

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

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Биологические и генетические основы селекции

**Направление подготовки (специальность) «Зоотехния»**

**Профиль образовательной программы «Кормление животных и технология кормов. Диетология»**

**Форма обучения очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. Конспект лекций .....</b>	<b>4</b>
1.1 Лекция № Л 1 Введение. Движущие силы эволюции.	
1.2 Лекция № Л 2 Популяционная генетика	
1.3 Лекция № Л 3 Теоретические основы отбора.	
1.4 Лекция № Л 4 Теоретические основы подбора	
1.5 Лекция № Л 5 Биологические и генетические основы селекции с.-х. животных.	
1.6 Лекция № Л 6 Иммуногенетика и генетический полиморфизм белков	
1.7 Лекция № Л 7 Селекция на устойчивость к заболеваниям	
1.8 Лекция № Л 8 Дисперсионный анализ качественных и количественных признаков	
1.9 Лекция № Л 9 Принципы крупномасштабной селекции	
<b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ .....</b>	<b>34</b>
2.1 Лабораторная работа № ЛР 1 Генетическое равновесие, расчет частот генотипов и аллелей в популяции.	
2.2 Лабораторная работа № ЛР 2 Анализ генетического равновесия с использованием метода хи-квадрат	
2.3 Лабораторная работа № ЛР 3 Влияние мутаций и миграций на генетическую структуру популяций	
2.4 Лабораторная работа № ЛР 4 Вероятность сохранения единичной мутации	
2.5 Лабораторная работа № ЛР 5 Влияние повторных мутаций на структуру популяций	
2.6 Лабораторная работа № ЛР 6 Влияние миграций на структуру популяций	
2.7 Лабораторная работа № ЛР 7 Влияние отбора на структуру популяций	
2.8 Лабораторная работа № ЛР 8 Влияние скрещивания и подбора на структуру популяций	
2.9 Лабораторная работа № ЛР 9 Селекционно-генетические параметры	
2.10 Лабораторная работа № ЛР 10 Системы генетических групп крови, определение групп крови у животных, биохимические полиморфные системы	
2.11 Лабораторная работа № ЛР 11 Определение достоверности происхождения потомков	
2.12 Лабораторная работа № ЛР 12 Генетическое сходство потомков с родоначальником	
2.13 Лабораторная работа № ЛР 13 Наследование аномалий и заболеваний с.-х. животных	
2.14 Лабораторная работа № ЛР 14 Однофакторный анализ для качественных признаков малых групп	

- 2.15 Лабораторная работа № ЛР 15 Однофакторный анализ для количественных признаков больших групп
- 2.16 Лабораторная работа № ЛР 16 Двухфакторный анализ для качественных признаков больших групп
- 2.17 Лабораторная работа № ЛР 17 Многофакторный дисперсионный анализ для качественных признаков больших групп

## 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### **1.1 Лекция № 1 (2 часа)**

**Тема:** Введение. Движущие силы эволюции.

#### **1.1.1 Вопросы лекции:**

1. Генетические основы эволюции.
- 2 Видообразование и макро эволюция.
3. Доместикация как эволюционная проблема.
4. История развития и теоретические основы селекции.
5. Значение селекции в повышении продуктивности животных

#### **1.1.2 Краткое содержание вопросов**

##### **1. Генетические основы эволюции.**

Эволюционные изменения признаков и свойств организмов обусловлены изменением генотипов, поэтому понимание основных генетических процессов, происходящих в популяции, необходимо для всей современной эволюционной теории. Успехи генетики позволили классифицировать и изучить основные формы наследственной изменчивости, а так же выяснить значение изменчивости разных типов для протекания эволюционного процесса. Изучение роли разнообразных проявлений изменчивости в эволюции позволило сформулировать представление о генетических основах эволюции.

Изменчивость - свойство органической природы. Фенотипическая, генотипическая и паратипическая. Во времена Дарвина всю наблюдаемую изменчивость делили на наследственную и ненаследственную. В настоящее время такое деление правильно лишь в общих чертах. Генетика показала, что наследственных признаков нет и быть не может: все признаки и свойства организма в той или иной степени наследственно обусловлены. В процессе размножения от поколения к поколению передаются не признаки, а код наследственной информации, определяющий лишь возможность развития будущих признаков в каком-то диапазоне. Наследуется не признак, а норма реакции развивающейся особи на действие внешней среды.

Вся наблюдаемая изменчивость какого-либо признака или свойства в пределах нормы реакции называется фенотипической. Фенотип - совокупность всех внутренних и внешних структур и функций данной особи, развивающаяся как один из возможных вариантов реализации нормы реакции в определенных условиях. В общей фенотипической популяции могут быть выделены две доли: генотипическая, или наследственная, и паратипическая, вызванная внешними условиями. Для общей изменчивости, которая определяется генотипическими различиями между особями по данному признаку, характеризует наследуемость этого признака. Коровы - жирность, количество молока).

Внутрипопуляционная изменчивость слагается из разнообразных выражений нормы реакции по любому признаку или свойству. Изменение наследственного материала - мутации - представляют собой элементарный эволюционный материал. Важнейшими эволюционной точки зрения характеристиками мутаций признаны частота возникновения, встречаемость их в природных популяциях и влияние мутаций на признаки особей.

**Типы мутаций.** Как известно из данных генетики, мутации - дискретные изменения наследственной информации особи - могут быть генными, хромосомными, а так же внеядерными.

Генные мутации - изменения молекулярной структуры генов, возникающие в результате замен, вставок или выпадения нуклеотидов. Генные мутации могут затрагивать любые признаки организма. Хромосомные мутации - структурные изменения хромосом, возникающие вследствие перемещения или выпадения отдельных частей хромосом. В зависимости от типа воссоединения разорванных частей хромосом среди хромосомных мутаций различают инверсии, транслокации, нехватки и дупликации. Хромосомные мутации могут быть либо спонтанными, либо индуцированными внешними агентами. Геномные мутации представляют изменение числа хромосом. При этом может произойти либо изменение числа наборов хромосом, например гаплоидия, либо уменьшение или увеличение числа отдельных хромосом в обычном геноме-гетероплоидия.

## **2. Видеобразование и макроэволюция.**

Микроэволюционные процессы, протекающие в популяциях, могут приводить к возникновению новых видов — центральному и важнейшему этапу эволюции живого на Земле. С появлением нового вида исчезает возможность нивелировки, сглаживания различий, достигнутых в процессе микроэволюции отдельными популяциями и их группами.

Различают две основные формы видеообразования: аллопатрическое и симпатрическое. В основе аллопатрического видеообразования лежат те или иные формы пространственной изоляции, и этот путь видеообразования всегда сравнительно медленный, происходящий на протяжении сотен тысяч поколений. При обособлении популяции обмен наследственной информацией («поток генов») между нею и остальными популяциями прекращается. Генофонд изолированной популяции становится самостоятельным. Постепенно в генофонде изолированной популяции происходит накопление новых мутаций. Специфика местных условий и соответствующее направление отбора усугубляют особенности генофонда изолированной популяции. Поэтому мутации, накапливающиеся в ее генофонде, будут в той или иной степени отличаться от мутаций, которые за это же время закрепятся в других популяциях родительского вида.

Если географическая изоляция достаточно продолжительна, а направления отбора достаточно различны, то изолированная популяция приобретает отчетливые различия с родительским видом, снижающие возможность скрещивания, вплоть до возникновения репродуктивной изоляции(т. е. нескрещиваемости в природных условиях) между ними. После возникновения той или иной формы репродуктивной изоляции обособленная популяция становится самостоятельным видом. Если теперь географический барьер, разделявший популяции, нарушится и вновь восстановится контакт между ними — эти два вида либо смогут сосуществовать в одном ареале, либо между ними возникнут конкурентные отношения и один из них будет вытеснять другой, если их биология осталась близкой.

При видеообразовании симпатрическим путем новый вид возникает внутри ареала исходного вида. Симпатрическое видеообразование должно основываться на высокой степени популяционного полиморфизма. При наличии такого полиморфизма в исходной популяции действие достаточно интенсивного разрывающего отбора, благоприятствующего наиболее уклонившимся морфам и элиминирующего все промежуточные состояния, может привести к снижению панмиксии и затем к обособлению устойчивых биологических рас, отличающихся определенными экологическими особенностями.

Существует несколько особых форм симпатрического видеообразования, обеспечивающих чрезвычайно быстрое обособление дочерней формы от родительского вида: *полиплоидизация*, *гибридогенез* (возникновение в результате гибридизации аллоплоидных форм) и так называемый *стасигенез*(обособление новых видов в результате крупномасштабных хромосомных мутаций). Во всех этих случаях новый вид сразу оказывается генетически изолированным от родительского, обитая на той же самой

территории, и сохраняет свою обособленность, если является жизнеспособным в данных условиях.

### **3. Доместикация как эволюционная проблема.**

Степень доместикации различных видов животных может быть различной в зависимости от потребностей человека. В процессе доместикации, под влиянием новых условий среды и искусственного отбора у животных появились признаки, отличающие их от диких сородичей, причем тем более значительные, чем больше труда и времени затрачивал человек на получение животных с необходимыми ему свойствами. Вместе с тем, как пишет Дориан К. Фуллер из Института археологии Университетского колледжа, Лондон (UCL), «все одомашненные животные имеют определенные характерные признаки (хотя и не обязательно, чтобы все домашние животные имели все из нижеперечисленных признаков одновременно)».

К характерным признакам доместикации животных относятся:

- изменение в размере: укорочение конечностей, у крупных животных — уменьшение размеров тела, у мелких — возможно увеличение в размере и более широкая морфологическая вариативность различных частей тела;

- большая покорность, послушание, понятливость, а также большая длительность ювенильных характеристик у животных, неотения (эволюционный процесс развития, в результате которого детские формы поведения сохраняются и во взрослом возрасте);

- нарушение дикого типа системы спаривания, утрата доминирования самцов, снижение полового диморфизма;

- изменение распределения жира, сокращение мышечной массы;

- изменения в типе шерсти и шёрстного или перьевого покрова;

- изменение окраса, ослабление значения природной защитной окраски.

Видимо, первыми шагами (нечеленаправленными) по одомашниванию животных, можно считать выращивание самками какого-либо вида детёнышей других видов (известные случаи для некоторых видов обезьян). Ещё не имеющие своих собственных детёнышей самки, не имея возможности забрать детёнышей у других самок, могут забирать, например, щенков. Щенки вырастают с обезьяням стадом и помогают отгонять чужаков (охрана).

### **4. История развития и теоретические основы селекции.**

Разработка научно обоснованных методов создания и совершенствования сортов культурных растений и пород домашних животных, а также применение этих методов в растениеводстве (селекция растений) и животноводстве (селекция животных). В результате селекционной работы создают *сорта растений и породы животных* с нужными биологическими свойствами и хозяйственными качествами. Напр., ведут селекцию на плодовитость и продуктивность скота и птицы, урожайность с.-х. культур, устойчивость к вредителям и болезням, качество продукции, приспособленность к механизированной уборке и др.

История селекции исчисляется тысячелетиями. Селекционеры древности, «бессознательно» используя *искусственный отбор*, создавали сорта винограда, плодовых культур, пшеницы, хорошо приспособленные к местным условиям и дающие устойчивые урожаи. Впоследствии отбор приобрёл массовый характер — появилась народная селекция растений и животных. Ею были созданы местные засухоустойчивые сорта пшеницы, зимостойкие сорта подсолнечника, яблони (Антоновка, Грушовка), местные породы скота (аборигенный скот), на основе которых позднее были выведены холмогорская, ярославская и др. известные породы крупного рогатого скота, отличающиеся лучшими,

чем у местного скота, адаптационными (приспособительными) качествами и более высокой продуктивностью.

Научная селекция стала развиваться с нач. 20 в., одновременно с развитием генетики (теоретическая основа селекции). Открытие законов наследственности и изменчивости, научно обосновавших искусственный отбор, дало возможность сознательно управлять наследственностью растительных и животных организмов.

Современная селекция базируется на методическом отборе, который ведётся в двух направлениях – на сохранение сортовых и породных признаков (массовый отбор) и на их совершенствование (индивидуальный отбор). Для внесения в генофонд ценных генов и получения оптимальных комбинаций признаков (напр., сочетание высокой урожайности с засухоустойчивостью) применяют гибридизацию с последующим отбором.

В животноводстве обычно применяют индивидуальный отбор и гибридизацию, используя различные виды скрещивания – близкородственное (*инбридинг*), неродственное (*аутбридинг*) и др. Цель близкородственного скрещивания – перевод большинства генов породы в гомозиготное состояние. Задача неродственного скрещивания – комбинация нескольких полезных признаков. При скрещивании разных пород животных или сортов растений, а также при межвидовых скрещиваниях наблюдается мощное развитие гибридов первого поколения, их высокая жизнеспособность. Удалось получить гетерозисные гибриды огурца, томата и др., урожайность которых на 10–30 % выше, чем у обычных сортов. Разработаны способы преодоления бесплодия межвидовых гибридов, благодаря чему были получены гибриды пшеницы с рожью (тритикале) и с пыреем (пшенично-пырейные гибриды), удачно сочетающие лучшие качества исходных форм (высокую урожайность зерна и зелёной массы с хладостойкостью).

В селекции широко используют метод искусственного мутагенеза (воздействуя мутагенами на исходный материал, нарушают строение молекул ДНК, что приводит к резкому росту числа мутаций, среди которых часто появляются формы с полезными признаками). Путём искусственного мутагенеза получены высокоурожайные сорта ярового и озимого ячменя, яровая пшеница Новосибирская 67, а также полиплоидные растения, отличающиеся более крупными размерами плодов, цветков, стеблей и др. органов и повышенным содержанием сахара (сахарная свёкла), белков (зернобобовые), масла (подсолнечник) и др. полезных веществ.

В связи с бурным развитием производств, основанных на биотехнологиях, стала актуальной селекция микроорганизмов (выведение новых их штаммов, имеющих значение для производства кормового белка, ферментативных и витаминных препаратов, антибиотиков, используемых в сельском хозяйстве, медицине, пищевой промышленности). При этом используют способность микроорганизмов непрерывно синтезировать белки при благоприятных условиях. Разработаны способы внедрения в бактериальную клетку определённых генов, в т. ч. человека. Это обеспечивает интенсивную выработку ю белка, кодируемого чужим геном. На методах генной инженерии основано производство интерферонов (белков, подавляющих размножение вирусов), инсулина (регулятор уровня глюкозы в крови), гормонов роста и др.

### **3.5. Значение селекции в повышении продуктивности животных.**

У животных хозяйственное использование, размножение и улучшение тесно связаны и часто так переплетаются между собой, что четкое разграничение оказывается затруднительным.

С глубокой древности человечество ведет непрерывный отбор домашних животных, оставляя на племя лучших и используя в потребительских целях худших. Вначале этот отбор был бессознательным, а затем принял характер примитивного методического отбора. Именно таким образом в течение многих тысячелетий сложились многочисленные

местные породы, хорошо приспособленные к специфическим особенностям различных стран и народов. Эти породы полностью удовлетворяли потребности натурального хозяйства, но значительно хуже приспособлены к удовлетворению нужд товарного хозяйства, производящего продукты на продажу. Для быстрого выведения новых пород, которые соответствовали бы потребностям товарных хозяйств, требовались более совершенные приемы методического отбора.

Еще в XVIII в. подметили, что у домашних животных закрепить и развить желательные признаки легче всего путем отбора и скрещивания родственных между собой лучших животных, выделенных селекционером. Этот прием и привел к созданию ряда новых пород, выведенных в Англии и быстро получивших всемирную известность. Но еще во времена Ч. Дарвина выяснилось, что кровное близкородственное разведение, наряду с закреплением желательных для селекционера признаков, таит в себе и большие опасности, связанные с частым появлением нежизнеспособных или уродливых животных. В связи с этим стали скрещивать лучших производителей с не слишком близкими родственниками, что привело к положительным результатам. Селекция крупного скота (крупный рогатый скот, лошади, верблюды) - дело особенно длительное и трудное, т. к. у них способность к размножению наступает только на 3-4-м году жизни, и каждое животное имеет большую ценность. Применение в последние годы новых генетических методов в селекции сельскохозяйственных животных привело к существенному улучшению пород.

Кроме чистопородного разведения, в селекции крупного рогатого скота широко распространено скрещивание различных пород между собой и промышленное выращивание получаемых таким образом гибридов, позволяющее использовать сочетание положительных признаков исходных пород и вместе с тем гетерозис, который возникает в результате скрещивания этих пород. Такие скрещивания могут производиться между двумя примерно равноценными породами, с тем, чтобы гибриды использовались не для получения потомства, а только в чисто потребительских целях. Так, гибрид шортгорнов с абердин-ангусами дает великолепное мясо, но он совершенно непригоден для дальнейшего разведения.

Селекция овощей также берет начало из Англии. Свиньи очень плодовиты и дают в среднем по 13-16 поросят в один опорос. Поэтому у них возможна жесткая браковка и интенсивный отбор не только у хряков, но и у самок. Селекционер может получить 4-5 поколений свиней за тот же срок, за который можно получить только одно поколение крупного рогатого скота.

Различные породы домашних свиней происходят от двух диких видов: европейского дикого кабана, который дал начало коренным европейским породам свиней, и азиатского дикого кабана, от которого происходят разнообразные азиатские породы. Коренные европейские породы свиней сформировались в результате длительного примитивного искусственного отбора в условиях отсталого хозяйства, при плохом кормлении, они были выносливы, но позднеспелы и малопродуктивны. В середине XVIII в. английские селекционеры начали работу по повышению скороспелости и улучшению местной породы длинноухой европейской свиньи, в результате чего была выведена порода, отличающаяся повышенной скороспелостью и улучшенным качеством мяса.

В 1861 г. Тулей представил на королевскую выставку группу свиней, которая поразила всех присутствующих своими выдающимися качествами и сразу же была признана за новую породу, которую назвали йоркширской, затем переименованной в крупную белую. В результате проведенной селекции эта порода стала отличаться повышенной скороспелостью и улучшенным качеством мяса. В настоящее время эта порода, помимо своих хозяйственных ценных особенностей, отличается еще и высокой пластичностью, что существенно увеличивает ее значение для селекционеров.

Крупная белая порода принимала участие в создании ряда новых пород в Дании, США, на Украине, в России.

В России завоз партий крупной белой породы был начат в 70-х гг. XIX столетия и с тех пор непрерывно продолжался в течение долгого времени, причем завозились, как правило, очень ценные племенные животные. В результате сложились своеобразные породы, представленные свиньями сального и мясо-сального направлений, крепкой конституции, хорошо приспособленные к пастбищному содержанию. В последние годы в России крупная белая порода представлена несколькими десятками очень ценных линий, численность ее составляет более 50 % от общего количества всех плановых пород свиней в России.

От скрещивания крупной белой породы с местными породами сибирских свиней, приспособленных к суровому климату, была создана сибирская северная белая порода, имеющая высокую плодовитость, хорошо приспособленная к суровым климатическим условиям северной части Сибири. Другие породы свиней, выведенные в России и имеющие большое значение для развития агропромышленного комплекса, получены путем скрещивания местных свиней с лучшими селекционными породами. Приемы селекции, применяемые для получения новых пород свиней, широко используются и у других домашних животных (овцы, козы, норки и др.). В некоторых случаях в селекции этих животных при составлении селекционных программ используются и простые менделевские закономерности наследственности (при наследовании признаков, имеющих практическое значение). Так, у разводимой на зверофермах норки своеобразные окраски шкурки, возникающие в результате мутаций отдельных генов, ценятся значительно выше, чем окраска дикого типа. Аналогичным образом идет селекция каракульских овец, дающих цветные шкурки с различными окрасками (серой, коричневой, дымчатой, золотистой, розовой, белой и др.), наследование которых идет по законам Менделя.

Селекция птиц, имеющих высокий коэффициент размножения, позволяет производить интенсивный отбор не только у самцов, но и у самок. Быстрая смена поколений и возможность проводить отбор на большом поголовье дает возможность использовать у птиц довольно сложные формы селекции с большой эффективностью. Самым благоприятным объектом для применения сложных и совершенных форм селекции служит тутовый шелкопряд. В его селекции, помимо индивидуального отбора и синтетической селекции, основанной на скрещивании сравнительно близких форм, успешно применяются приемы, основанные на использовании индивидуального мутагенеза.

Хозяйственное значение тутового шелкопряда связано с образованием кокона, из которого получают нити шелка. В связи с этим коконы - основной предмет селекции. Выведено очень большое количество пород тутового шелкопряда, отличающихся по форме, величине и окраске коконов и различным особенностям гусениц.

## **1.2 Лекция № 2 (2 часа)**

**Тема:** Популяционная генетика

### **1.2.1 Вопросы лекции:**

1. Понятие популяции.
- 2 Свойства генетической популяции
3. Использование закона Харди-Вайнберга
4. Генетическое равновесие
5. Влияние мутаций и миграций на генетическую структуру популяции
6. Сокращение и повторение мутаций в популяции

## 1.2.2 Краткое содержание вопросов

### 1. Понятие популяции

Популяцией называют группу особей одного вида, находящихся во взаимодействии между собой и совместно населяющих определенную территорию. Согласно определению С. С. Шварца, **популяция - это элементарная группировка организмов определенного вида, обладающая всеми необходимыми условиями для поддержания своей численности длительное время в постоянно изменяющихся условиях среды.**

Слово "популяция" происходит от латинского *populus* - народ, население. Популяциям свойственен рост, развитие, способность поддерживать существование в постоянно меняющихся условиях, т. е. популяции обладают определенными генетическими и экологическими характеристиками.

### 2. Свойства генетической популяции

К генетическим свойствам популяции относятся:

- Пластиность генетической структуры, изменяющейся под воздействием факторов естественного и искусственного отбора
- Способность генетической структуры популяции приспособительно реагировать и изменяться при смене условий среды обитания
- Сохранение общей генетической структуры, соответствующей условиям среды и проявление генетического гомеостаза за счет наличия приспособительных способностей этой структуры
- Способность к неограниченной эволюции.

### 3. Использование закона Харди-Вайнберга

Закон Харди-Вайнберга - основа математических построений генетики популяций и современной эволюционной теории. Сформулирован независимо друг от друга математиком Г. Харди (Англия) и врачом В. Вайнбергом (Германия) в 1908 г. Этот закон утверждает, что частоты аллелей и генотипов в данной популяции будут оставаться постоянными из поколения в поколение при выполнении следующих условий:

- 1) численность особей популяции достаточно велика (в идеале — бесконечно велика),
- 2) спаривание происходит случайным образом (т. е. осуществляется панмиксия),
- 3) мутационный процесс отсутствует,
- 4) отсутствует обмен генами с другими популяциями,
- 5) естественный отбор отсутствует, т. е. особи с разными генотипами одинаково плодовиты и жизнеспособны. Иногда этот закон формулируют иначе: в идеальной популяции частоты аллелей и генотипов постоянны. (Поскольку описанные выше условия выполнения данного закона есть свойства идеальной популяции.) Математическая модель закона отвечает формуле:

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

### 4. Генетическое равновесие

Генетическое равновесие - состояние равновесия в соотношении частот аллелей в одном или нескольких локусах популяции (стада). Оно достигается относительно быстро, при этом мутационное и селекционное давление взаимно сбалансированы. В стадах с./х. животных правильнее говорить о сбалансированности давления внешних паразитических факторов и селекции.

Состояние генного равновесия в популяции определяется по формуле:

$$p^2q^2 = (2pq/2)^2 = (pq)^2$$

Если  $p^2q^2 = (pq)^2$  то равновесие есть, если  $p^2q^2$  не равно  $(pq)^2$ , то равновесия нет.

### 5. Влияние мутаций и миграций на генетическую структуру популяции

**Мутации.** При образовании гамет происходят случайные события – мутации, когда родительский аллель, скажем  $A_1$ , превращается в другой аллель ( $A_2$ ,  $A_3$  или любой иной), имевшийся или не имевшийся ранее в популяции. Например, если бы в нуклеотидной последовательности «...ТЦТ ТГГ...», кодирующей участок полипептидной цепи «...серин-триптофан...», третий нуклеотид, Т, в результате мутации передался ребенку как Ц, то в соответствующем участке аминокислотной цепи белка, синтезирующегося в организме ребенка, вместо серина был бы расположен аланин, поскольку его кодирует триплет ТЦЦ. Регулярно возникающие мутации и образовали в длинном ряду поколений всех обитающих на Земле видов то гигантское генетическое разнообразие, которое мы сейчас наблюдаем.

Вероятность, с которой происходит мутация, называется частотой, или темпом, мутирования. Темпы мутирования разных генов варьируют от  $10^{-4}$  до  $10^{-7}$  на поколение. На первый взгляд, эти величины кажутся незначительными. Однако следует учесть, что, во-первых, геном содержит много генов, а, во-вторых, что популяция может иметь значительную численность. Поэтому часть гамет всегда несет мутантные аллели, и практически в каждом поколении появляется одна или больше особей с мутациями. Их судьба зависит от того, насколько сильно эти мутации влияют на приспособленность и плодовитость. Мутационный процесс ведет к увеличению генетической изменчивости популяций, противодействуя эффекту дрейфа генов.

**Миграции.** Популяции одного вида не изолированы друг от друга: всегда есть обмен особями – миграции. Мигрирующие особи, оставляя потомство, передают следующим поколениям аллели, которых в этой популяции могло вовсе не быть или они были редки; так формируется поток генов из одной популяции в другую. Миграции, как и мутации, ведут к увеличению генетического разнообразия. Кроме того, поток генов, связывающий популяции, приводит к их генетическому сходству.

## 6. Сокращение и повторение мутаций в популяции

**Системы скрещивания.** В популяционной генетике скрещивание называют случайным, если генотипы особей не влияют на образование брачных пар. Например, по группам крови скрещивание может рассматриваться как случайное. Однако окраска, размеры, поведение могут сильно влиять на выборового партнера. Если предпочтение оказывается особям сходного фенотипа (т.е. со сходными индивидуальными характеристиками), то такое положительное ассортативное скрещивание ведет к увеличению в популяции доли особей с родительским генотипом. Если при подборе брачной пары предпочтение имеют особи противоположного фенотипа (отрицательное ассортативное скрещивание), то в генотипе потомства будут представлены новые сочетания аллелей; соответственно в популяции появятся особи либо промежуточного фенотипа, либо фенотипа, резко отличающегося от фенотипа родителей.

Во многих регионах мира высока частота близкородственных браков (например, между двоюродными и троюродными родственниками). Образование брачных пар на основе родства называют инбридингом. Инбридинг увеличивает долю гомозиготных особей в популяции, поскольку в этом случае высока вероятность того, что родители имеют сходные аллели. С повышением числа гомозигот возрастает и количество больных рецессивными наследственными болезнями. Но инбридинг способствует также большей концентрации определенных генов, что может обеспечить лучшую адаптацию данной популяции.

### 1.3 Лекция № 3 (2 часа)

**Тема:** Теоретические основы отбора.

#### 1.3.1 Вопросы лекции:

1. Сущность отбора
2. Естественный и искусственный отбор
3. Виды отбора
  - 3.1. Отбор по количественным признакам
  - 3.2. Отбор по качественным признакам
  - 3.3. Отбор по пороговым признакам

#### 1.3.2 Краткое содержание вопросов

##### 1. Сущность отбора

Различия в плодовитости, выживаемости, половой активности и т.п. приводят к тому, что одни особи оставляют больше половозрелых потомков, чем другие – с иным набором генов. Различный вклад особей с разными генотипами в воспроизведение популяции называют отбором.

Изменения нуклеотидов могут влиять, а могут и не влиять на продукт гена – полипептидную цепь и образуемый ею белок. Например, аминокислота серин кодируется шестью разными триплетами – ТЦА, ТЦГ, ТЦТ, ТЦЦ, АГТ и АГЦ. Поэтому мутация может превратить один из этих триплетов в другой, но при этом не изменить самой аминокислоты. Напротив, аминокислота триптофан кодируется только одним триплетом – ТГГ, и потому любая мутация заменит триптофан на другую аминокислоту, например на аргинин (ЦГГ) или серин (ТЦГ), или даже приведет к обрыву синтезируемой полипептидной цепи, если в результате мутации появится т.н. стоп-кодон (ТГА или ТАГ). Различия между вариантами (или формами) белка могут быть незаметны для организма, но могут и существенно влиять на его жизнедеятельность. Например, известно, что когда в 6-й позиции бета-цепи гемоглобина человека вместо глутаминовой кислоты стоит другая аминокислота, а именно валин, это приводит к тяжелой патологии – серповидноклеточной анемии. Изменения в других участках молекулы гемоглобина приводят к иным формам патологии, называемым гемоглобинопатиями.

Следует иметь в виду, что варианты белков не всегда можно трактовать как лучшие или худшие. Например, дефектный гемоглобин в серповидных эритроцитах не разрушается паразитом – малярийным плазмодием, поэтому больные серповидноклеточной анемией не заболевают малярией даже там, где велика смертность от нее у лиц с нормальным гемоглобином. Наличие той или иной группы крови системы *ABO* не оказывается на жизнедеятельности человека, но может обеспечить иммунную защиту организма от определенных заболеваний, а в редких случаях обуславливает несовместимость плода и матери. Для ряда белков, как животных, так и растений описан такой феномен: один вариант молекулы устойчив к высокой температуре, а другой хорошо работает в условиях холода. Такие примеры наглядно показывают, как индивидуальные различия в ДНК приводят к различиям в наследственной приспособленности особей к разным условиям среды.

Еще большие различия в приспособленности наблюдаются по генам, определяющим размеры, физиологические признаки и поведение особей; таких генов может быть много. Отбор, как правило, затрагивает их все и может вести к формированию ассоциаций аллелей разных генов.

##### 2. Естественный и искусственный отбор

Под **искусственным отбором** понимают осуществляющую человеком систему мероприятий по усовершенствованию существующих и созданию новых пород животных

и сортов растений с полезными в хозяйственном отношении наследственными признаками.

Дарвин различал две фирмы искусственного отбора:

1. Бессознательный отбор — стихийный, применялся на первых этапах одомашнивания растений и животных
2. Методический отбор — сознательный, человек подбирал для скрещивания пары по намеченному плану

Изучение искусственного отбора привело Дарвина к мысли о наличии аналогичного процесса в природе.

**Естественный отбор:** «Сохранение полезных индивидуальных различий или изменений и уничтожение вредных» (Ч. Дарвин).

Естественный отбор происходит в процессе биологического состязания, которое Дарвин назвал борьбой за существование. Она может проявляться в трех формах:

1. внутривидовая борьба — отражает конкуренцию между особями одного вида
2. межвидовая борьба — состязание за выживание между особями разных видов
3. борьба с неблагоприятными условиями среды (позволяющая выжить и оставить потомство более приспособленным к суровым условиям)

Развивая учение Ч. Дарвина, академик И. И. Шмальгаузен в своих работах показал, что существуют две формы естественного отбора.

1. Стабилизирующий отбор — фиксирует, закрепляет полезные признаки и свойства в относительно постоянных условиях среды.
2. Движущий отбор — стремящийся изменить вид и сделать его приспособленность к условиям жизни более совершенной. Приводит к образованию новых популяций, а затем и видов.

Взаимоотношение этих двух форм естественного отбора определяет скорость и характер эволюции различных видов и разновидностей.

### 3. Виды отбора

#### 3.1. Отбор по количественным признакам.

Как известно, количественные признаки управляются многими генами с аддитивным эффектом, но они способны проявлять межаллельные и межгенные взаимодействия. Генетический контроль одного и того же признака в зависимости от сортовой принадлежности неоднозначен. В первую очередь это касается направления доминирования. Изменение одного и того же признака в сторону возрастания у одних сортов обусловлено доминантными генами, у других — рецессивными.

При наследовании количественных признаков, когда одному фенотипу может соответствовать множество генотипов и, наоборот, сильно затрудняется суждение о наследственных задатках особи по ее фенотипу.

#### 3.2. Отбор по качественным признакам.

Качественные признаки — признаки, имеющие четко различимые формы, например, окраска или генетические аномалии, передаваемые отдельными генами. На фенотипическое проявление качественных признаков условия среды практически не влияют. Для характеристики популяции по качественным признакам используют понятия частота генов и генотипов.

#### 3.3. Отбор по пороговым признакам.

Пороговые признаки проявляются под воздействием факторов обусловленных наследственностью и средой обитания. Как правило, отбор, осуществленный по совокупности этих признаков, бывает весьма успешным. Любой из количественных продуктивных признаков характеризуется своей степенью изменчивости. Наследственностью определяются лишь ее границы, вот почему стабильность среды

содержания и численность стада отражаются на скорости того, как осредненные показатели приближаются к обусловленным наследственными признаками.

#### **1.4 Лекция № 4 (2 часа)**

**Тема:** Теоретические основы подбора

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Методы подбора и ее генетическая и биологическая сущность
2. Методы подбора, использующие аддитивный эффект генов.
3. Методы подбора, использующие эффект гетерозиса.
4. Синтетические гибриды

##### **1.4.2. Краткое содержание вопросов**

1. Методы подбора и ее генетическая и биологическая сущность

В начале 19 века были определены два основных метода подбора:

- 1) гомогенный (однородный);
- 2) гетерогенный (разнородный).

Гомогенный (однородный) подбор. Сущность его заключается в том, что матки и подбираемые к ним производители относительно сходны по главным признакам подбора. Гомогенный подбор применяют с целью сохранения, закрепления и усиления выраженности в потомстве ценных, наиболее желательных наследственных качеств. Такой подбор увеличивает в каждом последующем поколении однородность животных по выраженности желательных продуктивных качеств и повышает наследуемость, улучшая их племенные достоинства. Такой подбор чаще обеспечивает получение препотентных животных, т.е. животных, стойко передающих свои качества потомству.

Степень сходства между подобранными друг к другу животными может быть различной. Чем она больше, тем в значительной мере сказывается закрепляющее действие гомогенного подбора и выше степень наследования признаков. Крайним вариантом гомогенного подбора является родственное спаривание - инбридинг.

Однородность (сходство) спариваемых животных может быть по одному и нескольким признакам. Например, в молочном и молочно-мясном скотоводстве гомогенным подбором можно закреплять и усиливать способность животных к большим удоям, но можно одновременно консолидировать высокую молочность и жирномолочность. Для накопления генетического потенциала в стаде и породе в целом имеет значение использование потомства животных с рекордной продуктивностью. Немалую роль в получении таких животных играет гомогенный подбор. Но при наличии у животных, даже отобранных на племя, существенных недостатков (например, пониженная жирность молока при высоких удоях) исправить их гомогенным подбором нельзя. Более того, такие недостатки при гомогенном подборе могут накапливаться и усиливаться в стаде. Поэтому нельзя спаривать животных, имеющих одинаковые недостатки и пороки. Иногда на отдельных этапах племенной работы ставится задача не только сохранения и усиления характерных для породы ценных признаков, но и получения животных с дополнительными новыми качествами, которыми не обладали в нужной степени даже лучшие животные стада. К таким качествам относится, например, улучшение экстерьера у некоторых ценных специализированных пород молочного скота, улучшение свойств молокоотдачи и приспособленности к прогрессивной технологии животных молочных и молочно-мясных пород. В таких случаях обойтись использованием только гомогенного подбора невозможно. Нельзя его применять и для быстрого повышения в стаде жизнеспособности, конституциональной крепости и плодовитости.

Гетерогенный (разнородный) подбор. Его суть состоит в том, что спариваемые животные заведомо различаются по признакам подбора. Основными признаками подбора служат продуктивные качества животных и связанные с ними экстерьерно-конституциональные особенности, а также породность и происхождение. Кроме того, спариваемые животные могут различаться по возрасту. Степень гетерогенности может

быть неодинаковой. Различаясь по одному или нескольким признакам, животные могут быть сходны по другим.

Использование гетерогенного подбора дает возможность получить потомство, в котором удачное сочетание наследственности одного и другого родителя обусловливает развитие наиболее желательных качеств. Такое потомство обладает обогащенной, но менее устойчивой наследственностью. Оно в массе своей характеризуется меньшей однородностью, чем при гомогенном подборе, а повышенная изменчивость дает более богатый материал для отбора.

Гетерогенный подбор используют и для того, чтобы недостатки, свойственные одному из родителей, не повторялись у потомков. При этом нельзя один недостаток или порок исправлять подбором такого производителя, который имеет диаметрально противоположный недостаток. Нельзя также к животным, имеющим один недостаток, подбирать для его исправления производителя, улучшающего этот признак, но обладающего другим недостатком. Например, к корове, характеризующейся высокими удоями, но низким содержанием жира в молоке, не следует подбирать производителя, оцененного по качеству потомства как улучшатель жирномолочности, но является ухудшателем обильномолочности, что приведет к потере желательного хозяйствственно полезного признака, которым обладает корова. Во всех этих случаях нельзя добиться улучшения потомства. Более того, различные недостатки могут «размножаться» в стаде и, кроме существующих, появляются другие. Поэтому имеющиеся у отдельных животных недостатки или пороки в развитии какого-либо признака надо исправлять подбором безукоризненного во всех отношениях производителя, характеризующегося отличной выраженностю тех свойств, которые необходимо улучшить.

Нередко при гетерогенном подборе вследствие сочетания наследственных особенностей родителей появляются новые ценные качества потомства, которых у каждого из родителей в отдельности не было. Удачные генеалогические сочетания могут привести и к гетерозису в развитии тех или иных признаков. Ценной особенностью гетерогенного подбора является повышение в потомстве жизнеспособности, конституциональной крепости и плодовитости, что обусловлено наследственным несходством, биологической разнокачественностью половых клеток спариваемых животных.

К гетерогенному подбору относят также случаи, когда при совершенствовании или создании породы для внесения новых наследственных признаков или быстрого улучшения того или иного желательного качества используют производителей другой породы. Таким образом, крайний вариант гетерогенного подбора - межпородное скрещивание.

## **2. Методы подбора, использующие аддитивный эффект генов.**

Аддитивный эффект - тип взаимодействия генов, при котором степень развития количественного признака определяется влиянием нескольких генов, действующих сходным образом.

Гетерозис представляет собой настолько сложное биологическое явление, что трудно рассчитывать на возможность полного его объяснения теориями доминирования или сверхдоминирования. Очевидно, более правильно рассматривать основные их положения как составные части единой генетической теории гетерозиса, учитывая, что гетерозис связан с различными видами аллельного и неаллельного взаимодействия генов. Это положение в последнее время получило экспериментальное подтверждение. Так, например, Л. В. Хотылевой в диаллельных скрещиваниях инбредных лшгий кукурузы было показано, что высота растения и длина початка наследуются по типу сверхдоминирования, а в формировании числа рядов зерен главную роль играют аддитивные эффекты.

## **3. Методы подбора, использующие эффект гетерозиса**

Гетерозис - свойство животных превосходить лучшую из родительских форм по жизнеспособности, энергии роста, плодовитости, конституциональной крепости, устойчивости к заболеваниям.

Некоторые ученые считают гетерозисным эффектом и те случаи, когда потомство, полученное в результате скрещивания, имеет показатели хозяйственного полезных признаков, превышающие средние между родительскими формами, не превосходя лучшие из них.

Селекция на получение гетерозиса непосредственно связана с теорией и практикой племенного отбора и подбора и служит одним из путей повышения продуктивности животных. Гетерозис по своей генетической природе противоположен инбредной депрессии. Одной из особенностей его является наибольшая степень выраженности лишь в 1 поколении гибридов или помесей. Затем гетерозис незаметно затухает и исчезает в следующих поколениях при скрещивании гибридов друг с другом, если не принимается специальных мер для сохранения эффекта гетерозиса.

Попытка вскрыть механизм самого процесса сочетаемости наследственных факторов, обуславливающего эффект гетерозиса, было много. Термин «гетерозис» в науку ввел А. Шелл (1914), под которым он понимал гибридную силу, вызванную стимулирующим действием гетерозиготности.

Ряд ученых считает, что каждый новый ген возникает в гетерозиготном состоянии и подвергается действию естественного отбора. Многие из вновь возникших изменений генов обладают множественным действием. В одном направлении это действие полезно, в другом нейтрально или даже вредно для организма. В процессе эволюции выживают те организмы, у которых положительное действие генов выявилось в гетерозиготном состоянии, а вредное оказалось в рецессивном. Возникновение генов с двойным действием является следствием эволюционного процесса. Гетерозис прежде всего полезен самому организму животного, происходящему от скрещивания. Отсюда следует, что высокая степень гетерозиготности - причина гетерозиса.

А. Шелл и О. Ист предложили гипотезу сверхдоминирования. Суть ее заключается в том, что высокая гетерозиготность лучше, чем гомозиготность, обеспечивает разнообразие и усиление физиологических функций организма. Х.Ф. Кушнер на основании большого числа экспериментов выделил пять форм проявления гетерозиса, используемого в животноводстве:

- гибриды или помеси 1 поколения превосходят своих родителей по живой массе и жизнеспособности;
- помеси 1 поколения превосходят своих родителей по конституциональной крепости, долголетию, физической работоспособности при полной или частичной утере плодовитости;
- помеси 1 поколения по живой массе занимают промежуточное положение, но заметно превосходят родителей по многоплодию и жизнеспособности;
- каждый отдельно взятый признак ведет себя по промежуточному типу наследования, а в отношении конечной продукции наблюдается повышенный гетерозис;
- помеси или гибриды не превосходят по продуктивности лучшую родительскую форму, но имеют более высокий ее уровень по сравнению со среднеарифметическими показателями обоих родителей.

#### **4. Синтетические гибриды.**

Синтетики или гибридные популяции получают путем свободного переопыления отобранных инбредных линий. Последующие семенные поколения множественных гибридов также можно называть синтетическими сортами. Для выведения синтетических сортов Бригер предложил метод сбалансированной популяции. Урожайность их может и не быть значительно лучше свободноопыляющихся сортов. Синтетические сорта

являются очень ценным источником желательных генных комбинаций для выведения превосходных инбредных линий. Семена можно сохранять для следующего урожая.

Для получения гибридов у двудомных культур достаточно посеять череззрядно или череззделяночно скрещиваемые компоненты и удалить посكونь до цветения среди посевов материнского образца.

С появлением первых цветков тщательно проверяют все растения каждого ряда и удаляют из рядков одного сорта все длинностолбчатые растения, а на втором сорте все растения с короткостолбчатыми цветками или наоборот. В силу легитимного оплодотворения на каждом сорте образуются гибридные семена без кастрации цветков по типу реципрокного скрещивания. При отсутствии пространственной изоляции между сортами и комбинациями для получения определенных гибридов у гречихи применяют ограниченно-свободное опыление, когда однотипные по высоте столбика материнские растения в начале цветения изолируют и под изолятор помещают побеги с соцветиями отцовского сорта с противоположной длиной столбика. У гречихи, несмотря на ее особенности, можно применять и принудительное скрещивание путем накладывания цветков соответствующего типа отцовского сорта на цветущие в утренние часы цветки материнских растений.

Независимо от способа получения гибридных семян по любой культуре сразу же в первом поколении необходимо определить по доминантным (маркерным) признакам отцовской формы действительность их гибридного происхождения, отбраковать возможные экземпляры ложных гибридов, которые усложняют работу и снижают ее качество.

При работе с гибридным материалом необходимо всегда соблюдать правила изоляции особенно у перекрестноопыляющихся культур и факультативных перекрестников. С этой целью следует проводить индивидуальную изоляцию каждой семьи, а чаще всего для более правильной оценки гибридов у ржи, гречихи и других культур применяют метод резервов (половинок), при котором для оценки качества гибридов высеваются не все, а только часть гибридных семян, остальные хранятся до следующего года в резерве. Лучшие комбинации этого резерва высеваются индивидуально или группами сходных комбинаций с соблюдением изоляции при дальнейшей селекционной работе. По первому поколению важно получить характеристику по показателю доминирования, проявлению степени гетерозиса. Эти данные позволяют судить о ценности и дальнейшей перспективе определенной комбинации.

С целью ускоренного размножения и получения наибольшего количества гибридов первого поколения их посев и уход нужно проводить самым тщательным образом на хорошо подготовленной и высоко плодородной почве с увеличенными площадями питания для растений.

Во втором поколении основная задача заключается во внимательном изучении проявления комбинационной изменчивости, отборе и всесторонней оценке выщепившихся форм, лучшие из которых должны составить новый исходный материал для дальнейшей селекционной работы.

Таким образом, из вышеизложенного следует, что для использования метода внутривидовой гибридизации необходимы обширные знания селекционно-генетических вопросов и практические навыки по созданию гибридов запланированных комбинаций, умение правильно оценить полученные гибриды и использовать появляющиеся в процессе расщепления удачные комбинационные формы, новообразования и трансгрессии. Метод внутривидовой гибридизации имеет неисчерпаемые возможности по увеличению нового исходного материала. С его помощью создано огромное количество замечательных сортов на новом этапе синтетической селекции. Кроме вышеуказанных сортов, созданных методом гибридизации, можно еще назвать целый ряд замечательных

сортов по каждой культуре для подтверждения огромной значимости метода внутривидовой гибридизации в современной селекции.

## **1.5 Лекция № 5 (2 часа)**

**Тема:** Биологические и генетические основы селекции с.-х. животных.

### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Генетические основы селекции КРС молочного направления
2. Генетические основы селекции свиней
3. Генетические основы селекции овец
4. Генетические основы селекции птицы

### **1.5.2 Краткое содержание вопросов**

#### **1. Генетические основы селекции КРС молочного направления**

Генетическое улучшение молочного скота в России осуществляется главным образом через быков-производителей, используемых в воспроизводстве популяции и закупаемых на племенные цели заведомо генетически более ценных коров, телок и нетелей, в том числе по импорту.

Использование быков-производителей организаций по искусственному осеменению сельскохозяйственных животных имеет, несомненно, большее влияние на темпы генетического совершенствования отечественного молочного скотоводства. Однако данное утверждение справедливо только в том случае, если племенные качества предлагаемых к воспроизводству быков соответствуют декларируемым характеристикам.

Необходимо отметить, что многие потребители продукции отечественных племпредприятий не доверяют публикуемым в каталогах и других изданиях оценкам племенной ценности производителей, ориентируясь при выборе быков на наивысшую продуктивность их матерей.

Данное положение обусловлено тем, что значительная часть организаций по искусственному осеменению сельскохозяйственных животных оценивают своих производителей без необходимой для этого проверки по качеству потомства, на основе происхождения и неких прогнозов. Достоверность подобных оценок не превышает 20-25% при минимально необходимом уровне 65%.

Некоторые хозяйства активно стали закупать сперму производителей ряда зарубежных компаний, ориентируясь на публикуемые индексы племенной ценности этих быков.

Однако подобная практика не эффективна и даже может привести к отрицательным последствиям. Достаточно отметить, что при конструировании индексов весовые коэффициенты признаков продуктивности в различных странах значительно отличаются. Например, в США, Канаде, Дании, Германии, Франции, Венгрии, Швеции, Швейцарии и ряде других государств в селекционных индексах племенная ценность животных по удою не определяется. В Нидерландах, Дании, Бельгии, Австралии и др. в агрегативном селекционном индексе племенная ценность производителей по удою принимается как отрицательный фактор. Это обусловлено выделением сельхозпроизводителям квот на молоко, превышение которых не допускается и, следовательно, рост обильномолочности разводимых животных на таких фермах экономически не целесообразен.

В Российской Федерации, напротив, удой является основным селекционным признаком, и, следовательно, отбор производителей, сперма которых планируется использовать в воспроизводство популяции молочного скота в нашей стране нельзя выбирать, базируясь на их зарубежных индексах племенной ценности, рассчитанных без учета их влияния на удой.

## **2. Генетические основы селекции свиней**

В основе селекционно-племенной работы с сельскохозяйственными животными, как это признается селекционерами всех стран, лежит убеждение в том, что самым действенным средством улучшения существующих пород и выведения новых является отбор, сочетающийся с подбором родительских пар, при условии полноценного кормления и рационального содержания животных.

Селекция возникла задолго до появления генетики. Отбор в той или иной форме существовал с самых истоков зарождения животноводства, с периода одомашнения животных. Используя свойственную организмам наследственную изменчивость, человечество путем длительного отбора создавало разно-образные породы животных и птиц. Ч. Дарвин обобщил результаты этой огромной работы, в значительной мере обосновав на ней свое учение об изменчивости организмов и роли отбора как могучего фактора в создании пород и видов.

Характер изменчивости определяется исторически сложившейся организацией каждой особи и разнообразием условий среды, в которых развивается организм. Животные одного и того же вида, одной породы по-разному воспринимают условия жизни и изменяются различно. Это и создает то бесконечное разнообразие форм, которое делает возможным отбор. Отобранные для дальнейшего размножения животные передают потомству свои особенности форм и функций.

С течением времени, совершенствуя методы отбора, селекционеры начали использовать не только явления изменчивости, но и применять индивидуальный подбор с учетом качества потомства как результата различных спариваний и скрещиваний, с рациональным использованием инбридинга, особенностей конституциональных типов, сознательно стремясь к выведению таких пород и групп, которые обладали бы хорошей жизнеспособностью и высокой продуктивностью в определенной природной и хозяйственной обстановке.

Т. Гейдгус в числе основных факторов, влияющих на эффективность, отбора, направленного на генетическое улучшение стада, называет следующие.

Требования экономического характера: при отборе надо учитывать те признаки, улучшение которых повышает доходность животноводства. Сокращение числа учитываемых при отборе признаков ускоряет совершенствование каждого из них.

Достаточную генетическую изменчивость тех признаков, по которым производится отбор.

Тщательный учет корреляций между селекционируемыми признаками. Наличие положительных корреляций с достаточно высокими коэффициентами позволяет уменьшить число отбираемых признаков, что содействует ускорению отбора; признаки, между которыми существует отрицательная корреляция, трудно улучшаются отбором.

Селекция свиней в отличие от селекции других видов сельскохозяйственных животных имеет свои особенности благодаря оригинальным биологическим свойствам, присущим этим животным. Некоторые из этих свойств имеют положительный характер, облегчая селекционно-племенную работу.

К их числу относится прежде всего высокая плодовитость свиней, что позволяет получать одновременно большое количество потомков, особенно при использовании искусственного осеменения свиноматок. Наряду с этим высокая интенсивность расплода (малый интервал между поколениями), быстрая смена поколений и ярко выраженная скороспелость современных заводских пород свиней дают возможность гораздо быстрее

оценивать и использовать наследственные свойства родителей, имея в стаде одно-временно несколько поколений животных.

В каждом из современных племенных заводов и племенных ферм установились сравнительно одинаковые по годам условия кормления и содержания, что позволяет контролировать и уравнивать влияние внешней среды на ряд поколений.

Положительным является также большое количество различных скрещиваний и спариваний как внутри пород, так и между породами, результаты которых дают возможность проследить и использовать некоторые закономерности наследования и изменчивости организмов; иначе говоря - учесть и обобщить богатый опыт отечественного свиноводства с целью его дальнейшего совершенствования.

К числу характерных особенностей свиней, как многоплодных животных, необходимо отнести также частое проявление изменчивости в пределах приплода: полные братья и сестры одного и того же приплода могут резко отличаться друг от друга как по своему телосложению, так и по продуктивным качествам.

Одним из старейших и основных методов селекции свиней, получившим теоретическое обоснование в генетике, является метод оценки наследственных качеств племенных животных по потомству. Российские селекционеры высоко ценят надежность этого метода, дополняя его изучением родословной, индивидуальными качествами животных и пр.

Положительное влияние на совершенствование стада и по-роды имеет также работа селекционера с популяциями, т. е. с группами сходных особей. В общем понимании сущность этой работы заключается в том, что если нельзя предвидеть продуктивность отдельного животного, то с более определенным приближением можно предсказать, какую продукцию даст сходная группа животных, т. е. продукцию популяции.

### **3. Генетические основы селекции овец**

В крупных хозяйствах нашей страны разводят в основном только породистых и улучшенных овец. В среднем чистопородные овцы составляют примерно 81 %. Поэтому большое значение в настоящее время приобретают консолидация и дальнейшее совершенствование пород. В этих целях необходимо прежде всего изучить и оценить происходящие породообразовательные процессы и определить направление дальнейшей работы с породами.

Перед специалистами-овцеводами страны поставлена задача по ускоренному выведению новых пород овец, отвечающих требованиям промышленной технологии. Методами ускоренного селекционного процесса необходимо получить высокопродуктивных гибридов овец, устойчивых к различным паразитарным заболеваниям.

Генетические основы селекции овец. Поскольку овцы являются универсальными животными, а качество их продукции определяется многими показателями, то успех племенной работы в овцеводстве в значительной степени зависит от детального изучения наследственных качеств животных и наследуемости важнейших признаков и свойств в конкретном стаде.

Обычно селекционную работу проводят по всем основным хозяйственным признакам, но с учетом наиболее важных из них для конкретного стада, ибо максимальный эффект дает селекция по возможно меньшему числу признаков. Так, в тонкорунном овцеводстве наиболее важными признаками являются настриг шерсти и ее основные технологические свойства, а в мясо-шерстном полутонкорунном - скроспелость и выраженность мясных качеств, а также однородность шерсти и т. д.

Коэффициенты наследуемости основных хозяйственно полезных признаков в тонкорунном и полутонкорунном овцеводстве характеризуются следующими показателями: выход немытой шерсти - 0,4; выход чистого волокна - около 0,42; оброслость головы - 0,56; толщина волоса - 0,3-0,6; густота шерсти - 0,5 до 0,8; длина

штапеля - 0,52; число извитков на 1 см волоса - 0,36-0,47; дефекты шерсти (мертвый волос) - 0,53.

Степень прогресса в стаде в значительной степени зависит от величины селекционного дифференциала. Эффективного улучшения всего стада можно ожидать только в том случае, если животные, выделяемые в племенное ядро, обладают высокой продуктивностью и наследуемостью. Чем выше селекционный дифференциал, тем быстрее происходит улучшение породных и продуктивных качеств стада. Обычно наиболее высоким селекционным дифференциалом обладают бараны-производители, поскольку они подвергаются более строгому и всестороннему отбору.

По большинству хозяйственно полезных признаков у овец отмечают и довольно высокие коэффициенты повторяемости, особенно по настригу и качеству шерсти. Однако следует учитывать, что романовские и каракульские овцы наиболее высококачественную продукцию дают только в молодом возрасте (овчины, шкурки).

В овцеводстве довольно резко выражена как положительная, так и отрицательная коррелятивная изменчивость по ряду признаков. Так, положительная корреляция существует между величиной тонкорунных овец и их шерстной продуктивностью (0,36), в то же время повышенная мясность животных оказывает отрицательное влияние на шерстную продуктивность и ее качество, поэтому мясо-шерстные овцы значительно уступают тонкорунным по качеству шерсти.

Повышенная складчатость кожи у мериносовых овец хотя и сопровождается повышением настрига шерсти, но приводит к уменьшению длины и снижению уравненности по толщине волоса. Выход чистой шерсти положительно коррелирует с длиной штапеля, но имеет отрицательную зависимость с числом извитков.

4. Генетические основы селекции птицы.

Вся селекционно-племенная работа в птицеводстве базируется на генетических основах наследственности и изменчивости. Оба этих явления должны хорошо знать зооинженеры.

Под наследственностью понимают свойство организмов передавать свои признаки и особенности потомству, что в конечном итоге способствует созданию материальной и функциональной преемственности между поколениями, а также обуславливает специфический характер индивидуального развития в определенных условиях внешней среды.

Под изменчивостью понимают различия между организмами по ряду признаков и свойств

Различают ядерную (хромосомную) и цитоплазматическую (не хромосомную) наследственность. Ядерная наследственность определяется генами, расположенными в хромосомах, и распространяется на большую часть признаков и свойств организма. Цитоплазматическая наследственность обусловлена наличием в клетке органелл (например, митохондрий), имеющих собственную дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК), а следовательно, и собственные гены. Известно, что у млекопитающих 99 % ДНК находится в ядре клетки и около 1 % - в цитоплазме, тогда как у птицы ДНК в цитоплазме значительно больше, однако роль ее в передаче генетической информации еще далеко неясна.

Молекулярные основы наследственности и Материальную основу наследственности составляют нуклеиновые кислоты - ДНК и РНК (рибонуклеиновая). В свою очередь, РНК подразделяют на рибосомальную (р-РНК), матричную, или информационную (и-РНК), и транспортную (т-РНК). На долю р-РНК приходится около 80 % всей клеточной РНК, на долю т-РНК около 10-15 и на долю и-РНК около 5-10 %.

## **1.6 Лекция № 6 (2 часа)**

**Тема:** Иммуногенетика и генетический полиморфизм белков

### **1.6.1 Вопросы лекции:**

1. Понятие иммуногенетики
2. Понятие полиморфизма
3. Контроль происхождения с.-х. животных
4. Биохимический полиморфизм и значение групп крови в селекции с.-х. животных
5. Генетические расстояния

### **1.6.2. Краткое содержание вопросов**

#### **1. Понятие иммуногенетики**

Иммуногенетика - наука, изучающая наследственные факторы иммунитета. Иммуногенетика исследует закономерности наследования антигенных факторов, распространение их в популяциях, корреляцию с конституцией организма и устойчивостью к болезням (у сельскохозяйственных животных и с продуктивностью), тканевую несовместимость. Сочетает методы иммунологии, генетики и молекулярной биологии. Начало иммуногенетики положили работы немецких учёных П. Эрлиха и Ю. Моргенрота, обнаруживших в начале XX в. у коз индивидуальные различия по эритроцитарным антигенам. В дальнейшем удалось обнаружить с помощью специфических иммунных антител в эритроцитах животных очень большое количество антигенных факторов, иногда называемых кровяными факторами (у крупного рогатого скота более 100, у свиней более 40, у овец 25, у кур около 60). Было установлено строгое наследование антигенных факторов. Число возможных комбинаций антигенных факторов, или групп крови, с учётом всех систем очень велико, например у крупного рогатого скота оно значительно превышает общее количество животных в любой породе. За исключением однояйцевых близнецов не удается встретить двух животных с одинаковыми типами крови. Данные иммуногенетики используют в племенном деле для определения в сомнительных случаях происхождения животных. Частота встречаемости различных аллелей групп крови в популяциях, породах и племенных линиях представляет интерес для выяснения происхождения пород, степени генетического сходства и различий исследуемых групп. В некоторых случаях удалось установить генетические корреляции между аллелями групп крови с продуктивностью, плодовитостью, жизнеспособностью животных, степенью гетерозиса при скрещиваниях. И. изучает антигенные свойства и других тканей (лейкоцитов, сперматозоидов, сывороточных белков и др.), а также другие белковые компоненты крови (типы гемоглобина, сывороточных трансферринов), молока, куриных яиц. У многих видов животных удалось установить наследуемые типы гемоглобинов, трансферринов и других белков, определение которых используют для уточнения происхождения животных и пород. Исследования в области иммуногенетики ведутся во многих странах, в том числе в СССР во многих научных учреждениях по животноводству. Для координации исследований и обмена научной информацией в области иммуногенетики существует Европейское общество по изучению групп крови животных, членами которого являются многие советские научные учреждения.

#### **2. Понятие полиморфизма.**

Полиморфизм в биологии (от др.-греч. πολύμορφος - многообразный) - способность некоторых организмов существовать в состояниях с различной внутренней структурой или в разных внешних формах.

Внешний (а также внутренний, например, биохимический) полиморфизм может быть обусловлен внутривидовыми генетическими различиями. С другой стороны, возможен полиморфизм, при котором организмы с практически идентичным геномом в зависимости от внешних условий приобретают различные фенотипические формы.

#### **3. Контроль происхождения с.-х. животных**

В последние годы в практике племенного животноводства стал применяться метод иммуногенетического контроля происхождения животных.

Генетический контроль достоверности записей происхождения племенных животных, отбираемых для дальнейшего воспроизводства, а также при проверке производителей по качеству потомства является обязательным.

Ошибки в записях происхождения племенных животных возникают по нескольким причинам. Прежде всего они могут быть вызваны естественной изменчивостью интервала между смежными охотами у самок и колебаниями сроков плодоношения. Кроме того, на племпредприятиях или на пунктах искусственного осеменения животных могут быть допущены ошибки при записях в журналах, где регистрируется, какой спермой оплодотворена самка или данные о родившемся потомстве.

В связи с тем, что группа крови в течение всей жизни не меняется, ее определяют один раз. Данные о группе крови заносят в карточку племенного животного.

Определяют группу крови у животного методом иммунных антител, которые продуцируются в сыворотке крови животного - реципиента при парентеральном введении ему крови другого животного - донора. Набор сывороток - реагентов получают в результате иммунизации на донорских стадах. Полученный реагент - это моноспецифическая сыворотка, которая содержит иммунные антитела, выявляющие какой-либо один кровяной фактор. По мере открытия эти антигенные факторы обозначали буквами латинского алфавита, в дальнейшем к ним добавлены апострофы: A, B, C, A1, B1, C1 и т. д.

Потомки наследуют от каждого из родителей определенные комбинации антигенов - группу крови. При решении вопроса, является ли данное животное потомком указанных в родословной родителей, исходят из установленного факта, что потомки не могут иметь группу крови, которой нет в типе крови его родителей. Происхождение животного определяют методом исключения.

#### **4. Биохимический полиморфизм и значение групп крови в селекции с.-х. животных**

Явление полиморфизма широко распространено в природе и первоначально было открыто в отношении ряда морфологических признаков организма (пигментация глаз у дрозофилы, окраска шерстного покрова у кроликов и пушных зверей, масти у лошадей и т.д.).

В последнее время, благодаря усовершенствованию лабораторных методов, был обнаружен наследственно обусловленный полиморфизм многих биохимических систем - групп крови, типов белков и ферментов, крови, молока и других биологических жидкостей организма животных. У многих видов живых существ уровень полиморфизма по белкам чрезвычайно высок. Число полиморфных локусов достигает 30-50\$ и более от общего числа изученных, а уровень гетерозиготности составляет около 7-15\$ (Кирпичников В.С., 1972; Корочкин Л.И. и др., 1977; Левонтин Р., 1978).

По определению Форда (Ford e. , 1945), полиморфизм - это одновременное существование в популяции двух или нескольких вариаций признака, причем частота самой редкой из них не может обуславливаться только интенсивностью мутационного процесса в данном локусе, а является результатом гетерозиготного состояния уже существующих аллелей. Форд (Ford e. , 1945) считает, что полиморфизм имеет место в том случае, когда мутантный ген, благодаря действию отбора, становится достоянием целой популяции, с частотой, превышающей таковую при спонтанном мутагенезе.

Ю.И.Новоженов (1979) считает, что между полиморфизмом и мутационной изменчивостью нет принципиальных различий, так как полиморфизм возникает благодаря закреплению в популяции генных, хромосомных и геномных мутаций. В то же время автор указывает на то, что нет резких различий между полиморфизмом и непрерывной изменчивостью. Ю.И.Новоженов предлагает определить полиморфизм как дискретную внутрипопуляционную изменчивость наследственного характера.

Ч.Ли (1978) считает, что первичными источниками генетической изменчивости являются мутации. Мутации ведут к увеличению наследственной изменчивости популяций. Благодаря мутациям и новым комбинациям генов создается "сырье", с которым предстоит работать естественному отбору. Значительная часть генных мутаций возникает в результате замены одного нуклеотида в гене другим, что приводит к изменению последовательности аминокислот в цепи молекулы белка.

Генные мутации возникают также в результате замены основания в каком-либо триплете или кодоне. По мнению С.Оно (1973), существует два вида такого рода мутаций: Nonsense и Missense. В результате Nonsense - мутаций возникают бессмысленные триплеты или трансляция РНК заканчивается на бессмысленном триплете. Такие мутации являются очень редкими. Чаще возникают Mis-sense - мутации, в результате которых происходит замена основания в триплете, что приводит к изменению смысла кодона и его функции. С.Оно считает, что Missense - мутации являются источником полиморфизма, так как в результате этого возникают системы множественных аллелей.

Существующие методики электрофореза на различных гелях позволяют дифференцировать типы белков по их подвижности в электрическом поле. Различия в электрофоретической подвижности измененного белка и бежа исходного типа вызваны тем, что с изменением структуры белка изменяется общий заряд его молекулы. При помощи электрофореза можно легко отличить гомозиготных особей от гетерозиготных по любому полиморфному локусу.

Ряд авторов (Левонтин Р., 1978; Меркульева Е.К., 1977) отмечает селективное превосходство гетерозигот. Преимущество гетерозигот над обеими гомозиготами Э.Майр (1968) объясняет существованием доминирования и сверхдоминирования. При доминировании в гетерозиготе доминантные гены подавляют вредные рецессивные гены. При сверхдоминировании гетерозигота Аа имеет преимущество над обеими гомозиготами АА и аа. Преимущество гетерозигот объясняется тем, что синтез сложных "гибридных" молекул белка обусловливается действием разных аллелей одного локуса. У гомозигот синтезируется белок одного типа, детерминируемый одинаковыми аллелями данного локуса. Благодаря насыщенности популяции гетерозиготами она обладает большим генетическим разнообразием.

Полиморфизм, в основе которого лежит преимущество гетерозигот над обеими гомозиготами, Форд (Ford e. , 1945) назвал балансированным.

Значительную роль в возникновении и поддержании полиморфизма играют генетико-автоматические процессы, связанные с ограниченными размерами популяций и числом особей, участвующих в размножении (Дубинин Н.П., 1931; Тимофеев-Ресовский Н.В. и др., 1969).

В настоящее время по вопросу о значении биохимического полиморфизма нет единого мнения. Существует две противоположных точки зрения, одна из которых рассматривает полиморфизм белков как селективно-нейтральный (неоклассическая школа), а другая - как адаптивную изменчивость, поддерживаемую различными формами отбора (балансовая школа). Сторонники первой точки зрения утверждают, что большинство аллелей селективно-нейтральны или почти нейтральны ( Kimura M., Ohta T. , 1971; King I., Jukes t. , 1969). Они придают первостепенное значение в эволюции случайному генетико-автоматическому процессам, отрицая направляющую роль естественного отбора. Полиморфизм белков животных и растений рассматривается как результат простого накопления случайных мутаций, не имеющих приспособительного значения.

## 5. Генетические расстояния

Генетическое расстояние (Genetic distance, GD) — мера генетического различия (дивергенции) между видами, подвидами, или популяциями одного вида. Малое

генетическое расстояние означает генетическое сходство, большее генетическое расстояние означает меньшее генетическое сходство.

Существует много параметров, используемых для измерения генетического расстояния. В простейшем случае генетическое расстояние между двумя популяциями одного вида может быть определено как разница в частотах определенного признака. Например, частота резус-отрицательных людей составляет 50,4 % среди басков, 41,2 % во Франции и 41,1 % в Великобритании. Генетическое расстояние между басками и французами составляет 9,2 %, генетическое расстояние между французами и британцами составляет 0,1 % для признака резус-отрицательный. Генетическое расстояние по некоторым признакам может быть усреднено для вычисления полного генетического расстояния.

## **1.7 Лекция № 7 (2 часа)**

**Тема:** Селекция на устойчивость к заболеваниям

### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Заболевания, передаваемые по наследству
2. Принципы решения проблем пороговых признаков для селекции

### **1.7.2. Краткое содержание вопросов**

#### **1. Заболевания, передаваемые по наследству**

Наследственная классификация наследственных болезней.

Клиническая медицинская генетика все болезни в зависимости от этиологической значимости наследственных и родовых факторов делит на наследственные болезни, болезни с наследственной предрасположенностью и ненаследственные болезни. Большинство болезней относятся к группе заболеваний с наследственной предрасположенностью.

Наследственными болезнями называют болезни, вызываемые только мутациями – изменениями генетического материала. Мутации приводят к различным нарушениям нормального развития организма.

Особенностью наследственных болезней является то, что мутации, как этиологические факторы заболеваний, не зависят от среды обитания животного, его кормления и содержания. Из наследственных болезней выделяют хромосомные, генные, геномные и цитоплазматические болезни.

Хромосомными болезнями называют заболевания обусловленные изменениями (мутациями) числа хромосом.

Генные болезни обусловлены изменениями нуклеотидного состава ДНК отдельных генов, т. е. генными мутациями. Генных болезней у человека около 2000 (Н. П.Бочков,2004) [10].

Геномные болезни связаны с геномными мутациями – изменениями генома, т. е. гаплоидного набора хромосом: слияния и раздаление хромосом в области центромера, изменение числа хромосом, не кратное гаплоидному набору (добавление или потеря 1-2 хромосом диплоидного набора). Такая патология часто приводит к смерти животного.

Цитоплазматические болезни связаны с цитоплазматическими (митохондрии, хлоропласты) мутациями и чаще проявляются в форме различных невропатий и миопатий.

Болезни с наследственной предрасположенностью. К болезням с наследственной предрасположенностью относят такие заболевания, которые проявляются у животных с отягощенной генетической наследственностью под влиянием факторов окружающей среды – мутагенов.

Мутагены – вещества способные изменить материал наследственности. Из многочисленного числа мутагенов выделяют: физические (ионизирующее излучение, коротковолновое УФ излучение и др.), химические (различные химические вещества, в

том числе и токсины патогенных грибов, пестициды), биологические (вирусы, некоторые бактерии, микоплазмы).

Ионизирующее излучение вызывает повреждение ДНК, ведёт к образованию в клетках мобильные ионы (свободные радикалы), способные вторично вызывать повреждение генетического материала.

Многие физические и химические мутагены индуцируют злокачественный рост клеток, являясь канцерогенами.

Для возникновения болезней с наследственной предрасположенностью необходима соответствующая генетическая конституция животного, и фактор или комплекс факторов среды, вызывающих мутацию генов. В итоге с помощью средового фактора или факторов реализуется наследственная предрасположенность.

При генетической классификации наследственных болезней ещё выделяются болезни, возникающие при несовместимости матери и плода по антигенам. Сущность этих болезней заключается в том, что в процессе развития плода часть его крови попадает в организм матери. Если плод от отца унаследовал такой аллель антигена ( $Ag^+$ ), которого нет у матери ( $Ag^-$ ), то организм беременной отвечает иммунной реакцией. Антитела матери, проникая в кровь плода, вызывают у него иммунный конфликт (см. гемолитическая болезнь новорожденных).

Клиническая классификация наследственных болезней.

Клиническая классификация наследственных болезней объединяет болезни обмена веществ (ферментопатии, нарушение обмена аминокислот, нарушение обмена углеводов, липидов, витаминов, другие нарушения), наследственно обусловленные заболевания эндокринных органов (биосинтеза гормонов), генетически обусловленные заболевания кожи, наследственно обусловленные заболевания сердечно-сосудистой системы, крови и кроветворных органов, почек, другие наследственно обусловленные заболевания и врождённые аномалии (эпилепсия, астма бронхиальная, грипп, глухота и др.).

Следует иметь ввиду, что большинство наследственных болезней имеют полиморбидный характер, при очень немногих наследственных болезнях избирательно поражается один орган или одна система. Большинство генных мутаций, особенно хромосомные и геномные, вызывают генерализованное поражение какой-либо ткани или захватывают несколько органов.

Приведённая выше классификация наследственных болезней является целостной.

Список распространённых заболеваний с генетическим компонентом включает фактически всё состояния, с которыми сталкивается практическая медицина (Новик А. А., и другие; 2001)[75].

Наследственные генетические аномалии связаны с гетерозиготностью родителей. Гетерозиготность – явление организма, при котором имеется два разных аллеля определённого гена, в отличии от гомозиготности – когда организм имеет два одинаковых аллеля определённого гена. Под аллелем - понимают варианты одного гена, возникающие в результате изменений (мутаций).

Аллельные болезни называют фенотипическими (фенотип – совокупность морфологических, физиологических, поведенческих признаков организма).

Генетические аномалии отмечаются у животных, рождённых от фенотипически нормальных, но гетерозиготных родителей. Аномальные гены в соответствии с правилами чистоты гамет (зрелых половых клеток) могут сохраняться в гетерозиготном состоянии в генотипе (наборе генов индивида или вся генетическая информация организма) неопределённое время и проявляться лишь у потомства, рождённого от двух гетерозиготных по аналогичному аллелю половых партнёров. Например, врождённая аномалия – тазобедренная дисплазия у животных может проявиться через 17 поколений.

Генетические аномалии могут заканчиваться гибелю эмбрионов, рождением молодняка с признаками уродства, проявлением аномалии в последующие периоды роста и развития.

Врождённые аномалии могут наследоваться по аутосомно-рецессивному, аутосомно-доминантному типам и наследовании – сцепленным с X-хромосомой.

Аутосомно-рецессивное наследование – это такой тип наследования признака или болезни (аномалии), при котором мутантный аллель, локализованный в аутосоме (любая реполовая хромосома) должен быть унаследован от обоих родителей. При аутосомно-рецессивном типе наследования аномалия обусловлена рецессивным геном, находящимся в аутосоме. У мужских и женских особях дефект проявляется с одинаковой частотой. Наследственный дефект при этом типе наследования проявляется не в каждом поколении, а с перерывами.

При аутосомно-доминантном типе наследования аномалии проявляются как у гетеро- так и у гомозиготных особей, что и обнаруживается в каждом поколении, без пропуска.

Гетерозигота – клетка (или организм), содержащая два различные аллеля в конкретном локусе (области локализации определённого генетического элемента на хромосоме).

Аутосомно-рецессивный тип наследования отличается от аутосомно-доминантного типа наследования тем, что при нём наследственный дефект проявляется не в каждом поколении, как это наблюдается при аутосомно-доминантном типе наследования, а через несколько поколений.

Наследование, сцепленное с X-хромосомой, относится к признакам, аллели которого находятся в X-хромосоме и могут быть как рецессивными, так и доминантными.

При этом типе наследования исключается передача признака от отца к сыну.

Хромосомный механизм определения пола обусловлен присутствием в кариотипе (хромосомном наборе клетки или организма) особых половых хромосом. Пол, имеющий одинаковые половые хромосомы, называется гомогаметным, пол, имеющий разные половые хромосомы – гетерогаметным.

Неполовые хромосомы кариотипа называются аутосомами. У млекопитающих животных гетерогаметным является мужской пол, а гомогаметным – женский.

У птиц гетерогаметным полом является женский (WZ), а гомогаметным – мужской (ZZ).

Наследование генов, локализованных на половых хромосомах, называется сцепленным с полом наследованием. У млекопитающих и человека X-хромосома имеет много генов, Y-хромосома, наоборот, мало. У самцов рецессивные гомозиготные гены X-хромосомы могут проявлять свой фенотипический (признак, проявляющийся в результате действия генов в определённых условиях среды) эффект. У самок так же одна из двух X-хромосом подвергается гетерохроматизации в раннем эмбриогенезе и инактивируется. Процесс гетерохроматизации X-хромосом носит случайный характер, поэтому в разных клетках женского организма инактивированы разные X-хромосомы (либо отцовские, либо материнские), а значит могут функционировать разные аллели гомологического гена. Классическим примером наследования патологического признака, сцепленного с X-хромосомой, является гемофилия – болезнь, при которой кровь теряет способность свёртываться из-за нарушения синтеза особого белка – антигемофилического глобулина.

Ген, контролирующий синтез этого глобулина, располагается на X-хромосоме (см. гемофилию).

Классификация врождённых пороков.

Чёткой классификации врождённых пороков из-за многообразия их форм не существует.

В гуманной медицине врождённые пороки классифицируют по локализации и этиологии.

Врождённые пороки развития подразделяют на изолированные (в одном органе), системные (в пределах одной системы органов), множественные (в органах двух систем и более).

Множественные врождённые пороки развития называют синдромами, при которых прослеживается этиологическая и патогенетическая связь и определённые клинические признаки. Врождённые пороки могут быть наследственными, экзогенными и многофакторными.

Наследственно обусловленные врождённые пороки развития могут быть обусловлены генными или хромосомными и геномными мутациями. При генных мутациях происходит нарушения эмбриогенеза не редко с гибелью эмбриона.

При хромосомных и геномных мутациях появляются хромосомные болезни.

Экзогенно обусловленные пороки развития являются следствием действия тератогенных факторов на эмбрионы.

Выраженным тараторенным действием обладают ионизирующая радиация, некоторые лекарственные вещества (стрептомицин, варфарин, амидоперин, тестостерон, метилтестостерон и др.), пестициды и др.

Патогенный фактор может действовать на стадии гаметогенеза (развития половых клеток); бластогенеза, эмбриогенеза и плодной (фетальной) стадии.

В случаях когда в гаметах есть мутации, нарушающие нормальное развитие организма, называют гаметопатиями.

Когда поражаются бластоциты и развивается пороки их называют бластопатиями, при поражении зародыша возникают эмбриопатии. Поэтому все врождённые пороки развития тератогенной природы являются эмбриопатиями, так как в эмбриональном периоде происходит формирование органов.

Пороки или аномалии, возникающие на плодной (фетаплацентарной) стадии развития, называются фетапатиями. Они возникают в результате действия тератогенных факторов в период от первых недель внутриутробного развития до родов. Причинами фетапатии могут быть недоброкачественные корма, особенно поражение токсикогенными грибами и пестицидами.

## **2. Принципы решения проблем пороговых признаков для селекции**

К основным факторам селекционных работ можно отнести - современные научные знания позволяющие выделять основные положения, которые определяют успешность селекционных работ, в том числе генетически обусловленные признаки, качество передающихся по наследству признаков породы. Если рассмотреть набор этих факторов прилагательно к вопросам практического осуществления селекции, то можно отметить следующее - генетически обусловленные признаки и их изменение, прежде всего, зависят от природы определяющей эти признаки, их развитие в процессе эволюции и в том, как они обеспечивают жизнеспособность не только отдельного экземпляра, но и всего стада.

Учитывая все это, основные признаки породы можно подразделить на несколько групп к которым относятся признаки по количеству, признаки по качеству и признаки порогового характера.

Первая группа объединяет признаки которые характеризуют способность непрерывной изменчивости вида. Основная особенность этой группы признаков проявляется в сильной зависимости от среды обитания.

Важнейшие количественные признаки - многоплодность, масса одного поросенка и гнезда при отъеме, показатели скороспелости и мясности. Качественными признаками у свиней определяются свойства жизнеспособности и адаптации к окружающим условиям.

Качественные признаки генетически обусловлены и характеризуются незначительной зависимостью от среды обитания и высокой повторяемости при воспроизводстве потомства.

Пороговые признаки проявляются под воздействием факторов обусловленных наследственностью и средой обитания. Как правило, отбор, осуществленный по совокупности этих признаков, бывает весьма успешным. Любой из количественных продуктивных признаков характеризуется своей степенью изменчивости.

Наследственностью определяются лишь ее границы, вот почему стабильность среды содержания и численность стада отражаются на скорости того, как осредненные показатели приближаются к обусловленным наследственными признаками.

## 1.8 Лекция № 8 (2 часа)

**Тема:** Дисперсионный анализ качественных и количественных признаков

### 1.8.1 Вопросы лекции:

1. Вычисление доли влияния факторов для качественных и количественных признаков при однофакторном анализе
2. Вычисление доли влияния факторов для качественных и количественных признаков при многофакторном анализе

### 1.8.2 Краткое содержание вопросов

#### 1. Вычисление доли влияния факторов для качественных и количественных признаков при однофакторном анализе

Простейшим случаем дисперсионного анализа является одномерный однофакторный анализ для двух или нескольких независимых групп, когда все группы объединены по одному признаку. В ходе анализа проверяется нулевая гипотеза о равенстве средних. При анализе двух групп дисперсионный анализ тождественен двухвыборочному *t*-критерию Стьюдента для независимых выборок, и величина *F*-статистики равна квадрату соответствующей t-статистики.

Для подтверждения положения о равенстве дисперсий обычно применяется критерий Ливена (*Levene's test*). В случае отвержения гипотезы о равенстве дисперсий основной анализ неприменим. Если дисперсии равны, то для оценки соотношения межгрупповой и внутригрупповой изменчивости применяется F-критерий Фишера:

$$F_{df_{bg}, df_{wg}} = \frac{MS_{BG}}{MS_{WG}}.$$

Если *F*-статистика превышает критическое значение, то нулевая гипотеза отвергается и делается вывод о неравенстве средних. При анализе средних двух групп результаты могут быть интерпретированы непосредственно после применения критерия Фишера.

При наличии трёх и более групп требуется попарное сравнение средних для выявления статистически значимых отличий между ними. Априорный анализ включает метод контрастов, при котором межгрупповая сумма квадратов дробится на суммы квадратов отдельных контрастов:

$$SS_{BG} = SS_{\psi_1} + SS_{\psi_2} + \dots + SS_{\psi_n},$$

где  $\psi$  есть контраст между средними двух групп, и затем при помощи критерия Фишера проверяется соотношение среднего квадрата для каждого контраста к внутригрупповому среднему квадрату:

$$F_{1, df_{wg}} = \frac{MS_{\psi_i}}{MS_{WG}}.$$

Апостериорный анализ включает *post-hoc* *t*-критерии по методам Бонферрони или Шеффе, а также сравнение разностей средних по методу Тьюки. Особенностью *post-hoc*-тестов является использование внутригруппового среднего квадрата  $MS_{WG}$  для оценки

любых пар средних. Тесты по методам Бонферрони и Шеффе являются наиболее консервативными, так как они используют наименьшую критическую область при заданном уровне значимости  $\alpha$ .

Помимо оценки средних дисперсионный анализ включает определение коэффициента детерминации  $R^2$ , показывающего, какую долю общей изменчивости объясняет данный фактор:

$$R^2 = \frac{SS_{BG}}{SS_{total}}.$$

2. Вычисление доли влияния факторов для качественных и количественных признаков при многофакторном анализе.

Многофакторный анализ позволяет проверить влияние нескольких факторов на зависимую переменную. Линейная модель многофакторной модели имеет вид:

$$x_{i,j,k} = \mu_i + a_{i,j} + b_{i,k} + \dots + (ab)_{i,j,k} + e_{i,j,k}, \text{ где:}$$

$x_{i,j,k}$  — результат измерения  $i$ -го параметра;

$\mu_i$  — среднее для  $i$ -го параметра;

$a_{i,j}$  — систематическая ошибка измерения  $i$ -го параметра в  $j$  группе по методу  $A$ ;

$b_{i,k}$  — систематическая ошибка измерения  $i$ -го параметра в  $k$  группе по методу  $B$ ;

$(ab)_{i,j,k}$  — систематическая ошибка измерения  $i$ -го параметра в  $j, k$  группе в силу комбинации методов  $A$  и  $B$ ;

$e_{i,j,k}$  — случайная ошибка измерения  $i$ -го параметра.

В отличие от однофакторной модели, где имеется одна межгрупповая сумма квадратов, модель многофакторного анализа включает суммы квадратов для каждого фактора в отдельности и суммы квадратов всех взаимодействий между ними. Так, в двухфакторной модели межгрупповая сумма квадратов раскладывается на сумму квадратов фактора  $A$ , сумму квадратов фактора  $B$  и сумму квадратов взаимодействия факторов  $A$  и  $B$ :

$$SS_{total} = SS_A + SS_B + SS_{AB} + SS_{WG}.$$

Соответственно трёхфакторная модель включает сумму квадратов фактора  $A$ , сумму квадратов фактора  $B$ , сумму квадратов фактора  $C$  и суммы квадратов взаимодействий факторов  $A$  и  $B$ ,  $B$  и  $C$ ,  $A$  и  $C$ , а также взаимодействия всех трёх факторов  $A, B, C$ :

$$SS_{total} = SS_A + SS_B + SS_C + SS_{AB} + SS_{BC} + SS_{AC} + SS_{ABC} + SS_{WG}.$$

Степени свободы раскладываются аналогичным образом:

$$df_{total} = df_A + df_B + df_{AB} + df_{WG}, \text{ где}$$

$$df_{total} = N - 1,$$

$$df_A = J - 1,$$

$$df_B = K - 1,$$

$$df_{AB} = (J - 1)(K - 1),$$

$$df_{wg} = N - JK,$$

и  $N$  есть объём полной выборки,  $J$  — количество уровней (групп) фактора  $A$ , а  $K$  — количество уровней (групп) фактора  $B$ .

В ходе анализа проверяются несколько нулевых гипотез:

гипотеза о равенстве средних под влиянием фактора  $A$ :  $H_0 : \mu_{1,*} = \mu_{2,*} = \dots = \mu_{j,*}$ ,

гипотеза о равенстве средних под влиянием фактора  $B$ :  $H_0: \mu_{*,1} = \mu_{*,2} = \dots = \mu_{*,k}$ ;

гипотеза об отсутствии взаимодействия факторов  $A$  и  $B$ :  $H_0: (ab)_{j,k} = 0$  для всех  $j$  и  $k$ .

Каждая гипотеза проверяется с помощью критерия Фишера:

$$F_{df_A, df_{wg}} = \frac{MS_A}{MS_{WG}};$$

$$F_{df_B, df_{wg}} = \frac{MS_B}{MS_{WG}};$$

$$F_{df_{AB}, df_{wg}} = \frac{MS_{AB}}{MS_{WG}}.$$

При отвержении нулевой гипотезы о влиянии отдельного фактора принимается утверждение, что присутствует главный эффект фактора  $A$  ( $B$ , и т. д.). При отвержении нулевой гипотезы о взаимодействии факторов принимается утверждение о том, что влияние фактора  $A$  проявляется по-разному на разных уровнях фактора  $B$ . Обычно в таком случае результаты общего анализа признаются не имеющими силы, и влияние фактора  $A$  проверяется отдельно на каждом уровне фактора  $B$  с помощью однофакторного дисперсионного анализа или  $t$ -критерия.

## 1.9 Лекция № 9 (2 часа)

**Тема:** Принципы крупномасштабной селекции

### 1.9.1 Вопросы лекции:

1. Особенности селекционной работы при крупномасштабной селекции в племенных и товарных хозяйствах
2. Разработка селекционных программ с использованием ЭВМ и новых биотехнологических методов

### 1.9.2 Краткое содержание вопросов

**1. Особенности селекционной работы при крупномасштабной селекции в племенных и товарных хозяйствах.** большинстве зон разведения молочного скота основными методами племенной работы стали оценка быков по качеству потомства, отбор и интенсивное использование улучшателей. Это потребовало совершенствования традиционно сложившихся методов племенного дела и привело к созданию системы крупномасштабной селекции. Крупномасштабная селекция - это система взаимосвязанных научно обоснованных селекционных, генетических, биотехнических и организационно-хозяйственных мероприятий, обеспечивающих планомерный постоянный прогресс в достаточно крупной популяции скота (Н. Г. Дмитриев, 1979-1985 гг.).

На большинстве племпредприятий страны от каждого производителя в течение двух-трех лет получают по 20-30 тыс. доз спермы, а от наиболее ценных быков — по 100 тыс. доз и более.

Технологическую основу крупномасштабной селекции составляет селекционная программа, которая обеспечивает поэтапные оценку, отбор, подбор и использование

лучших племенных животных. Она позволяет достигать наибольшего генетического прогресса популяции при наименьших трудовых и материальных затратах путем получения от выдающихся быков-производителей до 50—100 тыс. потомков. В практику селекции внедряются оптимальные долговременные программы генетического совершенствования наиболее распространенных пород. Это позволяет ежегодно увеличивать продуктивный потенциал животных только за счет селекции на 35-50 кг молока на одну корову.

Крупномасштабная селекция организуется головными и зональными селекционными центрами по всем ведущим породам скота. Головные селекционные центры созданы по черно-пестрой породе при ВНИИРГЖ, по палево-пестрым и бурым породам при

ВИЖ (Всероссийский институт животноводства). Селекционным Центром по разведению черно-пестрого скота совместно с зональными и республиканскими институтами разработана программа его модернизации путем выведения 12 новых зональных внутрипородных типов за счет использования в скрещивании животных голштинской породы. Коровы новых типов будут иметь выраженный молочный тип телосложения и хорошую приспособляемость для длительного использования в условиях промышленной технологии. Для создания и дальнейшего совершенствования внутрипородных (зональных) типов черно-пестрого скота необходимо иметь в каждом типе не менее 3 быков-лидеров. В целях поддержания оптимальной генеалогической структуры породы от каждого из лидеров надо получить не менее 5-6 сыновей-улучшателей.

Важнейшими элементами крупномасштабной селекции в животноводстве являются:

- крупные высокопродуктивные племенные стада в хозяйствах и фермах товарного назначения, а также станциях искусственного осеменения, работающих по единой программе со всей породной популяцией при оптимизации методов селекции;

- углубленная внутрираслевая специализация скотоводства, как на товарных, так и на племенных фермах;

- плановая система получения (система заказных спариваний), выращивания, испытания и оценки быков-производителей на базе специализированных элеверов; широкое использование наиболее ценных из них методом искусственно; осеменения коров;

- эффективное использование наиболее ценных племенных ресурсов пород, обладающих высоким генетическим потенциалом;

- ремонт молочного стада первотелками, проверенными по продуктивности на специальных дворах и фермах;

- использование станции для обработки зоотехнических материалов при максимальной оптимизации методов племенного и производственного учета;

- координация племенной работы в масштабах страны, республики, зоны, области через селекционные центры, республиканские, областные и зональные племобъединения и советы по племенной работе с породами.

Дальнейшее развитие крупномасштабной селекции и ее эффективность в значительной мере предопределются использованием новейших достижений современной науки и передового опыта. Наиболее перспективными приемами селекции в настоящее время являются получение и трансплантация большого числа эмбрионов от выдающихся по продуктивности животных, а также получение одногодичных близнецов путем разделения бластомеров (или эмбриобласта), то есть методом клонирования.

Антигены или группы крови, являясь признаками с кодоминантным наследованием, служат маркерами для точного определения происхождения животных. Иммуногенетические маркеры могут быть применены и для выявления эффективности взаимодействия генов при их комбинациях.

У крупного рогатого скота изучают полиморфизм хромосом с целью выявления среди племенных животных особей с хромосомными нарушениями (аберрациями),

ухудшающими их хозяйственные показатели. Производителей, несущих дефекты в своем геноме, выбраковывают, так как нарушения структуры и функции хромосом передаются их потомкам и впоследствии приводят к огромным экономическим потерям.

Одним из путей улучшения воспроизводства стад крупного рогатого скота служит раннее определение стельности. Раннюю стельность устанавливают путем количественного определения гормонов в биологических жидкостях организма животных с помощью радиоиммунологии. Радиоиммунологические методы позволяют определять уровень гормонов в малых количествах биологических жидкостей (сыворотки крови или молока) и выполнять одновременно большое количество анализов при массовом обследовании животных. Для диагностики стельности используют показатели уровня гормона желтого тела - прогестерона в первые дни стельности.

## **2. Разработка селекционных программ с использованием ЭВМ и новых биотехнологических методов.**

Селекционный процесс на всех его этапах сопровождается систематическим отбором и подбором; чем больше потомков лучших родителей поступает ежегодно на ремонт стада взамен имеющегося худшего поголовья, тем быстрее будет расти и его наследственный потенциал. Поэтому эффективность крупномасштабной селекции будет зависеть и от уровня работы по воспроизводству во всех хозяйствах ареала, для которого разрабатываются селекционные программы.

Селекционные центры и их филиалы совместно с зооинженерами-селекционерами племенных хозяйств и специалистами государственной племенной службы собирают, накапливают и проводят генетико-математический анализ информации о численности, качествах племенного состава породы, разрабатывают селекционные долгосрочные программы. Они ведут апробацию селекционных достижений, организуют и контролируют оценку производителей по качеству потомства. Разрабатывают более совершенные методы селекции и частные методики по скрещиванию, выведению линий и типов породы. Селекционные центры располагают определенными запасами спермы ценных производителей, получаемой и хранимой в охлажденном виде на племпредприятиях, и организуют ее использование в соответствии с мероприятиями, утвержденными в планах племенной работы. При центре организуется совет по работе с породой.

Селекционный процесс — это совокупность операций, выполняемых в определенной последовательности с целью выведения сортов (гибридов) сельскохозяйственных растений. Каждый цикл селекционного процесса (от начала работы по выведению сорта до ее завершения) включает в основном три этапа: создание популяций для отбора, отбор элитных растений, испытание их потомства. В специальных программах эта схема может видоизменяться.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа № 1 (2 часа)**

**Тема: Генетическое равновесие, расчет частот генотипов и аллелей в популяции.**

**2.1.1 Цель работы:** Научиться рассчитывать генетическое равновесие и частоты генотипов и аллелей в популяции.

**2.1.2 Задачи работы:**

1. Изучить методику расчета частот генотипов в популяции
2. Изучить методику расчета частот аллелей в популяции.
3. Рассчитать генетическое равновесие в популяции.

**2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.1.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Изучение методики расчета генетического равновесия, частот генотипов и аллелей.
3. Выводы и предложения.

**2.2 Лабораторная работа № 2 (2 часа)**

**Тема: Анализ генетического равновесия с использованием метода хи-квадрат**

**2.2.1 Цель работы:** Научиться анализировать генетическое равновесие методом хи-квадрат.

**2.2.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть метод хи-квардат
2. Изучение методики анализа генетического равновесия
3. Анализ генетического равновесия методом хи-квардат.

**2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.2.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Анализ генетического равновесия методом хи-квадрат.
3. Выводы и предложения.

**2.3 Лабораторная работа № 3 (2 часа)**

**Тема: Влияние мутаций и миграций на генетическую структуру популяций**

**2.3.1 Цель работы:** Изучить влияние мутаций и миграций на генетическую структуру популяций.

**2.3.2 Задачи работы:**

1. Изучить влияние мутаций на генетическую структуру популяций.
2. Изучить влияние миграций на генетическую структуру популяций.

**2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.3.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Изучение влияния мутаций и миграций на генетическую структуру популяций.
3. Выводы и предложения.

**2.4 Лабораторная работа № 4 (2 часа)**

**Тема: Вероятность сохранения единичной мутации**

**2.4.1 Цель работы:** Изучить вероятность сохранения единичных мутаций

**2.4.2 Задачи работы:**

1. Изучить понятие единичной мутации.
2. Изучить вероятность сохранения единичной мутации.

**2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.4.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Изучение вероятности сохранения единичной мутации.
3. Выводы и предложения

**2.5 Лабораторная работа № 5 (2 часа)**

**Тема: Влияние повторных мутаций на структуру популяций**

**2.5.1 Цель работы:** Изучение влияния мутаций на структуру популяций

**2.5.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть виды мутаций, влияющих на структуру популяций.
2. Изучить влияние мутаций на структуру популяций.

**2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер

2. Презентация

**2.5.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Изучение вероятности сохранения единичной мутации.
3. Выводы и предложения

**2.6 Лабораторная работа № 6 (2 часа)**

**Тема: Влияние миграций на структуру популяций**

**2.6.1 Цель работы:** Изучить влияние миграций на структуру популяций

**2.6.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть виды миграций, на структуру популяций.
2. Изучить влияние миграций на структуру популяций

**2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.6.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Изучение вероятности сохранения единичной мутации.
3. Выводы и предложения

**2.7 Лабораторная работа № 7 (2 часа)**

**Тема: Влияние отбора на структуру популяций**

**2.7.1 Цель работы:** Изучить влияние отбора на структуру популяций

**2.7.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть структуру популяций
2. Изучить влияние отбора на структуру популяций

**2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.7.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Изучение структуры популяций и влияние на нее отбора.

### 3. Выводы и предложения

## **2.8 Лабораторная работа № 8 (2 часа)**

**Тема: Влияние скрещивания и подбора на структуру популяций**

**2.8.1 Цель работы:** Изучить влияние скрещивания и подбора на структуру популяций

**2.8.2 Задачи работы:**

1. Изучить влияние скрещивания на структуру популяций
2. Изучить влияние подбора на структуру популяций

**2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.8.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Изучение влияние скрещивания и подбора на структуру популяций.
3. Выводы и предложения.

## **2.9 Лабораторная работа № 9 (2 часа)**

**Тема: Селекционно-генетические параметры**

**2.9.1 Цель работы:** Изучить селекционно-генетические параметры

**2.9.2 Задачи работы:**

1. Изучить селекционные параметры
2. Изучить генетические параметры.

**2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.9.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Изучение селекционно-генетических параметров.
3. Выводы и предложения.

**2.10 Лабораторная работа № 10 (2 часа)**

**Тема: Системы генетических групп крови, определение групп крови у животных, биохимические полиморфные системы**

**2.10.1 Цель работы:** Изучить системы генетических групп крови и биохимические полиморфные системы, научиться определять группы крови у животных.

**2.10.2 Задачи работы:**

1. Изучить системы генетических групп крови.
2. Изучить биохимические полиморфные системы.
3. Научиться определять группы крови разных животных.

**2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.10.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Изучение систем генетических групп крови, определение понятия полиморфные системы, определение групп крови животных.
3. Выводы и предложения.

**2.11 Лабораторная работа № 11 (2 часа)**

**Тема: Определение достоверности происхождения потомков**

**2.11.1 Цель работы:** Научиться определять достоверность происхождения потомков

**2.11.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть историю происхождения потомков животных.
2. Изучить методы определения достоверности
3. Научиться определять достоверность происхождения потомков

**2.11.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.11.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Определение достоверности происхождения потомков.
3. Выводы и предложения

**2.12 Лабораторная работа № 12 (2 часа)****Тема: Генетическое сходство потомков с родоначальником****2.12.1 Цель работы:** Научиться определять генетическое сходство потомков с родоначальником.**2.12.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть виды генетического сходства
2. Научиться определять сходство между родоначальником и потомками

**2.12.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.12.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Определение генетического сходства потомков с родоначальником.
3. Выводы и предложения.

**2.13 Лабораторная работа № 13 (2 часа)****Тема: Наследование аномалий и заболеваний с.-х. животных****2.13.1 Цель работы:** Изучить наследование аномалий и заболеваний с.-х. животных.**2.13.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть возможные аномалии и заболевания с.-х. животных.
2. Рассмотреть возможность наследования аномалий и заболеваний.
3. Изучить наследование аномалий и заболеваний с.-х. животных.

**2.13.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация

**2.13.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Изучение наследования аномалий и заболеваний с.-х. животных.
3. Выводы и предложения

**2.14 Лабораторная работа № 14 (2 часа)****Тема: Однофакторный анализ для качественных признаков малых групп**

**2.14.1 Цель работы:** Научиться проводить однофакторный анализ для качественных признаков малых групп

**2.14.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть качественные признаки малых групп
2. Изучить определение однофакторного анализа
3. Провести однофакторный анализ для качественных признаков малых групп

**2.14.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация
3. Калькулятор для расчета

**2.14.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Провести однофакторный анализ для качественных признаков малых групп.
3. Выводы и предложения

**2.15 Лабораторная работа № 15 (2 часа)****Тема: Однофакторный анализ для количественных признаков больших групп**

**2.15.1 Цель работы:** Научиться проводить однофакторный анализ для количественных признаков малых групп.

**2.15.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть количественные признаки малых групп
2. Изучить определение однофакторного анализа
3. Провести однофакторный анализ для количественных признаков малых групп

**2.15.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация
3. Калькулятор для расчета

**2.15.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Провести однофакторный анализ для количественных признаков малых групп.
3. Выводы и предложения

**2.16 Лабораторная работа № 16 (2 часа)****Тема: Двухфакторный анализ для качественных признаков больших групп****2.16.1 Цель работы:** Научиться проводить двухфакторный анализ для качественных признаков больших групп.**2.16.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть качественные признаки больших групп.
2. Изучить определение двухфакторного анализа.
3. Провести двухфакторный анализ для качественных признаков больших групп.

**2.16.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация
3. Калькулятор для расчета

**2.16.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Провести двухфакторный анализ для качественных признаков больших групп.
3. Выводы и предложения

**2.17 Лабораторная работа № 17 (2 часа)****Тема: Многофакторный дисперсионный анализ для качественных признаков больших групп****2.17.1 Цель работы:** Научиться проводить многофакторный анализ для качественных признаков больших групп.**2.17.2 Задачи работы:**

1. Рассмотреть качественные признаки больших групп.
2. Изучить определение многофакторного анализа.
3. Провести многофакторный анализ для качественных признаков больших групп.

**2.17.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Персональный компьютер
2. Презентация
3. Калькулятор для расчета

**2.17.4 Описание (ход) работы:**

1. Опрос знаний лекционного материала.
2. Провести многофакторный анализ для качественных признаков больших групп.

### 3. Выводы и предложения