшие размеры, чем ДНК, и представляют собой одинарную цепь нуклеотидов. Нуклеотиды содержат остаток фосфорной кислоты (фосфат), пентозный сахар (рибозу) и одно из четырех азотистых оснований - аденин, цитозин, гуанин и урацил. Азотистое основание - урацил - комплементарно аденину.

Процесс биосинтеза сложный и включает ряд этапов - транскрипцию, сплайсинг и трансляцию.

Первый этап называется транскрипцией. Он происходит в ядре клетки: на участке определенного гена молекулы ДНК синтезируется мРНК. Этот синтез осуществляется при участии комплекса ферментов, главным из которых является ДНК-зависимая РНК-полимераза, которая прикрепляется к начальной (инициальной) точке молекулы ДНК, расплетает двойную спираль и, перемещаясь вдоль одной из нитей, синтезирует рядом с ней комплементарную нить мРНК. В результате транскрипции мРНК содержит генетическую информацию в виде последовательного чередования нуклеотидов, порядок которых точно скопирован с соответствующего участка (гена) молекулы ДНК.

Тема 8. Значение популяционной и экологической генетики в селекции растений и животных

Селекционный прогресс требует, чтобы животные с выдающимися генотипами по признакам интереса использовались для получения следующего поколения.

Идентификация этих животных требует выявления вклада факторов окружающей среды в наблюдаемые фенотипические проявления. Это достигается определением предварительной племенной ценности или генетической оценкой. Такая процедура обязательна для каждой селекционной программы.

Генетическая оценка должна быть надежной.

Методология BLUP, применяемая ко множеству моделей, в зависимости от признаков и доступности данных, стала стандартным методом для почти всех видов сельскохозяйственных животных. Оценка необходима для лучшего использования вложений в базу данных и управления базами данных. Оценка племенных качеств, основанная на BLUP, зависит от точности измерения первичных данных и их структуры.

Если исходные требования выполняются, вложения в BLUP обычно оказываются высоко рентабельными.

Оценка по разным стадам имеет преимущества, поскольку позволяет обоснованно сравнивать прогнозируемую племенную ценность (PBV) животных в разных стадах, что приводит к отбору большего количества животных из генетически продвинутых стад.

Для использования информации по разным стадам необходима правильная организационная структура.

Это может достигаться путем тесного взаимодействия между селекционерами, их ассоциациями и университетскими или

исследовательскими центрами. Очень важным является индивидуальная идентификация всех животных, по которым собираются данные для селекционной схемы. Аналитики данных, под руководством и при помощи членов породной ассоциации, разделяют животных на относительно однородные группы (группы животных приблизительно одного и того же возраста, которые подвергались одним и тем же воздействиям). Такое распределение является очень важным для точности генетической оценки.

Заводчики представляют данные в ассоциацию, и после проверки очевидных ошибок информация отправляется для анализа, проводимого экспертной комиссией. Для жвачных оценки проводятся один или два раза в год, однако для программ по мясу свиней и птицы, где отбор проводится на месячной, недельной или двухнедельной основе, оценки должны проводиться постоянно.

Результаты генетических предсказаний (PBV и составные индексы) обычно печатают в племенном сертификате животного. Принято печатать PBV в каталогах продажи животных и их семени. Это означает, что конечные пользователи (фермеры) должны понимать и принимать полученные EBV и знать, как их использовать. Нет смысла в проведении генетических оценок, если их результаты не используются конечными пользователями.

Типичное подразделение, в чьи обязанности входит генетическая оценка, требует наличия квалифицированного штата сотрудников и достаточных материальных ресурсов для анализа данных и выдачи соответствующего заключения, облегчающего селекционное решение.

Многие крупномасштабные селекционные программы имеют специализированные внутренние подразделения для генетической оценки.

Однако и внешнему учреждению также легко выполнить такую оценку, многие университеты и исследовательские центры предлагают услуги, по генетической оценке, для национальных и не национальных селекционных программ. Такие услуги могут применяться для различных пород или видов, поскольку принципы генетической оценки и используемое программное обеспечение сходны. Вероятно, наиболее известной организацией по генетической оценке с международной репутацией является Служба международной оценки быков (INTERBULL). Центр, который базируется в Шведском аграрном университете (г. Уппсала), был основан как постоянная подкомиссия Международного комитета по регистрации животных (ICAR), и обеспечивает международную генетическую оценку для облегчения сравнения и отбора молочных быков в международном масштабе.

Другим примером является BREEDPLAN, коммерческая служба генетической оценки мясного крупного рогатого скота, базирующаяся в Австралии и имеющая клиентов во многих странах.

Селекция и спаривание

Отбор прежде всего должен быть основан на селекционных критериях.

Должно быть отобрано как можно меньше животных каждого пола для того, чтобы максимизировать интенсивность отбора, и только с тем ограничением, чтобы количество животных соответствовало требуемому для минимального размера популяции и было достаточным для репродуктивных целей. Поскольку степень размножения самцов в общем много выше, чем самок, обычно самцов отбирается много меньше, чем самок. Значение выдающихся индивидуумов невелико, если они эффективно не способствуют улучшению генного пула (генофонда) популяции в целом.

Ширина генетического улучшения зависит от распространения генетического материала. В этой связи особую важность имеют репродуктивные технологии, особенно ИО. Однако их значимость различна для разных видов сельскохозяйственных животных. В селекции овец и коз обмен генетическим материалом зависит от продажи живых животных.

В случае крупного рогатого скота, ИО позволяет быка, отобранного в нуклеусе, использовать достаточно широко. В принципе, нет никаких ограничений для использования выдающегося быка в целях получения большого количества потомства по всей популяции. Однако, интенсивное использование ИО спермой быков, находящихся друг с другом в родстве, в конечном счете приведет к инбридингу.

Необходимо применять описанные выше элементы, способствующие уменьшению вероятности инбридинга, даже при стандартных условиях.

Структура селекционной работы не всегда требует сложных систем регистрации данных и генетической оценки, и при этом изначально не требуется использование репродуктивных технологий. Структура селекционной работы должна определяться в соответствии с возможностями и ее оптимальностью для конкретных условий. При планировании селекционной программы необходимо учитывать средовые или инфраструктурные ограничения, традиции, социально-экономические условия.

Сохранение через селекцию

Задачи программ сохранения могут включать не только обеспечение выживаемости и целостности сохраняемой популяции, но также и улучшение ее степени репродукции и признаков продуктивности при поддержании ее специфических черт адаптивности.

Большая часть осаждавшихся выше селекционных стратегий для низкокзатратных систем, по-видимому, применима к этим обстоятельствам.

Этот подраздел сфокусирован на потенциальном риске, связанном с перекрестными скрещиваниями в контексте сохранения породы.

Один вариант сохранения породы состоит в том, чтобы использовать ее как один из компонентов программы перекрестных скрещиваний.

Однако любое использование чистопородных самок для получения межпородных кроссов уменьшит эффективную численность популяции, если не будет репродуктивного избытка самок. Во многих случаях условия среды и управления препятствуют наличию такого существенного репродуктивного избытка – особенно у крупного рогатого скота с низкой скоростью воспроизводства. В таком случае большинство разводимых самок должны сохраняться как племенные животные для поддержания численности популяции.

Фактически, наибольший эффект происходит от требования меньшего количества местных племенных самцов, который определяется меньшим количеством местных самок, используемых для получения чистокровного потомства. Следовательно, логической отправной точкой для обсуждения программы перекрестных скрещиваний является оценка величины репродуктивного избытка у самок. Это может быть измерено как доля молодых самок, которые могут быть забиты или проданы по программе (или по области). Как пример, у довольно хорошо управляемых мясных стад в умеренных областях, необходимо приблизительно 40 процентов телок для поддержания размера стада.

Зная репродуктивный избыток самок и долю общей популяции, которую в настоящее время составляют кроссбреды, можно вычислить долю чистопородных животных, которые могут быть использованы для получения F1 без дальнейшего уменьшения популяционного размера чистой породы.

Например, если есть 20-процентный репродуктивный избыток самок и текущая популяция состоит из 50% чистопородных животных и 5% кроссбредов (включает любых чистокровных самок, которые в настоящее время используются для получения кроссбредов), популяция могла бы изменить свой состав на немного больше, чем 50% чистопородных животных, а также на не-много больше, чем 20% чистопородных животных, участвующих в производстве F1, и немного меньше чем 30% самок F1, без дальнейшего сокращения размера чистокровной популяции, которая

поставляет чистопородных животных. Эти оценки означают, что ни одна из самок, произведенных самкой F1, не сохраняется как племенное животное; реальности, вероятно, такое никогда не происходит.

Методы селекции и организации сильно варьируют между индустриальными коммерческими системами производства и системами, ориентируемыми на пропитание с низкими внешними поступлениями.

Современная организация сектора разведения является результатом длинного эволюционного процесса. Последнее достижение основано на распространении модели селекции, характерной для сектора птицеводства, на другие виды.

Индустриализованная модель селекции использует состояние созданных приемов для генетического улучшения. Программы селекции основаны, главным образом, на прямой селекции и варьируют в соответствии с характеристиками видов.

Селекционные компании продают своих животных по всему миру. Эта тенденция, которая хорошо отработана «коммерческими» селекционерами в свиноводстве и птицеводстве, нарастает в случае молочного и мясного крупного рогатого скота. Для того, чтобы выбрать надежных животных, которые в состоянии адаптироваться к различной окружающей среде, заводчики проводят селекционные программы через различные окружающие среды и системы управления.

Однако невозможно получить животных, которые хорошо воспроизводятся где угодно и при всех условиях. Также могут быть созданы различные породы или линии для удовлетворения требований высокозатратных систем. До настоящего времени мало что известно о генетических аспектах адаптации.

Предполагается, что исследователи и селекционные компании будут разведывать эти вопросы далее в своих исследованиях и в своих селекционных программах в ближайшие годы.

В низкзатратных системах производства животные, сохраненные мелкими фермерами, представляют важный элемент продовольственной безопасности для хозяйства и социальной основы деревенских сообществ. В наибольшей степени местные породы содержатся мелкими фермерами и крестьянами.

Генетическое улучшение в этих условиях является задачей проблематичной, но не невозможной.

Развиваются и утверждаются детальные руководства для проектирования и выполнения устойчивого использования породы и программ улучшения для низкзатратных систем. Прямая селекция для

приспособления местной породы к изменяющимся потребностям производителей является самым жизнеспособным подходом не только для поддержания ее в производстве и, следовательно, ее сохранения, но также и для улучшения продовольственной безопасности и облегчения бедности.

Другой выбор состоит в ее использовании как компоненты хорошо запланированной программы межпородных скрещиваний. Вместе с введением селекционной программы необходимо уделять внимание улучшению условий управления и практик ведения сельского хозяйства в целом.

Общей тенденцией в исследованиях, связанных с программами селекции для всех видов, является растущее внимание к функциональным признакам – в ответ на растущую важность, придаваемую таким факторам, как благополучие животных, защита окружающей среды, различные качества продуктов и здоровье человека. Примеры функциональных признаков включают выносливость, устойчивость к болезням и поведенческие черты, плодовитость, эффективность использования кормов, легкость родов и молочность.

В общем, эти функциональные признаки, обсуждаемые как вторичные в высоко затратных системах, имеют огромную важность в низкочатратных системах.

Регистрация функциональных признаков, однако, еще остается важным узким местом, которое препятствует их включению в селекционные схемы. Отсутствует информация о генетических основах устойчивости к болезням, благополучия, выносливости и адаптации к разным условиям окружающей среды. Тем не менее, в индустрии молочного скота и свиноводства началось использование типирования ДНК по одиночным генам и геномам (SNP) для генотипирования селекционируемых животных.

Это будет способствовать ожидаемому сдвигу в сторону селекции по функциональным признакам и пожизненным характеристикам продуктивности.

Тема 9. Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве

Генетика растений – тема, вызывающая большой интерес у всех, в том числе и у людей, мало связанных с сельским хозяйством. Прежде всего, потому, что речь идёт о безопасности продовольствия.

Законопроект, представленный Минобрнауки зимой текущего года, предлагал запрет в нашей стране как выращивания животных и растений с изменённым геномом, так и ввоз в страну таких продуктов и семян.

Законопроект вызвал много негативных откликов со стороны как генетиков, так и специалистов по растениеводству и животноводству. Немалая доля специалистов опасается, что такой запрет породит отставание нашей страны от более передовых, не только в генетике и биологии, как науке, но и в сельском хозяйстве. Аркадий Дворкович объяснил оппонентам, что в нашей стране основные усилия будут направлены на внедрение в сельское хозяйство новых технологий, и достижений науки, однако ГМ-технологии внедряться не будут. Запрещено так же и использование ГМО в пищевой промышленности. Для генетики растений как фундаментальной науки, это решение будет болезненным, на её долю и так выпало слишком много запретов, достаточно вспомнить печально известного сталинского академика Т.Д. Лысенко, и последствия его «инноваций».

Говоря о генетике растений необходимо видеть различие между селекцией, генетикой как наукой, и геной инженерией. Генетика - это наука, теоретическая основа для селекции - разработке новых методов улучшения сортов и пород. Однако селекция - это выбор лучшего, планомерный отбор растений одного вида для получения нового сорта.

Генная инженерия - это несколько другое, создание растения с определёнными характеристиками, способом замены части его ДНК на ДНК организма другого рода. Генная инженерия позволяет совершать фантастические преобразования и открывает безграничные возможности. Генная инженерия позволила создать более устойчивые виды растений, которым намного меньше стали страшны вредители и болезни. Однако именно «безграничность» и призывает к осторожности, особенно тех, кто отвечает за продовольственную безопасность, а значит, за здоровье и благополучие людей.

Картофель и колорадский жук - как пример

Как не так давно сообщил нам журнал Science, был выведен сорт картофеля, который сам может бороться с таким опасным вредителем, как колорадский жук. Молекулы РНК картофеля были модифицированы, и направленное изменение его генома сделала растение смертельно опасным для жуков. Насекомые, которые питались листьями такого картофеля, в течение пяти дней погибли. Генетики считают, что такой опыт борьбы с вредителями будет очень полезен сельскому хозяйству. Вот очень красивая новость, позволяющая понять, как же много сегодня может сделать генетика.

Итак, что же получило человечество, благодаря усилиям генетиков?

Первый несомненный плюс - защиту картофеля от насекомого, которое действительно приносит страшный вред и миллионные экономические убытки.

Вероятный, точнее, потенциальный минус, связан с тем, что организмы, в геном которых внесены изменения, вероятно, способны мутировать. Вмешательство в геном, как признают генетики, нарушает взаимосвязи в структуре ДНК, и не всегда изменения касаются только той цели, которую добивались учёные своим вмешательством. Не всегда удаётся точно рассчитать, чем обернётся вмешательство в механизм, который, отлаживала сама природа.

Прецедент имеется. Генно-модифицированный лосось, помимо впечатляющих размеров, как утверждают исследователи, приобрёл ещё одну побочную особенность: изменил свой цвет на не слишком аппетитный зеленоватый. Причём изменения коснулись не только шкуры, но и некоторых внутренних органов. Да, изменение оттенка мышечных тканей - пустяк, не стоящий беспокойства. Но непредвиденный, свидетельствующий, что мутации, связанные с изменением генома, могут встречаться. В следующий раз они тоже окажутся безвредными?

Следующий плюс. Генетически изменённому картофелю не нужны пестициды, а это ещё одна немалая экономическая выгода.

4. Ещё один возможный минус. Генно-модифицированные продукты, возможно, вызывают аллергические реакции. Объяснение лежит на поверхности: после добавления новых участков в геном, его ДНК начинает образовывать новые протеины, наряду с обычными. К новым организм человека не успел привыкнуть, и значит, может отреагировать аллергической реакцией.

Модифицированный картофель может сдвинуть экологическое равновесие. Можно ли утверждать на 101%, что его листья вредны только для колорадского жука и больше ни для какого другого насекомого? Насколько глубоко исследовался вопрос, как повлияет изменение картофельного генома на тех насекомых, которые питаются личинками и яйцами жука? Таких ведь немало: жужелицы, муравьи, пауки. Не возникнет ли каких-либо неучтённых последствий у птиц, которые, хоть и не слишком охотно, но поедают вредителей?

Внедрение ГМО в большей степени, возможно, выгодно производителям ГМ-семян, корпорациям, производящим гербициды. Полный запрет ГМО, вероятно, выгоден тем, кто ведёт селекционные работы, агрохолдингам и фермерам, занимающимся производством зерна. Вопрос с ГМО — один из самых неоднозначных вопросов современности. Несут ли такие продукты нам однозначную пользу или огромный потенциальный вред, говорить пока рано. Вектор же развития нашего сельского хозяйства и его исследовательской базы, должен быть направлен на селекционные работы

Селекция и генетика – это продуктивно и важно

Александр Корбут, заместитель главы зернового союза России, заявил корреспондентам «Парламентской газеты», что будущее России - это селекция и генетика. Именно на этой области должно быть сконцентрировано внимание всех работающих в сельскохозяйственном секторе. Сегодня нужно развивать новые технологии, новые селекционные сорта растений, учитывая при этом, конечно, и мировой опыт.

Учёные вывели и уже представили фермерам края новые сорта гречихи, сои, картофеля. Сорта намного устойчивее к вирусам, чем те, что применяются в крае для промышленного выращивания. Леонид Шорохов, глава краевого министерства, отметил по этому поводу, что фермеры стремятся к повышению урожайности, и поэтому весьма заинтересованы в разработках учёных.

На промышленный уровень будет выведена генетика в Свердловской области. Там начато строительство крупнейшего в регионе центра селекции семенного картофеля. Для сортоиспытаний уже в следующем году возведут теплицу, в которой только размер микроклональной лаборатории составит 500 кв. м. Первые новые сорта получают через четыре сезона, и тогда же их можно будет использовать для промышленного выращивания. Уральский НИИСХ пояснил, что сорта будут устойчивы к механическим повреждениям, кроме того, будут долго храниться и обладать отличным вкусом.

*Генетический анализ гибридного потомства f_2
с вычислением критерия χ^2*

При гибридологических исследованиях необходимо не только описать гибриды и произвести подсчеты потомства второго и последующих расщепляющихся поколений, но и определить характер расщепления, доказать совпадение ожидаемых (теоретических) и наблюдаемых чисел, что связано с проведением специальных расчетов.

В основе применяемых методов лежит положение о том, что какое-либо явление считается случайным, если происходит реже, чем один раз на двадцать случаев, т. е. с вероятностью не превышающей 5 % (0,05).

При генетическом анализе характера расщепления применяют метод χ^2 . Критерий χ^2 применяется для проверки нулевой гипотезы, т. е. предположения, что между фактически полученными данными и вычисленными для данного скрещивания нет достоверной разницы. С помощью этого значения проверяют, соответствует ли фактически полученные частоты фенотипических классов теоретически ожидаемым.

Для ознакомления с этим методом используем данные Менделя, полученные им при дигибридном скрещивании растений гороха, а именно, соответствие фактических данных расщепления в F2 двух генной гипотезе детерминации признаков окраски и формы семян. Произведем расчеты.

| Данные | Фенотип семян | | | | |
|---|-------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|-------|
| | гладкие желтые | гладкие зеленые | морщинистые желтые | морщинистые зеленые | всего |
| Число семян, полученное в опыте (p) | 315 | 101 | 108 | 32 | 556 |
| Теоретически ожидаемое при расщеплении 9:3:3:1(q) | 312,75 | 104,25 | 104,25 | 34,75 | 556 |
| Отклонение -(d) | +2,25 | -3,25 | +3,25 | -2,75 | |
| d ² | 5,1 | 10,6 | 14,1 | 7,6 | |
| d ² /q | 0,02 | 0,10 | 0,13 | 0,20 | |

$$\chi^2 = \sum d^2/q = 0,02 + 0,10 + 0,13 + 0,20 = 0,45$$

Как видно из данных таблицы, в опыте Менделя во втором поколении было получено 556 семян, из которых 315 были гладкие желтые, 101 - гладкие зеленые, 108 - морщинистые желтые и 32 - морщинистые зеленые. Можно предположить, что мы имеем дело с дигибридным скрещиванием, когда на проявление признаков влияют две пары аллельных генов, и расщепление теоретически должно быть равно соотношению 9:3:3:1. Следовательно, 556 семян составляют 16 частей, а на одну часть приходится 34,75 семени. Умножив это число последовательно на 9, 3, 3 и 1, мы получим теоретически ожидаемое по нашей гипотезе число семян по каждому фенотипу (q). Затем вычислим отклонение (d) фактического значения расщепляющегося класса от теоретически ожидаемого. Для ликвидации знаков + и - значение d возводим в квадрат по каждому из фенотипов и делим на показатель (q). Сумма этих величин по всем классам, показатель χ^2 , служит мерой отклонения экспериментального расщепления от теоретически ожидаемого.

В таблице Фишера (приложение 1) приведены границы, которые превышают вычисленное значение χ^2 с заданной вероятностью p, если отклонение вызвано случайными причинами. Заданное значение χ^2 берут в графе p=0,05 из строки, соответствующей числу степеней свободы df= n-1 (где n –число фенотипических классов). Если значение χ^2 окажется достаточно большим, превышающим пороговый уровень вероятности, за который обычно берут 5%, вероятность влияния случайных факторов на результат мала, и делается вывод, что отклонение неслучайно, или статистически достоверно. В этом случае нулевая гипотеза отвергается, двугенное наследование признаков исключается.

Если $\Sigma (p-q) = 0$ то $\chi^2 = 0$, что означает полное соответствие фактически полученных частот фенотипических классов, теоретически ожидаемым.

В нашем примере χ^2 равен 0,45. Гипотеза не отвергается, если $p \leq 0,05$. Значение p вычисляют по таблице Фишера. В первой графе этой таблицы указано число степеней свободы df . В первой горизонтальной графе указаны значения вероятности (P), а в других горизонтальных графах значения χ^2 при определенном числе степеней свободы. В нашем опыте число степеней свободы равно $4-1=3$, а при $\chi^2 = 0,45$ показатель вероятности находится между $0,95 > P > 0,90$, что гораздо меньше заданного уровня вероятности $P=0,05$. Следовательно, фактические данные расщепления отклоняются от теоретических незначительно. Нулевая гипотеза не отвергается. Результат подтверждает сформулированную гипотезу о влиянии на это расщепление двух пар аллельных генов.

Чем меньше разница рассчитанного χ^2 по сравнению с его допустимой величиной при данном числе степеней свободы $df = n-1$ и уровне вероятности $P=0,05$, тем больше наблюдаемое расщепление соответствует теоретически ожидаемому.

Метод χ^2 не применим в тех случаях, когда выборка мала и в один из теоретически рассчитанных классов попадает менее 5 особей, а также к значениям, выраженным в процентах и относительных числах.

Формы взаимодействия неаллельных генов

Установленные Менделем числовые отношения при расщеплении гибридов подтверждались, только когда каждый признак определялся действием одного гена. Но выяснилось, что взаимоотношения между генами и признаками, которые они определяют, носят более сложный характер. Один ген может оказывать действие на несколько признаков, и один признак может развиваться под действием нескольких генов. Это отражается и на характере расщепления гибридов различных скрещиваний.

Пример 1.

Скрещиваются два растения душистого горошка с белыми пазушными и белыми верхушечными цветками.

F_1 все растения с пурпурными пазушными цветками;

F_2 415 с растений с пурпурными пазушными цветками;

140 – с пурпурными верхушечными

350 – с белыми пазушными

95 – с белыми верхушечными

1000

Как наследуются данные признак? Какое растение следует взять, чтобы поставить анализирующее скрещивание? Какие при этом будут результаты?

Выписать задание.

P бел. паз. бел. верх.

F₁ пурп. паз.

F₂ 415 пурп. паз.

140 пурп. верх.

350 бел. паз.

95 бел. верх.

1000

Решение.

I. Анализ наследования каждого признака.

Окраска цветков

1. В F₁ единообразии, по-видимому, исходные растения гомозиготны.

2. В F₂ расщепление: пурп. бел.

415 350

140 95

555 445

Расщепление не моногенного типа (не 3:1). Предполагаем дигенное наследование. Находим величину одного возможного сочетания гамет - $1000:16 = 62,5$. Определяем расщепление в опыте: $555 : 62,5 = 8,9$ частей; $445 : 62,5 = 7,1$ частей, т. е. примерно 9:7.

Проверим нулевую гипотезу - H_0 по χ^2 о дигенном наследовании. Значение $\chi^2 = 0,29$, $p > 0,50$ ее не отвергает. Следовательно, признак контролируется двумя генами, взаимодействующими по типу комплементарности: пурпурная окраска - результат взаимодействия доминантных аллелей двух генов - A и B, каждый из которых в отдельности ни в доминантном, ни в рецессивном состоянии не дает окраски.

3. Генотипы исходных растений: AA bb и aaBB, так как оба растения имеют белые цветки, а в F₁ цветки пурпурные, генотип гибридов F₁ - AaBb. Однако из опыта нельзя точно определить, какой из родителей имеет генотип AA bb , а какой aaBB.

Расположение цветков на стебле

1. В F₁ - единообразии, следовательно, исходные растения гомозиготны.

2. В F₂ - расщепление: паз. Верх.

415 140

350 95

765 235

Поскольку имеем расщепление на два фенотипических класса с преобладанием пазушного расположения над верхушечным, предполагаем моногенное наследование. Находим величину одного возможного сочетания

гамет: $1000: 4 = 250$. Расщепление в опыте $765: 250 = 3,1$; $235: 250 = 0,9$, т. е. примерно 3:1. Проверка гипотезы о моногенном расщеплении в соотношении 3:1 по χ^2 ($\chi^2 = 1,2$, $p > 0,20$) ее не отвергает.

Вводим обозначение аллелей: С- паз., с -верх. Генотипы исходных растений СС - пазушн., сс - верх., гибриды F_1 - Сс.

П. Анализ расщепления по двум признакам

Но: признаки наследуются независимо, следовательно, по теории вероятности должно быть следующее расщепление: (3 паз.:1 верх.) x (9 пурп.:7 бел.) = 27 пурп. паз.:21 бел. паз.:9 пурп. верх.:7 бел. верх. Находим величину одного возможного сочетания гамет в расщеплении - $1000: 64 = 15,6$. Расщепление в опыте – 415 пурп. паз.: 15,6 = 26,6 частей; 140 пурп. верх.: 15,6 = 8,9 частей; 350 бел. паз.: 15,6 = 22,4 части; 95 бел. верх.: 15,6 = 6,1 части.

Т.е. примерно 27:9:21:7. Проверка гипотезы по χ^2 ($\chi^2 = 3,93$, $P > 0,20$) ее не отвергает.

Выводы:

1. Окраска цветков контролируется двумя независимо наследуемыми генами, взаимодействующими по типу комплементарности с расщеплением 9 пурп.:7 бел.

2. Расположение цветков на стебле контролируется одним геном с доминированием пазушного расположения над верхушечным.

3. Признаки наследуются независимо, гены не сцеплены.

3. Генотипы исходных растений: бел. пазушн. ААbbСС или aaBBСС, бел. верх. - aaBBсс или AAbbсс, генотип гибридов F_1 - AaBbCc.

Пример 2. Растение душистого горошка с белыми цветками. Скрещенное с пурпурноцветковыми, дало 3/8 с пурпурными и 5/8 с белыми. Как это можно объяснить? Определить генотип исходных родителей, если известно, что белая окраска возникает при отсутствии одного из доминантных генов С или Р.

Выписать задание:

Р бел. пурп.

F_1 3/8 пурп. : 5/8 бел.

Решение

1. В F_1 - расщепление, следовательно, хотя бы один из родителей гетерозиготен.

2. По условию признак контролируется двумя генами, взаимодействующими комплементарно, расщепление в опыте - 3/8:5/8, следовательно, можно предположить, что один из родителей образует 4 типа гамет, т. е. является дигетерозиготой Сс Рр (пурп.), а другой - два типа гамет,

т. е. гетерозиготен по одному из генов. Его возможный генотип либо Сс рр, либо СС Рр:

| Гаметы♀/♂ | СР | Ср | сР | ср |
|-----------|------|------|------|------|
| Ср | ССРр | ССрр | СсРр | Ссрр |
| ср | СсРр | Ссрр | ссРр | ссрр |

Все потомки С-Р- пурп. (3/8), все остальные - бел. (5/8).

Вывод: Генотипы исходных растений: пурп. Сс Рр, бел. Сс рр или сс Рр.

Роль генетики в развитии животноводства

Одно из перспективных направлений биотехнологии - искусственное получение химер (аллофенных животных). Понятие химера означает составное животное. Сущность метода получения химер заключается в искусственном объединении эмбриональных клеток двух и более животных. Животные могут быть как одной породы, так и разных пород и даже разных видов. Современная микрохирургия позволяет получать химер, имеющих 3...4 и более родителей. Химеры обладают признаками животных разных генотипов.

Существует два основных метода получения химер искусственным путем: 1) агрегационный - объединение двух и более морул или бластоцист в один эмбрион; 2) инъекционный - микроинъекция клеток внутриклеточной массы (ВКМ) бластоцисты доноров в бластоцель эмбриона-реципиента. В обоих случаях получают особей, ткани и органы которых построены из клонов клеток объединенных (двух или более) эмбрионов (рис. 30). Первыми созданы химеры лабораторных мышей между линиями агути (кремовые) и не агути (черные). Они выглядели крапчатыми. Их окраска сочетала признаки обоих родителей: полосы пигментированной шерсти чередовались со светлыми, каждая полоса представляла клон клетки-родоначальницы. Их использование помогает изучению фундаментальных проблем дифференцировки клеток в процессе онтогенеза, многих вопросов механизма клеточного развития и происхождения отдельных тканей, иммунологического взаимодействия в развитии и т. д.

В настоящее время имеются внутривидовые и межвидовые химеры не только лабораторных животных (мышей, хомяков, крыс), но и сельскохозяйственных животных (коров, коз, овец).

Изучение химер позволит понять процесс реализации генома в фенотипе животных. В Великобритании и ФРГ были получены межвидовые химеры

Несмотря на это, предполагается, что при усовершенствовании методов получения химер они могут представлять большой интерес для практики животноводства. Таким путем можно получить животных с более высокой резистентностью к ряду болезней и с признаками, которые обычно плохо сочетаются в одном организме.

Трансгенные животные

Трансгеноз экспериментальный перенос генов, выделенных из определенного генома или искусственно синтезированных, в другой геном. Животные, в геном которых интегрируют чужеродные гены, называют трансгенными. В ряде экспериментов было установлено, что мыши, развивающиеся из зиготы, в которую была введена чужеродная ДНК, содержат в своем геноме фрагменты этой ДНК, а иногда у них происходит и экспрессия чужеродных генов. В 1980 г. Дж. Гордон с сотр. впервые показали возможность трансформации мыши путем введения в пронуклеус оплодотворенной яйцеклетки мыши рекомбинантных молекул, содержащих ген тимидинкиназы (ген ТК) вируса герпеса. Лучшие результаты были получены при микроинъекции рекомбинантной ДНК в мужской более крупный пронуклеус. Метод микроинъекции чужеродной ДНК в мужской пронуклеус зиготы используется в настоящее время у всех млекопитающих, включая сельскохозяйственных животных. Созданы линии трансгенных мышей, которые различались между собой структурой чужеродной ДНК. Мышам были введены гены: гемоглобина кролика, Р-глобина человека, лейкоцитарного интерферона человека, гормона роста крысы и человека.

Особого внимания заслуживает опыт Пальмитера и сотр., в котором осуществлена пересадка мышам гена гормона роста крысы. В этом случае промотор бактерий был непригоден. Для микроинъекции была создана рекомбинантная ДНК, состоящая из соединенных фрагментов различных генов: промоторной части гена - металлотионеина МТ-1 мыши и структурной части - гена гормона роста крысы, в котором собственные промотор и инициатор были удалены. В зиготы мыши инъецировали по 600 копий рекомбинантной ДНК. Получен 21 потомок. У семи мышей был обнаружен чужеродный ген - ген гормона роста крысы. Живая масса трансгенных мышат была в 1,8 раза больше, чем контрольных. Таких трансгенных животных назвали супермышами. В среднем у трансгенных мышей интегрируется 25...30 % копий введенной ДНК.

Успешные опыты с мышами способствовали проведению работ по получению трансгенных кроликов и сельскохозяйственных животных. Схема получения трансгенных животных в основном такая же, как и при работе с

мышами. Она состоит из следующих этапов: 1) выбор, получение и клонирование чужеродного гена; 2) получение зигот и выявление пронуклеусов,- 3) микроинъекция определенного числа копий генов в видимый пронуклеус; 4) трансплантация зиготы в половые пути гормонально подготовленной самки; 5) оценка родившихся животных по генотипу и фенотипу: интеграция чужеродной ДНК, экспрессия ДНК, влияние на признак (например, высокая интенсивность роста), установление наследования гена.

Наиболее трудной проблемой в опытах по переносу генов в ткани или организмы животных оказалась экспрессия внесенных генов. Выяснилось, что только четыре промотора (генов металлотioneина, трансферрина, иммуноглобулина, эластазы) из многих исследованных способны активировать присоединенные к ним гены.

Трансгенные кролики были получены Р. Хаммером и Г. Бремом с сотр. Они производили микроинъекция в пронуклеусы кроликов гена гормона роста человека. В нашей стране в отделе биотехнологии ВИЖа получена трансгенная крольчиха с интеграцией и экспрессией гена гормона роста крупного рогатого скота (Щ. К. Эрнст и др., 1990).

В Австралии получили первых в мире трансгенных овец. В возрасте 2...4 лет трансгенные овцы в 1,5 раза превосходили по массе сверстников той же породы. Австралийские ученые предполагают ввести овцам и другие гены, которые должны привести к ускорению роста шерсти, усилению резистентности к болезням.

Трансгенные свиньи впервые были получены в лабораториях Р. Хаммера (1985) и Г. Брема (1986) на основе инъекции гормона роста человека. У некоторых таких свиней в плазме крови отмечался высокий уровень гормона роста человека. В нашей стране получены трансгенные свиньи на основе инъекции в зиготы гена гормона роста крупного рогатого скота.

При работе с крупным рогатым скотом, для того чтобы обнаружить пронуклеусы, применяют ДНК-специфические флуоресцентные окраски и центрифугирование зигот. В 1987 г. родился первый трансгенной теленок молочно-мясного типа.

В порядке совершенствования процесса трансгеноза разрабатывается метод оплодотворения яйцеклеток *in vitro* с помощью микроинъекция одного сперматозоида с включенной в него чужеродной ДНК.

В перспективе предполагается получение трансгенных животных для производства новых продуктов, которые можно будет производить в промышленном масштабе, если они будут полезны с медицинской точки зрения. С этой целью будет использоваться рекомбинантная ДНК, с помощью которой от трансгенных животных будут получать, например, из коровьего

молока, крови или печени такие белки, как инсулин человека, интерферон и гормоны. Разрабатывается биотехнология производства фактора свертывания крови из молока трансгенных овец. Предполагается, что фактор свертываемости, необходимый для лечения гемофилии, будет синтезироваться в клетках молочной железы овец и переходить в молоко.

Внедрение современных биотехнологий - гибридизации соматических клеток, клеточной и генной инженерии в сочетании с эмбриогенетической инженерией - определяет новые подходы в деле создания более устойчивых к болезням высокопродуктивных пород животных с признаками, которых не было у исходных пород или они были слабо выражены. Открываются новые перспективы для получения лекарственных веществ: гормонов, вакцин, аминокислот, витаминов и т. д. Синтез генов и совершенствование методов их введения позволяют ввести в клетку на место поврежденных генов нормальные гомологи, что обеспечит лечение наследственных болезней. Широкое распространение получают способы нейтрализации действия вредных генов с помощью введения репрессоров.

3 ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ДЛЯ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

| Раздел дисциплины | № и название практических занятий | Форма контроля | Кол-во часов |
|---|---|---|--------------|
| 1. Предмет, этапы развития и методы генетики | Практическое занятие 1. Наследственность изменчивость. Методы генетики. | Тестовая контрольная работа, 1. | 2 |
| 2. Цитологические основы наследственности. | Практическое занятие 2,3. Кариотипорганизма. Мейоз. Конъюгация хромосомов мейозе. Кроссинговер. | Тестовая контрольная работа 2,3. | 4 |
| 3. Закономерности наследования признаков при внутривидовой гибридизации | Практическое занятие 4,5,6. Доминирование, кодминирование. Генотип и фенотип. Критерий χ^2 . Комплементарность, эпистаз, полимерия. Наследование количественных признаков. Пенетрантность и экспрессивность. | Тестовая контрольная работа 4,5,6. Решение задач | 6 |
| 4. Хромосомная теория наследственности | Практическое занятие 7,8. Определение пола у растений и животных. Сцепленное наследование. Одинарный и двойной кроссинговер. Построение генетических карт хромосом. | Тестовая контрольная работа 7. Решение задач | 4 |
| 5. Наследственная и ненаследственная изменчивость | Практическое занятие 9,10. Наследственная изменчивость, ее типы. Мутационная изменчивость. Изменения структуры хромосом. Изменение положения и порядка генов на хромосомах. Изменение структуры гена. | Тестовая контрольная работа 9,10. Решение задач | 4 |
| 6. Происхождение и эволюция с.-х. видов животных | Практическое занятие 11. Основные виды сельскохозяйственные виды животных. Направление продуктивности. | Тестовая контрольная работа 11. Решение задач | 2 |
| 7. Молекулярные основы наследственности | Практическое занятие 12, 13,14. Нуклеиновые кислоты. Репликация ДНК. Генетический код. Структура гена. Регуляция экспрессии гена у эукариота. Методы выделения и синтеза генов. Полимеразная цепная реакция. Достижения генетической инженерии. | Тестовая контрольная работа 12,13,14. Устный опрос. Решение задач | 6 |
| 8. Значение популяционной и экологической генетики в селекции растений и животных | Практическое занятие 15,16. Понятие о популяциях. Генофонд. Закон Харди-Вайнберга. Генетический груз. Коэффициент отбора. Генетико-автоматические процессы в популяциях | Тестовая контрольная работа 15,16. Решение задач | 4 |
| 9. Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве | Практическое занятие 17,18. Структурные гены, тандемные повторы и микросателлиты, диспергированные повторы и транспозирующиеся элементы. Маркеры полиморфизма ДНК. Гены – кандидаты контроля качества конечной продукции у растений и животных. | Тестовая контрольная работа. Устный опрос | 4 |
| Итого | | | 36 |

ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ
для заочной формы обучения

| Раздел дисциплины | № и название практических занятий | Форма контроля | Кол-во часов |
|---|---|---|--------------|
| 4. Хромосомная теория наследственности | Практическое занятие 7,8. Определение пола у растений и животных. Сцепленное наследование. Одинарный и двойной кроссинговер. Построение генетических карт хромосом. | Тестовая контрольная работа 7. Решение задач | 2 |
| 5. Наследственная и ненаследственная изменчивость | Практическое занятие 9,10. Наследственная изменчивость, ее типы. Мутационная изменчивость. Изменения структуры хромосом. Изменение положения и порядка генов на хромосомах. Изменение структуры гена. | Тестовая контрольная работа 9,10. Решение задач | 2 |
| 6. Происхождение и эволюция с.-х. видов животных | Практическое занятие 11. Основные виды сельскохозяйственные виды животных. Направление продуктивности. | Тестовая контрольная работа 11. Решение задач | 2 |
| 7. Молекулярные основы наследственности | Практическое занятие 12, 13,14. Нуклеиновые кислоты. Репликация ДНК. Генетический код. Структура гена. Регуляция экспрессии гена у эукариота. Методы выделения и синтеза генов. Полимеразная цепная реакция. Достижения генетической инженерии. | Тестовая контрольная работа 12,13,14. Устный опрос. Решение задач | 2 |
| 8. Значение популяционной и экологической генетики в селекции растений и животных | Практическое занятие 15,16. Понятие о популяциях. Генофонд. Закон Харди-Вайнберга. Генетический груз. Коэффициент отбора. Генетико-автоматические процессы в популяциях | Тестовая контрольная работа 15,16. Решение задач | 2 |
| Итого | | | 10 |

4 ПРОГРАММА ПРОВЕДЕНИЯ АКТИВНЫХ И ИНТЕРАКТИВНЫХ ЗАНЯТИЙ

| № п/п | Наименование темы | Интерактивные лекции, час. | Виды активных и интерактивных практических занятий, час | |
|----------|---|----------------------------------|---|-----------------|
| | | | Проблемная дискуссия | Круглый стол |
| 1 | Тема 1. Предмет, этапы развития и методы генетики | | | |
| 2 | Тема 2. Цитологические основы наследственности | | | |
| 3 | Тема 3. Закономерности наследования признаков при внутривидовой гибридизации | | (2 часа) | |
| 4 | Тема 4. Хромосомная теория наследственности. | (2 часа) | | (2 часа) |
| 5 | Тема 5. Наследственная и ненаследственная изменчивость | (2 часа) | | |
| 6 | Тема 6. Происхождение и эволюция с.-х. видов животных | | (2 часа) | |
| 7 | Тема 7. Молекулярные основы наследственности | (2 часа) | | (2 часа) |
| 8 | Тема 8. Значение популяционной и экологической генетики в селекции растений и животных. | (2 часа) | | |
| 9 | Тема 9. Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве | | (4 часа) | |
| Итого | | (8 часа) | (8 часа) | (4 часа) |

5.1. Интерактивные лекции по темам: «Наследственная и ненаследственная изменчивость», «Хромосомная теория наследственности», «Молекулярные основы наследственности», «Значение популяционной и экологической генетики в селекции растений и животных» позволяют в данном формате быстро и легко усваивать информацию, представленную визуально. В процессе лекций демонстрируются презентации по темам, где последовательно излагаются основные вопросы. Основные моменты материала студентами могут конспектироваться.

5.2. Проведение круглого стола по темам «Хромосомная теория наследственности», «Молекулярные основы наследственности» требует подготовительной работы со стороны студентов, которые должны подобрать литературу, составить план и раскрыть содержание выступления. При подготовке к выступлению, а также к участию в дискуссии на круглом столе

студентам необходимо изучить предложенную литературу и выявить основные проблемные моменты темы. Продолжительность доклада не должна превышать 5-7 минут. К проведению круглого стола привлекаются все желающие в нем участвовать студенты. После выступлений участники круглого стола задают докладчикам интересующие их вопросы. На заключительном этапе круглого стола проводится открытая дискуссия по представленной теме, в которой участвуют все студенты. После завершения дискуссии путем голосования выбирается лучший докладчик, а также подводятся окончательные итоги круглого стола. Затем по результатам обсуждения одним из студентов готовится проект резюме, которое рассматривается и принимается участниками круглого стола. Резюме содержит предложения как теоретической, так и практической направленности и основные выводы.

План круглого стола. Тема: Значение генотипирования растений и животных

1. Вступительное слово руководителя.
2. Заслушивание докладов на темы:
 - Явление сцепленного наследования
 - Кроссинговер. Одинарный и двойной кроссинговер.
 - Роль кроссинговера и рекомбинации генов в эволюции и селекции растений и животных.
3. Обсуждение докладов
4. Избрание счётной комиссии и голосование (выбор лучшего доклада)
5. Подведение итогов круглого стола
6. Подготовка резюме по результатам проведения круглого стола

План круглого стола. Тема: Молекулярные основы наследственности.

1. Вступительное слово руководителя.
2. Заслушивание докладов на темы:
 - Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот.
 - Генетический код. Свойства генетического кода.
 - Достижения генетической инженерии в селекции растений и животных.
- Молекулярное маркирование.
3. Обсуждение докладов
4. Избрание счётной комиссии и голосование (выбор лучшего доклада).
5. Подведение итогов круглого стола
6. Подготовка резюме по результатам проведения круглого стола.

5.3. Проблемная дискуссия на тему: «Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве».

1. Вступительное слово преподавателя. Постановка проблемы.
2. Формирование микрогруппы студентов.

3. Выбор председателя членами каждой микрогруппы.
4. Обсуждение в течение 20 минут в каждой микрогруппе достижения «молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве» (создание новых сортов растений, применение методов геномной селекции в растениеводстве и животноводстве, создание генномодифицированных продуктов питания и т.п.).
5. Обсуждение представителями групп названной проблемы в ходе дискуссии.
6. Критический разбор хода обсуждения и принятия решения по проблеме.

**5 ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**
приложение к рабочей программе
по учебной дисциплине

ГЕНЕТИКА РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ

**1 ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ
В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

| Коды компетенции | Наименование компетенции | Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть) | Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП | Виды занятий для формирования компетенции | Оценочные средства сформированности компетенции |
|------------------|--|---|---|---|---|
| ОПК-1 | Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий | Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, в частности генетики и селекции, сорта растений и породы животных, их генетическую основу естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин с применением информационно-коммуникационных технологий | 1 семестр очная форма обучения, | занятия лекционного и практического типа | Вопросы для проведения входного контроля Рефераты, доклады, устный опрос, тестирование |
| | | Уметь: демонстрировать знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции | 1 семестр очная форма обучения, | занятия лекционного и практического типа | Устный опрос (собеседование), реферат, дискуссия, тестирование, письменная контрольная работа |
| | | Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования; способностями характеризовать сорта растений и породы животных на генетической основе и использовать их в сельскохозяйственной практике. | 1 семестр очная форма обучения, | занятия лекционного и практического типа | Устный опрос (собеседование), реферат, дискуссия, тестирование, письменная контрольная работа |

**2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ
КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ,
ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ
Перечень оценочных средств**

| № п/п | Наименование оценочного средства | Краткая характеристика оценочного средства | Представление оценочного средства в ФОС |
|-------|--|---|---|
| 1 | Контрольная работа для проведения входного контроля | Средство контроля остаточных знаний усвоенного ранее учебного материала смежных дисциплин | Вопросы для проведения входного контроля |
| 2 | Дискуссия | Дискуссия позволяет максимально полно использовать опыт студентов, способствуя лучшему усвоению изучаемого ими материала. Этот активный метод обучения обеспечивает хорошие возможности для обратной связи, подкрепления, практики, мотивации. | Темы: «Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве» |
| 3 | Реферат | Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее. | Темы рефератов |
| 4 | Круглый стол | При подготовке к выступлению, а также к участию в дискуссии на круглом столе необходимо изучить предложенную литературу и выявить основные проблемные моменты темы. Продолжительность доклада на круглом столе не должна превышать 7-8 минут, материал должен быть тщательно проработан. | Темы докладов: «Хромосомная теория наследственности», «Молекулярные основы наследственности» |
| 5 | Устный опрос (собеседование) | Средство контроля, организованное как специальная беседа педагогического работника с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний, обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. | Перечень вопросов по темам дисциплины |
| 6 | Тест | Система вопросов и заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. | Фонд тестовых заданий |
| 7 | Вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации в форме зачёта и (или) экзамена, ГИА в форме государственного экзамена | Вопросы должны быть направлены на определение уровня сформированности компетенций. Показатели усвоения знаний могут быть сформулированы, используя уровневую классификацию освоения знаний: знание, понимание, применение, анализ, синтез, оценка. Для формулировки показателей освоения умений можно использовать образцы: поиск, выбор, расчёт, разработка, вычисление, построение, показ, решение, подготовка и т.п. | Примерный перечень вопросов и заданий для подготовки к зачёту и экзамену |
| 8 | Интерактивные лекции | В процессе лекций демонстрируются презентации по темам, где последовательно излагаются основные вопросы, схематично изображены отдельные особенности, а также представлен информационный материал по формам микроорганизмов (химический состав). Последние моменты студентами могут конспектироваться. | Темы: «Наследственная и ненаследственная изменчивость», «Хромосомная теория наследственности», «Молекулярные основы наследственности», «Значение популяционной и экологической генетики в селекции растений и животных» |

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ СООТВЕТСТВИЯ С ТАКСОНОМИЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ЦЕЛЕЙ Б. БЛУМА

Таксономия целей удобна для оценки качества подготовки и работы преподавателей, а также для теоретических разработок в области образовательной технологии. Но для использования ее непосредственно в учебном процессе по отношению обучающимся необходима конкретизация и детализация, то есть описание целей учебного курса в таком виде, чтобы под них можно было сконструировать дидактические задачи для включения достижения целей. Один из способов такой конкретизации в когнитивной области – планирование результатов обучения в виде систем конкретных умений, выраженных через задачи.

| № | Уровень сложности | Глаголы для формулировки заданий | Оценочные средства (процедуры оценивания) |
|---|--|---|---|
| 1 | Знание (Запоминание специфической информации) | Реагирует, воспринимает, вспоминает, узнает | Тест Опрос устный Письменные ответы на вопросы Собеседование (индивидуальное, групповое) |
| 2 | Понимание | Объясняет, переводит, показывает, интерпретирует | Тест Решение типовых ситуаций Эссе Портфолио оценочный |
| 3 | Применение | Применять, рассчитать, классифицировать, демонстрировать, доказать, инсценировать, модифицировать, исследовать, решает новые проблемы, демонстрирует использование знаний, конструирует | Лекции-презентации, Дискуссия, Тематические фильмы Лабораторные занятия |
| 4 | Анализ | Анализировать, оценивать, сравнить, обдумывает, раскрывает, перечисляет, рассуждает, сравнивает | Реферат Круглый стол, дискуссия |
| 5 | Синтез | Комбинирует, составляет, придумывает, творит | Игра деловая Лабораторно-занятия |
| | Оценка | осуществлять оценку, убедить, выбрать, сравнивать и находить отличия, критиковать, определять | Круглый стол Лекции-презентации |

Программа оценивания контролируемой компетенции по дисциплине:
«Генетика растений и животных»

| № | Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины | Код контролируемой компетенции | Оценочные средства | | |
|---|---|--------------------------------|---|---------------------------|------------|
| | | | Количество тестовых заданий | Другие оценочные средства | |
| | | | | вид | количество |
| 1 | Предмет, этапы развития и методы генетики | ОПК – 1 | 30 | Реферат | 5 |
| | | | | Устный опрос | 1 |
| 2 | Цитологические основы наследственности | ОПК – 1 | 30 | Устный опрос | 1 |
| | | | | Реферат | 6 |
| | | | | Презентация | 1 |
| 3 | Закономерности наследования признаков при внутривидовой гибридизации | ОПК – 1 | Устный опрос, рефераты, дискуссия, тестирование | Реферат | 3 |
| 4 | Хромосомная теория наследственности. | ОПК – 1 | Устный опрос, рефераты, тестирование | Презентация | 2 |
| 5 | Наследственная и ненаследственная изменчивость | ОПК – 1 | Устный опрос, рефераты, тестирование | Реферат | 5 |
| 6 | Происхождение и эволюция с.-х. видов животных | ОПК – 1 | Устный опрос, рефераты, тестирование | Тестирование | все |
| 7 | Молекулярные основы наследственности | ОПК – 1 | рефераты, тестирование | реферат | 2 |
| 8 | Значение популяционной и экологической генетики в селекции растений и животных. | ОПК – 1 | рефераты, тестирование | Тестирование | все |
| 9 | Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве | ОПК – 1 | Устный опрос, тестирование | Тестирование | все |

3 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ)
ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ
ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

*3.1 Входной контроль по дисциплине
«Генетика растений и животных»*

Студент письменно отвечает на все вопросы. Каждый ответ дает 0,5 балла. Суммируют правильные ответы получают итоговую оценку за входной рейтинг. Максимальное количество баллов – 5, минимальное – 0.

1. Свойства живых организмов, которые изучает генетика
 - ✓ функции органов
 - ✓ строение организмов
 - ✓ наследственность и изменчивость
 - ✓ влияние факторов среды на организм
2. Основоположником генетики считается
 - ✓ Т. Морган
 - ✓ Г. Мендель
 - ✓ Н. Вавилов
 - ✓ Дж. Уотсон
3. В генетике используется метод научных исследований
 - ✓ описательный
 - ✓ гибридологический
 - ✓ палеонтологический
 - ✓ исторический
4. Хромосомы находятся в органоидах клетки
 - ✓ в рибосомах
 - ✓ в ядре
 - ✓ в митохондриях
 - ✓ в лизосомах
5. Генетический код – это ...
 - ✓ сочетание из трех азотистых оснований
 - ✓ сочетание из двух азотистых оснований
 - ✓ сочетание из трех аминокислот
6. Укажите вариант, в котором представлен ранжированный ряд чисел
 - ✓ 5, 7, 6, 3, 8, 2, 9, 5, 4
 - ✓ 4, 5, 6, 8, 9, 9, 11, 13
 - ✓ 7, 6, 5, 4, 9, 8, 8, 3, 7
7. Гетерозис - это
 - ✓ превосходство помесей F1 над своими родителями по ряду признаков и свойств
 - ✓ потомство, полученное при родственном спаривании
 - ✓ увеличение продуктивности животных при сбалансированном кормлении
 - ✓ ухудшение помесей F1 по сравнению со своими родителями
8. В животноводстве используют группы крови
 - ✓ для уточнения происхождения

- ✓ для определения генотипа животных
 - ✓ для повышения продуктивности
9. Коэффициент наследуемости признака показывает
- ✓ Долю наследственной изменчивости в общей изменчивости признака
 - ✓ Связь между признаками
 - ✓ Влияние на признак условий среды
 - ✓ В какой степени признак зависит от генотипа отца
10. Цель использования анализирующего скрещивания
- ✓ Для определения фенотипа родителей
 - ✓ Для определения генотипа неизвестного родителя
 - ✓ Для определения типа наследования признака
 - ✓ Для определения эффекта гетерозиса
11. Для оценки изменчивости разных признаков применяют показатель
- ✓ \lim (лимит)
 - ✓ σ – среднее квадратическое отклонение
 - ✓ t – нормированное отклонение
 - ✓ C_v – коэффициент изменчивости
12. Молекула ДНК включает
- ✓ Рибоза, фосфат, азотистые основания (А, Г, У, Т)
 - ✓ Аминокислоты, фосфат, азотистые основания (А, Г, Ц, У)
 - ✓ Дезоксирибоза, фосфат, азотистые основания (А, Ц, Г, Т)
 - ✓ Рибоза, фосфат, аминокислоты
13. Укажите тип наследования, если аномалия волчья пасть наблюдается в каждом поколении с равной частотой у обоих полов
- ✓ По аутосомно-рецессивному
 - ✓ Сцеплено с полом
 - ✓ По аутосомно-доминантному
14. Для разрезания молекулы ДНК в генной инженерии используются ферменты
- ✓ лигазы
 - ✓ ревертазы
 - ✓ рестриктазы
15. В генной инженерии для переноса генов в клетки бактерий используются векторы
- ✓ вирусы
 - ✓ космиды
 - ✓ агробактерии
 - ✓ плазмиды
16. В панмиктической популяции частота гена А (p_A) = 0,8 и гена а (q_a) = 0,2. Определите частоту гомозигот по доминантному гену (АА)
- ✓ 64 %
 - ✓ 16 %
 - ✓ 48 %
 - ✓ 80 %
17. Наследственную устойчивость коров к заболеванию маститом можно повысить
- ✓ Путем применения современных эффективных лекарственных препаратов
 - ✓ Путем целенаправленной селекционной работы
 - ✓ Путем создания животным хороших условий
 - ✓ Путем проведения профилактических прививок
18. Группы крови у животных определяются наличием

- ✓ иммуноглобулинов
 - ✓ гемоглобина
 - ✓ антигенов
 - ✓ аминокислот
19. Родственное спаривание животных приводит
- ✓ К снижению продуктивности и появлению наследственных аномалий
 - ✓ К увеличению продуктивности
 - ✓ К появлению новых признаков
20. Аномалия крипторхизм у свиней наследуется по типу
- ✓ по аутосомно-доминантному
 - ✓ по аутосомно-рецессивному
 - ✓ сцеплено с полом.

Критерии оценивания тестовых заданий

Тестовые задания оцениваются по шкале: 1 балл за правильный ответ, 0 баллов за неправильный ответ. Итоговая оценка по тесту формируется путем суммирования набранных баллов и отнесения их к общему количеству вопросов в задании. Умножив полученное значение на 100%, можно привести итоговую оценку к традиционной следующим образом: количество правильных ответов (%) / количество баллов и (или) оценка.

| <i>Правильных ответов, %</i> | <i>Баллов</i> | <i>Оценка</i> |
|-------------------------------------|----------------------|----------------------------|
| 86 -100 | 10 | <i>отлично</i> |
| 71 - 85 | 8 - 9 | <i>хорошо</i> |
| 51–70 | 6-7 | <i>удовлетворительно</i> |
| менее 50 | 0-5 | <i>неудовлетворительно</i> |

3.2 Контрольные вопросы промежуточной аттестации (вопросы к экзамену)

1. Предмет и структура генетики
2. Задачи генетики
3. Основные методы генетики
4. Основные этапы развития генетики
5. Практическое значение генетики
6. Место генетики в системе биологических наук
7. Принципы гибридологического метода, разработанные Г. Менделем
8. Типы скрещиваний, используемых в генетическом анализе
9. Понятие о фенотипе и генотипе
10. Законы наследования признаков, контролируемых аллельными генами, их цитологические основы
11. Аллельные гены, множественные аллели. Типы взаимодействия аллельных генов
12. Правило чистоты гамет, его цитологические основы и экспериментальные доказательства
13. Плейотропное действие гена

14. Закономерности полигибридных скрещиваний. 3 закон Г. Менделя, его цитологические основы
15. Гены неполного действия, пенетрантность и экспрессивность генов
16. Законы наследования и наследственности
17. Типы взаимодействия неаллельных генов механизм взаимодействия
18. Количественные признаки, закономерности их наследования. Коэффициент наследуемости, его использование
19. Особенности наследования признаков, сцепленных с полом
20. Типы хромосомного определения пола. Роль У-хромосомы в определении пола у разных организмов. Балансовая теория Бриджеса
21. Генетически обусловленная бисексуальность и возможности переопределения пола
22. Соотношение полов, возможности его регуляции
23. Практическое использование признаков, сцепленных с полом и их использование для доказательства хромосомной локализации генов
24. Число хромосом и генов у разных организмов. Сцепление генов, группы сцепления
25. Сравнение независимого и сцепленного наследования
26. Кроссинговер, методы его изучения
27. Цитологические доказательства кроссинговера
28. Доказательства хроматидной природы кроссинговера
29. Двойной и множественный кроссинговер. Явление интерференции, коинциденция
30. Генетические карты, принципы их построения. Значение генетических карт
31. Составление цитогенетических карт и их сравнение с генетическими картами
32. Хромосомная теория наследственности
33. Влияние различных факторов на кроссинговер
34. Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот
35. Структура нуклеиновых кислот
36. Современные методы изучения ДНК
37. Понятие о геноме. Особенности организации генома у прокариотических и эукариотических организмов
38. Структура и функционирование хромосом
39. Структура цитоплазматического (митохондриального и пластидного) генома
40. Подвижные генетические элементы, их разновидности, механизмы транспозиции, биологическая роль
41. Репликация ДНК
42. Концепция «один ген – один фермент», ее эволюция
43. Генетический код, его открытие, свойства.
44. Реализация генетической информации: процессы транскрипции и трансляции
45. Явление обратной транскрипции, ее практическое использование
46. Представление школы Т. Моргана о строении и функции гена
47. Делимость гена в отношении мутации и рекомбинации
48. Мозаичная структура гена эукариот, ее значение
49. Альтернативный сплайсинг, его значение
50. Типы регуляции активности гена

51. Регуляция активности гена на уровне транскрипции. Индуцируемые и репресслируемые оперона
52. Особенности оперонной регуляции у прокариот и эукариот
53. Регуляция активности гена на уровне трансляции
54. Посттрансляционная регуляция активности гена
55. Типы изменчивости, их роль
56. Модификационная изменчивость. Модификации, их основные характеристики
57. Норма реакции и проблема наследования приобретенных признаков
58. Комбинативная изменчивость, ее природа и значение у эукариотических организмов
59. Механизмы генетической рекомбинации у прокариот: процессы трансформации, конъюгации, трансдукции
60. Мутационная изменчивость. Характеристики мутаций, принципы их классификации
61. Генные мутации, методы их выявления и молекулярные механизмы
69. Относительность вредности и полезности мутаций
62. Хромосомные мутации, методы их выявления и эволюционная роль
63. Геномные мутации, классификация
64. Анеуплоидия, моносомный анализ
65. Автополиплоидия, ее характеристики
66. Аллополиплоидия
67. Распространение и эволюционная роль полиплоидии у растений и животных. Искусственное получение полиплоидии
68. Цитоплазматические мутации, их особенности и использование
69. Генеративные и соматические мутации
70. Спонтанные и индуцированные мутации. Инсерционные мутации
71. Закон гомологичных рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова, его практическое использование
72. Генетические последствия загрязнения окружающей среды
73. Использование мутагенеза в селекции
74. Понятие о популяции. Основные параметры популяции, геофонд
75. Генетическая изменчивость в популяциях, методы изучения, параметры
76. Генетическое равновесие в популяциях. Закон Харди-Вайнберга
77. Факторы генетической динамики популяции, их относительная роль в микроэволюции
78. Естественный отбор, его формы и роль в эволюции
79. Микро- и макроэволюция, движущие силы
80. Использование в селекции генной и клеточной инженерии.

Критерии оценки знаний студентов на экзамене

На экзамене студент отвечает в письменно-устной форме на вопросы экзаменационного билета.

Первый вопрос в экзаменационном билете - вопрос для оценки уровня облучённости «знать», в котором очевиден способ решения, усвоенный студентом при изучении дисциплины.

Второй вопрос для оценки уровня облучённости «знать» и «уметь», который позволяет оценить не только знания по дисциплине, но и умения ими пользоваться при решении стандартных типовых задач.

Третий вопрос (задача/задание) для оценки уровня облучённости «владеть», содержание которого предполагает использование комплекса умений и навыков, для того, чтобы обучающийся мог самостоятельно сконструировать способ решения, комбинируя известные ему способы и привлекая имеющиеся знания. По итогам сдачи экзамена выставляется оценка. Количественная оценка на экзамене определяется на основании следующих критериев:

- оценку *«отлично»* заслуживает студент, показавший всестороннее систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой; как правило, оценка *«отлично»* выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины и их значение для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала;

- оценку *«хорошо»* заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе; как правило, оценка *«хорошо»* выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности;

- оценку *«удовлетворительно»* заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой; как правило, оценка *«удовлетворительно»* выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя;

- оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, обнаружившему проблемы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий; как правило, оценка *«неудовлетворительно»* ставится студентам, которые не могут продолжать обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Основными видами поэтапного контроля результатов обучения студентов являются: входной контроль, текущий контроль, рубежный (промежуточный) контроль, творческий контроль, выходной контроль (экзамен).

3.3 Примерная тематика рефератов и докладов

1. Генетика как теоретическая основа селекции и семеноводства растений и разведения животных.

2. Формирование признаков как результатов взаимодействия генотипа и факторов среды.

3. Использование хромосомных aberrаций в качестве генетических маркеров при экологическом мониторинге.
4. Методы выделения и синтеза генов.
5. Полимеразная цепная реакция.
6. Методы получения рекомбинантных белков с помощью эукариотических систем.
7. Понятие о популяциях: локальные популяции, менделевские популяции, панмиктические популяции.
8. Закон Харди-Вайнберга.
9. Адаптивная ценность генотипов и понятие о коэффициенте отбора.
10. Методы выявления полиморфизма различных геномных участков ДНК. 11. Применение молекулярно-генетических маркеров полиморфизма ДНК для оценок происхождения животных, сортовой принадлежности растений.
12. Контроль динамики генетических структур под влиянием действия факторов естественного и искусственного отбора.
13. Гены – кандидаты контроля качества конечной продукции.
14. Особенности наследования количественных признаков.
15. Наследование признаков при взаимодействии неаллельных генов.

Структура реферата:

- 1) титульный лист;
- 2) план работы с указанием страниц каждого вопроса, подвопроса (пункта);
- 3) введение;
- 4) текстовое изложение материала, разбитое на вопросы и подвопросы (пункты, подпункты) с необходимыми ссылками на источники, использованные автором;
- 5) заключение;
- 6) список использованной литературы;
- 7) приложения, которые состоят из таблиц, диаграмм, графиков, рисунков, схем (необязательная часть реферата).

Приложения располагаются последовательно, согласно заголовкам, отражающим их содержание.

3.4 СТУПЕНИ УРОВНЕЙ ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИИ

тесты для контроля качества знаний по дисциплине

Генетика растений и животных

Обычный уровень

1. Генетика – это:
 - а) Наука о наследственности и изменчивости
 - б) Наука о генах и хромосомах
 - в) Наука о методах разведения животных
 - г) Наука о наследственных заболеваниях
2. Основоположителем генетики является:
 - а) Ч. Дарвин
 - б) Д.И Менделеев

- в) Г. Меллер
- г) Г. Мендель
- 3. Определение понятия «признак или свойство» в генетике:
 - а) Внешнее проявление генотипа
 - б) Единица морфологической, физиологической или биохимической дискретности организма
 - в) Набор хромосом организма
- 4. В процессе оплодотворения происходит:
 - а) Конъюгация гомологичных хромосом
 - б) Слияние отцовских и материнских половых клеток
 - в) Слияние спермиев между собой
 - г) Слияние цитоплазмы клеток
- 5. Гены локализованы
 - а) В комплексе Гольджи
 - б) В мезодерме
 - в) В хромосомах клеточного ядра
 - г) В нейронах головного мозга
- 6. Создатели структурной модели ДНК:
 - а) Харди и Вайнберг
 - б) Уотсон и Крик
 - в) Шванн и Шлейден
 - г) Гриффитс и Эвери
- 7. Вавилов Н.И. разработал:
 - а) Закон независимого наследования признаков
 - б) Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости
 - в) Закон недоразвития
 - г) Закон сохранения энергии
- 8. Термин «генетика» в науку ввёл:
 - а) Д.И. Ивановский
 - б) В. Бэтсон
 - в) Г. Мендель
 - г) Н. Дубинин
- 9. Создателями клеточной теории являются учёные:
 - а) Херши и Чейз
 - б) Гриффитс и Эвери
 - в) Шванн и Шлейден
 - г) В. Бэтсон и К. Бриджес
- 10. Основной формой существования жизни является:
 - а) Ткань
 - б) Организм
 - в) Клетка
 - г) Митохондрии

Средний уровень

1. Митотический цикл подразделяют на:

- а) Митоз и интерфаза
 - б) Анафаза и телофаза
 - в) Анафаза и телофаза
 - г) Профаза и интерфаза
 - д) Митоз и профаза
 - е) профаза и анафаза
2. В результате мейоза:
- а) Число хромосом увеличивается вдвое
 - б) Число хромосом уменьшается вдвое
 - в) Число хромосом увеличивается в четыре раза
 - г) Число хромосом уменьшается в четыре раза
3. Состояние покоя между двумя делениями мейоза - это
- а) Кроссинговер
 - б) Зиготена
 - в) Интеркинез
 - г) Профаза
4. Последовательность фаз митоза
- а) Анафаза – метафаза - профаза – телофаза
 - б) Телофаза – профаза – анафаза – метафаза
 - в) Метафаза – анафаза – профаза – телофаза
 - г) Профаза – метафаза – анафаза – телофаза
5. Сколько хромосом в кариотипе крупного рогатого скота:
- а) 46
 - б) 60
 - в) 64
 - г) 38
 - д) 54
6. Конъюгация гомологичных хромосом происходит:
- а) в профазе митоза;
 - б) в метафазе 1 мейоза;
 - в) в профазе 1 мейоза.
7. Диплоидный набор хромосом мыши 40. Сколько хромосом содержится в сперматоците 2 порядка?
- а) 20
 - б) 40
 - в) 80.
8. Диплоидный набор хромосом кролика 44. Сколько хромосом содержится в ооците?
- а) 44
 - б) 22
 - в) 88
9. Гаметы крупного рогатого скота содержат набор хромосом:
- а) диплоидный;
 - б) гаплоидный;

в) и то, и другое.

10. При анализе кариотипа хромосомы классифицируют:

- а) по размеру и форме хромосом;
- б) по интенсивности окраски хромосом;
- в) по количеству ДНК в хромосоме.

11. Длина плеча хромосомы – это расстояние между:

- а) двумя тельцами;
- б) теломерой и центромерой;
- в) теломерой и вторичной перетяжкой.

Повышенный уровень

1. Сколько типов гамет образует особь с генотипом AaBbCcDdee. Напишите все типы гамет.

- а) 32
- б) 16
- в) 1

2. Какое расщепление по генотипу и фенотипу ожидается при скрещивании двух гетерозигот (Aa x Aa) при неполном доминировании:

- а) по генотипу – 1 : 2 : 1, по фенотипу – 1 : 2 : 1
- б) по генотипу – 1 : 2 : 1, по фенотипу – 3 : 1
- в) по генотипу – 3 : 1, по фенотипу – 1 : 2 : 1

3. Белых самок мыши спарили с черным самцом. Было получено 42 черных мышонка. Укажите генотипы родителей. Приведите схему скрещивания.

- а) AA и Aa
- б) aa и AA
- в) Aa и aa

4. У томатов ген, обуславливающий красную окраску плодов, доминантный по отношению к гену желтой окраски. Из гибридных семян вырастили растения среди которых 3021 имели желтую окраску плодов, а 9114 – красную. Сколько получено гетерозиготных растений?

5. У кур белое оперение (A) – доминантный признак, окрашенное (a) – рецессивный. Окрашенного петуха спаривали с гомозиготными белыми курами. Укажите, какое потомство будет получено от возвратного скрещивания самок из F1 с отцом: Приведите схему скрещивания.

- а) все белые
- б) все окрашенные
- в) 50% белые, 50% окрашенные

Доминантный аллель (A) определяет красную окраску лепестков, рецессивный (a) – белую. В равновесной панмиктической популяции (согласно закону Харди-Вайнберга) на 10 000 растений приходится только 25 с белыми цветками. Определите доли генотипов AA и Aa в этой популяции.

7. У крупного рогатого скота черная масть (B) – доминантный признак, красная – рецессивный. Комолость – доминантный признак (P), рогатость – рецессивный. Спарили черных рогатых коров с красным комолым быком.

Среди потомков был один красный рогатый теленок. Укажите генотип быка: Приведите схему скрещивания.

а) $VbPp$

б) $bbPP$

в) $bbPp$

8. Дигетерозигота $AaBb$ скрещена с двойным рецессивом $aabb$. Было получено следующее количество потомков: $AaBb$ – 301, $aaBb$ – 35, $Aabb$ – 33, $aabb$ –298. Объясните результаты? Какая сила сцепления между генами А и В. Напишите схему скрещивания. Приведите расчеты.

3.5 Комплект тестов по темам

Тема 1. Предмет, этапы развития и задачи генетики

1. Генетика – это:

а) наука о наследственности и изменчивости;

б) наука о генах и хромосомах;

в) наука о методах разведения животных;

2. Известны следующие виды изменчивости:

а) мутационная;

б) онтогенетическая;

в) гибридологическая;

г) комбинативная;

е) коррелятивная.

3. Основоположником генетики является:

а) Ч. Дарвин;

б) Д. Менделеев;

в) Г. Меллер;

г) Г. Мендель.

4. Определение понятия «признак или свойство» в генетике:

а) внешнее проявление генотипа;

б) единица морфологической, физиологической или биохимической дискретности организма;

в) набор хромосом организма;

5. Морфозы это:

а) изменения кариотипа животного;

б) изменения в структуре ДНК;

в) нарушение кровообращения;

г) изменения в строение органов и проявлении признаков.

6. В процессе оплодотворения происходит:

а) конъюгация гомологичных хромосом;

б) слияние отцовских и материнских половых клеток;

в) слияние спермиев между собой;

г) слияние цитоплазмы клеток;

7. Единственным ненаследственным видом изменчивости является:

а) модификационная;

- б) мутационная;
- в) коррелятивная;
- г) комбинативная.

10. Гены локализованы:

- а) в комплексе Гольджи;
- б) в мезодерме;
- в) в хромосомах клеточного ядра;
- г) в нейронах головного мозга.

Тема 2. Цитологические основы наследственности

1. Существование неклеточных форм жизни в 1892 году открыл:

- а) Д. Кисловский;
- б) Л. Стадлер;
- в) Д. Ивановский;
- г) И. Герасимов.

2. Создателями клеточной теории являются учёные:

- а) Херши и Чейз;
- б) Гриффитс и Эвери;
- в) Шванн и Шлейден;
- г) Мак-Леод и Мак-Карти.

3. Основной формой существования жизни является:

- а) ткань;
- б) организм;
- в) клетка;
- г) митохондрии.

4. Многочисленные складки митохондрий имеют название:

- а) гены;
- б) плазмиды;
- в) центриоли;
- г) кристы.

5. Графическое изображение хромосом с учетом их морфологических деталей называется:

- а) кариокинез;
- б) кариограмма;
- в) центромерный индекс;
- г) идиограмма.

6. Основная функция митохондрий:

- а) выделительная;
- б) энергообразовательная;
- в) защитная;
- г) пищеварительная.

7. Митотический цикл подразделяют на:

- а) митоз и интерфаза;
- б) анафаза и телофаза;
- в) митоз и анафаза;

- г) митоз и метафаза
 - д) митоз и профаза.
8. В результате мейоза:
- а) число хромосом увеличивается вдвое;
 - б) число хромосом уменьшается вдвое;
 - в) число хромосом увеличивается в четыре раза;
 - г) число хромосом уменьшается в четыре раза.
9. Состояние покоя между двумя делениями мейоза - это
- а) кроссинговер;
 - б) зиготена;
 - в) интеркинез;
 - г) профаза.
10. Последовательность фаз митоза:
- а) анафаза – метафаза - профаза – телофаза;
 - б) телофаза – профаза – анафаза – метафаза;
 - в) метафаза – анафаза – профаза – телофаза;
 - г) профаза – метафаза – анафаза – телофаза.
11. Сколько хромосом в кариотипе свиньи:
- а) 46;
 - б) 60;
 - в) 64;
 - г) 38;
 - д) 54.
12. Сколько хромосом в кариотипе крупного рогатого скота:
- а) 46;
 - б) 60;
 - в) 64;
 - г) 38;
 - д) 54.33.
13. Конъюгация гомологичных хромосом происходит:
- а) в профазе митоза;
 - б) в метафазе 1 мейоза;
 - в) в профазе 1 мейоза.
14. При анализе кариотипа хромосомы классифицируют:
- а) по размеру и форме хромосом;
 - б) по интенсивности окраски хромосом;
 - в) по количеству ДНК в хромосоме.

*Тема 3. Закономерности наследования признаков при внутривидовой
гибридизации*

1. Вид скрещивания, применяющийся для уточнения генотипа организма:
- а) анализирующее;
 - б) стабилизирующее;

- в) возвратное;
г) поглотительное.
2. Участок или место положения гена в хромосоме называется:
а) домен;
б) хиазма;
в) локус;
3. Участок молекулы ДНК, с которого осуществляется считывание информации, называется:
а) хроматида;
б) интрон;
в) ген;
г) гистон.
4. Третий Закон Г. Менделя - это:
а) закон расщепления признаков;
б) закон независимого наследования;
в) закон единообразия;
г) закон недоразвития.
5. Перечислите возможные виды доминирования:
а) полное;
б) кодоминирование;
в) неполное;
г) независимое;
д) сверхдоминирование.
6. Подавление действия генов одного аллеля генами другого – это:
а) полимерия;
б) кроссинговер;
в) комплементарное взаимодействие;
г) эпистаз.
7. Какой фенотип будут иметь потомки в первом поколении моногибридного скрещивания при кодоминировании:
а) фенотип первого родителя;
б) фенотип второго родителя;
в) третий фенотип.
8. Какое расщепление по генотипу и фенотипу ожидается при скрещивании двух гетерозигот при неполном доминировании:
а) по генотипу – 1 : 2 : 1, по фенотипу – 1 : 2 : 1;
б) по генотипу – 1 : 2 : 1, по фенотипу – 3 : 1;
в) по генотипу – 3 : 1, по фенотипу – 1 : 2 : 1.
9. Белых самок мыши спарили с черным самцом. Было получено 42 черных мышонка. Укажите генотипы родителей:
а) AA и Aa;
б) aa и AA;
в) Aa и aa.

Тема 4. Хромосомная теория наследственности

1. Гены, расположенные в одной хромосоме представляют собой:
 - а) группу расщепления;
 - б) сегменты хроматид;
 - в) группу сцепления;
 - г) одноименные гены.
2. Число групп сцепления соответствует:
 - а) триплоидному числу хромосом;
 - б) гаплоидному числу хромосом;
 - в) тетраплоидному числу хромосом;
 - г) диплоидному числу хромосом.
3. Расстояние между генами измеряется в следующих единицах:
 - а) амперы;
 - б) миллиметры;
 - в) сантиморганы;
 - г) сантиметры.
5. Кроссинговер представляет собой:
 - а) мутационный процесс;
 - б) процесс обмена идентичными участками гомологичных хромосом;
 - в) процесс слияния цитоплазм клеток;
6. Кроссинговер протекает:
 - а) в анафазе митоза;
 - б) в профазе редукционного деления мейоза;
 - в) в интерфазе;
 - г) в телофазе митоза.
7. 1 сантиморган соответствует:
 - а) 1% кроссинговера;
 - б) 10% кроссинговера;
 - в) 100% кроссинговера;
 - г) 0,1% кроссинговера.
8. Кто является автором хромосомной теории наследственности:
 - а) К. Бриджес;
 - б) В. Бэтсон;
 - в) К. Келлер;
 - г) Т. Морган.
9. Перечислите возможные типы детерминации пола:
 - а) прогамный;
 - б) эпигамный;
 - в) миогамный;
 - г) сингамный.
10. Сингамный тип определения пола характерен:
 - а) для морского червя *Bonellia viridis*;
 - б) для первичных кольчецов;
 - в) для кроликов;

11. Признаки, которые обусловлены генами, расположенными в половых хромосомах называются:
- а) ограниченные полом;
 - б) взаимодействующие с полом;
 - в) зависимые от пола;
 - г) сцепленные с полом.
12. Гены, определяющие молочную продуктивность, имеют:
- а) только самцы;
 - б) только самки;
 - в) и самцы и самки;
 - г) самки только в половозрелом возрасте.
13. Бесплодные животные:
- а) буйволы;
 - б) бабочки;
 - в) приматы;
 - г) фримартинны.
14. Синдром Клайнфельтера наблюдается:
- а) у особей обоих полов;
 - б) у женских особей;
 - в) у мужских особей;
15. Партеногенетически способны размножаться:
- а) крупный рогатый скот;
 - б) куры;
 - в) свиньи;
 - г) пчелы.
16. Андрогенез - это:
- а) процесс направленного получения самцов при партеногенезе;
 - б) процесс отбора в стадах только самцов;
 - в) процесс направленного получения самок при партеногенезе;
 - г) процесс отбора в стадах только самок.
17. Какой пол у кур гомогаметный?
- а) женский;
 - б) мужской;
 - в) и женский, и мужской.
18. Мать – носитель рецессивного аллеля гена, локализованного в X хромосоме. Отец имеет доминантный признак. Какова вероятность того, что сын будет иметь признак отца?
- а) $1/2$;
 - б) $1/4$;
 - в) 0;
 - г) 1.
19. Мать – носитель рецессивного аллеля гена, локализованного в X хромосоме. Отец имеет доминантный признак. Какого пола будут потомки, имеющие рецессивный признак?

- а) только сыновья;
- б) только дочери;
- в) сыновья и дочери.

Тема 6. Происхождение и эволюция сельскохозяйственных видов животных

1. Какое зоотехническое понятие не имеет места при классификации пород по количеству и качеству труда, затраченного на их выведение?
 - а) Породы примитивные
 - б) Породы заводские, или культурные
 - в) Породы переходные
 - г) Породы аборигенные
2. Подчеркните правильные названия структурных единиц породы:
 - а) межпородный тип;
 - б) околородный тип;
 - в) внутривидовый тип;
 - г) подпородный тип.
3. Линия – это:
 - а) Группа животных происходящая от производителей и маток
 - б) Качественно-своеобразная группа животных в пределах породы, происходящая от одного или нескольких выдающихся производителей
 - в) Группа животных в пределах одного хозяйства
 - г) Группа животных, состоящая из нескольких поколений женского потомства лучших по племенным и продуктивным качествам маток-родоначальниц.
4. Семейство – это:
 - а) Группа животных из одной семьи в пределах стада
 - б) Группа животных из одной семьи в пределах популяции
 - в) Группа животных, состоящая из нескольких поколений женского потомства лучших по племенным и продуктивным качествам маток-родоначальниц.
 - г) Группа животных, происходящая от коров племенного ядра стада
5. Крупный рогатый скот относится к семейству:
 - а) полорогих;
 - б) парнокопытных;
 - в) жвачных;
 - г) буйволов.
6. Кто является предком крупного рогатого скота:
 - а) буйвол;
 - б) бизон;
 - в) як;
 - г) тур.
 - д) бантенг
7. Крупный рогатый скот распространен:
 - а) в северных широтах;

- б) в южных широтах;
 - в) в умеренных широтах;
 - г) повсеместно.
8. Результативность отбора выше, когда он ведется по:
- а) одному;
 - б) двум;
 - в) трем;
 - г) четырем;
 - д) пяти признакам.
9. Коэффициент наследуемости это:
- а) наследование признаков;
 - б) исследование признаков;
 - в) фенотипическая изменчивость;
 - г) доля генетической изменчивости.

Тема 7. Молекулярные основы наследственности

1. Дезоксирибонуклеиновая кислота состоит из:
- а) хромосом;
 - б) матрикса;
 - в) нуклеотидов;
 - г) ферментов.
2. Модель структуры ДНК в 1953 году была предложена:
- а) Харди и Вайнбергом;
 - б) Уотсоном и Криком;
 - в) Жакобом и Моно;
 - г) Гриффитсом и Эвери.
3. Правило Чаргаффа имеет вид равенства:
- а) Г=У; Т=А;
 - б) А=Ц; Т=Г;
 - в) А=Т; Г=Ц;
 - г) Ц=Х; А=Г.
4. Вид связи, при помощи которой нуклеотиды одной цепи соединяются с нуклеотидами другой:
- а) фосфатная;
 - б) углеродная;
 - в) кислородная;
 - г) водородная.
 - д) азотная.
4. Фермент, участвующий в процессе репликации:
- а) аминоксил-тРНК-синтетаза;
 - б) лигаза;
 - в) кокарбоксилаза;
 - г) ДНК-полимераза.
 - д) рестриктаза

5. Промотор представляет собой:
- а) место встраивания транспозонов;
 - б) окончание синтеза полипептидной цепи;
 - в) место начала транскрипции;
 - г) акцепторный конец.
6. Способность к самокопированию материала наследственности:
- а) процессинг;
 - б) репликация;
 - в) сплайсинг;
 - г) терминация.
7. Процесс синтеза белка в клетке называется:
- а) конъюгация;
 - б) фотосинтез;
 - в) биосинтез.
8. Начало синтеза полипептидной цепи называется:
- а) транслокация;
 - б) элонгация;
 - в) репликация;
 - г) инициация;
 - д) терминация.
9. Гены, непосредственно кодирующие синтез соответствующих ферментов:
- а) структурные;
 - б) акцепторные;
 - в) негативные;
 - г) позитивные.
10. Вырожденность генетического кода означает, что
- а) он устарел;
 - б) он постоянно меняется;
 - в) аминокислоты могут кодироваться несколькими кодонами;
 - г) каждой аминокислоте соответствует только 1 триплет.
11. Одно из важнейших свойств генетического кода:
- а) летальность;
 - б) мутабельность;
 - в) координатность;
 - г) гетерозис;
 - д) линейность
12. Сплайсинг - означает:
- а) удаление из мРНК интронов;
 - б) удаление из мРНК экзонов;
 - в) соединение не кодирующих последовательностей (интронов);
 - г) соединение кодирующих последовательностей (экзонов).
13. Механизм регуляции генной активности называется:
- а) механизм индукции-репрессии;
 - б) механизм активации;

- в) механизм репрессии;
- г) механизм регенерации.

14. Оперон – это...

- а) сложный ген;
- б) длинный ген;
- в) ген-репрессор;
- г) ген-регулятор.

15. Укажите функцию рибосом:

- а) энергетический обмен;
- б) синтез белка;
- в) хранение генетической информации.
- г) лизосомы.
- д) кариотип.

Тема 8. Значение популяционной и экологической генетики в селекции растений и животных

1. Формирование популяционной генетики как самостоятельного раздела генетических исследований произошло с появлением работы:

- а) С. Стормонта;
- б) В. Иоганнсена;
- в) М. Ирвина;
- г) П. Эрлиха;
- д) Т. Моргана.

2. Чистые линии могут быть созданы:

- а) в животноводстве;
- б) в растениеводстве;
- в) чистые линии не существуют;
- г) путём выведения высоко гомозиготных групп лабораторных животных.

3. Идеальная популяция:

- а) любая популяция диких животных;
- б) потомство самоопыляющегося растения;
- в) высоко гомозиготная группа животных;
- г) в природе не существует.

4. Генофонд-это:

- а) совокупность всех генов организма;
- б) совокупность всех хромосом особи;
- в) совокупность ДНК от разных видов животных;
- г) совокупность всех генов, которые имеют члены популяции.

5. При каком методе изучения генетической структуры популяции выявляют хромосомные аномалии, влияющие на прогресс популяции:

- а) математический;
- б) цитогенетический;
- в) физический;
- г) экологический.

6. Для определения генетической структуры популяции можно применить:

- а) анализирующее скрещивание;
 - б) вводное скрещивание;
 - в) поглотительное скрещивание;
 - г) промышленное скрещивание.
7. Вероятность фенотипического проявления гена в популяции особей, являющихся его носителями:
- а) тотипотентность;
 - б) сочетаемость;
 - в) пенетрантность;
 - г) инверсия;
 - д) рецессивность.
8. Отбор, при котором отбирают особей, приспособленных к экстремальным условиям содержания и кормления при промышленной технологии:
- а) технологический;
 - б) косвенный;
 - в) методический;
 - г) стабилизирующий.
9. Перечислите факторы, влияющие на генетическую структуру популяции:
- а) генные и хромосомные мутации;
 - б) способ размножения;
 - в) миграция особей;
 - г) кормление и содержание;
 - д) естественный и искусственный отбор.
10. Распространение в популяции скрытых рецессивных генов называют:
- а) генетические корреляции;
 - б) генетическое распределение;
 - в) генетический груз;
 - г) генетический дрейф.
11. Частота особей с генотипом АА составляет 0,36, а с генотипом аа – 0,64. Укажите частоту гена А в следующем поколении при условии панмиксии:
- а) 0,64;
 - б) 0,6;
 - в) 0,36.
12. Частота особей с генотипом АА составляет 0,36, а с генотипом аа – 0,64. Укажите частоту гена а в следующем поколении при условии панмиксии:
- а) 0,64;
 - б) 0,8;
 - в) 0,36.

Тема 9. Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве

1. При выделении гена используется фермент:
- а) рестриктаза;

- б) ДНК-метилаза;
 - в) Таq-полимераза;
 - г) галактозидаза.
2. Впервые рестриктазы были выявлены в клетках:
- а) *Streptococcus pluton*;
 - б) *Vac. Larvae*;
 - в) *Apis mellifera*;
 - г) *E. coli*.
3. Рестрикция - это:
- а) расщепление ДНК;
 - б) расщепления белка;
 - в) расщепление вирусов;
 - г) расщепление бактерий.
4. Ревертаза (обратная транскриптаза):
- а) считывает РНК с ДНК в обратном направлении;
 - б) по матрице РНК синтезирует ДНК;
 - в) на основе последовательностей аминокислот белка строит м(и) РНК;
 - г) по вирусной ДНК строит белок.
5. К генетической инженерии не относят:
- а) синтез генов вне организма;
 - б) экспериментальные соединения разных геномов в одной клетке;
 - в) изменение ДНК под воздействием лучей рентгена;
 - г) копирование и размножение выделенных генов.
6. Введение фрагментов ДНК или их групп в плазмиды или вирусы позволяет осуществить:
- а) химико-ферментативный синтез полинуклеотидов;
 - б) гибридизацию нуклеиновых кислот;
 - в) рестрикцию ДНК;
 - г) клонирование ДНК.
7. Радиоактивные фрагменты ДНК с известной нуклеотидной последовательностью имеют название:
- а) кодоны;
 - б) хиазмы;
 - в) экзогены;
 - г) ДНК-зонды.
8. Метод амплификации фрагментов нуклеиновых кислот *in vitro* носит название:
- а) полимеразная цепная реакция;
 - б) секвенирование;
 - в) репликация полуконсервативная;
 - г) тест гемолитический.
9. Для встраивания генов в бактериальную клетку используют:
- а) простейшие организмы;
 - б) клетки эукариотических организмов;

- в) сине-зеленые водоросли;
- г) плазмиды и вирусы.

10. Секвенирование – это:

- а) определение кодонов мРНК;
- б) определение последовательности нуклеотидов в ДНК;
- в) определение последовательности аминокислот в белке;
- г) определение последовательности нуклеотидов в РНК.

11. Ген, интегрированный в геном реципиента, называется:

- а) мутаген;
- б) трансген;
- в) антиген;
- г) базиген.

3.6 Задачи по дисциплине «Генетика растений и животных»

Задачи и методические указания

Краткие сведения по моногибридному скрещиванию

Моногибридным называется скрещивание, при котором рассматривается наследование одной пары альтернативных (контрастных, взаимоисключающих) признаков, детерминированных одной парой генов.

При моногибридном скрещивании соблюдается первый закон Менделя (закон единообразия), согласно которому при скрещивании гомозиготных организмов у их потомков F1 проявляется только один альтернативный признак (доминантный), а второй находится в скрытом (рецессивном) состоянии. Потомство F1 единообразно по фенотипу и генотипу. Согласно второму закону Менделя (закон расщепления) при скрещивании гетерозигот в их потомстве F2 наблюдается расщепление по генотипу в соотношении 1:2:1 и по фенотипу в пропорции 3:1.

Для успешного решения задач на моногибридное скрещивание необходимо также четко знать правило «чистоты гамет», согласно которому в каждую гамету попадает только один ген из каждой пары, определяющей развитие признака.

Определение доминантности

Если в задаче не указано, какой признак является доминантным, а какой рецессивным, его можно определить, исходя из следующих соображений:

Если при скрещивании двух организмов с альтернативными признаками в их потомстве проявляется только один, то он и будет доминантным.

Если у организма наблюдается расщепление в потомстве, то он гетерозиготен и, следовательно, несет доминантный признак.

Если у двух родителей, одинаковых по фенотипу, родился ребенок с отличным от них признаком, то признак, имеющийся у исходных форм, является доминантным.

Задачи

1. Ген черной масти у крупнорогатого скота доминирует над геном красной масти. Какое потомство F1 получится от скрещивания чистопородного

черного быка с красными коровами? Какое потомство F2 получится от скрещивания между собой гибридов?

2. Гладкая окраска арбузов наследуется как рецессивный признак. Какое потомство получится от скрещивания двух гетерозиготных растений с полосатыми плодами?

3. Способность человека ощущать горький вкус фенилтиомочевины (ФТМ) – доминантный признак, ген которого (Т) локализован в 17-й аутосоме. В семье мать и дочь ощущают вкус ФТМ, а отец и сын не ощущают. Определить генотипы всех членов семьи.

4. У человека тген, вызывающий одну из форм наследственной глухонемоты, рецессивен по отношению к гену нормального слуха. От брака глухонемой женщины с нормальным мужчиной родился глухонемой ребенок. Определить генотипы всех членов семьи.

5. Седая прядь волос у человека – доминантный признак. Определить генотипы родителей и детей, если известно, что у матери есть седая прядь волос, у отца – нет, а из двух детей в семье один имеет седую прядь, а другой не имеет.

6. Комолость у крупного рогатого скота доминирует над рогатостью. Комолый бык Васька был скрещен с тремя коровами. От скрещивания с рогатой коровой Зорькой родился рогатый теленок, с рогатой коровой Буренкой – комолый. От скрещивания с комолой коровой Звездочкой родился рогатый теленок. Каковы генотипы всех животных, участвовавших в скрещивании?

7. У морских свинок ген мохнатой шерсти (R) доминирует над геном гладкой шерсти (r). Мохнатая свинка при скрещивании с гладкой дала 18 мохнатых и 20 гладких потомков. Каков генотип родителей и потомства? Могли бы у этих свинок родиться только гладкие особи?

8. У овса ранняя спелость доминирует над позднеспелостью. На опытном участке от скрещивания позднеспелого овса с гетерозиготным раннеспелым получено 69134 растения раннего созревания. Определить число позднеспелых растений.

9. Плоды томата бывают круглыми и грушевидными. Ген круглой формы доминирует. В парниках высажена рассада, полученная из гибридных семян. 31750 кустов имели плоды грушевидной формы, а 92250 – круглой. Сколько было среди выросших кустов гетерозиготных растений?

10. Одна из форм шизофрении наследуется как рецессивный признак. Определить вероятность рождения ребенка с шизофренией от здоровых родителей, если известно, что бабушка со стороны отца и дед со стороны матери страдали этими заболеваниями.

11. У коров все предки несли тот же признак, значит, они принадлежат к чистой линии и являются гомозиготными.

12. Потомство F1 не является единообразным, следовательно, в скрещивании участвовали одна или несколько гетерозиготных особей. Поскольку коровы гомозиготны, то гетерозиготным является бык.

13. Гетерозиготные организмы при полном доминировании несут доминантный признак, следовательно, таким признаком является комолость.

Оформление задач по генетике

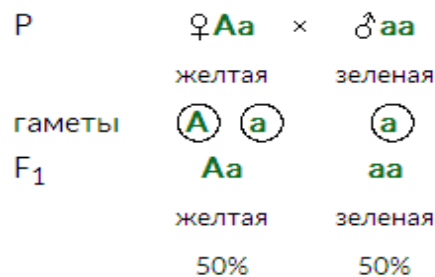
При оформлении задач необходимо уметь пользоваться символами, принятыми в традиционной генетике и приведенными ниже:

| | |
|---------------------------------|--|
| ♀ | женский организм |
| ♂ | мужской организм |
| × | знак скрещивания |
| P | родительские организмы |
| F ₁ , F ₂ | дочерние организмы первого и второго поколения |
| A, B, C... | гены, кодирующие доминантные признаки |
| a, b, c... | аллельные им гены, кодирующие рецессивные признаки |
| AA, BB, CC... | генотипы особей, моногетерозиготных по доминантному признаку |
| Aa, Bb, Cc... | генотипы моногетерозиготных особей |
| aa, bb, cc... | генотипы рецессивных особей |
| AaBb, AaBbCc | генотипы ди- и тригетерозигот |
| A B, CD a b cd | генотипы дигетерозигот в хромосомной форме при независимом и сцепленном наследовании |
| ○ A, ○ a, ○ AB, ○ cd | гаметы |

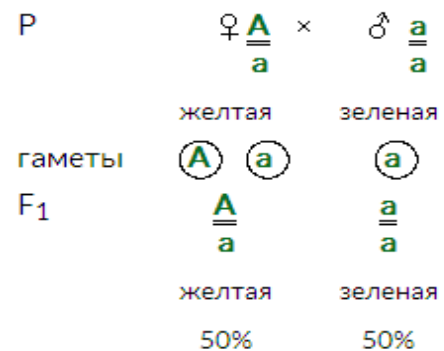
Пример записи схемы скрещивания (брака)

A – желтая окраска семян, a – зеленая окраска семян.

Запись в буквенной форме:



Запись в хромосомной форме:



Запись в хромосомной форме, как отмечено выше, является более предпочтительной. При написании **схемы скрещивания (брака)** обязательно следует указывать фенотипы всех рассматриваемых особей, поколение, к которому они принадлежат (F₁, F₂ и т.д.), а также пол родителей и потомства. Гаметы следует обвести кружком (при невыполнении этого можно спутать гаметы с генами генотипа).

К распространенным **ошибкам**, допускаемым учащимися **при оформлении задач**, относятся также случаи, когда генотип женского организма написан не слева (принятая форма записи), а справа. Довольно часто встречаются **ошибки**, когда у гомозиготных особей отмечается два типа гамет, например:



Такая запись не имеет смысла, так как должно быть указано не число гамет, которых может быть множество, а только число их типов. Запись типа «один ребенок будет больным, а другой здоровым» или «первый ребенок родится больным, а второй здоровым» также лишена смысла, поскольку результаты указывают лишь на вероятность рождения тех или иных особей.

Пример решения и оформления задач

Задача 1

У человека альбинизм – аутомомный рецессивный признак. Мужчина альбинос женился на женщине с нормальной пигментацией. У них родилось двое детей – нормальный и альбинос. Определить генотипы всех указанных членов семьи.

Решение

A – нормальная пигментация,
a – альбинизм.

I. Запись схемы брака по фенотипам (на черновике)

| | | | |
|----------------|---------------------------|---|---------------------------|
| P | ♀ | × | ♂ |
| | нормальная пигментация | | альбинос |
| F ₁ | aa | | A* |
| | альбинос | | нормальная пигментация |

II. Выяснение и запись генотипов, известных по условию задачи

Генотип особи с рецессивным признаком известен – aa.

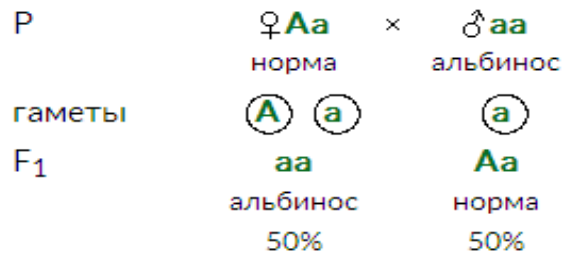
Особь с доминантным признаком имеет генотип A*:

| | | | |
|----------------|----------|---|----------|
| P | ♀ A* | × | ♂ aa |
| | норма | | альбинос |
| F ₁ | aa | | A* |
| | альбинос | | норма |

III. Определение генотипов организмов по генотипам родителей и потомков

1. Генотип мужчины и ребенка альбиносов – aa, так как оба они несут рецессивный признак.
2. Женщина и здоровый ребенок имеют в своем генотипе доминантный ген A, потому что у них проявляется доминантный признак.
3. Генотип ребенка с нормальной пигментацией – Aa, поскольку его отец гомозиготен по рецессиву (aa) и мог передать ему только ген a.
4. Один из детей имеет генотип aa. Один аллельный ген ребенок получает от матери, а другой от отца. Поэтому мать должна нести рецессивный ген a. Ее генотип – Aa.

IV. Запись хода рассуждений по выяснению генотипов и схемы брака в чистовик



Ответ:

Генотип мужа – aa, жены – Aa, ребенка с нормальной пигментацией – Aa, ребенка-альбиноса – aa.

Критерии оценки (в баллах):

- ✓ 5 баллов выставляется обучающемуся, если задание выполнено в полном объеме;
- ✓ 4 балла выставляется обучающемуся, если задание выполнено не в полном объеме или с несущественными недостатками;
- ✓ 3 балла выставляется обучающемуся, если задание выполнено или не в полном объеме или с существенными недостатками;
- ✓ 2 балла выставляется обучающемуся, если задание не выполнено в полном объеме.

3.6 ОФОРМЛЕНИЕ ТЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Технологический институт - филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра Технологии производства, переработки и экспертизы продукции АПК

Перечень тем для круглого стола

по дисциплине Генетика растений и животных
(наименование дисциплины)

Цель занятия - сформировать у студентов понятие о хромосомной теории наследственности. Закрепить знание основных терминов и определений. Сформировать общее представление о современной теории наследственности.

План круглого стола по теме 1: «Хромосомная теория наследственности» 1. Вступительное слово руководителя

2. Заслушивание докладов на темы:

1) Явление сцепленного наследования

2) Кроссинговер. Одинарный и двойной кроссинговер.

3) Роль кроссинговера и рекомбинации генов в эволюции и селекции растений и животных.

3. Обсуждение докладов

4. Избрание счётной комиссии и голосование (выбор лучшего доклада)

5. Подведение итогов круглого стола

6. Подготовка резюме по результатам проведения круглого стола

План круглого стола по теме 2: «Молекулярные основы наследственности»

1. Вступительное слово руководителя.

2. Заслушивание докладов на темы:

1) Доказательства генетической роли нуклеиновых кислот.

2) Генетический код. Свойства генетического кода.

3) Достижения генетической инженерии в селекции растений и животных.

Молекулярное маркирование.

3. Обсуждение докладов

4. Избрание счётной комиссии и голосование (выбор лучшего доклада).

5. Подведение итогов круглого стола

6. Подготовка резюме по результатам проведения круглого стола.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если подготовленный, по подобранной руководителем литературе, правильно по плану раскрыто содержание выступления;

- оценка «хорошо», если выступление хорошее, но не раскрыто все темы круглого стола;

- оценка «удовлетворительно», если студент хорошо владеет информацией, но не подготовлен по подобранной литературе;

- оценка «неудовлетворительно», если студент не подготовлен, доклад отсутствует.

Преподаватель  Курьянова Н.Х.
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
Технологический институт - филиал ФГБОУ ВО
Ульяновский ГАУ
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра Технологии производства, переработки и экспертизы продукции
АПК

Проблемная дискуссия на тему: *«Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве»*

по дисциплине: Генетика растений и животных

Тема: «Применение методов молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве»

Главная задача дискуссии – выявление существующего многообразия точек зрения участников на вопрос и проблему и при необходимости всесторонний анализ каждой из них.

План дискуссии студентов 1 ой группы:

1. Вступительное слово преподавателя. Постановка проблемы.
2. Формирование микрогруппы студентов.
3. Выбор председателя членами каждой микрогруппы.
4. Обсуждение в течение 20 минут в каждой микрогруппе достижения молекулярной генетики в растениеводстве и животноводстве» (создание новых сортов растений, применение методов геномной селекции в растениеводстве и животноводстве, создание генномодифицированных продуктов питания и т.п.).
5. Обсуждение представителями групп названной проблемы в ходе дискуссии.
6. Критический разбор хода обсуждения и принятия решения по проблеме.

Студенты 3 группы оценивают убедительность доводов каждой группы в защиту своей концепции питания, владение материалом, умение пользоваться литературой. Преподаватель подводит итоги, определяет современную трактовку данных концепций и их значимость в диетологии.

3. Обсуждение дискуссии: доказательства, обоснования принципов и подходов, предложенных преподавателем
4. Избрание счётной комиссии и голосование (выбор лучшего доклада)
5. Подведение итогов дискуссии
6. Подготовка резюме по результатам проведения дискуссии

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если есть новизна в проблематике, участвующих в дискуссии, т. е. то решение проблемы, которое не найдено в науке, предстоит найти в учебном процессе в данной аудитории;
- оценка «хорошо», если активно участвует в дискуссии, но нет новизны в решении поставленной проблеме;
- оценка «удовлетворительно», если студент хорошо владеет информацией, но не активно участвует в дискуссии по решению поставленной проблемы;
- оценка «неудовлетворительно», если студент не подготовлен, в дискуссии не участвует.

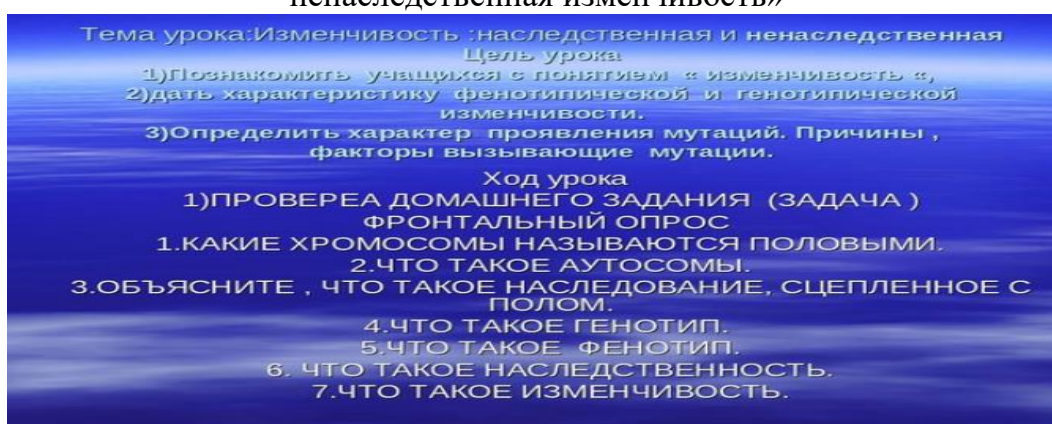
Преподаватель  Курьянова Н.Х.
(подпись)

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
Технологический институт - филиал ФГБОУ ВО
Ульяновский ГАУ
ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра Технологии производства, переработки и экспертизы продукции
АПК

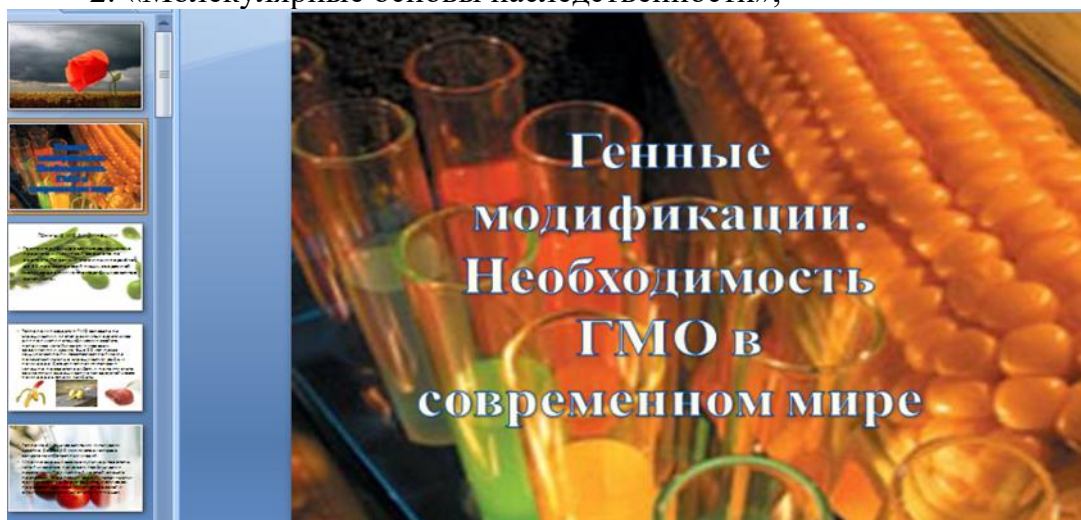
Перечень лекций-презентаций
по дисциплине Генетика растений и животных

Лекции-презентации позволяют в данном формате быстро и легко усваивать информацию, представленную визуально. В процессе лекций демонстрируются презентации по темам, где последовательно излагаются основные вопросы. Основные моменты материала студентами могут конспектироваться.

1. План интерактивных лекций-презентаций по темам: «Наследственная и ненаследственная изменчивость»



2. «Молекулярные основы наследственности»,



1. Вступительное слово руководителя
2. Просмотр и доклады лекций-презентаций:
3. Обсуждение презентаций
4. Избрание счётной комиссии и голосование (выбор лучшей презентации)
5. Подведение итогов лекций-презентаций
6. Резюме по результатам проведения лекций-презентаций

Преподаватель:  Курьянова Н.Х.

4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ
ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ
КОМПЕТЕНЦИЙ

Критерии рейтинговых оценок по курсу
«Генетика растений и животных»

Критерии оценок входного контроля

| Зачётная оценка | Рейтинговая оценка успеваемости |
|-----------------|---------------------------------|
| Зачтено | 45-100 % |
| Не зачтено | менее 45 % |

Промежуточная аттестация (1 семестр)

| Зачётная оценка | Рейтинговая оценка успеваемости |
|-----------------|---------------------------------|
| Зачтено | 80-100 баллов |
| Зачтено | 60-79 баллов |
| Зачтено | 45-59 баллов |
| Не зачтено | менее 45 баллов |

Распределение баллов рейтинговой оценки между видами контроля

| Форма промежуточной аттестации | Количество баллов, не более | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|------------------------|
| | Текущий контроль | Рубежный контроль | Итоговый контроль | Сумма баллов | Поощрительные баллы |
| Зачет | 50 | 30 | 20 | 100 | 10 |

«*Автоматический*» зачёт выставляется без опроса обучающегося по результатам практических работ, индивидуальных домашних заданий, других работ, выполненных студентами в течение семестра, а также по результатам текущей успеваемости на практических занятиях.

Оценка за «автоматический» зачет должна соответствовать итоговой оценке за работу в семестре.

Студенты, рейтинговые показатели которых ниже **45 баллов**, сдают зачёт в традиционной форме. Рейтинговые оценки за зачёт, полученные этими студентами, не могут превышать 45 баллов.

Оценивание качества устного ответа при промежуточной аттестации обучающегося (зачете)

Ожидаемые результаты:

Демонстрация знания основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, необходимых для изучения дисциплины «Генетика растений и животных».

Умения демонстрировать знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.

Владения методами теоретического и экспериментального исследования;

способностями характеризовать сорта растений и породы животных на генетической основе и использовать их в сельскохозяйственной практике.

Итоговая аттестация (1 семестр)

| Итоговая оценка | Рейтинговая оценка успеваемости |
|---------------------|---------------------------------|
| Отлично | 80-100 баллов |
| Хорошо | 60-79 баллов |
| Удовлетворительно | 45-59 баллов |
| Неудовлетворительно | менее 45 баллов |

Распределение баллов рейтинговой оценки между видами контроля

| Форма промежуточной аттестации | Количество баллов, не более | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|--------------|---------------------|
| | Текущий контроль | Рубежный контроль | Итоговый контроль | Сумма баллов | Поощрительные баллы |
| Экзамен | 50 | 30 | 20 | 100 | 10 |

Оценивание качества устного ответа при промежуточной аттестации обучающегося

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при устном ответе во время итоговой аттестации определяется оценками «Отлично», «Хорошо», «Удовлетворительно», «Неудовлетворительно» по следующим критериям:

Отлично (80-100 баллов) ставится, если: студент полностью усвоил учебный материал; решение приведено полностью, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; показано умение применять теоретические положения в конкретных заданиях, применять их в новой ситуации; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированности и устойчивость компетенций, умений и навыков. Может быть допущена одна неточность – не влияющая на итоговый ответ.

Хорошо (60-79 баллов) ставится, если: ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа или приведено неправильное решение одного из заданий.

Удовлетворительно (45-59 баллов) ставится, если: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имелись затруднения или допущены ошибки в решении одного или двух заданий, использовании терминологии; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированности компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Неудовлетворительно (менее 45 баллов) ставится, если: не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения

и навыки критического восприятия информации. Оценивание качества ответов на вопросы контрольной работы.

Образец экзаменационного билета
Министерство сельского хозяйства РФ
Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
Кафедра технологии производства, переработки и экспертизы продукции АПК

| | |
|---|--|
| Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО «Ульяновский ГАУ» | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1 по дисциплине «Генетика растений и животных» Направление 35.03.07 – Технология производства сельскохозяйственной продукции Факультет инженерно-экономический Семестр:1 Кафедра ТППЭП АПК |
|---|--|

1. Основные этапы развития генетики
2. Число хромосом и генов у разных организмов. Сцепление генов, группы сцепления.
3. При скрещивании длинноухих овец («АА») с безухими («аа») получается потомство с короткой ушной раковиной. Какое потомство получится при скрещивании короткоухих овец с такими же баранами? Безухих овец с короткоухими баранами? Составьте схемы скрещиваний и сделайте их анализ.

Доцент  Н.Х. Курьянова
(подпись)

Утверждаю
Зав. кафедрой  И.И. Шигапов
(подпись)

«1» сентября 2019 г.

«1» сентября 2019 г.

Оценивание работы обучающегося на практических занятиях

Демонстрация **знаний** основных законов естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, необходимых для изучения дисциплины «Генетика растений и животных».

Умения демонстрировать знание основных законов математических, естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин, необходимых для решения типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.

Владения методами теоретического и экспериментального исследования; способностями характеризовать сорта растений и породы животных на генетической

Критерии оценки:

- активное участие в обсуждении вопросов во время практического занятия;
- самостоятельность ответов;
- свободное владение материалом;
- полные и аргументированные ответы на вопросы практического занятия;

-твёрдое знание лекционного материала, обязательной и рекомендованной дополнительной литературы;

- полностью выполненная самостоятельная работа по теме практического занятия.

Пороги оценок:

3 балла - полные и правильные ответы на все поставленные теоретические вопросы, корректная формулировка понятий и категорий.

2 балла - недостаточно полные и правильные ответы, несущественные ошибки в формулировке категорий и понятий, небольшие шероховатости в аргументации.

1 балл - ответы включают материалы, в целом правильно отражающие понимание студентом выносимых на контрольную работу тем курса, допускаются неточности в раскрытии части категорий, неправильные ответы на 1 -2 вопроса.

0 баллов - неправильные ответы на 3 и более вопросов, большое количество существенных ошибок.

Оценивание качества выполнения индивидуальной работы:

Ожидаемые результаты:

Демонстрация знаний знает программный материал, хорошо ориентируется в принципах сбора, отбора и обобщения информации, применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.

Умения осуществлять сбор и обобщение информации; формулировать собственную позицию в рамках поставленной задачи; оценивать результаты решения поставленных задач; применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции.

Владения навыками владения навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений в рамках поставленной задачи; методами теоретического и экспериментального исследования; способностями характеризовать сорта растений и породы животных на генетической основе и использовать их в сельскохозяйственной практике; методикой работы со световым микроскопом, методикой анализа результатов генетических экспериментов.

Критерии оценки:

-соответствие предполагаемым ответам;

-продемонстрирована способность анализировать и обобщать информацию.

Пороги оценок:

4-5 баллов - получены правильные ответы на 80-100% выполненных заданий индивидуальной работы,

2-3 балла - правильные ответы на 60 – 79% выполненных заданий индивидуальной работы,

1 балл - правильные ответы на 45 - 59 -% правильно выполненных заданий индивидуальной работы

0 баллов - правильные ответы получены на менее 45% выполненных заданий индивидуальной работы.

Разработала: к.б.н., доцент



Н.Х. Курьянова

Н.Х. КУРЬЯНОВА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ГЕНЕТИКА РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ