

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО
ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

**2.1.3.1 Генетические основы создания новых пород и внутривидовых
типов скота**

Уровень высшего образования: подготовка кадров высшей квалификации

Группа научной специальности: 4.2 Зоотехния и ветеринария

Научная специальность: 4.2.5 Разведение, селекция, генетика и биотехнология животных

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Тематическое содержание дисциплины	3
----	--	---

1. Тематическое содержание дисциплины

1.1. Тема 1: Основы генетики сельскохозяйственных животных. (40 часов)

1.1.1. Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:

Лекционные занятия

1. Введение в генетику сельскохозяйственных животных

Генетика — биологическая наука о наследственности и изменчивости организмов и методах управления ими. Для животноводства она служит научной основой селекции — создания новых пород с желаемыми признаками. Ключевые задачи генетики в животноводстве: повышение продуктивности (удой, прирост массы, яйценоскость); улучшение качества продукции (жирность молока, мраморность мяса); усиление устойчивости к болезням; оптимизация адаптивных свойств (переносимость климата, кормов).

2. Материальные основы наследственности

Клетка и хромосомы Соматические клетки — клетки тканей и органов. Половые клетки (гаметы) — образуются в половых железах (яичники, семенники). Кариотип — набор хромосом вида. У сельскохозяйственных животных: крупный рогатый скот: 60 хромосом; свиньи: 38 хромосом; овцы: 54 хромосомы; лошади: 64 хромосомы. Аутосомы — неполовые хромосомы. Половые хромосомы определяют пол (XX — самка, XY — самец). ДНК и гены Ген — участок ДНК, кодирующий синтез полипептидной цепи (белка). Генетический код — система триплетов азотистых оснований (А, Т, Г, Ц), определяющая аминокислотную последовательность белка. Транскрипция — перенос информации с ДНК на иРНК. Трансляция — синтез белка на рибосомах по матрице иРНК.

Семинары

1. Наследственность: основные понятия

Генотип — совокупность генов организма. Фенотип — совокупность проявляющихся признаков (зависит от генотипа и среды). Аллельные гены — парные гены, расположенные в одинаковых локусах гомологичных хромосом. Гомозигота (AA или aa) — организм с одинаковыми аллелями. Гетерозигота (Aa) — организм с разными аллелями. Доминантный признак (A) — проявляется в гетерозиготе. Рецессивный признак (a) — проявляется только в гомозиготе.

2. Изменчивость у сельскохозяйственных животных

Изменчивость — различия между особями по признакам. Типы изменчивости: Наследственная (генотипическая): мутационная (случайные изменения ДНК); комбинативная (перекомбинация генов при мейозе и оплодотворении). Ненаследственная (модификационная): изменения фенотипа под действием среды (кормление, климат); не затрагивает генотип, не передаётся потомкам.

Самостоятельное изучение

1. Цитологические и молекулярные основы наследственности

Цитологические основы наследственности связаны с клеткой, её ядром, хромосомами и кариотипом; наследственный материал передаётся через деление клеток (митоз, мейоз). Молекулярные основы опираются на ДНК как носитель генетической информации: гены — участки ДНК — кодируют РНК и белки по схеме «ДНК → и-РНК → белок»; ключевую роль играют репликация ДНК, транскрипция, трансляция и генетический код.

2. Хромосомная теория наследственности и сцепленное наследование

Хромосомная теория наследственности (Т. Морган) утверждает, что гены расположены в хромосомах в линейном порядке, каждый ген имеет свой локус; хромосомы — материальные носители генов, передающиеся от поколения к поколению. Сцепленное наследование — совместная передача генов, находящихся в одной хромосоме; сила сцепления обратно пропорциональна расстоянию между генами; нарушается в результате кроссинговера.

3. Генетика пола и наследование, сцепленное с полом

Генетика пола определяется половыми хромосомами (X и Y у человека: XX —

женщина, ХУ — мужчина). Наследование, сцепленное с полом, — передача признаков, гены которых находятся в половых хромосомах. Чаще затрагиваются мужчины, так как в Х-хромосоме есть гены, отсутствующие в Y; рецессивные аллели в единственной Х-хромосоме мужчины проявляются (например, гемофилия, дальтонизм). Женщины могут быть носительницами, если имеют один мутантный аллель. Различают Х-сцепленное (рецессивное и доминантное) и Y-сцепленное (голландрическое, передаётся только от отца к сыну) наследование.

4. Генетические основы селекции и разведения

Генетические основы селекции и разведения базируются на наследственности (передаче признаков потомству через гены в ДНК) и изменчивости (различиях между организмами); ключевую роль играют генотип (совокупность генов) и фенотип (проявление признаков под влиянием среды), а также законы наследственности (в т. ч. закон гомологических рядов Н. И. Вавилова), методы отбора, гибридизации (инбридинг, аутбридинг) и индуцированных мутаций для создания новых сортов, пород и штаммов с нужными свойствами.

1.2. Тема 2: Популяционная генетика и её прикладное значение. (38 часов)

1.2.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:

Лекционные занятия

1. Введение в популяционную генетику

Популяционная генетика — раздел генетики, изучающий: генетическую структуру популяций; закономерности распределения генов и генотипов в популяциях; изменения генетической структуры из поколения в поколение. Ключевые понятия: популяция — группа особей одного вида, обитающих на определённой территории и способных к обмену генами; генофонд — совокупность всех генов и аллелей в популяции; аллель — одна из возможных форм одного и того же гена. Популяционная генетика лежит в основе синтетической теории эволюции и тесно связана с эволюционной генетикой, но имеет более узкий фокус — изучает популяции конкретных видов.

2. Основные механизмы, определяющие генетическую структуру популяций

Механизмы можно разделить на две группы: Поддерживающие равновесие: естественный отбор — основной фактор эволюции, сохраняющий и увеличивающий число особей, приспособившихся к новым условиям; дрейф генов — случайные изменения частот аллелей и генотипов в небольшой полиморфной популяции при смене поколений. Нарушающие равновесие: мутагенез — возникновение новых мутаций; поток генов — обмен генами между популяциями через миграцию особей.

Семинары

1. Закон Харди — Вайнберга

Фундаментальный принцип популяционной генетики, описывающий условия генетического равновесия в идеальной популяции. Условия идеальной популяции: Свободное скрещивание (отсутствие избирательного подбора пар). Отсутствие отбора (равная плодовитость всех генотипов). Отсутствие мутаций. Отсутствие миграции (нет притока или оттока генов). Большая численность популяции (минимизация дрейфа генов).

2. Основные задачи популяционной генетики

Определение генетического разнообразия в популяции и механизмов его поддержания. Раскрытие механизмов действия естественного отбора и других факторов микроэволюции. Установление источников генетической изменчивости в популяциях. Исследование начальных этапов и механизмов видообразования. Оценка популяционно-генетических ресурсов и разработка методов сохранения генофондов.

Самостоятельное изучение

1. Теоретические основы популяционной генетики

Популяционная генетика — раздел генетики, изучающий изменение частот аллелей в популяциях под действием эволюционных факторов: естественного отбора, мутагенеза,

дрейфа генов и потока генов. Её основа — представление о популяции как группе особей одного вида с общим генофондом (совокупностью всех генов и аллелей). Ключевая задача — объяснить механизмы генетической изменчивости, адаптации и видообразования. Важные понятия: генетическая гетерогенность (разнообразие генотипов в популяции), полиморфизм (существование нескольких форм признаков), мутационный процесс (источник новых наследственных изменений). Популяционная генетика составляет ядро синтетической теории эволюции, показывая, как совокупные изменения в генофонде ведут к эволюционным преобразованиям вида.

2. Методы анализа генетической структуры популяций

Методы анализа генетической структуры популяций: морфологические признаки, биохимические и иммуногенетические маркеры, молекулярные маркеры, микросателлиты, геномное секвенирование и сканирование, электрофорез белков, статистические методы, моделирование и биоинформатический анализ.

3. Прикладное значение в сельском хозяйстве

Прикладное значение сельского хозяйства заключается в обеспечении населения продуктами питания, снабжении перерабатывающей промышленности сырьём (более 50 % сельхозпродукции идёт на переработку), влиянии на уровень жизни граждан (питание, доходы, социальные условия), формировании спроса на рабочую силу и сельхозтехнику, а также в поддержании экономической безопасности страны.

1.3. Тема 3: Селекционно-генетические методы улучшения пород. (34 часов)

1.3.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:

Лекционные занятия

1. Введение в селекцию и её значение

Селекция — наука о методах создания и совершенствования пород, направленная на повышение продуктивности и улучшение хозяйственно-полезных признаков животных. Теоретическая база селекции — генетика. Ключевые задачи современной селекции: реализация генетического потенциала наследственности; получение комбинативного эффекта генотипов; создание особей с новыми, улучшенными генотипами; прогнозирование продуктивности будущих поколений.

2. Искусственный отбор: сущность и этапы

Искусственный отбор — целенаправленное сохранение и размножение особей с желательными признаками. Основные этапы: Определение направления селекции. Оценка признаков (фенотипическая и генотипическая). Группировка животных по происхождению, возрасту, классу, ценности. Принятие решения о судьбе особей (использование в разведении или выбраковка). Типы отбора: Односторонний — по одному продуктивному признаку (риск селекционной депрессии). Комплексный — по ряду признаков (обеспечивает гармоничное развитие).

Семинары

1. Методы искусственного отбора

Массовый (фенотипический) отбор Отбирают большое число особей на основе фенотипической оценки. Эффективен при высокой наследуемости признака. Семейный отбор Отбор или выбраковка целых семейств по среднему значению признака. Пример: выбраковка семейств с высокой частотой заболеваемости лейкозом. Внутрисемейный отбор Отбор особей по отклонению от среднего значения признака в семье. Отбирают животных, превосходящих среднее значение по семейству. Отбор по качеству потомства Критерий — среднее значение признака у потомков. Чаще применяется к производителям (самцам). Тандемный (последовательный) отбор Последовательная селекция по каждому признаку поочередно. Отбор по независимым уровням Для каждого признака устанавливают минимальный стандарт. Выбраковывают особей, не соответствующих хотя бы по одному признаку. Отбор по селекционным индексам Используют комплексный показатель (индекс), учитывающий несколько признаков. Позволяет прогнозировать

селекционную ценность особи по совокупности признаков.

2. Генетические основы селекции

Важнейшие генетические параметры: Изменчивость — разнообразие признаков в популяции. Наследуемость — доля генетической изменчивости в общей фенотипической. Селекционный дифференциал — разница между средним значением признака у отобранных особей и популяционным средним. Интенсивность отбора — доля особей, оставляемых для размножения. Генерационный интервал — средний возраст родителей при рождении потомства. Типы наследования признаков: Качественные (моногенные) — контролируются одним или несколькими генами. Количественные (полигенные) — обусловлены множеством генов и средой.

Самостоятельное изучение

1. Генетический мониторинг и как он применяется в животноводстве и охране природы

Генетический мониторинг — систематическое отслеживание изменений генетического состава популяций; в животноводстве он применяется для контроля племенных качеств, выявления наследственных заболеваний, оптимизации селекции и сохранения пород, а в охране природы — для оценки генетического разнообразия, выявления инбридинга, разработки стратегий сохранения редких и исчезающих видов и мониторинга состояния природных популяций.

2. Искусственный интеллект и машинное обучение используются для анализа больших генетических данных в селекции

Искусственный интеллект и машинное обучение позволяют эффективно анализировать большие генетические данные в селекции, выявляя значимые закономерности, прогнозируя признаки организмов и ускоряя выведение новых сортов и пород с заданными свойствами.

3. Какие биоэтические аспекты связаны с генетическим вмешательством в популяции (ГМО, редактирование генома)

Генетическое вмешательство в популяции (ГМО, редактирование генома) связано с рядом биоэтических аспектов: риском непредвиденных последствий для здоровья и окружающей среды, социальным неравенством, вопросами согласия, изменением «естественного порядка», владением жизнью и регулированием технологий.

4. Гибридизация и гетерозис

Гибридизация — скрещивание организмов с разными наследственными признаками для получения новых комбинаций генов; бывает половой и вегетативной, внутривидовой и межвидовой. Гетерозис (гибридная сила) — повышение жизнеспособности, продуктивности и устойчивости гибридов первого поколения по сравнению с родительскими формами, обычно получаемыми из «чистых линий» путём близкородственного скрещивания.

1.4. Тема 4: Генетические основы продуктивных признаков. (34 часов).

1.4.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:

Лекционные занятия

1. Понятие наследственности и изменчивости

Наследственность — способность организмов передавать свои признаки и особенности развития потомству. Изменчивость — способность организмов приобретать признаки и свойства, отличающиеся от характерных для данного вида/породы. В контексте продуктивных признаков важны: ядерная (хромосомная) наследственность — определяется генами хромосом ядра; цитоплазматическая наследственность — связана с внеядерными ДНК (митохондрии, пластиды).

2. Ген как единица наследственной информации

Ген — участок ДНК, кодирующий определённый белок или РНК, который влияет на формирование признака. Ключевые аспекты: структурные гены — кодируют белки,

непосредственно участвующие в формировании признака; регуляторные гены — контролируют активность структурных генов; аллели — альтернативные формы одного гена, определяющие варибельность признака.

Семинары

1. Закономерности наследования признаков

Типы взаимодействия генов Полное доминирование — доминантный аллель полностью подавляет рецессивный. Неполное доминирование — промежуточное проявление признака у гетерозигот. Кодоминирование — оба аллеля проявляются в фенотипе. Эпистаз — один ген подавляет действие другого. Комплементарность — два гена совместно определяют признак. Полимерия — несколько генов суммируют своё действие на один признак (характерно для количественных признаков, таких как удои, масса тела).

2. Количественные и качественные признаки

Качественные признаки (моногенные): определяются одним или несколькими генами; имеют чёткие фенотипические классы (например, окраска шерсти); подчиняются законам Менделя. Количественные признаки (полигенные): контролируются множеством генов (полигены); подвержены сильному влиянию среды; имеют непрерывную изменчивость (например, удои, прирост массы); анализируются методами биометрической генетики.

Самостоятельное изучение

1. Фенотипическая и генетическая изменчивость

Фенотипическая изменчивость — это изменения признаков организма под влиянием внешней среды без изменения генотипа (например, загар, изменение окраски шерсти у зайца), носит групповой характер и не передаётся потомству. Генетическая (генотипическая) изменчивость связана с изменениями генотипа, бывает мутационной (случайные изменения генов, хромосом или их числа) и комбинативной (новые сочетания генов при половом размножении), передаётся потомкам и служит материалом для эволюции.

2. Генетические механизмы наследования продуктивности

Генетические механизмы наследования продуктивности основаны на передаче аллелей генов от родителей потомкам; продуктивность определяется полигенно (множеством генов с суммарным эффектом), подвержена влиянию эпистаза (взаимодействия генов), плейотропии (влияния одного гена на несколько признаков) и модификационной изменчивости (влияния среды на экспрессию генов); ключевую роль играют аддитивные эффекты аллелей, отбираемые в селекции.

3. Генетика мясной и молочной продуктивности

Генетика мясной и молочной продуктивности изучает гены, влияющие на удои, состав молока (жир, белок), скорость прироста массы и качество мяса; для селекции применяют ДНК-маркеры, проводят генетическую идентификацию и скрининг на аномалии, чтобы отбирать животных с желательными аллелями и формировать высокопродуктивные стада.

4. Генетика воспроизводства и жизнеспособности

Генетика воспроизводства изучает наследственные механизмы размножения и факторы, влияющие на фертильность; генетика жизнеспособности исследует гены и мутации, определяющие выживаемость организма, устойчивость к болезням и продолжительность жизни — обе области анализируют влияние генотипа на репродуктивный успех и адаптацию.

5. Генетика яичной продуктивности (птицеводство)

Генетика яичной продуктивности в птицеводстве изучает наследственные факторы, влияющие на количество и качество яиц; основывается на селекции по признакам — число яиц за определённый период, масса яйца, толщина скорлупы; использует методы отбора, гибридизации и геномного анализа для выведения высокопродуктивных линий кур (например, леггорн и его кроссы), при этом учитываются полигенное наследование и влияние среды.

1.5. Тема 5: Современные биотехнологические методы в селекции. (34 часов).

1.5.1 Перечень и краткое содержание рассматриваемых вопросов:

Лекционные занятия

1. Введение: биотехнология в селекции — новый этап развития

Селекция как наука о методах создания новых и улучшения существующих сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов переживает революционные изменения благодаря биотехнологиям — совокупности промышленных методов, использующих живые организмы и биологические процессы. Ключевые преимущества биотехнологических методов перед классической селекцией: резкое сокращение сроков получения новых форм (с 10–15 до 2–4 лет); возможность преодоления видовых барьеров при переносе генов; точность внесения заданных изменений в геном; получение форм с принципиально новыми свойствами.

2. Основные направления биотехнологической селекции

Генетическая инженерия (генная модификация) Суть: целенаправленное внесение изменений в геном организма с помощью методов рекомбинантных ДНК. Ключевые этапы: Выделение гена интереса (с помощью рестриктаз). Создание рекомбинантной ДНК (встраивание гена в вектор). Трансформация — введение конструкции в клетку-реципиент. Селекция трансформированных клеток. Регенерация полноценного организма.

Семинары

1. Перспективы развития

Синтетическая биология — проектирование «с нуля» метаболических путей. Эпигенетическая селекция — управление метилированием ДНК без изменения последовательности. Искусственные хромосомы — доставка крупных генетических конструкций. Цифровое фенотипирование — интеграция ИИ для предсказания фенотипа по геному.

Самостоятельное изучение

1. Общие основы биотехнологии в животноводстве

Биотехнология в животноводстве — это применение научных знаний о живых организмах для решения практических задач в разведении сельскохозяйственных животных; включает методы от точной селекции и искусственного осеменения до генной инженерии и редактирования генома (например, CRISPR/Cas9); основные цели — повышение продуктивности (удой, привесы, яйценоскость), улучшение качества продукции (состав мяса, молока), укрепление здоровья животных, снижение падежа, повышение устойчивости к болезням и стрессам, сохранение и улучшение генетических ресурсов.

2. Трансплантация эмбрионов

Трансплантация эмбрионов — этап вспомогательной репродукции (чаще при ЭКО), когда эмбрионы помещают в матку для наступления беременности; может проводиться на 2–3-й день после оплодотворения либо на 5–6-й день (в стадии бластоцисты); выполняется под контролем УЗИ с использованием катетера; количество переносимых эмбрионов ограничивают для снижения риска многоплодной беременности.

3. Геномная оценка племенной ценности

Геномная оценка племенной ценности — метод определения генетического потенциала животных на основе анализа ДНК-маркеров (SNP), позволяющий с высокой точностью прогнозировать племенную ценность уже при рождении, ускорять селекцию и повышать эффективность разведения по сравнению с традиционными методами.

4. Криобиотехнологии и сохранение генофонда

Криобиотехнологии позволяют сохранять генофонд путём низкотемпературного (в жидком азоте при $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$) консервирования биологических образцов (семян, сперматозоидов, эмбрионов, клеточных линий), обеспечивая долгосрочную сохранность генетического материала без потери жизнеспособности для научных, сельскохозяйственных и природоохранных целей.