

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
ТОО «НАУЧНЫЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР ЖИВОТНОВОДСТВА
И ВЕТЕРИНАРИИ

ФГБОУ ВО УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН»

ФГБОУ ВО РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА

ОСНОВЫ ОПЫТНОГО ДЕЛА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Учебное пособие

Составители: А.Д. Баймуканов, Д.А. Баймуканов, С.Д. Батанов,
А.М. Абдулмуслимов, Ю.А. Юлдашбаев, С.В. Савчук, И.А. Баранова

Под общей редакцией члена-корреспондента Национальной академии наук
при Президенте Республики Казахстан,
доктора сельскохозяйственных наук Д.А. Баймуканова

Рекомендовано Научно-методическим советом
при Федеральном учебно-методическом объединении
по укрупненной группе специальностей и направлений подготовки
высшего образования «Ветеринария и зоотехния»
в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлениям подготовки «Зоотехния»

Москва

2024

УДК 636
ББК 45
О75

Рецензенты:

Басонов О.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, проректор по научной и инновационной работе ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ;

Абугалиев С.К., доктор сельскохозяйственных наук, доцент высшей школы животноводства и биоресурсов НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана»

Основы опытного дела в животноводстве: учебное пособие / сост. А.Д. Баймуканов,
О75 Д.А. Баймуканов, С.Д. Батанов, А.М. Абдулмуслимов, Ю.А. Юлдашбаев, С.В. Савчук, И.А. Баранова; под общ. ред. А.Б. Баймуканова. – Москва: ЭЙПиСиПабблишинг, 2024. – 136 с. : ил.

ISBN 978-5-6051413-5-8

Животноводство – одна из главных отраслей сельского хозяйства, в основе развития которой лежат новейшие научные достижения. Рекомендаций много, однако перед внедрением в производство, важно апробировать их в конкретных условиях, для чего современный зооинженер должен владеть методами научных исследований, необходимыми как для ведения собственной экспериментальной работы, так и для оценки объективности результатов исследований, выполненных другими специалистами.

В учебном пособии обобщена и систематизирована информация по проведению зоотехнических опытов, включая детальное описание основных методов современных биологических исследований, сведения об организации производственного опыта, подробное освещение методических приемов проведения опытов и др.

Учебное пособие предназначено для студентов и аспирантов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки: в Российской Федерации «Зоотехния», «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции» (квалификация (степень) «Бакалавр» «Магистр»), «Ветеринария и зоотехния» (квалификация (степень) «Исследователь. Преподаватель исследователь»); в Республике Казахстан «Технология производства продуктов животноводства» (квалификация (степень) «магистр»), биологических, сельскохозяйственных и технологических факультетов, аспирантов; PhD (доктор философии), а также преподавателей сельскохозяйственных вузов, научных сотрудников и специалистов животноводства.

УДК 636
ББК 45

ISBN 978-5-6051413-5-8

© Составление. Баймуканов А.Д., Баймуканов Д.А., Батанов С.Д., Абдулмуслимов А.М., Юлдашбаев Ю.А., Савчук С.В., Баранова И.А., 2024
© Оформление. ООО «ЭЙПиСиПабблишинг», 2024

ПРЕДИСЛОВИЕ

Теоретической базой животноводческого производства является зоотехническая наука. На начальных этапах эта наука формировалась и развивалась стихийно и долгое время представлялась как искусство, как учение, прежде всего, о скотоводском искусстве. Понятие о скотоводском искусстве использовалось как обобщающее без подразделения по отдельным видам животных.

Зоотехния - это наука об эволюции и использовании сельскохозяйственных животных. Она изучает способы и приемы совершенствования сельскохозяйственных животных в филогенезе и онтогенезе под воздействием человеческого труда, а также рационального использования животных.

Зоотехния (от греческого *zoon* – животное, живое существо и *techné* - искусство, мастерство) – наука о разведении, кормлении, содержании и использовании животных, теоретическая основа животноводства. Термин «Зоотехния» предложил французский ученый Жан Бодеман в 1848 году.

Зооинженер – квалификация специалиста с высшим образованием в области зоотехнии. Такое название квалификации предложено в 1973 году вместо «ученого зоотехника». Связано это с тем, что в условиях интенсификации животноводства данный специалист, по сути, является технологом производства, а технологом именуется специалист чаще всего с инженерным образованием, который занимается разработкой процессов производства на основе достижений науки и техники.

Зооинженер (зоотехник) направленно изменяет сельскохозяйственных животных путем разведения (отбор и подбор), кормления и содержания их.

Работа с живыми организмами требует творческого подхода. Современное животноводство базируется на новейших достижениях науки и передового опыта. Научных рекомендаций много, но прежде чем внедрять в производство, их желательно апробировать в конкретных производственных условиях. Для этого зооинженер должен владеть методами научных исследований. Знание этих методов необходимо специалисту и для проведения

собственной экспериментальной работы, и для оценки объективности данных других исследователей.

Наука – это непрерывно развивающаяся система знаний объективных законов природы, общества и мышления, получаемых и превращаемых в непосредственную производительную силу общества в результате социально-экономической деятельности.

Это синтез организованной особым образом познавательной деятельности и ее результатов. Под **особым образом познавательной деятельности** понимаются методологические и мировоззренческие принципы, обеспечивающие научный подход к выбору, постановке и реализации исследований. Термин наука применяется также и для обозначения отдельной области знаний.

Основная **цель науки** – познание объективного мира (теоретическое отражение действительности) и воздействие на окружающую среду с целью получения полезных обществу результатов.

Наука поддерживается и развивается в результате исследовательской деятельности общества.

Научное исследование – это форма существования и развития науки. Структуру организации научных исследований целесообразно представить в виде четырех компонентов: первый – общие вопросы научных исследований (теория, методология и методы); второй – процессы научных исследований (формы, методы и средства познания); третий – методика научных исследований (выбор конкретных форм, методов и средств, эффективных для соответствующей области науки или отрасли профессиональной деятельности); четвертый – технология научных исследований (совокупность знаний о процессах научных исследований и методике их выполнения).

Научная теория – это высшая форма организации теоретического знания, представляющая собой совокупность объединенных в единую систему основных элементов теории (подтвержденных гипотез, понятий, суждений) в соответствующей отрасли (в данном случае в информатике). Критерием истинности теории является ее практическое подтверждение.

Основой любой науки и, в частности, науковедения является **методология**, которая представляет собой учение о структуре, логической организации, методах и средствах деятельности.

В научной литературе под **методологией** обычно понимается, прежде всего, система научного познания, т.е. учение о принципах построения, формах и способах научно-познавательной деятельности.

Методология может быть специально-научная и философская.

Специально-научная методология разделяется на несколько уровней: общенаучные методологические концепции и направления, методология отдельных специальных наук, методика и технология исследований.

Философская методология определяет систему философских знаний. Частным способом реализации методологии на практике является метод, как система действий в различных видах человеческой деятельности направленных на достижение поставленной задачи.

Научный метод – это система правил и предписаний, направляющих человеческую деятельность (производственную, политическую, культурную, научную, образовательную и т.д.) к достижению поставленной цели.

Если методология – это стратегия научных исследований, обеспечивающих достижение цели, сформулированной в гипотезе предполагаемых научных результатов (генеральный путь познания), то метод – это тактика, показывающая как лучше всего идти этим путем.

Метод (гр. *methodos*) — 1) способ познания, исследования явлений природы и общественной жизни; 2) прием, способ и образ действий.

Метод—путь исследования, способ достижения какой-либо цели, решения теоретического познания и изучения явлений действительности.

1) Методы исследования — приемы, процедуры и операции эмпирического и теоретического познания и изучения явлений действительности. С помощью этой группы методов получают достоверные сведения, используемые для построения научных теорий и выработки практических рекомендаций. Система методов исследования определяется исходной концепцией исследователя: его представлениями о сущности и структуре изучаемого, общей методологической ориентации, целей и задач конкретного исследования. Методы подразделяются на следующие:

- всеобщий, или философский, общенаучные и методы частных наук;
- констатирующие и преобразующие;
- эмпирические и теоретические;
- качественные и количественные;
- содержательные и формальные;
- методы сбора эмпирических данных, проверки и опровержения гипотез и теории;
- описания, объяснения и прогноза;
- обработки результатов исследования.

Всеобщий, или философский метод — всеобщий метод материалистической диалектики.

К **общенаучным методам** относятся:

1) Наблюдение – это способ познания объективного мира, основанный на непосредственном восприятии предметов и явлений при помощи органов чувств без вмешательства в процесс со стороны исследователя.

2) Сравнение - это установление различия между объектами материального мира или нахождение в них общего; осуществляется как при помощи органов чувств, так и при помощи специальных устройств.

3) Счет – это нахождение числа, определяющего количественное соотношение однотипных объектов или их параметров, характеризующих те или иные свойства.

4) Измерение – это физический процесс определения численного значения некоторой величины путем сравнения ее с эталоном.

5) Эксперимент – одна из сфер человеческой практики, в которой подвергается проверке истинность выдвигаемых гипотез или выявляются закономерности объективного мира.

6) Обобщение – определение общего понятия, в котором находит отражение главное, основное, характеризующее объекты данного класса.

7) Абстрагирование – это мысленное отвлечение от несущественных свойств, связей, отношений предметов и выделение нескольких сторон, интересующих исследователя.

8) Формализация – отображение объекта или явления в знаковой форме какого-либо искусственного языка (математики, химии и т.д.).

9) Аксиоматический метод – способ построения научной теории, при котором некоторые утверждения принимаются без доказательств.

10) Анализ – метод познания при помощи расчленения или разложения предметов исследования на составные части.

11) Синтез – соединение отдельных сторон предмета в единое целое.

12) Индукция – умозаключение от фактов к некоторой гипотезе (общему утверждению).

13) Дедукция – умозаключение, в котором вывод о некотором элементе множества делается на основании знания общих свойств всего множества.

14) Аналогия – метод, посредством которого достигается знание о предметах и явлениях на основании того, что они имеют сходство с другими.

15) Гипотетический метод познания предполагает разработку научной гипотезы на основе изучения физической, химической и т.п., сущности исследуемого явления, формулирование гипотезы, составление расчетной схемы алгоритма (модели), ее изучение, анализ, разработка теоретических положений.

16) Исторический метод познания предполагает исследование возникновения, формирования и развития объектов в хронологической последовательности.

17) Идеализация - это мысленное конструирование объектов, которые практически неосуществимы.

18) Системные методы: исследование операций, теория массового обслуживания, теория управления, теория множеств и др.

Методы частных наук — специфические способы познания и преобразования отдельных областей реального мира, присущие той или иной конкретной системе знаний (социология — социометрия; психология — психодиагностика).

2) Методы как прием, способ и образ действий (методы практической деятельности) включают в себя способы воздействия, совокупность приемов, операций и процедур подготовки и принятия решения, организации его выполнения.

Для выбора методов на каждом этапе необходимо знать общие и конкретные возможности каждого метода, его место в системе

исследовательских процедур. Задача исследователя состоит в том, чтобы для каждого этапа исследования определить оптимальный комплекс методов.

Разнообразные **методы** научного познания условно подразделяются на ряд **уровней**: *эмпирический, экспериментально-теоретический, теоретический и метатеоретический.*

Методы эмпирического уровня: *наблюдение, сравнение, счет, измерение, анкетный опрос, собеседование, тесты, метод проб и ошибок и т.д.*

Методы экспериментально-теоретического уровня: *эксперимент, анализ и синтез, индукция и дедукция, моделирование, гипотетический, исторический и логический методы.*

Методы теоретического уровня: *абстрагирование, идеализация, формализация, анализ и синтез, индукция и дедукция, аксиоматика, обобщение и т.д.*

К **методам метатеоретического уровня** относятся *диалектический* и метод *системного анализа.*

Творчество – мышление в его высшей форме, выходящее за пределы известного, а также деятельность, порождающая нечто качественно новое.

В частности, *научное творчество* связано с познанием окружающего мира. *Научно-техническое творчество* имеет прикладные цели и направлено на удовлетворение практических потребностей человека.

Одной из проблем творчества является его мотивационная структура. **Мотивации** (побуждения) связаны с потребностями, которые делятся на три группы: *биологические, социальные и идеальные (подсознательные).*

Общая схема решения научно-технических задач:

- анализ систем задач и выбор конкретной задачи;
- анализ технической системы и разработка ее модели;
- анализ и формулировка условий технической задачи;
- анализ и формулировка условий изобретательской задачи;
- поиск идей решения (принципа действия);
- синтез нового технического решения.

1. ВЫБОР ТЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Результативность научных исследований во многом определяются продуманным их планированием. В научных учреждениях, как правило, составляют перспективные планы, обычно трехлетние, а также рабочие программы на предстоящий календарный год. Планирование осуществляется с учетом основных этапов научного исследования: выбор и обоснование **темы** исследования; сбор научной информации по теме; выработка первоначальной гипотезы; теоретическое исследование; разработка и утверждение методики эксперимента; порядок проведения экспериментальных исследований; обработка экспериментальных данных; литературное оформление результатов исследований, включающее выводы.

1.1. Выбор темы и постановка задачи исследований

Выбор и обоснование темы – наиболее ответственная часть каждого научного исследования. Обязательным условием является актуальность темы, то есть она должна иметь как теоретическое, так и практическое значение, пользу для производства. А это возможно лишь при использовании инновационного подхода к планированию. Экономическая категория инновация (англ. innovation – нововведение) означает реализованный на рынке результат деятельности по созданию новых продуктов, новых технологий. Под продуктами здесь понимаются предметы, вещества и т. п. как результат труда в какой-либо отрасли производства. Например, кормовые добавки, консерванты кормов, лекарственные средства и т.д.

В основе инновационных проектов находятся высокие технологии, которые, в свою очередь, обеспечивают конкурентоспособность наукоемкой продукции на внутреннем и внешнем рынках и, как следствие, повышение качества жизни людей.

Успех исследования зависит и от того, насколько четко и конкретно поставлены задачи, требующие решения.

Выбор темы и постановка задачи исследований важный этап при постановке опытного дела.

Тема для исследования может быть заимствованной из обзоров достижений, списков тем и т. п. или возникшей в результате разбора ранее сделанных работ. Может быть предпринято повторение ранее произведенного исследования на новом материале по новому методу или с новыми приборами. Тема может быть выбрана путем индивидуального предугадывания еще не обнаруженных связей, явлений.

После этого ставится *задача*. История науки показывает, что от правильной формулировки задачи в значительной мере зависит успех всего исследования.

Например, многовековые попытки создать вечный двигатель были с самого начала обречены на неудачу вследствие порочности самой задачи, не учитывавшей закон сохранения энергии.

Подготовка к проведению научного исследования традиционно предполагает наличие нескольких этапов.

Тема – это научная задача, охватывающая определенную область научного исследования. Она базируется на многочисленных исследовательских вопросах. Под научными вопросами понимают более мелкие научные задачи, относящиеся к конкретной области научного исследования. Результаты решения этих задач имеют не только теоретическое, но, главным образом, и практическое значение, поскольку можно сравнительно точно установить ожидаемый экономический эффект.

При разработке темы или вопроса выдвигается конкретная задача в исследовании – разработать новую рецептуру, прогрессивную технологию, новую методику и т. д.

Выбору тем предшествует тщательное ознакомление с отечественными и зарубежными источниками данной и смежной специальности.

Постановка (выбор) проблем или тем является трудной, ответственной задачей.

Выбор темы для многих является весьма трудным этапом. Часто выбирают слишком масштабные или сложные темы. Такие темы могут оказаться непосильными для их раскрытия в рамках исследования. Возможен и такой случай, когда ученый в силу тех или иных причин выбирает тему, давно ставшую «общим местом»

или являющуюся «неизвестной землей» лишь для еще не вполне осведомленного начинающего исследователя.

Вслед за выработкой гипотезы начинается следующий этап подготовки к исследованию – определение его цели и задач.

Данный этап чрезвычайно важен. История науки показывает, что от правильной формулировки задачи в значительной мере зависит успех всего исследования.

В общем виде цель и задачи должны уточнить направления, по которым пойдет доказательство гипотезы.

Цель исследования – это конечный результат, которого хотел бы достичь исследователь при завершении своей работы. Выделим наиболее типичные цели. Ими может быть определение характеристик явлений, не изученных ранее; выявление взаимосвязи неких явлений; изучение развития явлений; описание нового явления; обобщение, выявление общих закономерностей; создание классификаций.

Формулировать задачи необходимо очень тщательно, так как описание их решения в дальнейшем составит содержание глав. Заголовки глав рождаются именно из формулировок задач. Предложим одно из определений понятия «задача».

Задача исследования – это выбор путей и средств для достижения цели в соответствии с выдвинутой гипотезой, а также действия по достижению промежуточных результатов, направленных на достижение цели. Задачи исследования конкретизируют цель и служат для проверки гипотезы. Задача выдвигается столько, сколько необходимо для проверки гипотезы, и каждая из них четкой формулировкой раскрывает ту сторону темы, которая подвергается изучению. Определяя задачи, необходимо учитывать их взаимную связь. Иногда невозможно решить одну задачу, не решив предварительно другую.

Каждая поставленная задача должна иметь решение, отраженное в одном или нескольких выводах.

Формулировка задачи поэтому должна включать в себя знание относительно принципиальной возможности решения задачи, полного перечня исходных условий, методов решения, уже накопленных наукой, или содержать предварительные указания о характере новых методов и сведения о приблизительных сроках и материальных ресурсах, необходимых для осуществления исследования.

Задача или идея исследования имеет первостепенное значение.

Академик А. Н. Крылов утверждал, что” во всяком практическом деле идея составляет от 2 до 5 %, а остальные 98-95 % - это исполнение” *.

Однако такое утверждение вовсе не означает, что идея в науке имеет второстепенное значение. Наоборот, только при наличии идей исследователь может получить новые научные данные.

” В науке должны искать идеи, - писал В. Г. Белинский. – Нет идеи, нет науки. Знание фактов только потому и драгоценно, что в фактах скрываются идеи: факты без идей - сор для головы и памяти”***.

1.2. Сбор научной информации

Сбор информации. На стадии планировании темы научной работы, при ее обосновании проводят патентные исследования, которые заключаются в поиске, отборе и анализе научно-технической информации по данной тематике. Это позволяет оценить новизну данной темы, использовать в своей работе лучшие мировые достижения для получения новых технических решений. И в самом деле, чтобы создать новое, надо выяснить, что сделано другими в данной области, чтобы «не изобретать велосипед» снова. Полученная информация к тому же повышает научную эрудицию исследователя. Исаак Ньютон говорил, что он видел дальше других, так как стоял на плечах гигантов. Этот физик не только изучал труды ученых, живших до него, но и творивших рядом с ним. Полученную информацию по избранной теме обычно заносят в личную картотеку, а еще лучше – в персональный компьютер. Записывают фамилию, инициалы автора, наименование работы, название источника, где напечатана работа, год издания, страницы и краткое содержание работы.

Сбор информации. И. Ньютон как-то заметил, что видел дальше других, так как стоял на плечах гигантов. Историк науки к этому добавит, что неизмеримо больше гигантов были его современниками, что он стоял не только на плечах, но и плечом к плечу с выдающимися учеными.

Американский историк науки Д. Прайс подсчитал, что число ученых, научных работ, научных журналов удваивается каждые 10-15 лет.

После того как сформулирована задача, необходимо организовать систематический сбор информации о технических и теоретических средствах решения задач, аналогичных (если такие имеются) сведениям о результатах исследований, могущих найти применение в данном исследовании. Необходим также постоянный сбор информации в смежных областях науки о достижениях, имеющихся к началу исследовательских работ и получаемых по мере их реализации.

Все прочитанное по избранной теме необходимо заносить в личную картотеку. Карточка должна быть небольшой: в ней записывают фамилию и инициалы автора, наименование работы, где напечатано (журнал, издательство), год издания, страницу и краткое содержание работы.

1.3. Выработка первоначальной гипотезы

Гипотеза (греч. hypothesis - основание, предположение) – предположительное непроверенное суждение о закономерной (причинной) связи явлений. Гипотеза подвергается проверке, необходимость которой вытекает из самой сущности гипотезы как предположения. Подтвержденная гипотеза превращается в достоверное знание, в теорию.

От правильности предварительной гипотезы зависит результативность всего исследования. Примером может быть следующая гипотеза: известно, что главным консервантом при силосовании является молочная кислота, которая образуется при сбраживании сахара молочнокислыми бактериями. Можно предложить (выдвинуть гипотезу), что закваска молочнокислых бактерий ускорит брожение и улучшит качество силоса. Но для этого потребуется выделить наиболее эффективные штаммы этих бактерий, подготовить препараты, определить их дозировку и т.д., надо доказать правильность выдвинутой гипотезы.

Йоганн Гете сравнивал гипотезу с лесами, которые возводят перед зданием и сносят, когда здание готово; они необходимы для работника, но он не должен леса принимать за здание.

«Гипотезы облегчают и делают правильной научную работу - отыскивание истины, как плуг земледельца облегчает выращивание полезных растений», - писал Д.И. Менделеев.

Гипотеза - научное предположение, выдвигаемое для объяснения какого-либо научного явления и еще недостаточно проверенное (предположение, догадка, домысел).

Этот этап возможен лишь на основе четко сформулированной задачи и анализа собранной информации. От выдвижения предварительной рабочей гипотезы, ее правильности, широты зависит продуктивность всего исследования. Обычно, на этом этапе выдвигается не одна, а несколько гипотез, и содержание следующих этапов исследования сводится к тому, чтобы оценить и проверить эти гипотезы, выработать наиболее эффективные, а в случае необходимости видоизменить их или даже сформулировать новые.

1.4. Теоретическое исследование

Теоретическое исследование заключается в критической оценке выдвинутых гипотез, отборе наиболее перспективных из них для дальнейшей экспериментальной проверки.

Цель теоретического исследования состоит в том, чтобы получить как можно больше следствий из ранее принятых гипотез. Эти следствия выводятся на основе логической дедукции (способ рассуждения от общего к частному, от общих положений к частным выводам) в противоположность индукции (способ рассуждения от частного к общему, от фактов к обобщениям), посредством ранее установленных правил вывода.

Уже на теоретическом этапе возможны некоторая оценка и отбор ранее принятых гипотез. Но, разумеется, решающим является критерий практики.

Разработка и утверждение методики эксперимента. Составление методики опыта является ответственным этапом в структуре процесса исследования. Методика разрабатывается совместно с руководителем эксперимента. После составления методики ее утверждают на совещании специалистов хозяйства.

1.5. Разработка и утверждение методики эксперимента

Эксперимент (опыт) начинают лишь тогда, когда составлена, обсуждена, одобрена специалистами и утверждена методика его проведения. Запрещается проведение опыта без утвержденной методики. Прежде чем составить методику, необходимо тщательно изучить научную литературу по теме исследования.

Примерная схема методики опыта: наименование темы, а при необходимости, и разделов; календарные сроки выполнения темы; научные руководители и ответственные исполнители; обоснование темы; место проведение опыта, метод его постановки, схема опыта, вид, половозрастная группа животных; кормление и содержание подопытных животных; учет результатов опыта: проводимые исследования, методы и время; документация по опыту; предполагаемые результаты (рабочая гипотеза); календарный план работы по опыту; смета расходов и список материалов, требующихся для проведения опыта: затраты на корма, реактивы, заработную плату и т.д.

Порядок проведения экспериментальных исследований, обработки полученных данных, литературного оформления результатов будут рассмотрены в последующих разделах. Здесь же отметим требования, предъявляемые к выводам.

1.6. Эксперимент

В зависимости от задачи исследования определяется вид научного труда. В одном случае основой накопления фактических данных является эксперимент, в другом - описание, счетно-аналитическое и историко-биографическое освещение фактов. Но очень часто в одной работе исследователь применяет несколько видов накопления и освещения фактов. При проведении эксперимента необходимо использовать наиболее современные методы исследования.

Этот этап чрезвычайно сложен и многогранен, ибо научные эксперименты служат средствами: эмпирической проверки объективной значимости исходных гипотез (установление их предметной истинности); определения области применения этих гипотез; получения некоторых метрических характеристик (измерительный эксперимент); экспериментального поиска (разведочный опыт).

Эксперименты последнего рода применяются в тех случаях, когда известны лишь желаемые характеристики того или иного явления, но отсутствует достаточно полная информация относительно того, как может быть достигнута намеченная цель.

Сопоставление результатов теоретической и экспериментальной деятельности. Следствием такого сопоставления может быть, как окончательное подтверждение или

опровержение теоретических предпосылок, так и частичное или полное видоизменение первоначальных гипотез, а также переформулировка или уточнение самой задачи.

1.7. Обработка экспериментальных данных

После окончания опыта полученные результаты следует обработать с помощью методов вариационной статистики (биометрии). Необходимо вычислить среднюю арифметическую, ошибку средней арифметической, коэффициент изменчивости, критерий достоверности и уровень значимости.

1.8. Выводы

После выполнения исследовательской работы получают данные, которые требуются по условию задачи. В исследованиях, имеющих чисто теоретическое значение в данный период развития науки, выводы нередко оказываются окончательным этапом работы.

Выводы – окончательный этап работы, они в сжатой лаконичной форме выражают главные результаты исследования. Важнейшее требование к выводам в том, что они должны отражать истину. Ф. Энгельс писал: «Если наши предпосылки верны и если мы правильно применяем к ним законы мышления, то результат должен соответствовать действительности».

Выводы должны логически вытекать из экспериментальных данных. Нельзя делать выводы на основании недостаточно аргументированного материала. Опыты, проведенные с методическими ошибками, необходимо просто браковать. Выводы не должны сводиться к простой констатации фактов, в них отражаются теоретически осмысленные положения. Выводы должны содержать элементы новизны для науки и практики, они должны быть максимально конкретными, краткими, четкими. Отдельным пунктом записывают предложения по использованию предлагаемой научной разработки в производстве.

Во всяком случае, исследователь не должен спешить с публикацией выводов, пока не убедится в их правильности. Чтобы устранить сомнения, необходимы новые исследования. Д.И. Менделеев советовал: «За науку настоящую считается только то, что утвердилось после сомнений и всякого рода испытаний (наблюдений и опытов, чисел и логики), а «последнему слову»

науки не очень-то доверяйтесь, не попытавши, не дождавшись новых и новых проверок».

Всесторонняя проверка выводов из исследований собственных и других авторов – необходимое условие повышения эффективности зоотехнической науки. Как уже отмечалось, наиболее эффективными являются **инновационные проекты** – создание новшеств: новых продуктов, технологий, востребованных на рынке и обеспечивающих повышение производительности общественного труда и прирост эффективности производства. Особенность планирования инновационных проектов в том, что их разбивают на отдельные этапы, в составе которых выделяют отдельные самостоятельные мероприятия. Задачей планирования этих этапов и мероприятий инновационного проекта является установление сроков начала и окончания работ, состава и количества исполнителей, закрепление исполнителей по конкретным заданиям (рабочим местам), определение объема необходимых ресурсов: финансовых, материальных, информационных и т.п. Важное значение имеет также рекламирование и продвижение инновационной деятельности к производству через информационно-консультативную службу.

Выводы – логическое обобщение результатов наблюдений. Чтобы сделать объективные выводы, необходимы эрудиция, талант, а в ряде случаев, и гениальность исследователя. Например, каждый наблюдал, что тело в воде как бы становится легче и только Архимед использовал это наблюдение для открытия закона плавающих тел, на принципе которого основана конструкция всех кораблей. Наблюдение за падающим яблоком привело Исаака Ньютона к установлению закона всемирного тяготения – одного из величайших открытий всех времен.

Иногда бывают и ошибочные выводы. Так, наблюдая за движением Солнца, люди считали, что оно вращается вокруг неподвижной Земли. И только в 1543 году польский астроном Николай Коперник объяснил видимые движение небесных тел вращением Земли вокруг оси и обращением планет (в том числе Земли) вокруг Солнца.

В животноводстве особую ценность представляют наблюдения, проведенные в производственной обстановке. В качестве примера можно назвать классические работы М.М. Щепкина, П.Н. Кулешова, выполненные на основе точных

наблюдений и личного участия в практике разведения племенных стад сельскохозяйственных животных.

Однако при решении большинства задач, относящихся к зоотехнии и агрономии, как правило, возникает еще один важный этап – подготовка результатов эксперимента к внедрению в производство. Некоторые считают, что данный этап не относится к самой структуре исследования.

Но это не так, потому что значительное число исследовательских работ направлено на удовлетворение нужд сельского хозяйства, следовательно, последний этап необходимо включать в структуру исследования.

Подобная структура, несмотря на ее распространенность, не является единственно возможной. Во многих случаях структуры исследования могут различаться как по составу, так и по порядку компонентов.

Причем некоторые из компонентов в той или иной структуре могут повторяться.

Весьма характерной для современной науки является структура следующего вида.

Пример. Гистохимические исследования ядер фибробластов, количества ядрышек в ядрах фибробластов и содержания ДНК и РНК в клетках рыхлой соединительной ткани подопытных животных позволили отметить, что количество ядрышек в ядрах фибробластов интенсивно растущих особей достоверно больше ($P < 0,001$), чем у медленно растущих.

Содержание РНК в ядрах и цитоплазме больше, в то время как содержание ДНК почти одинаковое.

Данные гистохимических исследований натолкнули нас на мысль, что быстрорастущие животные должны лучше усваивать переваримые азотистые вещества рациона, чем медленно растущие. И это действительно так и оказалось. Однако, изучая результаты исследований РНК и количества ядрышек в ядрах фибробластов, мы предположили, что животные быстрорастущие и в более старшие возрастные периоды будут лучше усваивать азотистые вещества рационов.

И, действительно, обменные опыты, проведенные на животных с разной интенсивностью роста, созданной путем разного уровня протеина в рационе, в молодом и более зрелом

возрасте так же лучше усваивали всосавшиеся в кровь азотистые вещества.

Разумеется, приведенные схемы изображают реальные процессы исследования в несколько огрубленном виде. К тому же подобных структур можно выделить много.

Мы рассмотрели логическую структуру, состав и основную характеристику компонентов исследования.

Полученные результаты в опыте (живая масса, среднесуточные приросты, частота пульса, количество гемоглобина и белка в крови, коэффициенты переваримости питательных веществ, обмен азота) еще не являются открытием. Наблюдать и записывать может любой лаборант-регистратор. Исследователь должен осмыслить полученное множество чисел, отделить случайное от закономерного, поймать в этом хороводе цифр, в кипах перфокарт и в рулонах, испещренных самописцами лент, новый закон природы. И понятно, что без специальных математических приемов, без теорий вероятности и математической статистики с этой задачей ему не справиться. Место таких неопределенных аргументов, как "голос интуиции", "элементарный здравый смысл", "мнение такого-то человека", занимает бесстрастный математический вывод. Его нельзя опровергнуть ни красноречием, ни ссылкой на авторитет, ни голосованием. Он существует объективно, и рано или поздно с ним придется посчитаться.

1.9. Научно-исследовательская работа студентов

Научно-исследовательская работа студентов (НИРС). Основной задачей высшей школы является подготовка высококачественных специалистов, в которых знания, получаемые в вузе, сочетаются с умением применять их, с организаторскими навыками творческой инициативой, способностью умело использовать последние достижения науки и практики. Решению этой задачи способствует введение в вузах страны учебно-исследовательской научной работы студентов (УИРС)*.

Выполнение исследований по НИРС состоит из двух этапов: информационного поиска и реферирования, и экспериментальной работы, которые должны иметь конечную цель - написание дипломной работы (проекта).

Цель первого этапа - студент должен познакомиться с состоянием изучаемого вопроса по источникам отечественной и иностранной литературы, затем совместно с руководителем дипломной работы (проекта) он четко формулирует цель и задачи исследования.

Второй этап посвящен разработке методики эксперимента, выполнению эксперимента, обработке экспериментальных данных, составлению научного отчета, а затем написанию дипломной работы (проекта). Все это выполняется в процессе работы в научном студенческом кружке при кафедре.

2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ СОВРЕМЕННЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основными методами современных биологических исследований, в том числе, зоотехнических, являются *наблюдение, обследование, историческое сравнение и экспериментальный метод*.

Рассмотрим характеристику этих методов.

2.1. Наблюдение

Наблюдение - систематическое, целенаправленное исследование объекта животных, явлений в том виде, в каком они существуют в природе и являются доступными восприятию человека. От простого восприятия наблюдение отличается активностью и целью. Научное наблюдение включает в себя выбор объекта, цель, описание, вывод.

Наблюдение – направленное и планомерное восприятие объектов и явлений окружающей действительности. Этими объектами в зоотехнии являются животные. Следовательно, наблюдение в зоотехнии – это изучение животных в естественных условиях без вмешательства в их поведение. Наблюдение – самый древний метод исследований. Наблюдая за повадками диких животных, условиями их жизни, люди приобретали знания, опыт для их одомашнивания. Первым одомашненным животным была собака.

Научное наблюдение – строится по заранее обдуманному плану, ведется систематически, имеет строго определенную задачу. Научное наблюдение включает: выбор объекта (например, кобылы), определение цели (изучение поведенческих реакций), описание, выводы. Успех наблюдения зависит от ясности и конкретности поставленной цели, наличия необходимых предварительных знаний о наблюдаемых объектах, от умения анализировать и систематизировать материал наблюдений, от четкости фиксации результатов наблюдений в форме описания, чертежа, рисунка, фотоснимка и т.д.

При проведении наблюдений используют различные технические средства: бинокли, фотоаппараты, кино- и

видеоаппаратуру и т.д. Для наблюдения за ростом и развитием животных их взвешивают, измеряют, используя соответствующее оборудование (весы, измерительные ленты, циркули и др.). Современные электронные микроскопы, разрешающая способность которых в сотни раз выше, чем у оптических, позволяют проводить наблюдения на молекулярном уровне. Однако, даже по мере развития науки метод непосредственного наблюдения не теряет своего значения.

Во время наблюдения исследователь использует различные технические средства, которые обеспечивают математическое выражение информации. При наблюдении характеризуют естественное состояние объекта, не вмешиваясь в его естественный ритм. Примером наблюдения как метода познания в зоотехнии – может быть наблюдение за ростом и развитием животных и т. д.

Описание, или фиксация результатов наблюдения должно с максимальной объективностью отражать самое существенное, типичное в наблюдаемых явлениях. А это зависит от эрудиции исследователя, его представлений об изучаемых объектах.

Описание наблюдений может иметь различные формы: структурное, функциональное, генетическое. При *структурном* описании фиксируются особенности экстерьера, конституции, при *функциональном* – функции отдельных органов и систем организма, их взаимодействие, при *генетическом* – процессы генезиса (genesis – происхождение) отдельных пород, линий животных. Описание может быть полным, когда освещаются все элементы, например, описание всех костей скелета. *Полное описание* возможно лишь, когда элементов, составляющих объект исследования сравнительно немного, когда они доступны для исследователя и, если в этом есть необходимость. В большинстве случаев используют *выборочное описание*. Например, невозможно описать всех животных данной породы, достаточно описать лучших из них.

2.2. Обследование

Обследование - наблюдение и описание явления с помощью органолептических приемов, различных аппаратов и приборов в естественной для объекта исследования обстановке. При обследовании часто измеряют те или иные зоотехнические величины. Значение измеряемых величин возрастает, если их измеряют в динамике.

Измерения могут быть прямыми, косвенными, совокупными и совместными. Прямые измерения проводят путем отсчета показаний на измерительном приборе. Косвенные измерения - искомые величины определяют путем прямых измерений нескольких величин, функционально связанных с измеряемой величиной, и вычисляют по уравнению функциональной связи.

Совокупные измерения - искомые величины определяют пути решения системы уравнений.

Совместные измерения - две или несколько неоднородных величин измеряются одновременно для нахождения зависимости между ними.

В практических расчетах различают два вида погрешности: *абсолютная* и *относительная*.

Абсолютная погрешность - это разность между измеренным A (найденным в результате измерения) и действительным A_d значением измеряемой величины $A - A_d$. Для определения истинного значения измеряемой величины необходимо к показанию прибора прибавить поправку.

Относительная погрешность - это отношение абсолютной погрешности к действительному значению, выраженное в процентах:

Обработка данных, полученных при обследовании, сводится к классификации всех цифр, составлению таблиц, графиков, номограмм.

Известно, что чем больше рассеяние разброс признака и чем большая точность требуется в измерении, тем большее число раз надо провести измерение данной величины. Частота измерений зависит от изучаемого признака: чем более изменчив признак, тем чаще надо проводить измерения.

Таким образом, немаловажную роль в научных исследованиях имеет *обследование*. Часто обследование проводят экспедиционным методом, позволяющим получать достоверные данные в различных природных зонах страны. Например, обследования химического состава кормовых растений в разных зонах Республики Казахстан выявили в предгорной и горной зонах дефицит йода, повсеместно селена.

2.3. Историческое сравнение

Историческое сравнение — метод, при котором изучаются и сопоставляются материалы, характеризующие в разное время животных стада, породы, популяции.

Историческое сравнение – это сопоставление материалов наблюдений в разные периоды времени. Так, сравнивая данные продуктивности, экстерьера, конституции животных одной породы в разные годы можно установить, совершенствуется данная порода, или наоборот, деградирует. Результаты наблюдений за породами отражают в племенных книгах, анализ которых позволяет проследить эволюцию породы, научно определить направление дальнейшей работы с ней.

”...Зоотехник не должен забывать, - указывал Д. А. Кисловский, - что вся зоотехническая практика является громадным коллективным экспериментом по направленному изменению одомашненных животных в нужном для человека направлении” *.

При сравнении продуктивности, экстерьера и конституции определенного стада за ряд лет зоотехник изучает влияние тех или других методов отбора, подбора, кормления и содержания на продуктивно племенные качества животных и намечает пути дальнейшего совершенствования конкретного стада.

Большое значение в племенном животноводстве имеют племенные книги, которые издаются по отдельным породам и регионам на протяжении ряда лет. Как указывает академик ВАСХНИЛ А. И. Овсянников (1976), племенные книги позволяют с достаточной точностью проследить эволюцию породы, учесть многие из тех факторов, которые лежат в основе ее выведения и совершенствования и научно определить направление дальнейшей работы с породой.

Аксиоматический, или логический, метод, как правило, самостоятельно не применяется. Этот метод обобщает приобретенные другими методами исследования факты по той или иной теме или вопросу для получения новых выводов или построения новых рабочих гипотез, которые необходимо проверить другими методами исследования.

2.4. Экспериментальный метод

Экспериментальный метод является основным в зоотехнии.

Эксперимент - исследование явлений в создаваемых, точно регулируемых и контролируемых условиях, позволяющих следить за ходом процессов и ответными реакциями животных и воссоздавать их при повторении условий.

Академик И. П. Павлов указывал, что наблюдать - значит видеть в животном организме массу явлений, существующих рядом и связанных друг с другом то существенно, то косвенно, то случайно. Ум должен уловить действительный характер связи при множестве возможных предположений. Эксперимент как бы берет явления в свои руки и пускает в ход то одно, то другое и таким образом в искусственно упрощенных комбинациях определяет истинную связь между явлениями. Иначе сказать, наблюдение собирает то, что ему предлагает природа, опыт же берет у природы то, что он хочет.

Какова же роль эксперимента? Как уже отмечалось, животноводство - это длящийся многие годы опыт, эксперимент. Однако, для изучения отдельных вопросов ставят эксперименты на короткий отрезок времени. Эксперимент является специфической формой познания, соединяющей в себе особенности чувственного (непосредственного или опосредованного разными приборами) познания и теоретического мышления. Возможность постановки зоотехнических опытов появилась на основе знаний, накопленных в процессе практической деятельности человека, и определенных достижений других наук (химии, физики, математики и биологических наук). По образному выражению, зоотехнический, как и всякий естественно - научный опыт, - это умение задавать вопросы природе и выслушивать ее ответы на них.

Для развития зоотехнической науки важное значение имеет *опыт передовиков животноводства*. Благодаря своей наблюдательности, мастерству, трудолюбию они достигают высоких показателей продуктивности животных. Задача зооинженера - обобщить этот опыт, сделать достоянием всех животноводов.

Логический метод состоит в обобщении имеющихся фактов, приобретенных всеми другими методами исследования с целью получения новых выводов или построения новых гипотез.

Следовательно, цель исследователя – получить факты, которые, как считал академик И.П. Павлов, являются воздухом ученого.

Научное наблюдение может производиться не только в условиях невмешательства наблюдателя в протекание явлений (наблюдение в естественных условиях), но и в условиях эксперимента.

Эксперимент (от латинского experimentum – проба, опыт) – метод познания, при помощи которого в контролируемых и управляемых условиях исследуются изучаемые явления. *Зоотехнический эксперимент (опыт)* – это изучение ответных реакций животных в специально создаваемых, регулируемых и контролируемых условиях. Из ответных реакций, в первую очередь, определяют показатели продуктивности. Но чтобы установить причины изменения продуктивности, определяют физиологические, биохимические и другие показатели. По мнению академика И.П. Павлова, наблюдение собирает то, что ему предлагает природа, опыт же берет у природы то, что он хочет. По сравнению с другими методами исследований эксперимент имеет ряд преимуществ:

- в отличие от простого наблюдения он является активным методом познания, так как исследователь воздействует на подопытных животных, создает им условия, которые его интересуют;

- эксперимент можно неоднократно повторять при одних и тех же или при измененных условиях и, следовательно, получать более объективные данные;

- рамки эксперимента возможно расширить. Например, в медицине эксперименты над человеком недопустимы и тогда используют результаты опытов на животных – его заменителях (обезьянах, белых мышах, крысах и т.д.).

Многие ученые отмечали исключительную роль опыта в развитии науки. Немецкий химик Юстус Либих писал: «Источник всякой науки есть опыт. Всякий опыт есть мысль, которая с его помощью становится доступною для чувств». А первый российский ученый-естествоиспытатель М.В. Ломоносов утверждал: «Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожденных только воображением».

Говоря о значении опытов в зоотехнии, Д.А. Кисловский указывал, что зоотехник не должен забывать, что вся зоотехническая практика является громадным коллективным экспериментом по направленному изменению одомашненных животных в нужном для человека направлении. Правильный методический анализ этого материала должен во многом помочь и при постановке дальнейших экспериментов.

Эксперимент - это вид практики и вместе с тем один из методов научного исследования. В отличие от простого наблюдения он является активным методом познания, поскольку исследователь практически воздействует на предмет исследования, создает условия, при которых изучаемый объект выделяется, изолируется, берется, как говорил К. Маркс, в "чистом виде". Кроме того, исследователь может искусственно создавать условия, которые его интересуют. Эксперимент дает возможность неоднократно повторять интересующее исследователя явление как при одних и тех же, так и при измененных условиях, дает возможность менять не только условия, но и объекты исследования и вместе с тем вести контроль и измерение изучаемых явлений. В этом большое преимущество эксперимента перед другими методами научного исследования.

История развития науки показывает, что современное естествознание становится действительно научным только тогда, когда широкое применение получает экспериментальный метод исследования явлений.

Эксперимент является весьма распространенным методом исследования, однако его нельзя применить во всех областях знаний. Ряд наук не пользуется экспериментом, и вовсе не потому, что они являются недостаточно развитыми, а ввиду специфичности своего предмета исследования, как это имеет место в исторических науках. Однако существует общая тенденция к постоянному расширению рамок экспериментальных исследований.

Так, астрономия в связи с освоением космоса становится наукой экспериментальной. Расширились рамки эксперимента, который необходим в тех случаях, когда сам объект невозможно получить, или в этом нет необходимости, или над самим объектом нельзя экспериментировать по моральным соображениям, как, например, в медицине эксперимент над человеком недопустим: тогда для исследования берут не сам объект, а его заместитель

(обезьяну, белых мышей, крыс и т. д.), и полученный результат исследования переносят с модели на натуральный объект. Модели бывают биологические, физические и математические.

Сейчас кибернетические машины позволяют сравнительно легко моделировать многие процессы, а главное — логическое мышление человека, его память, что дает огромные результаты в автоматизации умственного труда. С помощью моделирования ускоряется научно-технический прогресс.

Виды эксперимента многообразны, но из них основными являются естественно-научный, производственный, социальный. Каждый вид эксперимента делится на более частные. Так, производственный эксперимент подразделяется на промышленный и сельскохозяйственный.

Сельскохозяйственный эксперимент теснейшим образом связан с экспериментом промышленным, а с другой стороны, с естественно-научным и, в частности, с биологическим и другими видами эксперимента.

Специфика сельскохозяйственного эксперимента определяется характером сельскохозяйственного производства, его цикличностью, сезонностью, медленным темпом отдачи, тем, что, как правило, эксперимент здесь проводится в условиях, близких к обычным условиям сельскохозяйственного производства, изучается сам объект, а не его модель.

Эксперимент имеет как объективную предметно-материальную сторону, так и теоретическую. Объективная сторона - это сам объект исследования, а также средства исследования, которые всегда исторически обусловлены уровнем развития производства и техники. Теоретическая сторона эксперимента зависит от исследователя, его активной творческой мысли, его умения, его таланта. Такова краткая характеристика эксперимента как одного из методов научного познания.

Эксперимент как вид практики является критерием истинности тех или иных научных идей. Вся история науки заполнена многочисленными примерами, подтверждающими это положение. Сошлемся на один из них. Известно, что когда Д. И. Менделеев предложил свою Периодическую систему химических элементов, то наряду с ней существовали и другие. В отличие от них Д. И. Менделеев оставил в своей системе места для еще не открытых химических элементов и дал им соответствующую

характеристику. Вновь открытые элементы начали занимать строго те места, которые были оставлены в таблице;

Д.И. Менделеевым. Когда французский химик-экспериментатор! П. Э. Лекок де Буабодран (1838-1912) открыл гелий и определил его плотность, то через некоторое время он получил письмо от Д. И. Менделеева, в котором русский ученый сообщил, что плотность полученного нового элемента определена ошибочно и указывал действительную его плотность. Французский ученый решил тщательно очистить полученный им новый химический элемент и был удивлен тем, что Д. И. Менделеев был прав, хотя он и не видел его. Так практика химического эксперимента доказала объективную истинность периодической системы Д. И. Менделеева.

Когда речь идет об эксперименте как критерии истинности тех или иных идей, то не следует забывать, что этот критерий нельзя превращать в абсолют. Многие идеи, опровергнутые современной наукой, в свое время опирались на эксперимент. Эксперимент исторически обусловлен. Кроме того, полученные данные в результате его проведения могут не всегда иметь однозначное толкование.

Однако с данными эксперимента всегда надо считаться, если только он является "чистым", воспроизводится, повторяется другими исследователями. И совсем недопустимо, когда сомнительные опыты пытаются использовать для опровержения установившихся основных положений современной науки, как это было с генетикой, объявленной в свое время у нас буржуазной лженаукой, хотя именно генетика в наибольшей мере опирается на тщательные экспериментальные исследования.

Эксперимент является не только критерием истинности научных идей, он вместе с тем способствует дальнейшему росту знаний, служит основой для создания новых научных гипотез и теорий. Всякий эксперимент имеет познавательное значение, служит очередной ступенькой для дальнейшего углубления знания. Отрицательный результат опыта порождает новые идеи, новые поиски. В любом случае эксперимент дает определенный материал для теоретического мышления, питает его.

2.5. Зоотехнический эксперимент

Зоотехнический эксперимент - это главный метод научного исследования в животноводстве. Огромные успехи в изучении явления наследственности стали возможны благодаря тонким экспериментам над нуклеиновыми кислотами (РНК и ДНК). С помощью электронного микроскопа изучено строение клетки и ее отдельных частей. Изучение известных и открытие новых элементарных частиц не могли бы идти успешно, если для их экспериментального изучения не применялись бы такие грандиозные сооружения, как синхрофазотроны и другие сложные устройства.

Огромное значение эксперимента состоит еще и в том, что он является средством внедрения в производство новых достижений науки. В наш период наука становится производительной силой общества, поэтому особое значение приобретает внедрение данных науки в производство. Этой цели служит производственный эксперимент, который в отличие от естественно-научного сравнительно недавно стал самостоятельным видом эксперимента.

Научное открытие не может быть в готовом виде перенесено в производство, его надо приспособить к условиям самого производства. У нас есть экспериментальные заводы, совхозы, учебно-опытные хозяйства, цехи, многочисленные коллективы ученых, инженеров, агрономов, зоотехников, рабочих, которые совместными усилиями решают эту задачу.

Как показывает история науки, подлинное научное достижение всегда рано или поздно находит практическое применение. Сам ученый не всегда осознает практическую значимость своего открытия.

Современное агропроизводство опирается на науку, базируется на ее успехах и внедряет ее достижения. Поэтому вопрос о том, как быстро будут внедряться в производство новые данные науки, приобретает особо важное значение.

Таким образом, эксперимент — это вид практики и, вместе с тем, метод научного исследования. Как вид практики он служит критерием истинности тех или иных идей, как метод научного исследования он является источником получения новых знаний, возникновения новых гипотез и теорий. Эксперимент является

связующим звеном между наукой и производством и другими видами практики.

Особенность зоотехнических опытов в том, что они являются сравнительными. В них сравнивают или действие различных факторов на одинаковых (сходных) животных, или действие одинаковых факторов, но на разных животных (по породе, полу и т.д.). При этом один из вариантов сравнения (группа животных или рацион) принимается за контроль (эталон), а другие – за испытуемые.

Под фактором понимается любое влияние, действующее на изучаемый хозяйственно-полезный признак. *Факторы* могут быть:

- физические (температура, влажность, освещенность, уровень радиации и др.);
- химические (состав рациона, различные питательные, биологически активные вещества);
- биологические (наследственность, порода, пол, возраст);
- условия содержания, например, напольное и клеточное содержание цыплят-бройлеров;
- специфические признаки, например, длина ног как фактор, влияющий на резвость лошади.

Хозяйственно-полезные признаки подразделяют на качественные и количественные. К качественным признакам относят пол (мужской и женский), окраску оперения и шерстного покрова, тип телосложения и др. Многие качественные признаки имеют два альтернативных состояния, например, мужской или женский пол, здоровье или болезнь, некоторые 3-5 состояний, например, типы конституции, типы движения лошади.

Количественные признаки, а их большинство, могут быть измерены и выражены в различных единицах: килограммах, сантиметрах, процентах и т.п. К ним относят удои, живую массу, содержание белка и жира в молоке, яйценоскость, биохимические показатели крови и др.

Зоотехнические опыты классифицируются на научно-хозяйственные, физиологические и хозяйственные (производственные).

Научно-хозяйственные опыты служат для изучения разных факторов на хозяйственно-полезные признаки: показатели продуктивности, воспроизводства, состояние здоровья и др. Опыты

проводят в условиях хозяйств, т.е. на производстве, на ограниченном количестве сельскохозяйственных животных.

Научно-хозяйственный опыт проводится в обстановке, типичной для того животноводческого производства, запросы которого удовлетворяются постановкой опыта. В нем изучается действие фактора на хозяйственно полезные качества животного, в которых суммируется все многообразие изменений организма - продуктивность, поведение, здоровье и др.

Эти качества очень изменчивы под действием условий жизни и внутренних факторов животного. Большая вариабельность их обуславливает необходимость увеличения минимума числа животных под опытом.

Хозяйственные (производственные) опыты служат для апробации (проверки) данных, полученных в научно-хозяйственных опытах. Их проводят также на производстве (в хозяйствах), но уже на большом количестве сельскохозяйственных животных. Эти опыты проводят длительное время, иногда несколько лет.

Постановка опытов связана с определенным риском, в них могут получаться и отрицательные результаты. Поэтому при небольшом числе животных в научно-хозяйственных опытах ущерб будет меньшим. Кроме того, на ограниченном поголовье легче проводить более углубленные исследования с определением физиологических, биохимических и других показателей. Если в этих опытах достигнуты положительные результаты, их апробируют уже на большом поголовье животных, но с менее углубленными научными исследованиями. Речь идет уже о внедрении научных достижений в производство.

Физиологические (научные) опыты проводят для изучения отдельных сторон жизнедеятельности организма, например, переваримости питательных веществ, обмена веществ, газообмена и т.д. Их проводят или на фоне научно-хозяйственных опытов или отдельно.

Физиологический опыт проводится в строго регламентированных условиях, в той или иной мере отдаленных от хозяйственной обстановки, на фоне научно-хозяйственного опыта или отдельно. В нем изучаются ограниченные стороны деятельности организма в статике и динамике - показатели переваримости корма, обмена веществ и энергии, гематологические

показатели секреторной и двигательной функций отделов пищеварительного тракта и др.

Методы постановки научно-хозяйственных и физиологических опытов основаны на равенстве и сходстве всех факторов опыта между группами или периодами, за исключением изучаемого.

По своему существу зоотехнические опыты являются сравнительными. Во всех исследованиях один из вариантов сравнения (группа животных или рацион) принимается за эталон или контроль, а другие - за испытуемые.

Производственный эксперимент, как указывает А. И. Овсянников (1976), имеет следующие особенности:

1. Исследование объекта проводится в сложившейся технологии производства с целью проверки результатов научно-хозяйственных опытов.

2. В основе познания лежит трудовое действие на объект, которое может повторяться многократно в тех вариациях условий жизни животных, которые складываются в производстве в данное время или были в истории его развития.

3. Длительный опыт, продолжающийся иногда десятки лет.

4. Большой охват числа животных, что недоступно научному эксперименту.

5. Включение в опыт иногда нескольких крупных хозяйств, находящихся в различных природно-климатических зонах.

6. В процессе опыта познание ведется не только для накопления знаний: на первом плане стоит проверка и внедрение научных достижений в данное производство.

Производственный опыт дает возможность как зооинженеру, так и научному работнику совершенствовать производство продуктов животноводства, находить пути повышения продуктивности животных.

Научные исследования в области сельского хозяйства (агронимические и зоотехнические) связаны с исследованиями на живых организмах и требуют большого объема предварительной информации, сложных теоретических построений, применяющих теорию вероятностей, биохимические и физиологические законы и т. д., а также много проверочных и поисковых экспериментов.

3. ИССЛЕДОВАНИЕ КАК МЕТОД

Исследование, как общее понятие, представляет систематическое изыскание в предмете новых фактов или закономерностей. По определению ЮНЕСКО, исследование - это систематическая творческая деятельность человека, призванная увеличивать научные и технические знания.

По цели и результатам научные исследования подразделяются на фундаментальные и прикладные (табл. 2.1).

Таблица 2.1 - Классификации научных исследований

	Исследования	
фундаментальные		прикладные
	По методам исследования	
теоретические		экспериментальные
	По этапам исследования	
поисковые	НИР	опытно- внедренческие
научно- хозяйственный опыт	физиологический опыт	Производственный эксперимент

Фундаментальные исследования направлены на открытие новых явлений и закономерностей, вскрытие связей между явлениями, выявление перспектив развития науки и техники, новых областей исследований, разработку теорий и моделей. Большинство таких исследований завершается научным отчетом, публикацией или другими видами информации. Эти отчеты и публикации, в свою очередь, являются материалом для последующих прикладных исследований или новых фундаментальных поисков.

Прикладные исследования направлены на объяснение явлений и фактов в рамках открытых законов и действующих теорий. Прикладные исследования используют как достижения науки для конкретного решения стоящих перед обществом задач.

По применяемым методам выделяют исследования:

- *теоретические*, которые используют математические и логические методы и средства познания, и
- *экспериментальные*, основанные на наблюдении и опыте.

В биологии, как и в любой отрасли науки, не всегда можно провести грань между теоретическими и экспериментальными

исследованиями, т.к. в основе теоретических исследований лежит опыт, а обобщение опытных данных развивает теорию. Поэтому многие исследования являются *комплексными*.

По стадии проведения научных исследований различают:

- поисковые исследования;
- научно-исследовательские работы и
- опытно-внедренческие разработки.

Поисковые исследования – это целенаправленная работа, когда на основе результатов фундаментальных исследований разрабатываются возможные методы и пути достижения научных решений, направленных на дальнейшее развитие фундаментальных исследований, обобщение частных решений и задач, систематизацию ранее известных подходов и изысканий путей использования теории и концепций в практике.

Научно-исследовательская работа (НИР) – это такая работа, когда на основе результатов фундаментальных исследований разрабатываются научные методы и технологии, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие соответствующей отрасли знаний.

Опытно-внедренческие разработки ориентированы на практическое применение открытых явлений, процессов, фактов, разработанных научных методов и технологий. Они, как правило, всегда связаны с внедрением в практику результатов прикладных исследований.

Эксперимент – по сравнению с другими методами исследований имеет ряд преимуществ:

– в отличие от простого наблюдения он является активным методом познания, так как исследователь воздействует на подопытных животных, создает им условия, которые его интересуют;

– эксперимент можно неоднократно повторять при одних и тех же или при измененных условиях и, следовательно, получать более объективные данные;

– рамки эксперимента возможно расширить. Например, в медицине эксперименты над человеком недопустимы и тогда используют результаты опытов на животных – его заместителях (обезьянах, белых мышках, крысах и т.д.).

Биологические эксперименты (опыты) делят на научно-хозяйственные, физиологические и производственные.

Научно-хозяйственный эксперимент проводят в обстановке, типичной для того животноводческого производства, запросы которого удовлетворяются его постановкой. В нем изучают действие фактора(-ов) на хозяйственно-полезные качества животного, в которых суммируется все многообразие изменений организма – продуктивность, поведение, здоровье и т.д.

Физиологический эксперимент проводят в строго регламентированных условиях, как правило, в лабораториях. В нем изучают ограниченные стороны деятельности организма в статике и динамике – показатели переваримости корма, обмена веществ, энергии, биохимические показатели и т.п.

Производственный эксперимент характеризуется следующими особенностями:

- исследование животных проводят в сложившейся технологии производства;
- более длительная продолжительность (до нескольких лет);
- охват большого числа животных;
- возможность включения в опыт нескольких хозяйств;
- возможность получения не только новых знаний, но и проверки и внедрения научных достижений.

Производственный эксперимент дает возможность исследователю совершенствовать производство продуктов животноводства и находить пути повышения продуктивности животных.

Особенность зоотехнических опытов в том, что они являются сравнительными. В них сравнивают или действие различных факторов на одинаковых (сходных) животных, или действие одинаковых факторов, но на разных животных (по породе, полу и т.д.). При этом один из вариантов сравнения (группа животных или рацион) принимается за контроль (эталон), а другие – за испытываемые.

Под фактором понимается любое влияние, действующее на изучаемый хозяйственно-полезный признак.

Факторы могут быть:

- физические (температура, влажность, освещенность, уровень радиации и др.);

- химические (состав рациона, различные питательные, биологически активные вещества);
- биологические (наследственность, порода, пол, возраст);
- условия содержания, например, напольное и клеточное содержание цыплят-бройлеров;
- специфические признаки, например, длина ног как фактор, влияющий на резвость лошади.

Хозяйственно-полезные признаки подразделяют на качественные и количественные. К качественным признакам относят пол (мужской и женский), окраску оперения и шерстного покрова, тип телосложения и др. Многие качественные признаки имеют два альтернативных состояния, например, мужской или женский пол, здоровье или болезнь, некоторые 3-5 состояний, например, типы конституции, типы движения лошади.

Количественные признаки, а их большинство, могут быть измерены и выражены в различных единицах: килограммах, сантиметрах, процентах и т.п. К ним относят удои, живую массу, содержание белка и жира в молоке, яйценоскость, биохимические показатели крови и др.

Различают три вида зоотехнических опытов: научно-хозяйственные, хозяйственные (производственные) и физиологические.

Научно-хозяйственные опыты служат для изучения разных факторов на хозяйственно-полезные признаки: показатели продуктивности, воспроизводства, состояние здоровья и др. Опыты проводят в условиях хозяйств, т.е. на производстве, на ограниченном количестве сельскохозяйственных животных.

Хозяйственные (производственные) опыты служат для апробации (проверки) данных, полученных в научно-хозяйственных опытах. Их проводят также на производстве (в хозяйствах), но уже на большом количестве сельскохозяйственных животных. Эти опыты проводят длительное время, иногда несколько лет.

Постановка опытов связана с определенным риском, в них могут получаться и отрицательные результаты. Поэтому при небольшом числе животных в научно-хозяйственных опытах ущерб будет меньшим. Кроме того, на ограниченном поголовье легче проводить более углубленные исследования с определением

физиологических, биохимических и других показателей. Если в этих опытах достигнуты положительные результаты, их апробируют уже на большом поголовье животных, но с менее углубленными научными исследованиями. Речь идет уже о внедрении научных достижений в производство.

Физиологические (научные) опыты проводят для изучения отдельных сторон жизнедеятельности организма, например, переваримости питательных веществ, обмена веществ, газообмена и т.д. Их проводят или на фоне научно-хозяйственных опытов или отдельно.

Планирование экспериментальных исследований. Результативность научных исследований во многом определяются продуманным их планированием. В научных учреждениях, как правило, составляют перспективные планы, обычно пятилетние, а также рабочие программы на предстоящий календарный год. Планирование осуществляется с учетом основных этапов научного исследования:

- выбор и обоснование темы исследования;
- сбор научной информации по теме;
- выработка первоначальной гипотезы;
- теоретическое исследование;
- разработка и утверждение методики эксперимента;
- порядок проведения экспериментальных исследований;
- обработка экспериментальных данных;
- литературное оформление результатов исследований, включающее выводы.

Выбор и обоснование темы – наиболее ответственная часть каждого научного исследования. Обязательным условием является актуальность темы, то есть она должна иметь как теоретическое, так и практическое значение, пользу для производства. А это возможно лишь при использовании инновационного подхода к планированию. Экономическая категория инновация (англ. innovation – нововведение) означает реализованный на рынке результат деятельности по созданию новых продуктов, новых технологий. Под продуктами здесь понимаются предметы, вещества и т. п. как результат труда в какой-либо отрасли производства. Например, кормовые добавки, консерванты кормов, лекарственные средства и т.д.

В основе инновационных проектов находятся высокие технологии, которые, в свою очередь, обеспечивают конкурентоспособность наукоемкой продукции на внутреннем и внешнем рынках и, как следствие, повышение качества жизни людей.

Успех исследования зависит и от того, насколько четко и конкретно поставлены задачи, требующие решения.

Сбор информации. На стадии планирования темы научной работы, при ее обосновании проводят патентные исследования, которые заключаются в поиске, отборе и анализе научно-технической информации по данной тематике. Это позволяет оценить новизну данной темы, использовать в своей работе лучшие мировые достижения для получения новых технических решений. И в самом деле, чтобы создать новое, надо выяснить, что сделано другими в данной области, чтобы «не изобретать велосипед» снова. Полученная информация к тому же повышает научную эрудицию исследователя. Исаак Ньютон говорил, что он видел дальше других, так как стоял на плечах гигантов. Этот физик не только изучал труды ученых, живших до него, но и творивших рядом с ним.

Полученную информацию по избранной теме обычно заносят в личную картотеку, а еще лучше – в персональный компьютер. Записывают фамилию, инициалы автора, наименование работы, название источника, где напечатана работа, год издания, страницы и краткое содержание работы.

Выработка первоначальной гипотезы. Гипотеза (греч. hypothesis - основание, предположение) – предположительное непроверенное суждение о закономерной (причинной) связи явлений. Гипотеза подвергается проверке, необходимость которой вытекает из самой сущности гипотезы как предположения. Подтвержденная гипотеза превращается в достоверное знание, в теорию. От правильности предварительной гипотезы зависит результативность всего исследования.

Теоретическое исследование заключается в критической оценке выдвинутых гипотез, отборе наиболее перспективных из них для дальнейшей экспериментальной проверки.

Разработка и утверждение методики эксперимента. Эксперимент (опыт) начинают лишь тогда, когда составлена, обсуждена, одобрена специалистами и утверждена методика его

проведения. Запрещается проведение опыта без утвержденной методики. Прежде чем составить методику, необходимо тщательно изучить научную литературу по теме исследования.

Примерная схема методики опыта:

- наименование темы, а при необходимости, и разделов;
- календарные сроки выполнения темы;
- научные руководители и ответственные исполнители;
- обоснование темы;
- место проведение опыта, метод его постановки, схема опыта, вид, половозрастная группа животных;
- кормление и содержание подопытных животных;
- учет результатов опыта: проводимые исследования, методы и время;
- документация по опыту;
- предполагаемые результаты (рабочая гипотеза);
- календарный план работы по опыту;
- смета расходов и список материалов, требующихся для проведения опыта: затраты на корма, реактивы, заработную плату и т.д.

Порядок проведения экспериментальных исследований, обработки полученных данных, литературного оформления результатов будут рассмотрены в последующих разделах. Здесь же отметим требования, предъявляемые к выводам.

Выводы – окончательный этап работы, они в сжатой лаконичной форме выражают главные результаты исследования. Важнейшее требование к выводам в том, что они должны отражать истину.

Выводы должны логически вытекать из экспериментальных данных. Нельзя делать выводы на основании недостаточно аргументированного материала. Опыты, проведенные с методическими ошибками, необходимо просто браковать. Выводы не должны сводиться к простой констатации фактов, в них отражаются теоретически осмысленные положения. Выводы должны содержать элементы новизны для науки и практики, они должны быть максимально конкретными, краткими, четкими. Отдельным пунктом записывают предложения по использованию предлагаемой научной разработки в производстве.

Всесторонняя проверка выводов из исследований собственных и других авторов – необходимое условие повышения

эффективности зоотехнической науки. Как уже отмечалось, наиболее эффективными являются **инновационные проекты** – создание новшеств: новых продуктов, технологий, востребованных на рынке и обеспечивающих повышение производительности общественного труда и прирост эффективности производства. Особенность планирования инновационных проектов в том, что их разбивают на отдельные этапы, в составе которых выделяют отдельные самостоятельные мероприятия. Задачей планирования этих этапов и мероприятий инновационного проекта является установление сроков начала и окончания работ, состава и количества исполнителей, закрепление исполнителей по конкретным заданиям (рабочим местам), определение объема необходимых ресурсов: финансовых, материальных, информационных и т.п. Важное значение имеет также рекламирование и продвижение инновационной деятельности к производству через информационно-консультативную службу.

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

4.1. Классификационные системы экспериментов

Эксперимент - это метод научного познания, при котором объект или явление исследуется в определенных, заранее оговоренных (или заданных) условиях, позволяющих наблюдать за ним и управлять его поведением.

Эксперименты классифицируются:

- 1) По *способу формирования условий*:
 - естественные,
 - искусственные.
- 2) По *целям исследования*:
 - преобразующие,
 - констатирующие,
 - контролирующие,
 - поисковые.
- 3) По *организации проведения*:
 - лабораторные,
 - натурные.
- 4) По *характеру внешних воздействий на объект*:
 - вещественные,
 - энергетические,
 - информационные.
- 5) По *характеру взаимодействия средства экспериментального исследования с объектом исследования*:
 - обычный,
 - модельный;
- 6) По *типу моделей исследуемых в эксперименте*:
 - материальный,
 - мысленный;
- 7) По *контролируемым величинам*:
 - пассивный,
 - активный;
- 8) По *числу варьируемых факторов*:
 - однофакторный,
 - многофакторный.

Естественный эксперимент чаще применяется в социальных, педагогических, биологических (реже технических, физико-математических, медицинских) исследованиях. Его сущность состоит в изучении явления (объекта) на реальном образе (реальной ситуации) в естественных условиях его функционирования. Примером естественного эксперимента может служить изучение поведения животных в заповеднике.

Производственный эксперимент — разновидность естественного эксперимента, проводимого в обычных для исследуемого работника условиях труда (на его рабочем месте: в цехе, кабине самолета, электровоза и т.п.) и направленного на проверку лежащей в его основе психологической гипотезы.

При проведении производственного эксперимента процессы труда по своим технологическим характеристикам не изменяются, но в условия и способы выполнения работы вносятся те или иные изменения, необходимые для целей исследования. Часто испытуемый не знает о проведении производственного эксперимента, и его поведение ничем не отличается от обычного. В других случаях (напр., при изменении структуры изучаемой трудовой деятельности или организации рабочего места) испытуемый становится активным участником эксперимента. Распространенным видом производственного эксперимента является *формирующий эксперимент*, проводимый в виде экспериментального обучения в реальных условиях труда.

Производственный эксперимент должен отвечать требованиям, предъявляемым к любому научному эксперименту: нацеленности на проверку определенной гипотезы, точности дозировки и регистрации изучаемых явлений, созданию сравнимых условий, устранению побочных факторов. Особенностью П. э. является наличие неконтролируемых факторов (т.е. факторов, причина действия которых не может быть установлена или количественно определена).

Искусственный эксперимент характерен для технических, естественных (реже для гуманитарных) наук. Он состоит в создании искусственных условий и изучении реального объекта на его аналоге - модели, сохраняющей основные свойства этого объекта. В качестве условий эксперимента выбираются: скорость, температурный режим и т.д.

Преобразующий эксперимент включает активное изменение структуры и функций объекта исследования с целью формирования новых свойств, качеств объекта и связей между его компонентами.

Констатирующий эксперимент проводится с целью проверки предположений, связей, полученных в ходе теоретического исследования.

Контролирующий эксперимент проводится с целью изучения (контроля) влияния на объект внешних воздействий.

Поисковый эксперимент проводится чаще всего в случаях, когда теоретических знаний в области исследования недостаточно, либо они отсутствуют вообще. Поисковый эксперимент имеет целью проведение начальной фазы исследования, на базе которой будет впоследствии формироваться научная гипотеза и продолжены теоретические исследования. По результатам поискового эксперимента устанавливается значимость факторов, осуществляется отсеивание незначимых.

Примером поискового эксперимента может служить народная медицина: люди издавна изучали воздействие трав и других естественных средств вначале на животных, а затем на себе. Запоминая положительные эффекты и отвергая отрицательные (либо фиксируя их негативность), люди создали систему знаний о болезнях и лекарствах, которая до сих пор объясняется и осмысливается медицинской наукой.

Лабораторный эксперимент осуществляется в случаях, когда изучение объекта непосредственно в естественной среде его существования либо невозможно, либо затруднено по тем или иным соображениям (к примеру, материальным). Он проводится на специально созданных установках, моделях, либо с использованием типовых, серийно выпускаемых приборов. Условия эксперимента заранее оговариваются с целью максимального приближения их к реальным условиям деятельности исследуемого объекта.

Натурный эксперимент проводится на реальном объекте в естественных условиях его существования в течение длительного времени.

В случае если лабораторный эксперимент дает предварительную информацию по исследуемому объекту (явлению, процессу), натурный эксперимент, за счёт реальных условий, уточняет и расширяет ее, повышает (либо опровергает) достоверность заключений, полученных в лаборатории.

Вещественный эксперимент предполагает изучение влияния различных вещественных факторов на состояние объекта исследования. К примеру, влияние легирующих добавок на качество стали.

Энергетический эксперимент используется для изучения воздействия различных видов энергии (электромагнитной, механической, тепловой и т.д.) на объект исследования.

Информационный эксперимент используется для изучения воздействия определенной (различной по форме и содержанию) информации. Используется в психологии, социологии и т.д.

Обычный эксперимент предполагает непосредственное изучение объекта исследования.

Модельный эксперимент предполагает изучение модели объекта. К примеру, аэродинамические характеристики автомобиля в аэродинамической трубе. Модельный эксперимент по сравнению с обычным имеет больше возможностей. Его недостаток - перенос результатов эксперимента с модели на объект, что требует дополнительных затрат и теоретического обоснования правомочности такого переноса.

Материальный эксперимент предполагает изучение материального объекта.

Мысленный эксперимент представляет собой вид познавательной деятельности, в которой структура реального эксперимента воспроизводится в воображении. Человек в уме оперирует пространственными образами, мысленно ставит тот или иной объект в различные положения и мысленно подбирает такие "экспериментальные" ситуации, в которых, как и в обычном опыте, должны появиться более важные или почему-либо интересные особенности данного объекта.

Как правило, мысленный эксперимент проводится в рамках некоторой модели (теории) для проверки её непротиворечивости.

На примере рассмотрим правомочность предположения, что тяжелые тела падают быстрее легких. Пусть имеется два тела: тяжелое и легкое. В случае если считать, что тяжёлые тела падают быстрее лёгких, то тогда тяжелое тело должно падать с большей скоростью. Теперь представим, что тяжелое и легкое тела были соединены перемычкой и образовали новый, ещё более тяжёлый предмет. Он тяжелее, и, следовательно, должен падать быстрее, чем тяжелое тело. Но одновременно он должен падать медленнее, чем

тяжелое тело, так как легкое тело должно тормозить движение тяжёлого. Обнаруживается противоречие, из которого можно сделать вывод о неправомерности данного предположения.

Ценность мысленного эксперимента, во-первых, состоит в том, что он позволяет исследовать ситуации, неосуществимые практически. Во-вторых, он позволяет в ряде случаев осуществлять познание и проверку истинности знаний, не прибегая к материальному экспериментированию.

Пассивный эксперимент предполагает контроль (изучение) поведения объекта по заранее обоснованным показателям без вмешательства исследователя в функционирование объекта. Примером пассивного эксперимента является ежедневный учет интенсивности автомобильного движения, пассажиропотоков на транспорте.

Активный эксперимент, напротив - ориентирован на управление со стороны исследователя функционированием объекта исследования в нужном ему направлении.

Однофакторный эксперимент предполагает изучение объекта при поочередном варьировании одного фактора и стабилизации других.

Многофакторный эксперимент предполагает изучение объекта при варьировании всеми переменными одновременно. Влияние каждого фактора оценивается по результатам всей совокупности опытов, проведенных в ходе эксперимента.

4.2. Планирование эксперимента

План эксперимента должен содержать:

1) *Цель и задачи эксперимента.*

Цель определяет конечный результат эксперимента. К примеру, проверить адекватность математической модели. Задачи определяют частные цели, с помощью которых будет достигнута конечная цель;

2) *Варьирующие факторы.*

На базе анализа расчетных схем процесса выделяют основные и второстепенные факторы, влияющие на исследуемый процесс. Эксперимент сводится к нахождению зависимостей между основными факторами. При невозможности выявить основные и второстепенные факторы проводят поисковый опыт;

3) *Обоснование объёма эксперимента, количества опытов*

4) *Выбор шага изменения факторов, задание шага между будущими материальными точками;*

5) *Обоснование средств и методов измерений* (должны базироваться на специальной науке - метрологии);

6) *Методику проведения эксперимента.*

Методика проведения эксперимента - совокупность мыслительных и физических операций, размещенных в определенной последовательности, в соответствии с которой достигается цель исследования.

В ней излагаются: последовательность действий исследователя, правила осуществления каждого этапа, использование приборов и оборудования, порядок измерения фиксации результатов и методы их обработки

При разработке методик проведения эксперимента крайне важно предусматривать:

– проведение предварительного, целенаправленного наблюдения над изучаемым объектом или явлением с целью выбора варьирующих факторов;

– устранение влияния случайных факторов;

– определение пределов измерений.

7) *Обоснование методов обработки экспериментальных данных.*

Схема проведения эксперимента.

Схема проведения эксперимента, организующая распределение испытуемых по различным уровням независимой переменной. Есть две основные возможности такого распределения:

а) распределять нескольких испытуемых на каждый уровень независимой переменной;

б) распределять всех испытуемых на все уровни независимой переменной.

Можно выделить следующие экспериментальные схемы:

1) **межгрупповая** предъявление каждого из условий независимой переменной разным группам испытуемых;

2) **интраиндивидуальная** предъявление одному или нескольким испытуемым всех исследуемых условий. Иногда такая схема называется также схемой индивидуального эксперимента;

3) **смешанная** - схема, при которой некоторые переменные являются межгрупповыми, а некоторые - интраиндивидуальными.

Каждая из схем обладает своими преимуществами и недостатками. В эксперименте с межгрупповой экспериментальной схемой один уровень независимой переменной не влияет на ее другой уровень и у испытуемых не накапливается эффект от воздействия нескольких уровней независимой переменной. Однако, у этой схемы есть и недостаток, так как существует возможность, что испытуемые в двух группах достаточно различны, чтобы это различие повлияло на эффекты независимой переменной. Поэтому любой межгрупповой эксперимент имеет потенциальную опасность смещения из-за разницы испытуемых в группах. Интраиндивидуальная схема свободна от такого недостатка, так как каждый испытуемый сравнивается сам с собой при различных экспериментальных условиях. Наблюдаемый эффект при этом можно отнести к разнице в уровнях независимой переменной, а не к разнице в испытуемых. Однако, эта схема также обладает рядом недостатков, влияющих на валидность внутренних экспериментов. Основное допущение экспериментов с интраиндивидуальной схемой - объект остается идентичен самому себе с течением времени - может нарушаться в силу ряда причин. При этом систематическая разница в наблюдениях будет вызвана не влиянием независимой переменной, а другими факторами. Указанные недостатки частично устраняются правильно сделанной рандомизацией.

В основе планирования эксперимента лежат два основных принципа – репликация и рандомизация. **Репликация** – это повторение основного эксперимента. Повторные опыты обладают важными свойствами. Они позволяют получить более точную оценку исследуемого в эксперименте эффекта, а также оценку ошибки эксперимента (случайной погрешности).

4.3. Методы рандомизации

Рандомизация - процедуры случайного распределения участников эксперимента по группам или порядка предъявления им экспериментальных условий. Также процедуры, обеспечивающие случайный отбор респондентов при построении выборки случайной.

При постановке экспериментов, связанных с отбором групп животных (породоиспытание, опыты по скрещиванию, кормлению, зоогигиене, клинические испытания и т.п.), как правило, возникают

вольные или невольные ошибки. Предположим, что для сравнения эффективности использования двух молочных пород необходимо отобрать по 20 телок.

Исследователь собрал данные по 100 телкам каждой породы с учетом возраста, живого веса, состояния здоровья и т.п.

Животных он внесет (часто даже незаметно) преднамеренную систематическую ошибку - телки породы А в какой-то степени будут лучше в генетическом и других отношениях, чем телки породы В.

Если исследователь не внесет преднамеренную ошибку, то может допустить невольную ошибку - телки каждой породы будут представлять выборку лучших по фенотипу животных, но чаще не аналогов по племенной ценности. Это также исказит окончательные результаты опыта и может привести исследователя к неправильным выводам.

Другой пример, при формировании опытных групп непосредственно в животноводческих помещениях исследователь преднамеренно или непреднамеренно может отобрать более крупных или же более спокойных животных, находящихся в более (или менее) благоприятных условиях (освещения, влажности, температуры) одного или нескольких помещений. Устранение такого рода ошибок возможно только путем рандомизации – случайного выбора животных в группы, случайной последовательности проведения опытов, измерений, оценок и т.п.

Схемы рандомизации

Рандомизация в клинических испытаниях Предположим, что необходимо провести клинические испытания лекарственного препарата, чтобы установить его эффективность. Для этого, например, 50 больным животным назначают лекарство, а другим 50 - нейтральный препарат («пустышку»). Предположим также, что животные поступают на испытания не одновременно, а группами, в течение некоторого времени. Существует два метода рандомизации. В первом методе требуется выбрать 50 различных чисел между 1 и 100. Активное лекарство должно быть назначено тем из 100 больных животных, чьи номера попали в этот набор. Остальные 50 животных будут получать нейтральный препарат. Этот метод имеет два недостатка:

– если придется преждевременно завершить исследование, то общее число животных, принимавших активный препарат, с большой вероятностью не будет равно числу животных, принимавших нейтральный препарат. Между тем статистические методы сравнения теряют чувствительность, если размеры выборок различаются.

– если клиническое состояние животных, включающихся в испытание в один момент времени, отличается от состояния животных, включающихся в другой момент, или меняются правила приема препаратов, то, несмотря на рандомизацию, две группы, возможно, будут отличаться по типу животных или по правилам приема лекарств.

Второй метод рандомизации лишен недостатков, присущих первому. С помощью этого метода проводят независимую последовательную рандомизацию животных, поступающих в течение коротких промежутков времени, по группам лечения. Предположим, что ежемесячно в испытаниях начинают участвовать десять больных животных. Разумно случайно назначать пяти животным лечение одного вида, а остальным пяти животным - другого, повторяя случайное назначение каждый месяц, по мере поступления новых партий больных животных. Для каждой следующей группы больных животных следует получать новый набор случайных чисел, чтобы избежать смещений, которые могут появиться вследствие скрытой периодичности типа больных животных или ввиду того, что ветфельдшеру вскоре будет ясен вид лекарства (он не должен быть известен ветфельдшерам, контактирующим с животными).

Частный случай этого метода - *испытания на парах животных*, когда одно из двух животных получает активный, а другой - нейтральный препарат. В этом случае рандомизацию проводить очень просто. Сначала каким-либо образом, например, по алфавитному порядку кличек, выделяют одного из двух больных животных как первого. Этот выбор надо сделать до проведения рандомизации. Затем, начиная с любого удобного места, просматривают однозначные числа в табл. 1. Если цифра нечетная - 1, 3, 5, 7 или 9, то первое больное животное принимает активный, а второе - нейтральный препарат. Если цифра четная - 0, 2, 4, 6 или 8, активное лекарство назначают второму больному животному.

Описанные методы рандомизации приводят к назначению каждому животному одного из двух видов лечения с шансами 50 на 50.

Все эти методы за исключением тех из них, в которых пары животных подбирают по признакам, взаимодействующим с изучаемым фактором, сопряжены с риском дисбаланса между группами больных животных (в которых проводят различное лечение) в распределении возраста, пола, начальной тяжести заболевания или других прогностически важных факторов. Кроме метода подбора пар по прогностическим факторам, можно использовать другое решение: провести стратификацию, т.е. разделить животных на определенные слои, группы (например, выделить самцов в возрасте от 6 до 12 мес., самок 6-12 мес., самцов 13-18 мес. и т.д.), а затем применить независимо и отдельно внутри каждой группы один из методов рандомизации.

Схема «несимметричной монеты». Рандомизация с расслоением уменьшает, но не устраняет полностью риск дисбаланса, особенно если испытания проводят на животных, поступающих в разное время, и окончательное число животных в каждой группе неизвестно до конца набора животных, участвующих в испытаниях. Средством дальнейшего уменьшения возможности дисбаланса является концепция «несимметричной монеты».

Предположим, что поступающее животное относится к группе, в которой большему числу больных животных назначено лечение одного вида, а меньшему числу - лечение другого вида. Тогда, согласно схеме несимметричной монеты, новому больному животному с некоторой вероятностью $p > 0,5$ назначают лечение, которое получила на текущий момент меньшая часть больных животных. Вероятность назначения ему лечения, которое получила большая часть больных животных, будет равна $1 - p < 0,5$. При равном числе больных животных, получивших лечение того и другого вида, новому животному вид лечения назначают с вероятностью 0,5.

5. МЕТОДЫ ПОСТАНОВКИ ЗООТЕХНИЧЕСКИХ ОПЫТОВ

Общие принципы. В организации эксперимента центральное место принадлежит *методике исследования* – комплексу специфических операций с подопытными животными.

Правильный выбор методики определяет успех эксперимента. По своему существу опыты с животными являются *сравнительными*. В них сравнивают или действие различных факторов на животных определенной породы и конституции, или реакцию животных различных пород и конституций на определенный комплекс условий внешней среды. В первом случае главный методический принцип заключается в том, чтобы опытные группы животных по наследственным и конституциональным особенностям были максимально сходными, а изучаемые факторы в определенной мере различались. Во втором случае, наоборот, различия должны быть в самом составе опытных групп (например, различные породы), а условия внешней среды (кормление, содержание и пр.) – максимально сходными. Во всех исследованиях один из вариантов сравнения принимают за эталон или контроль, а другие – за испытуемые. Элемент сравнения должен выступать, насколько это возможно, в «чистом» виде.

Наибольшие методические трудности при постановке экспериментов первого типа связаны с устранением наследственных различий между животными в подопытных группах. Все традиционные методы различаются главным образом тем, каким образом при том или ином методе нивелируют влияние наследственности на конечный результат изучаемых показателей между опытными группами. Причина такого внимания к наследственности состоит в том, что животные с разными генотипами имеют различную норму реакции на воздействие одних и тех же факторов внешней среды.

В зависимости от принципа организации эксперимента и сравнения полученных данных, все методы постановки опыта делят на две большие группы: методы, основанные на принципе *аналогичных групп* и методы, основанные на принципе *групп-периодов*).

Выбор схемы проведения опыта зависит от цели эксперимента и числа животных. При проведении опыта необходимо правильно формировать группы животных, которые должны быть *аналогами* по полу, возрасту, живой массе, физиологическому состоянию. В экспериментах по разведению, селекции и генетике, следует учитывать также происхождение животных.

5.1. Классификация методов исследования в животноводстве

Главная цель зоотехнических опытов – изыскать факторы, повышающие продуктивные качества животных. Для этого предложено более 10 методов постановки опытов. Но главными из них являются периодический и групповой. Остальные представляют собой разновидности группового метода или комбинированные: сочетание периодического и группового.

Зоотехнические опыты

1. Метод периодов
2. Групповой метод
 - 2.1 метод пар-аналогов
 - 2.2 метод групп-аналогов
 - 2.3 метод однойцовых двоен
 - 2.4 метод миниатюрного стада (мини-стада)
 - 2.5 метод интегральных групп
 - 2.6 метод латинского квадрата

5.1.1. Периодический метод

Периодический метод (метод периодов) разработали немецкие ученые Кюн и Вольф. Это один из первых методов, который был использован в опытной работе.

Метод *периодов* заключается в том, что опыт проводят на одной группе животных и изучают влияние одного фактора в течение нескольких последовательных периодов.

Опыты методом периодов следует проводить на животных, закончивших рост. Молодняк для этих целей непригоден, так как наряду с изучаемым фактором налицо будет влияние изменения возраста животного.

Для опыта отбирают здоровых животных одинакового типа. При изучении кормовых факторов животных переводят в течение

15 суток на основной рацион, а затем эксперимент проводят по утвержденной схеме.

Например: *Сущность метода:* действие изучаемого фактора испытывается на одной группе животных, но в разные периоды времени (табл. 5.1). Оценка результатов опыта проводится по разности в показателях между периодами.

Для опыта подбирают одну группу сходных животных в количестве не менее 5 - 6 голов. С понижением сходства животных возрастает их количество в группе. Животные должны быть одного пола, одной породы. Сходство считается хорошим, если разница не превышает по живой массе и продуктивности – 5%, по возрасту 5% нормального срока производственного использования, в сроке беременности – 5% от продолжительности плодоношения, во времени опороса или окота – 3 - 6 дней, во времени отела или выжеребки – 1,5 - 2 недели. Допустимым считается сходство, если разница по этим признакам превышает названные не более чем в 1,5 - 2 раза, при коэффициентах вариации признаков в пределах 4 - 6%. Животных, которые не соответствуют данным условиям, а также с признаками заболеваний удаляют или заменяют.

Таблица 5.1. - Схема постановки зоотехнического опыта периодическим методом

Предварительный период, 15 суток	Первый опытный период, 25 - 30 суток	Второй (главный) опытный период, 30 - 60 суток	Третий (заключительный, или контрольный) период, 25 - 30 суток
Основной комплекс (ОК)	Основной комплекс (ОК)	Основной комплекс ± изучаемый фактор А (ОК±А)	Основной комплекс (ОК)

Назначение периодов

Цель предварительного периода – проверить сходство (аналогичность) отобранных животных в группу. В этот период допускается замена животных. Например, заменяют животных с плохим аппетитом или слишком драчливых, вызывающих стрессовое состояние у остальных. В предварительный период животных переводят с хозяйственного на основной опытный

рацион в опытах по кормлению. Минимальная длительность предварительного периода 15 дней. После этого периода всякое изменение состава подопытной группы уже не допускается.

В первый опытный период животные находятся на основном комплексе (ОК). В опытах по кормлению – это основной рацион (ОР). Проводят все исследования согласно методике, то есть определяют показатели продуктивности, физиологические, биохимические и др. Минимальная продолжительность этого периода 25 - 30 суток.

Во второй или главный период опыта дополнительно к основному комплексу или вместо части его животные получают изучаемый фактор А, или этот фактор исключается из основного комплекса, если он в него входил. Например, в опытах по кормлению изучаемыми факторами могут быть новые кормовые добавки: протеиновые, минеральные, витаминные, вкусовые и т.д., в опытах по зоогиgiene различные виды излучений (инфракрасное, ультрафиолетовое), различные световые, температурные режимы и т.д.

В этот период продолжают изучение ответных реакций подопытных животных согласно методике. Длительность главного периода обычно составляет 1 - 2 месяца.

В третий (заключительный, или контрольный период), как и в первый опытный действие изучаемого фактора исключается, но продолжают определять изучаемые показатели. Этот период необходим для того, чтобы убедиться, действительно ли изменение продуктивности, состояния здоровья и т.д. определяются действием изучаемого фактора, а не случайными обстоятельствами. Продолжительность этого периода 25 - 30 суток.

О результатах опыта судят по разности в показателях, в первую очередь, продуктивности, между главным периодом, когда животные получали изучаемый фактор, и первым, а так же третьим периодами, когда данный фактор был исключен. Например, авторами с помощью периодического метода изучалась эффективность зерносилоса из вико-овсяной смеси в рационах дойных коров. В подготовительный, первый и третий опытные периоды (продолжительностью по одному месяцу) в составе рациона коровы получали силос из многолетних трав, а во второй (главный) период (2 месяца) - эквивалентное по энергетической питательности количество зерносилоса. В 1 кг зерносилоса

содержалось 0,23 к.ед., 23 г переваримого протеина. Выход корм. ед. с 1 га при заготовке зерносилоса составил 48,5 ц, силоса из многолетних трав – 20,8 ц. При включении в рацион зерносилоса (2-ой период) среднесуточные удои возросли с 18,3 до 19,5 кг.

Достоинства периодического метода:

– исключается влияние индивидуальных особенностей животных на исход опыта, так как мы сравниваем между собой одних и тех же животных, но в разные периоды времени, ведь опыт проводят на одной группе;

– небольшая численность подопытных животных, а значит, проще учитывать их ответные реакции;

– меньше затрат на проведение опыта.

Недостатки периодического метода:

– действие случайных обстоятельств или фактора времени на исход опыта. Со временем изменяются условия внешней среды: погода, условия содержания и кормления. Например, на пастбище изменяется урожайность травостоя и его химический состав. Со временем изменяются и сами животные. Эти изменения связаны с их ростом, развитием или изменением физиологического состояния (беременность, период лактации). Иногда совокупность этих изменений может оказать на животных большее влияние, чем изучаемые факторы. Вот почему периоды должны быть непродолжительными, чтобы ограничить действие фактора времени. Но за короткое время трудно изучить действие изучаемого фактора, то есть трудно получить объективные, достоверные данные..

– трудности с учетом последствия изучаемого фактора. Например, в главный период животные получали витаминную добавку. В заключительный период она исключается, но определенное время сохраняется последствие этой добавки на животных.

Главное требование периодического метода: обеспечить животным во все периоды максимально сходные условия кормления и содержания за исключением изучаемого фактора.

Применяют этот метод в основном в опытах на взрослых животных, так как у них меньше изменчивость, чем у молодняка.

5.1.2. Групповой метод

Групповой метод предложил датский ученый Фиорд.

Сущность метода: действие изучаемого фактора испытывается на нескольких группах животных, но в одно и то же время (табл. 5.2). Следовательно, этот метод противоположен периодическому.

Таблица 5.2. - Схема постановки опыта групповым методом (один из вариантов)

Группы	Уравнительный период	Главный период
1. Контрольная	ОК	ОК
2. Опытная	ОК	ОК±А
3. Опытная	ОК	ОК±В

ОК – основной комплекс, в опытах по кормлению основной рацион (ОР)
А и В – изучаемые факторы

Одна группа – контрольная, изучаемый фактор не получает. Другие группы (одна или несколько) – опытные, изучаемые факторы получают. Все группы (контрольная и опытные) называются подопытными.

Главное требование – однородность (сходство) подопытных групп в начале главного периода. Результаты опыта оценивают по разности в показателях, в первую очередь, продуктивности между группами.

Например, в опыте на откармливаемых бычках изучалась эффективность небелковых азотистых добавок: карбамида и диаммонийфосфата. Бычки 1-ой (контрольной) группы – основной рацион + диаммонийфосфат. Результаты опыта оценивали по разнице в показателях продуктивности между каждой из опытных групп и контрольной, а также между 2-ой и 3-ей опытными группами.

Число групп обычно равно числу изучаемых факторов плюс 1.

Достоинство группового метода: исключается влияние случайных обстоятельств или фактора времени на исход опыта. Конечно, эти обстоятельства действуют на животных, но действуют параллельно как на опытные, так на контрольную группы. Это означает, что опыты можно проводить длительное время, иногда в течение нескольких лет, и получать более объективные результаты. Например, в кратковременных опытах силосно-концентратный тип

кормления коров не оказал на них отрицательного влияния. А вот при проведении длительных опытов выяснилось отрицательное влияние такого типа кормления на состояние здоровья, показатели воспроизводства.

Недостатки группового метода:

– влияние индивидуальных особенностей животных на исход опыта. Как отмечалось, главное требование метода – сходство подопытных групп в начале опыта. Но абсолютно одинаковых животных не бывает, поэтому подобрать абсолютно одинаковые группы невозможно;

– потребность большого числа животных для проведения опыта. Отсюда трудности с формированием подопытных групп. Например, из стада коров 250-300 голов с трудом удается укомплектовать 3 группы по 10 голов в каждой;

– повышаются затраты на проведение опыта, усложняется учет его результатов.

И все же, несмотря на эти недостатки групповой метод чаще других применяется в научных исследованиях, так как он дает возможность проводить длительные опыты как на взрослых, так и на растущих животных и получать более объективные результаты.

Групповой метод включает несколько разновидностей: пар-аналогов, групп-аналогов, однойцовых двоен, миниатюрного стада, интегральных групп.

5.1.2.1. Метод пар-аналогов (парный метод)

Метод пар-аналогов является основным и наиболее распространенным. Обеспечивает хорошие результаты только в том случае, если группы будут сформированы на основании объективных данных по каждому животному.

В практических условиях подобрать большое число одинаковых животных по 4-5 показателям трудно, особенно для малопродуктивных видов. Поэтому подбирают пары, тройки и т.д.

Число животных-аналогов зависит от числа групп в эксперименте.

Последнее определяется числом изучаемых факторов плюс контрольная группа.

При подборе животных-аналогов учитывают породу, пол, возраст, живую массу, происхождение, физиологическое состояние (период лактации, беременности), продуктивность (прирост живой

массы, удой, процент жира в молоке, яйценоскость, настриг шерсти и др.). Допустимые максимальные различия: между животными в паре - 5...6%, между крайними вариантами в группе - 10...12%, между группами - 2...3%. *Правильно сформированные группы не должны иметь статистически значимых различий.* Для определения - какая группа животных будет контрольной, а какие - опытными, используют жеребьевку.

Сущность метода: комплектование подопытных групп производится путем подбора аналогов сходных животных, которых распределяют таким образом, чтобы каждому животному в одной группе соответствовал аналог под этим же порядковым номером в другой группе (табл. 5.3). Если две группы, подбирают пары аналогов, если три – по три аналога под порядковыми номерами: 1-1-1, 2-2-2, 3-3-3 и т.д.

Таблица 5.3 - Схема постановки опыта по методу пар-аналогов (простейший вариант)

Группы	Уравнительный период	Переходный период	Главный (учетный) период
1. Контрольная 2. Опытная	ОК ОК	ОК ОК±А (постепенно)	ОК ОК±А
Минимальная продолжительность	15 суток	7 - 10 суток	45 - 60 суток

Контрольная группа животных во все периоды опыта получает основной комплекс (ОК) факторов кормления и содержания.

Опытная группа в переходный период постепенно начинает получать изучаемый фактор (А) сверх основного комплекса или вместо части его. В главный период опытная группа получает изучаемый фактор в полном объеме.

Результаты опыта оценивают по разности в показателях между группами в главный период опыта.

Требования к аналогам:

1. *Порода и тип животных.* Аналогами могут быть только животные одной породы, желательно чистопородные, у них меньше изменчивость. Подопытные животные должны быть типичными для данной породы.

2. *Происхождение.* У многоплодных животных, например, свиной аналогов отбирают из одного помета.

3. *Пол.* Аналогами могут быть только животные одного пола. Например, у бычков приросты массы на 10 - 15 % выше, чем у телок.

4. *Живая масса.* Допускаются различия между аналогами до 10 % от среднего показателя для взрослых животных и до 5 % - для молодняка.

5. *Продуктивность.* Допускаются различия до 8 - 10 % в удоях, шерстности, яйценоскости.

6. *Возраст.* Различия до 5% от нормального срока производственного использования.

7. *Физиологическое состояние.* Различия в сроках беременности до 5% от всей продолжительности плодоношения.

8. *Состояние здоровья.* Животные должны быть здоровыми, с нормальной половой функцией. Обязателен их осмотр ветврачом. В необходимых случаях проводят ветеринарные обработки, вакцинации, дегильментизации и т.д.

9. *Упитанность* должна быть средняя, или заводская. Истощенные или ожиревшие животные для опыта не годятся.

10. *Индивидуальные особенности:* состояние аппетита, темперамент, агрессивность также учитывают при подборе аналогов.

Изменчивость животных по основным признакам в пределах группы допускается в 2, а иногда и в 3 раза больше, чем между аналогами в зависимости от цели и характера исследований.

После подбора групп решается вопрос, которая из них будет контрольной, а какие опытными. Этот вопрос решается путем жеребьевки. Сознательное, преднамеренное комплектование неполноценных групп считается преступлением в опытном деле.

Назначение периодов:

Уравнительный период имеет цель – адаптировать животных к новым условиям содержания и кормления, уравнивать подопытные группы. Возможна перестановка животных из группы в группу или их замена. Изучают поведение животных в группе, поедаемость кормов, проводят зооветобработки (обрезка копыт, острых рогов, прививки, вакцинации и т.д.). Продолжительность уравнительного

периода зависит от цели и задач исследования и составляет обычно 2-3 недели.

В опытах по кормлению на продолжительность уравнительного периода влияет скорость прохождения кормов через пищеварительный тракт. У разных видов животных она разная: у овец – около 3 недель, у взрослого крупного рогатого скота – около 2 недель, у телят – молочников, лошадей, свиней, взрослой птицы – около 1 недели. Столько же может длиться и уравнительный период. Этот период можно исключить в опытах на телятах молозивного периода, на цыплятах, когда группы формируют в суточном возрасте.

Переходный период необходим для постепенного перехода на изучаемый режим, то есть изучаемый фактор вводят постепенно во избежание стрессов. Например, при введении в рацион небелковых азотистых добавок на полную дозу переходят постепенно в течение 10-15 дней, иначе неизбежно отравление животных. Перевод животных из группы в группы в этот период не допускается. Но переходный период можно исключить, если изучаемый фактор не оказывает резкого влияния на животных. Например, добавку витаминных препаратов можно включить в рацион сразу в полном объеме.

Главный (учетный) период опыта начинается сразу после переходного. Животные получают изучаемый фактор в полном объеме. Минимальная продолжительность периода 45-60 суток. Часто этот период занимает весь производственный или физиологический цикл, например, период откорма, выращивания, лактации, беременность и т.д.

В главный период определяют показатели продуктивности, расход кормов, изучают биохимические показатели крови, продукции, баланс отдельных веществ в организме и т.д. в соответствии с методикой опыта.

Метод пар-аналогов является основным в опытной работе. Он позволяет изучить действие различных факторов (наследственных, кормленческих, технологических и др.) на животных в течение длительного периода, то есть в динамике развивающегося организма. Поэтому этот метод дает возможность сделать более обоснованные выводы, получить более объективные данные. Недостаток метода в том, что оценка изучаемых факторов производится на разных, хотя и сходных животных, но полного

сходства групп добиться невозможно. Метод требует большего числа животных, а это ведет к увеличению затрат на проведение опыта.

5.1.2.2. Метод групп-аналогов (Метод групп периодов)

В генетическом отношении эти методы сочетают некоторые свойства подопытного материала однойцовых двоен (проводятся на одних и тех же животных), и свойства аналогичных групп.

Однако возрастные изменения могут привести к смещенным результатам опытов.

Метод периодов заключается в том, что опыт проводят на одной группе животных и изучают влияние одного фактора в течение нескольких последовательных периодов.

При комплектовании групп методом пар-аналогов требуются объективные данные зоотехнического учета о происхождении животных, их продуктивности и т.д. К сожалению, такие данные имеются далеко не во всех хозяйствах. В этих случаях для постановки опытов используют метод групп-аналогов.

Опыты следует проводить на животных, закончивших рост, здоровых, одного типа. Если до начала опыта животные находились на хозяйственном рационе, то в течение 15 суток их переводят на основной рацион.

Во втором опытном периоде вводят изучаемый фактор (например, кормовая добавка) сверх основного рациона или вместо какой-то его части, или исключая из основного рациона, если он в него входил.

В заключительный период устанавливают, действительно ли изменения продуктивности, роста, состояния здоровья и т.д. в главный опытный период определяются действием изучаемого фактора, а не случайным стечением обстоятельств.

О результатах опыта судят, сопоставляя фактическую продуктивность при использовании основного рациона с продуктивностью животных, получавших опытный рацион.

Преимущества: рационы испытывают на одних и тех же животных. *Недостатки:* на результаты исследований могут существенно влиять изменения в погодных условиях и в физиологическом состоянии животных (возраст, беременность, стадия лактации и т.п.). Кроме того, имеет место трудность учета

влияния одного фактора (рациона) на другой и относительно короткий срок проведения опытов.

Сущность метода: аналогами являются не отдельные животные, а группы в целом. Распределение животных по группам проводят по принципу случайностей. Практически поступают так: выписывают номера животных, отобранных для опыта. Разумеется, они должны быть более или менее выровненными по таким показателям как возраст, живая масса, то есть по фенотипу. *Фенотип* – совокупность признаков, полученных в процессе индивидуального развития. Далее путем жеребьевки номера животных распределяют по группам.

Различие по генотипу (*genos* – происхождение) нейтрализуется за счет большего числа животных в группах. Их должно быть в 1,5 - 2 раза больше, чем при методе пар-аналогов (25 - 30 голов). Затем определяют средние показатели по группам. Если разница превышает 5 % - животных заменяют.

Этот метод больше подходит для постановки опытов на взрослых животных, так как их фенотипические качества в период опыта более стабильны, чем у молодняка.

5.1.2.3. Методы обособленных групп

В этой группе *метод однойцовых двоен* является наиболее точным, так как используют животных с одинаковой наследственностью. *Преимущество* - можно получить более объективные результаты за счет большей однородности между группами. *Недостатки:* а) малочисленность двоен; б) трудности подбора групп одного возраста и пола; в) возможность формирования только двух групп, г) при выбытии животного в одной из групп необходимо исключать двойника из другой.

Сущность метода однойцовых двоен в том, что пары аналогов представлены однойцовыми двойнями, или идентичными близнецами, то есть практически одинаковыми животными. Этим самым исключается влияние индивидуальных особенностей животных на исход опыта. Поэтому животных для опыта требуется немного: достаточно 3 - 4 головы в каждой группе. Данный метод чаще используют при проведении опытов на жвачных животных: крупном рогатом скоте, овцах, козах.

Однойцовые двойни образуются в результате оплодотворения сперматозоидом одной яйцеклетки с двумя ядрами,

либо яйцеклетками с одним ядром, но сперматозоидом с двумя ядрами. Яйцеклетка может содержать и по 3, 4 и более ядер и тогда рождается соответственно 3, 4 и более однойцовых близнецов. Но такие случаи встречаются реже.

Благодаря большой однородности между группами использование этого метода дает наиболее объективные результаты. Недостаток метода в трудности формирования групп. Можно сформировать только две группы, а, следовательно, изучить только один фактор.

5.1.2.4. Метод сбалансированных групп

Метод сбалансированных групп применяют при невозможности использования метода пар-аналогов. Сущность его заключается в подборе групп животных, *относительно равноценных* по основным средним показателям. Для исключения элемента случайности число животных увеличивают в 1,5-2 раза по сравнению с методом пар-аналогов и добиваются максимального сходства по средним показателям. Чем выше коэффициент изменчивости и меньше ожидаемые различия между группами, тем большее число животных необходимо в опыте для получения надежных результатов.

5.1.2.5. Метод миниатюрного или модельного стада (министада)

Метод субстада (миниатюрного стада) используют, когда нет возможности подобрать животных описанными выше методами.

Сущность метода: из общего поголовья скота отбирают группу животных (10...15%), которая является копией основного стада по возрасту, породности, живой массе, продуктивности и физиологическому состоянию. Субстадо - опытная группа, а основное стадо – контроль. Метод применяют в основном для изучения технологических вопросов (содержания, кормления и т.п.).

Метод миниатюрного, или модельного стада (министада) предложили А.П. Дмитроченко, И.Я. Гуревич, Ю.К. Олль (1958, 1965) для проведения длительных опытов по кормлению и содержанию животных.

Метод министада (миниатюрного стада) используется преимущественно при проведении опыта на взрослом крупном рогатом скоте и лошадях, когда нет возможности подобрать животных описанными выше методами.

Сущность метода заключается в том, что из общего поголовья скота отбирается группа животных, которая является копией основного стада по возрасту, породности, живой массе, продуктивности и физиологическому состоянию. В зависимости от задач исследований может быть сформировано несколько министадов. При этом методе министадо служит опытной группой, а основное - контрольной.

Состав животных в министаде обычно разнороден, так как он ; отражает структуру основного стада. Преимущество этого метода заключается в том, что в связи с разнородностью животных в группе имеется возможность изучать влияние различных факторов на животных разного возраста и уровня продуктивности. Этот метод может быть успешно использован при изучении технологических вопросов (система содержания, кормления и др.).

При формировании министада все поголовье животных условно разбивают на группы с учетом возраста, породности, живой массы, продуктивности, физиологического состояния; от каждой группы методом случайной выборки отбирают 10-15 % животных. Простейшую схему отбора животных в министадо можно проиллюстрировать на следующем примере: в стаде 300 коров, которые имеют продуктивность.

В свою очередь, каждая соответствующая группа по продуктивности делится на подгруппы с учетом возраста, живой массы, физиологического состояния, из которых отбирают необходимое количество животных.

Например: Сущность метода: по принципу случайного отбора (жеребьевкой) формируют опытную группу (министадо), которая должна быть моделью всего стада (табл. 5.4). При формировании министада поголовье фермы (комплекса) условно распределяют на отдельные части с учетом продуктивности, физиологического состояния и от каждой из этих частей отбирают по 10 - 15% животных в министадо.

Сформированное министадо (40 голов) является опытной группой, которая будет получать изучаемый фактор. Контролем будет служить общее стадо фермы (360 голов) Если потребуется

изучить два фактора, надо сформировать два министада. Министадо не может быть однородным, так как его состав определяется структурой стада в целом.

Таблица 5.4 - Схема отбора кобыл в министадо

Годовой удой, кг	Количество кобыл	Отобрано в министадо (10 %), голов	Осталось коров в основном стаде
1500-2000	80	8	72
2001-2500	120	12	108
2501-3000	110	11	99
3001-3500	90	9	81
Всего	400	40	360

Метод министада успешно применяют для изучения промышленных технологий в животноводстве, можно его использовать и для изучения генетических факторов продуктивности (порода, линия и др.).

5.1.2.6. Метод интегральных групп

Эта группа методов позволяет получить в одном эксперименте информацию о влиянии нескольких факторов на организм животных. Также имеется возможность установить наиболее эффективное влияние соотношения изучаемых факторов.

Метод интегральных групп дает возможность получить в одном эксперименте информацию о влиянии нескольких факторов на организм животных. В исследовательской работе применяют метод интегральных групп с использованием двух- и многофакторных показателей.

Использование метода интегральных групп позволяет изучать сравнительное влияние комплекса факторов на продуктивность и физиологическое состояние животных. В этом случае имеется возможность установить наиболее эффективное влияние соотношения изучаемых факторов на организм животного.

Слово *интегральный* в переводе с латинского означает неразрывно связанный, цельный, единый. *Сущность* данного метода в том, что он позволяет изучить действие на животный организм каждого фактора в отдельности, а также их совместное (единое) действие в различных сочетаниях.

Метод двухфакторного комплекса заключается в том, что в опыте изучают влияние двух факторов одновременно при разном их уровне.

Например, для изучения этим методом влияния добавок солей двух микроэлементов: меди и кобальта (двух факторов) в рационах поросят-отъемышей потребуется 4 подопытные группы (табл. 5.5).

Таблица 5.5 - Схема двухфакториального опыта

Группы	Добавки солей	
	меди	кобальта
1. Контрольная	-	-
2. Опытная	+	-
3. Опытная	-	+
4. Опытная	+	+

Вторая и третья опытные группы получают по одному из изучаемых микроэлементов в отдельности, четвертая группа – оба микроэлемента. Результаты опыта оценивают по разности в показателях между каждой из опытных групп и контрольной, а также - между опытными группами. По этой схеме можно оценить как влияние каждого фактора в отдельности, так и их совместное взаимодействие.

Многофакторные комплексы применяют тогда, когда требуется изучить одновременно влияние нескольких факторов при различном их сочетании. Например, при изучении действия трех микроэлементов меди, кобальта, йода (трех факторов) уже потребуется 8 подопытных групп.

Опыт дает возможность определить действие каждого фактора в отдельности, выделить оптимальные сочетания их совместного действия, установить также угнетение одного фактора другим. Такой многосторонний анализ опыта отражает множественные зависимости, которые наблюдаются в природе.

Метод интегральных групп удобен и для изучения влияния разных уровней: высокого (+) и низкого (-) разных элементов питания, например, протеина и жира (двухфакториальный комплекс), протеина, жира и углеводов (трехфакториальный комплекс) (таблица 5.6).

Достоинство метода в том, что он дает возможность получить большой объем научной информации, а недостаток – в громоздкости опытов: требуется большое число подопытных групп,

комплектование которых представляет значительные трудности, возрастают затраты на экспериментальные исследования.

Таблица 5.6 - Схема трехфакториального опыта

Группы	Добавки солей		
	меди	кобальта	йода
1. Контрольная	-	-	-
2. Опытная	+	-	-
3. Опытная	-	+	-
4. Опытная	-	-	+
5. Опытная	+	+	-
6. Опытная	-	+	+
7. Опытная	+	-	+
8. Опытная	+	+	+

Особенности группового метода в опытах на молодняке.

По мере роста и развития молодых животных они не только изменяются сами, но и изменяются их требования к внешней среде, к условиям кормления и содержания. Например, в начале подсосного периода для поросят требуется температура окружающего воздуха 28-30°C, а в конце выращивания – 12-14°C. Концентрация протеина в сухом веществе рациона с возрастом животных снижается. Вот почему в опытах на молодняке выдержать от начала до конца одинаковые условия содержания и кормления не всегда возможно и опыты разделяют на отдельные фазы по живой массе или возрастным периодам (табл. 5.7).

Таблица 5.7 - Схема опыта по изучению эффективности кормового лизина

Фазы	Живая масса, кг	Лизин, в % от сырого протеина	
		контрольная группа	опытная группа
1	35-60	4,5	5,0
2	61-100	4,0	4,5
3	101-135	3,5	4,0

Так, для ремонтного молодняка свиней выделяют три фазы: первая – 35-60 кг, вторая 61-100 и третья 101-135 кг. В качестве примера можно привести схему опыта по изучению эффективности более высокого уровня лизина в рационах ремонтных хрячков. С

возрастом концентрация этой аминокислоты в сыром протеине снижается, но в опытной группе эта концентрация на 0,5% выше.

Таким образом, мы рассмотрели несколько разновидностей группового метода. Возникает вопрос, каким из них лучше пользоваться при постановке опытов? При решении данного вопроса надо учитывать цель опыта, подопытный материал, то есть вид животных, возраст, состояние зоотехнического учета, наличие средств и т.д. Но во всех случаях надо обеспечить максимальное сходство между группами перед опытом, одинаковые условия кормления и содержания, кроме изучаемых факторов, для всех подопытных групп.

И периодический и групповой методы имеют существенные недостатки. Ограничить влияние этих недостатков на исход опыта позволяют комбинированные методы, сочетающие достоинства периодического и группового методов.

К комбинированным методам относят: групп-периодов, параллельных групп-периодов, групп-периодов с обратным замещением, латинского квадрата.

5.1.2.7. Метод повторного замещения

Метод повторного замещения, или комбинированный, совмещает элементы методов групп и групп-периодов. Он позволяет получать *многократные* данные в процессе одного эксперимента, что повышает информативность *опыта*.

Схема опыта по методу повторного замещения (ОР - основной рацион; Ф1 и Ф2 – изучаемые факторы) Подбор животных осуществляют методом пар-аналогов или методом сбалансированных групп. В подготовительный период животные получают основной рацион и 50% каждого из изучаемых кормов. В основной период опыта контрольная группа коров получает этот же рацион, а животным опытных групп попеременно скармливают один из изучаемых кормов. За период опыта каждый корм в одной группе будет изучен 3 раза, а в целом 6 раз.

Данные можно сравнивать как внутри группы, так и между группами. *Недостатки*: а) при замене одного корма другим на результаты опыта может оказать влияние последствие первого корма; б) не всегда имеется возможность эквивалентно заменить один корм другим.

Сущность метода: с опытной группой эксперимент проводится периодическим методом (табл. 5.8). Дополнительно вводится контрольная группа, которая не получает изучаемый фактор.

Таблица 5.8 - Схема опыта методом групп-периодов

Группы	Предварительный период	Первый опытный период	Второй опытный период	Третий опытный период
Контроль	ОК	ОК	ОК	ОК
Опытная	ОК	ОК	ОК+А	ОК

Об эффективности действия изучаемого фактора А, который животные второй группы получают во второй период дополнительно к основному комплексу (ОК) или вместо части его проводят сравнения по двум направлениям: по горизонтали, сравнивая показатели опытной группы между вторым периодом с первым и третьим, а также по вертикали: по разнице в показателях второго периода между опытной группой и контрольной. Наличие контрольной группы позволяет исключить влияние случайных обстоятельств на исход опыта. Опыты этим методом проводят в основном на взрослых животных для изучения действия одного фактора.

5.1.2.8. Метод параллельных групп периодов

Метод параллельных групп-периодов применяют для сравнительного изучения одновременно двух или более факторов на соответствующем числе животных. Для проведения опыта формируют аналогичные группы животных.

Схема метода параллельных групп-периодов (ОР - основной рацион; Ф1 и Ф2 – изучаемые факторы). Метод применяют редко и главным образом – при постановке краткосрочных опытов по кормлению (табл. 5.9).

Метод применяется в случаях, когда одновременно изучают действие нескольких факторов, например, добавок в рацион кормовой и сахарной свеклы. В этом случае опыт проводят по следующей схеме.

В схеме указана минимальная продолжительность периодов. Различие между группами в том, что во второй (главный) период одна из групп дополнительно к основному рациону (ОР) получает

кормовую, а вторая – сахарную свеклу. Об эффективности действия каждого из этих корнеплодов судят по разнице в показателях продуктивности второго периода с первым и третьим внутри каждой группы, а, чтобы определить, какой из корнеплодов эффективнее сравнивают показатели между первой и второй группами в главный период. Метод используют при проведении краткосрочных опытов по кормлению сельскохозяйственных животных.

Таблица 5.9 - Схема опыта методом параллельных групп-периодов

Группы	Предварительный период, 15 суток	Первый опытный период, 25-30 суток	Второй (главный) опытный период, 30-60 суток	Третий (заключительный) опытный период, 25-30 суток
Первая	ОР	ОР	ОР+кормовая свекла	ОР
Вторая	ОР	ОР	ОР+сахарная свекла	ОР

5.1.2.9. Метод групп-периодов с обратным замещением

Метод групп-периодов с обратным замещением объединяет метод периодов и метод параллельных групп периодов.

Метод предложен профессором Е.А. Богдановым для проведения опытов по кормлению на взрослых животных. В нем сочетаются положительные стороны периодического и группового методов, так как ограничивается влияние на исход опыта индивидуальных особенностей животных и фактора времени.

Схема опыта групп-периодов с обратным замещением (ОР - основной рацион; Ф1 и Ф2 – изучаемые факторы) Подбор животных в группы осуществляют по методу пар-аналогов или сбалансированных групп.

Сущность метода в том, что каждая из опытных групп в разные периоды получает разные факторы (табл. 5.10).

Для опыта по принципу аналогов подбирают не менее 10-12 животных, которых распределяют в две равные группы. Опыт состоит из уравнительного периода длительностью 15 суток и трех опытных периодов по 25-30 суток каждый. Чтобы избежать

влияние предыдущего фактора, показатели продуктивности учитывают в последние 15 суток каждого периода.

Таблица 5.10 - Схема опыта методом групп-периодов с обратным замещением

Группа	Периоды			
	уравнительный	первый опытный	второй опытный	третий опытный
Первая	ОР	ОР+А	ОР+Б	ОР+А
Вторая	ОР	ОР+Б	ОР+А	ОР+Б

Сравнение действия изучаемых факторов по этому методу проводится в двух направлениях: по горизонтали ($\rightarrow\leftarrow$) между периодами и по вертикали ($\downarrow\uparrow$) между группами. За короткое время этим методом удастся изучить влияние на животных нескольких кормовых факторов. Группы и периоды взаимно контролируются, опыт удешевляется, повышается достоверность его результатов.

5.1.2.10. Метод латинского квадрата

Метод латинского квадрата – разновидность метода групп-периодов с обратным замещением. Сущность метода в том, что каждый испытуемый фактор изучают на индивидуальном животном.

Схема опыта по методу латинского квадрата (ОР - основной рацион; Ф1, Ф2 и Ф3 – изучаемые факторы) При проведении опыта необходимо учитывать следующие требования: • число животных в группе должно быть кратным числу периодов опыта; при 3-х периодах – 3, 6, 9 животных, при 4-х – 4, 8, 16 и т.д.;

- число периодов должно в точности соответствовать числу изучаемых факторов;
- все животные должны быть сохранены до конца опыта.

Для комплектования групп подбирают сходных по зоотехническим качествам животных, а их индивидуальное распределение по группам производят по принципу случайности (рандомизации). Для этой цели можно использовать таблицу случайных чисел.

Данный метод является логическим развитием метода групп-периодов. Он предложен в 50-х годах 20-го века. Латинский квадрат в математике – это квадратная таблица, каждая строка и каждый столбец которой содержит одни и те же числа (табл. 5.11).

Таблица 5.11 - Примеры латинских квадратов

1	2	3		1	2	3	4
2	3	1		2	1	4	3
3	1	2		3	4	1	2
				4	3	2	1

Сущность постановки опытов методом латинского квадрата в том, что каждая группа последовательно получает изучаемые факторы таким образом, что в один и тот же период животные разных групп получают разные факторы (табл. 5.12).

Буквами (А, В, С, D) означают изучаемые факторы и периоды опыта, когда группы получают эти факторы.

получает изучаемые факторы.

Таблица 5.12 - Схема постановки опытов методом латинского квадрата

Для двух групп (факторов) и двух периодов			Для трех групп (факторов) и трех периодов				Для четырех групп (факторов) и четырех периодов				
Группы	Периоды		Группы	Периоды			Группы	Периоды			
	1	2		1	2	3		1	2	3	4
1	А	В	1	А	В	С	1	А	В	С	Д
2	В	А	2	В	С	А	2	В	А	Д	С
			3	С	А	В	3	С	Д	А	В
							4	Д	С	В	А

При постановке опытов методом латинского квадрата необходимы следующие условия:

- число периодов должно соответствовать числу изучаемых факторов и числу групп;

- число животных в опыте должно быть кратным числу периодов опыта, или числу изучаемых факторов. Например, при трех периодах – 3, 6, 9, при четырех – 4, 8, 12 и т.д. Это значит, что в каждой группе будет по 1, 2, 3 и т.д. животных;

- все подопытные животные должны быть сохранены до конца опыта, в противном случае сильно осложняется математическая обработка;

- для опыта отбирают животных–аналогов и распределяют по группам по принципу случайности;

- в начале опыта – уравнительный период, когда животные всех групп получают основной комплекс (ОК), или основной рацион (ОР). В опытные периоды каждая из групп последовательно

дополнительно к основному комплексу *Достоинства метода*: опыты проводят на небольшом числе животных непродолжительное время и получают обширную научную информацию. Можно изучить действие четырех факторов имея всего четырех животных – аналогов. Метод в несколько раз ускоряет проведение опытной работы в животноводстве.

Недостатки метода: последствие предыдущего фактора. Чтобы ограничить это действие предлагают в первую треть каждого периода продуктивность не учитывать. Например, продолжительность периодов по три недели. Учет проводят в последние две недели. Метод непригоден для длительных опытов, когда изучаются показатели роста, развития, воспроизводства и др. Поэтому метод латинского квадрата используется в основном в кратковременных опытах на лактирующих коровах.

Метод двухфакторного комплекса заключается в том, что в опыте изучают влияние двух факторов одновременно при различном уровне.

По этой схеме, например, можно изучить влияние низкого (на 10% ниже нормы) и высокого (на 10% выше нормы) уровней протеина и углеводов (сахар + крахмал) на продуктивность или переваримость питательных веществ рациона жвачными животными, определить наиболее оптимальный их уровень.

Многофакторные комплексы применяют тогда, когда требуется изучить одновременно влияние нескольких факторов при различном их сочетании. Проведение опытов с использованием многофакторного комплекса связано большим количеством опытных групп животных, что затрудняет работу экспериментатора. В ряде случаев количество групп может быть уменьшено вдвое. Это достигается, например, за счет исследования одного уровня всех факторов на одной группе, а в трех других группах определяет факторов. Принцип групп-периодов подразделяется на методы: периодов, параллельных групп-периодов, обратного замещения (стандартной и бесконтрольной группы); повторного замещения (двукратный и многократный); латинского квадрата (стандартный и по Нукусу).

5.2. Требования к постановке опыта

Надежность результатов экспериментальных исследований на животных зависит, прежде всего, от строгого соблюдения и выполнения методики опыта. Обязательным условием является наличие контроля, с которым сравнивается полученный результат. Любая схема опыта должна удовлетворять следующие основные требования:

1. В течение опыта все условия и факторы, кроме изучаемого, должны быть, по возможности, одинаковыми. При проведении опыта необходимо добиваться сопоставимых условий кормления и содержания животных как внутри опытных групп, так и между ними.

2. Опыт должен быть организован таким образом, чтобы наиболее полно учесть изменчивость количественных и качественных показателей продуктивности животных.

3. Влияние индивидуальных особенностей животных, систематических (возраста, сезона года и т.п.) и случайных обстоятельств должно быть учтено или исключено.

4. Продолжительностью опыта должно быть исключено или ослаблено влияние случайных факторов и последствие факторов одного периода на результаты другого.

5. Большое значение для получения объективных данных имеет число *повторностей* опыта. Необходимое число повторностей в каждом опыте устанавливают в зависимости от конкретных задач исследований. В научно-хозяйственных опытах должно быть не менее двух повторностей.

6. Необходимо обеспечить тщательное наблюдение за изучаемыми факторами, учет сопутствующих условий, например, состояние здоровья животных, климатические данные и т.д.

Надежность результатов опыта во многом зависит от качества его подготовки. Весь эксперимент условно делят на периоды. После формирования групп животных проверяют идентичность состава пар-аналогов, контрольной и опытных групп. С этой целью опыт следует начинать с *подготовительного* (уравнительного) периода. Длительность его зависит от изучаемых факторов, но не менее двух недель. В течение этого периода животные всех групп должны быть здоровыми и находиться в одинаковых условиях содержания и кормления. На основе данных, полученных в этот

период, можно принять дополнительные меры к уравниванию групп.

В *переходный* период (продолжительностью не менее двух недель) ставится задача – добиться постепенного приспособления животных к условиям опытного периода. Наличие этого периода не обязательно, если в подготовительный период была достигнута необходимая выравненность животных.

В *учетный* (опытный) период вводят весь комплекс изучаемых факторов и контрольных измерений, предусмотренных методикой опыта.

В *заключительный* период все животные вновь должны находиться в однотипных условиях содержания и кормления. При изучении влияния какого-либо корма, например, на приросты растущего молодняка, этот корм в предусмотренном количестве дают только подопытным животным. Приросты подопытных животных сравнивают с приростами животных контрольной группы, которые не получали этого корма. Этим и определяют влияние или *эффект* корма на изучаемый показатель.

Так как первичный материал является основой для суждения о выполненном исследовании, построения выводов и предложений, то он должен быть объективным, тщательно проверенным и правильно биометрический обработанным. При биометрической обработке данных необходимо использовать современные пакеты статистических программ таких, как **STATGRAPHICS**, **STATISTICA**, **SAS**, **LSMLMW** и др.

5.3. Возможные ошибки

Каждый эксперимент содержит элемент неопределенности вследствие ограниченности экспериментального материала.

Постановка повторных опытов также не дает полностью совпадающих результатов, так как всегда существует *ошибка* опыта, которая, в свою очередь, является суммарной величиной - результатом многих ошибок.

Ошибка – это расхождение между результатами выборочного наблюдения и истинным значением измеряемой величины. Понятие ошибки связано с понятием: чем выше точность, тем меньше ошибка. Ошибки могут возникать из-за влияния условий проведения эксперимента, опытности и

добросовестности исследователя, несовершенства измерительных приборов.

Ошибки подразделяют на случайные, систематические и грубые.

Случайные ошибки возникают под воздействием очень большого числа факторов. Эффекты действия каждого столь незначительные, что их нельзя выделить и учесть в отдельности.

Источниками случайных ошибок может быть невозможность подбора в группы животных абсолютно одинаковых по генотипу, живому весу, физиологическому состоянию, возрасту и т.п. Кроме того, практически невозможно в хозяйственных условиях опыта создать одинаковую температуру, освещенность, влажность воздуха на всей площади животноводческого помещения и многое другое.

Случайное варьирование опытных данных – постоянный спутник экспериментов. И ни в одном из них, как бы тщательно он не проводился, нельзя получить абсолютно точные данные.

Любой опыт содержит в себе некоторые элементы случайности, т.е. изменчивость получаемых данных обусловлена в какой-то степени неизвестными нам причинами – случайными ошибками.

Таким образом, случайные ошибки являются *неизбежными*.

Однако математическая статистика располагает методами количественного определения величины случайных ошибок, совокупность которых при большом числе наблюдений подчиняется закону нормального распределения (при ограниченном числе параллельных наблюдений – закону распределения Стьюдента).

Характерная особенность случайной ошибки – их тенденция *погашаться* в результате приблизительно одинаковой вероятности как положительных, так и отрицательных значений.

Благодаря такой тенденции при обобщении данных и расчете средних показателей, погрешности уменьшаются по мере увеличения числа наблюдений.

Систематические ошибки порождаются причинами, действующими *регулярно* в определенном направлении.

Систематические ошибки могут вызываться – уровнем кормления и содержания животных на ферме, годом рождения, сезоном отела, стадией лактации, полом, выводом, возрастом и т.п.

Они искажают измеряемую величину в сторону преувеличения или преуменьшения в результате действия определенной постоянной причины на группу животных. Их основная особенность – однонаправленность, т.е. они завышают или занижают результаты опыта. Это приводит к тому, что такие ошибки в отличие от случайных, не имеют свойства взаимопогашения и, следовательно, *целиком* входят в показания отдельных измерений и в средние показатели.

Грубые ошибки или промахи возникают чаще всего в результате нарушения основных требований к проведению опыта, недосмотра, небрежного или неумелого выполнения работ (описки, просчеты, перепутывание животных, использование непроверенных приборов и т.п.). Избежать грубых ошибок можно продуманной и тщательной организацией опыта, его аккуратным проведением. Для биометрической обработки используют лишь те данные, которые не содержат грубых ошибок. Исследователь должен тщательно рассмотреть такие наблюдения и выяснить причины их появления. Особенно это необходимо при небольшом числе наблюдений, которые к тому же были получены с большими затратами труда и средств.

5.4. Производственная проверка

Результаты эксперимента должны быть проверены в производственных условиях. Положительный исход дает основание для рекомендации научной разработки в производство.

Производственную проверку проводят по тем же схемам и принципам, что и научный эксперимент, но на более большом поголовье животных. Контрольную и проверяемую группы формируют, как правило, по принципу пар-аналогов по полу, возрасту, живой массе, продуктивности и т.п.

Число животных в группе устанавливают с учетом сложившейся технологии. Коров и нетелей должно быть не менее 50 голов, 100 голов молодняка на откорме, 20 свиноматок, по 100 голов поросят, 10 хряков, 300 кур, по 500 цыплят.

Продолжительность проверки должна соответствовать длительности производственного цикла.

Молочное скотоводство

Для молочных коров производственную проверку начинают с первого дня лактации и продолжают до начала следующей. Новые кормовые средства испытывают не менее трех месяцев.

При выращивании телят предусматривают следующие циклы: от рождения до 15-20 дней - профилактический период. Далее телята выращивают до 6-месячного возраста, где различают три фазы: I – 65 дней, II и III – по 50 дней, затем от 6 до 12 месяцев, с 12 до 15 и с 15 месяцев до достижения сдаточной кондиции.

В опытах с дойными коровами учитывают возраст, сервис-период, межотельный период, выход телят, удой, жирность, белковость (если контролируется). При работе с молодняком учитывают сохранность и причины отхода, рост и развитие, живую массу, валовой и среднесуточный прирост массы за период выращивания и откорма, качество продукции.

Свиноводство

На свиноводческих комплексах предусматривают три периода доразивания (от 26 до 42, от 43 до 60 и от 61 до 105 дней) и два периода откорма (от 106 до 158 и от 159 до 222 дней).

В свиноводстве изучают многоплодие, молочность, массу гнезда при рождении и отъеме поросят, сохранность поголовья, рост и развитие ремонтного молодняка, откормочные качества свиней, качество мяса и сала.

Птицеводство

В птицеводстве продолжительность производственной проверки кур-несушек должна составлять не менее 10 месяцев от начала яйцекладки.

В птицеводстве основными показателями являются сохранность, живая масса, яйценоскость, среднесуточный и валовый прирост молодняка, качество яиц и мяса.

В конце производственной проверки рассчитывают экономическую эффективность.

5.5. Экономическая эффективность

Критерием экономической эффективности научной разработки является *годовой экономический эффект*:

ожидаемый - после окончания опыта, и фактический – при апробации эксперимента в производстве. Экономический эффект рассчитывают (1) по разности прибыли или (2) по

снижению затрат в новом варианте (опыт) относительно базового(контроль).

Первый способ используют, когда в результате испытания нового варианта повышается продуктивность животных, снижаются материальные затраты или изменяется качество продукции. Разница между стоимостью валовой продукции и производственными затратами характеризует *чистый доход*.

Разница в чистом доходе между новым и базовым вариантами характеризует прирост чистого дохода - *прибыль* или *годовой экономический эффект*.

В исследованиях по селекции животных при расчете экономического эффекта необходимо учитывать *фактор времени*. Это связано с тем, что, во-первых, отдельные виды затрат на селекционные мероприятия (C_i) производят в разное время. Например, затраты на покупку быков, проверку по потомству, долговременное хранение их спермы. Во-вторых, селекция оказывает длительное воздействие. Достигнутое генетическое улучшение от одного селекционного цикла начинает проявляться у первотелок и продолжает проявляться как в последующих лактациях, так и в последующих поколениях (у дочерей, внучек, правнучек). Соответственно в разные временные периоды будет получен и доход от реализации дополнительной продукции (D_j). Поэтому разновременные затраты и доходы необходимо привести в положение *сравнимости*, т.е. к какому-то одному году. Для этого используют процедуру дисконтирования.

Принцип дисконтирования и сопоставления разновременных затрат и доходов. Если в качестве года сравнения взять год лактирования дочерей-первотелок отобранных быков, то для приведения затрат формула сложных процентов будет

$$(1+r)^t,$$

а для приведения дохода

$$1/(1+r)^t,$$

где r – фактор *дисконтирования* (нормативный коэффициент, степень заинтересованности, норма прибыли, учетный процент, учетная ставка); t – (1) для затрат – это период времени от вложения затрат до основного года, (2) для дохода – период от начала получения дохода до основного года.

Общие затраты составляют сумму приведенных (дисконтированных) затрат, а общий доход – сумму приведенных доходов.

Процедура *дисконтирования* позволяет сопоставлять *разновременные* затраты и доходы и, тем самым, производить оценку экономической эффективности различных селекционных мероприятий.

5.6. Современные тенденции

Постановка эксперимента преследует основную цель - выявить достоверность влияния изучаемого фактора при условии, что все остальные влияния остаются постоянными. Чтобы это достигнуть, исследователь вынужден ограничивать эксперимент одним хозяйством и, соответственно, небольшим числом опытных животных. Кроме того, он должен провести производственную проверку, результаты которой, как правило, значительно расходятся с результатами эксперимента.

Современная тенденция в науке – это стремление извлекать научную информацию из производственных данных с помощью многофакторных статистических моделей. В данном направлении в наибольшей степени продвинулись исследования по разведению и селекции молочного скота. Этому способствовало:

а) создание информационных систем и их внедрение в племенное скотоводство;

б) развитие биометрических методов для многофакторной обработки «полевых» данных;

в) разработка пакетов компьютерных программ с генетико-селекционной направленностью, и г) постоянно возрастающая мощность компьютеров.

По «полевым» данным проводят: а) селекционно-генетические исследования популяции; б) мониторинг инбридинга и инбредной депрессии; в) анализ скрещивания; г) оценку племенной ценности животных; д) оценку фенотипических, генетических и паратипических трендов; ж) прогнозирование эффективности племенной работы.

Широкое применение в исследованиях по скотоводству находит математическое моделирование селекционного процесса.

В частности, при гармонизации линейного разведения, группового и индивидуального подборов, генетико-экономической

оптимизации селекционного процесса в племенных стадах и генофондных популяциях, при генетико-экономической оптимизации программ крупномасштабной селекции.

С одной стороны, практическое животноводство представляет богатейший зоотехнический и племенной материал.

С другой стороны, биометрические методы и компьютерные технологии являются эффективным средством для извлечения из него новых научных знаний. Эти знания способствуют разработке методов, технологий и программ, которые решают конкретные практические задачи и проблемы животноводства.

Сама зоотехническая практика рассматривается в данном случае как огромный производственный эксперимент, дающий возможность делать ценные выводы одновременно как для науки, так и для производства на уровне стада, породы, региона и даже в общегосударственном масштабе.

В заключение изложения *основ* организации и проведения эксперимента следует отметить, что в зависимости от исследуемой проблемы и/или вида животных, в эксперименте используют ту или иную *специфическую* научную методику.

Частных *биозоотехнических* методик множество. Описание многих из них дано в монографии акад. А.И. Овсянникова [84] и в Методических рекомендациях ВНИИплема [38] (см. также [22,73,74]). Однако, независимо от разнообразия биозоотехнических методик, объединяет все или почти все научные исследования по животноводству необходимость *статистической* обработки результатов эксперимента.

Современный статистический анализ результатов наблюдений - это не формальное дополнение к эксперименту, а большая и важная его часть, без которой вся работа становится *малоинформативной*. Поэтому биологу-исследователю важно знать не только специфические научные методики, но и хорошо представлять себе основу, логику и требования статистических средств. Он должен правильно выбрать адекватные статистические методы и уметь использовать их для извлечения из данных эксперимента объективной научной информации.

6. ПЛАНИРОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ЗООТЕХНИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

6.1. Цель зоотехнических опытов

Главная цель зоотехнических опытов – изыскать факторы, повышающие продуктивные качества животных. Для этого предложено более 10 методов постановки опытов. Но главными из них являются периодический и групповой. Остальные представляют собой разновидности группового метода или комбинированные: сочетание периодического и группового.

Научно-хозяйственные опыты нередко дополняют изучением переваримости питательных веществ кормов и обмена азота, кальция, фосфора, а иногда и других минеральных веществ. Цель этих исследований: изыскать факторы, повышающие переваримость кормов, а значит, и продуктивность животных; для оценки питательной ценности кормов в зависимости от зоны произрастания, почвы, агротехники, сорта, стадии зрелости, технологии заготовки, хранения и т.д. В этом случае опыты по переваримости имеют и самостоятельное значение для оценки самих животных, способности переваривать и усваивать корма животными разных видов, пород, разного возраста, уровня продуктивности и т.д.

Переваримость представляет собой расщепление составных частей кормов (белков, жиров, углеводов) под воздействием пищеварительных ферментов и микроорганизмов. В процессе пищеварения сложные питательные вещества распадаются до аминокислот, глюкозы, жирных кислот и всасываются в пищеварительном тракте. Переваримыми называют те питательные вещества, которые в результате пищеварения всасываются в кровь и лимфу. Другая же часть веществ корма выводится в виде непереваренных остатков вместе с калом. О переваримости судят по разности между питательными веществами съеденного корма и выделенными с кормом. Другими словами, переваримые питательные вещества равны питательным веществам корма за минусом питательных веществ кала. *Отношение переваримых*

питательных веществ к принятым, выраженное в процентах называют коэффициентом переваримости. Например, корова получила с кормом 1000 г протеина, а с калом выделила 300 г. Переварено протеина $1000 - 300 = 700$ г. Коэффициент переваримости в данном случае составит: $700/1000=70\%$.

Обычно в кормах и рационах определяют коэффициенты переваримости сухого и органического вещества, протеина, жира, безазотистых экстрактивных веществ, клетчатки.

Переваримость питательных веществ зависит от ряда факторов: вида животного, размера и состава кормового рациона, технологии заготовки кормов, подготовки их к скармливанию, техники кормления животных и др. Переваримость кормов определяют в специальных опытах на животных разных видов. Для таких опытов подбирают нормально развитых, здоровых животных с полноценной зубной системой, хорошо поедающих корм. В группы подбирают не менее трех животных-аналогов одной породы, близких по возрасту, упитанности, продуктивности, живой массе.

В зоотехнии переваримость питательных веществ кормов определяют прямым и косвенным методами.

Метод *прямого определения переваримости* питательных веществ является основным. Сущность его заключается в том, что животному в период опыта скармливают определенное количество кормов, учитывают количество остатков, на основании чего находят фактическое потребление питательных веществ. В этот период учитывают также количество выделенного кала, а в балансовых опытах учитывают и количество выделенной мочи. Корм и кал подвергают химическому анализу: в них определяют содержание влаги, сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, золы, безазотистых экстрактивных веществ. По разности между потребленными и выделенными из организма веществами рассчитывают переваримые питательные вещества.

Опыты по переваримости кормов состоят из предварительного и учетного периодов. Цель *предварительного периода* – освободить желудочно-кишечный тракт от остатков прежних кормов, а также приучить животных к потреблению новых кормов.

В течение *учетного периода* определяют количество потребленного корма, его остатков и количество выделенного кала. Предварительный период для жвачных и лошадей длится обычно

10-15 дней, для свиней – 10 и для птицы 5-7 дней; продолжительность учетного периода для крупного рогатого скота составляет 7-10 дней, для свиней и лошадей – 6-7 дней и для птицы 5-6 дней.

Опыты по переваримости в зависимости от вида животных могут проводиться в стойлах, клетках, с применением каловых мешков или без них, с фартуками для сбора мочи у самцов.

Животных необходимо взвешивать индивидуально в начале и в конце предварительного и опытного периодов.

В опытах с крупным рогатым скотом животных содержат в приспособленных изолированных стойлах, в которых кормушки позволяют собирать остатки корма. Кал от животных собирают дежурные во время выделения и складывают в эмалированные или оцинкованные бачки, заливают 10 %-ой соляной кислотой из расчета 50 мл на 1 кг кала и добавляют 2 мл хлороформа. Посуду с калом держат на холоде. Ежедневно кал взвешивают, хорошо перемешивают и отбирают из разных мест 1-2% по массе кала и помещают пробы в банки с притертыми пробками. Такая общая проба кала собирается от каждого животного в отдельную банку. Образцы кала консервируют, добавляя 100 мл десятипроцентного раствора соляной кислоты и 2 мл хлороформа на 1 кг кала. До анализов образцы кала хранят в прохладном месте.

Ежедневно отбирают и суточные пробы отдельных кормов, из которых формируют средние пробы в конце опыта.

Учет кормов, остатков и кала ведут в учетный период по каждому животному из группы индивидуально. Несъеденные остатки ежедневно собирают в течение всего учетного периода, взвешивают и подразделяют на следующие группы: грубые, сочные и концентрированные корма. Если остатки значительные, то отбирают их разовые пробы. По окончании учетного периода из несъеденных остатков составляют средние пробы для проведения анализов. Расчеты проводят по результатам анализов кормов, кала, а также несъеденных остатков. Переваримость питательных веществ отдельных кормов, которые могут обеспечить полноценное питание животных без нарушения пищеварения (сено, сенаж, зеленые корма у лошадей, жвачных, кроликов, зерно у птицы) определяют без введения других кормов. Если же отдельный корм не может представить собой полноценного рациона, его переваримость изучают в дифференцированном опыте

и тогда проводятся последовательные опыты, рационы которых разделяются количеством изучаемого корма. В первом опыте изучают переваримость основного типового рациона, в который входит изучаемый корм, а во втором опыте определяется переваримость рациона, составленного на 70-80% из основного рациона и 20-30% изучаемого корма по количеству сухого вещества. Включение изучаемого корма в основной рацион позволяет исключить специфическое его влияние на переваримость во втором периоде. Рационы первого и второго периодов не должны резко отличаться друг от друга по содержанию питательных веществ.

Расчет переваримости изучаемого корма находят по разности общего количества переваримых питательных веществ во втором опыте и количества питательных веществ за счет основного рациона, принимая во внимание, что коэффициенты переваримости питательных веществ основного рациона во втором опыте, будут такими же как в первом опыте.

Расчет переваримости изучаемого корма в этом случае можно проводить по формуле: $K_n = A - B/C \times 100$

где K_n – коэффициент переваримости питательного вещества изучаемого корма, %;

A – количество переваримого вещества кормов второго опыта;

B – количество переваримого питательного вещества основного рациона;

C – количество питательных веществ потребленных животным с изучаемым кормом.

Использование прямого метода определения переваримости питательных веществ корма или рациона связано с большими затратами труда и средств. Для таких опытов необходимо специальное оборудование, помещение, круглосуточное дежурство обслуживающего персонала. Этот метод широко применяют в том случае, когда вместе с определением переваримости изучают балансы отдельных веществ: азота, кальция, фосфора и других элементов.

Переваримость питательных веществ можно определить, используя метод инертных индикаторов - веществ, которые в организме животного не перевариваются, не всасываются и не вступают в реакции с другими веществами (окись хрома, лигнин и

др.). Сущность этого метода заключается в том, что животным в подготовительный и учетный периоды скармливают с кормами строго определенное количество индикатора. Например, взрослому крупному рогатому скоту скармливают по 20 г окиси хрома, овцам – 10, свиньям – 8 г на голову в сутки. Переваримость питательных веществ рациона определяют по концентрации окиси хрома в сухом веществе потребленного корма и его содержанию в кале.

Разработаны и применяются на практике и другие методы определения переваримости питательных веществ, например, определение переваримости вне организма животного – метод *in vitro*. При этом образец корма вместе с пепсином и соляной кислотой или рубцовой жидкостью животного помещают в колбу и выдерживают в термостате при температуре 37°C. Изучение результатов опытов, проведенных на животных и в условиях *in vitro* показали, что полученные коэффициенты переваримости достаточно близки.

Для определения переваримости питательных веществ отдельных кормов у жвачных животных применяют и метод нейлоновых мешочков. Навеску корма при этом помещают в нейлоновые мешочки, а затем через фистулу вводят в рубец. По изменению химического состава корма судят о переваримости питательных веществ.

Таким образом, изучение переваримости питательных веществ кормов позволяет более полно оценить способы, способствующие повышению эффективности использования кормов животными.

Опыты по изучению баланса веществ. При проведении физиологических опытов исследования по переваримости питательных веществ зачастую дополняют определением баланса веществ. Чаще всего определяют балансы азота, кальция, фосфора, в опытах по изучению минерального обмена изучают также балансы калия, магния, серы, меди, цинка, марганца, кобальта, йода, селена, молибдена и других минеральных элементов. В этом случае кроме учета кормов и кала проводят сбор мочи, а у лактирующих животных необходим учет выделенного молока. Животных, используемых для проведения балансовых опытов, содержат в специально сконструированных станках или групповых стойлах, приспособленных для сбора мочи. Моча по мере ее выделения животным через отверстие в днище станка (или путем специального приспособления) поступает в подготовленную

бутыль, находящуюся под станком. В бутыль предварительно наливают 10-15 см³ 10 %-го раствора соляной кислоты и добавляют 2-3 г тимола. Из выделенного за сутки животным количества мочи отбирают средние пробы в количестве до 10% и помещают в бутылки с притертыми пробками. Пробы дополнительно консервируют 10%-ным раствором соляной кислоты с тем расчетом, чтобы общее количество добавленной кислоты составило 5% от массы пробы. Затем 1-2 раза за период опыта добавляют 2-3 г тимола. До конца учетного периода пробы хранят при температуре 3-5 °С.

У лактирующих животных учет молока и отбор средних проб для анализа ведут при каждом доении. Пробы молока составляет при этом примерно 1-2% от удоя. Минимальный размер суточной пробы – 100 мл. Консервирование молока проводят формалином (8 капель на 1 литр молока).

У подсосных свиноматок молочность определяют путем взвешивания помета поросят до и после сосания. Взвешивание ведется с точностью до 5 г. Разница между массой поросят после сосания и до сосания принимается за массу выделенного молока. Учет ведется на протяжении суток. За учетный период молочную продуктивность учитывают 2 раза (на второй и четвертый дни учетного периода). Полусумма суточных удоев за эти дни принимается за среднесуточный удой всего учетного периода. Пробу молока для химических анализов (30-50 г) у свиноматок отбирают также на второй и четвертый дни учетного периода путем сдаивания разных сосков в течение суток и хранят отдельно каждую пробу анализируют самостоятельно и в расчет принимают средние данные по двум определениям.

По результатам балансовых опытов определяют коэффициенты использования тех или иных веществ. К примеру, чтобы определить коэффициент использования азота у откармливаемых бычков, необходимо от содержания азота в потребленном корме отнять азот кала и азот выделенной с мочой и полученную величину разделить на содержание азота в корме. Баланс любого вещества может быть положительным, отрицательным, или нулевым (количество потребленного вещества равно веществу выделенному). Выражают коэффициенты использования веществ чаще всего в процентах от потребленного с кормом. Формула для расчетов при этом имеет следующий вид:

$$M = a - (a+c)/a \times 100$$

M – искомый коэффициент использования вещества (в %);
 a – количество вещества, содержащегося в скормленном животному корме (г);
 b – количество вещества, выделенного с калом (г);
 c – количества вещества, выделенного с мочой (г).

Для вычисления коэффициента использования переваримого вещества корма используют другую формулу: $M = a - (c+b)/(a-b) \times 100$, где используют те же буквенные символы, как в предыдущей таблице.

Расчет коэффициентов использования разных веществ у лактирующих животных проводится с учетом выделенного с молоком вещества. В этих случаях коэффициент использования вещества от принятого с кормом равен: $M = a - (a+c+d)/a \times 100$, где буквой d – обозначают количества выделенного с молоком вещества (г). Коэффициент использования вещества от переваренного рассчитывают по следующей формуле: $M = a - (a+c+d)/(a-b) \times 100$.

К примеру, коэффициент использования азота от переваренного у коров при содержании в корме 240 г, выделенного в кале 60 г, с мочой 30 г и с молоком 72 г будет равен M от переваренного: $240 - (60 + 30 + 72) : (240 - 60) \times 100 = 240 - 162 : 180 \times 100 = 42\%$

Особенности балансовых опытов на птице. Опыты по переваримости питательных веществ на птице осложняются тем, что, как известно кал птицы выделяется в месте с мочой, образуя помет. Надежных способов разделения кала и мочи нет. Предложенные методики хирургического разделения прямой кишки с мочеточниками не получили широкого распространения так как при этом существенно нарушаются процессы жизнедеятельности птицы, а зачастую она и гибнет из-за микробного инфицирования ран. Поэтому при проведении опытов на птице учитывают коэффициенты использования питательных веществ по вышеприведенным формулам, а рационы балансируют с учетом обменной энергии и сырого (а непереваримого как у свиней и жвачных) протеина.

6.2. Методика проведения зоотехнического опыта

Успешное проведение экспериментальных работ на животных, в первую очередь, зависит от правильности выбора методики проведения опыта. В основе зоотехнических опытов заложен метод сравнения, где на основе сходства и равенства всех факторов между группами, за исключением изучаемого, устанавливается влияние последнего.

При организации экспериментальной работы один из вариантов опыта принимается за контрольный, а другие - за опытные. В настоящее время при постановке и проведении экспериментальных работ с животными применяются обобщенные академиком ВАСХНИЛ А. И. Овсянниковым схемы научных и научно-хозяйственных опытов, которые основаны на принципах аналогичных групп и групп-периодов.

Принцип аналогичных групп состоит из двух методов – обособленных и интегральных групп. В свою очередь, метод обособленных групп подразделяется на методы: однойцовых двоен, пар-аналогов, сбалансированных групп, миниатюрного стада, а метод интегральных групп включает в себя методы двух- и многофакторного комплекса. Выбор схемы проведения опыта на животных зависит от цели эксперимента и количества животных, имеющихся в распоряжении исследователя. При проведении опытов необходимо правильно формировать группы животных, которые должны быть аналогичны по полу, возрасту, живой массе, физиологическому состоянию. В экспериментах, связанных с изучением вопросов разведения и генетики, следует учитывать происхождение.

Метод однойцовых двоен является наиболее точным, так как в опыте используются животные с одинаковой наследственностью. Он дает возможность проводить эксперименты на небольшом поголовье животных (3-4 головы) в каждой группе. Этот метод чаще всего используется при проведении опытов на крупном рогатом скоте, овцах и козах.

Преимущество метода однойцовых двоен состоит в том, что в контрольной и опытной группах находятся пары животных одного пола, происхождения, типа телосложения, одной массы. Использование этого метода в экспериментальной работе дает возможность исследователю получать более объективные

результаты по реакции животных на изучаемые факторы за счет большей однородности между группами.

Недостатком этого метода является то, что часто в практических условиях трудно подобрать группы однойцовых двоен одинакового возраста и пола. Кроме того, при использовании метода однойцовых двоен можно сформировать только две группы животных и, следовательно, изучить в эксперименте только один фактор. Когда в одной из групп по какой-либо причине выбывает животное, то необходимо исключить из опыта сверстника из другой группы.

Метод пар-аналогов является основным и наиболее широко распространенным в зоотехнических исследованиях. Этот метод может дать хорошие результаты только в том случае, если группы будут сформированы на основании объективных данных по каждому животному.

В практических условиях подобрать большое количество одинаковых животных по 4-5 показателям весьма трудно. В первую очередь, это относится к малопродуктивным животным - коровам и лошадям.

Поэтому при использовании метода пар-аналогов стремятся подобрать аналогичных животных, которых включают в разные группы. Количество животных-аналогов зависит от числа групп в эксперименте, а число групп животных в опыте равно количеству изучаемых факторов плюс контрольная группа.

Если в эксперименте предполагается изучить влияние только одного фактора, формируют две группы, из которых одна - контрольная, а другая - опытная.

При подборе животных-аналогов учитывают породу, пол, возраст, живую массу, происхождение, физиологическое состояние (период лактации, беременности), продуктивность (прирост живой массы, годовой и суточный удои, процент жира в молоке, яйценоскость, настриг шерсти и др.). В ряде случаев необходимо учитывать аппетит животных, скорость поедания кормов, скорость молокоотдачи и т. д.

Животные-аналоги в разных группах должны иметь максимальное сходство, а внутри группы допускаются некоторые различия. Важнейшее требование при проведении опыта методом пар-аналогов - максимальная аналогичность подопытных групп.

Правильно сформированные группы не должны иметь статистически достоверных различий между собой.

К определению контрольной и опытной групп нельзя подходить с предвзятым мнением. Для объективного подхода проводят жеребьевку до начала эксперимента. Перед началом отбора животных их осматривает ветеринарный врач. Животным необходимо сделать профилактические прививки и соответствующие обработки. Больных или переболевших животных включать в эксперимент нельзя.

При подборе животных для опыта используют первичную документацию (бонитировочные ведомости, журналы случек, отелов, контрольных доек, ведомости взвешивания животных и др.).

Перед началом формирования групп необходимо определить, по каким показателям животные должны быть аналогами, а по каким - иметь различные показатели. Величина отклонений по показателям между животными-аналогами должна быть минимальной. Она зависит от вида животного, возраста и задач исследований.

У многоплодных животных (свиньи, кролики и др.), как правило, пары-аналоги отбирают из одного помета. В этом случае они будут аналогами по происхождению (от одной матери и отца) и по возрасту.

Различия по живой массе между аналогами не должны превышать, например, у молодняка свиней 5 % общей средней.

Для облегчения работы по отбору животных для опыта следует подготовить вспомогательные таблицы или отдельные карточки на каждое животное, в которые вносят необходимые сведения о животных, рекомендуемых для участия в эксперименте.

На основании имеющихся данных формируют подопытные группы, обращая внимание на общую выравненность групп, например, по живой массе.

В данном примере разность по средней живой массе по группам составляет 0,5 кг, но ее можно уменьшить за счет перевода хрячка 9383 из первой группы во вторую, а хрячка 9389 - в первую группу. После корректировки, в данном случае живой массы, средняя живая масса по группам составит 44,7 кг и будет одинаковой.

В зависимости от задач исследований по методу пар-аналогов в контрольную и опытные группы наряду с чистопородными животными можно включать помесей, самцов, самок и кастратов.

При проведении научно-хозяйственных опытов по методу пар-аналогов необходимо строго учитывать допустимые различия между животными-аналогами по отдельным группам, а также различия внутри и между группами.

Величина различий между животными, а также по средним показателям между сравниваемыми группами зависит от вида и возраста животных.

В частности, при проведении опытов на свиньях научные учреждения рекомендуют соблюдать следующие допустимые различия при комплектовании групп животных по методу пар-аналогов.

В опытах на молодняке крупного рогатого скота с использованием метода пар-аналогов необходимо учитывать породность, живую массу, возраст, упитанность и происхождение. При этом особое внимание следует обращать на тщательный отбор пар-аналогов. В связи с тем, что крупный рогатый скот относится к малопродуктивным животным и подобрать аналогов по всем показателям, за исключением однойцовых двоен, практически невозможно, то при формировании групп допускают некоторые различия.

При формировании групп молодняка до 12-месячного возраста различия в возрасте между аналогами не должны превышать 10-15 дней, по живой массе 2-3 % средней, по происхождению желательны полусестры или полубратья по отцу.

Внутри групп допускаются различия по возрасту не более 20-25 дней, по живой массе - 1,0-1,5 кг между крайними вариантами.

Допустимые различия по средним показателям между группами по возрасту не должны превышать 5%, по живой массе - 2%.

При подборе пар-аналогов учитывают происхождение, лактацию и продуктивность матерей (удой за лактацию, процент жира в молоке). После того как составлена сводная ведомость, приступают к формированию групп.

Например: первые две телочки (Малютка 273 и Резвая 138) - аналоги по отцу, получены от матерей с одинаковой лактацией и примерно равной молочной продуктивностью, имеют близкую

живую массу, но в аналоги не могут быть включены из-за большой разницы в возрасте (более 80 дней, а допустимо 10-15 дней).

При проведении опытов на лактирующих коровах по методу пар-аналогов учитывают следующие показатели: породу или поколение для помесей, возраст, живую массу, лактацию по счету, удою за 305 дней лактации, как правило, в пересчете на молоко 4 %-ной жирности, суточный удою, время отела и случки. В аналоги необходимо подбирать чистопородных животных или помесей одного поколения, по возрасту (коровы-аналоги должны быть одного года рождения и иметь одинаковое количество лактаций).

Различия между аналогами по живой массе не должны превышать 3-5% среднего значения, удою за лактацию - 2-3%, содержанию жира в молоке - 0,1-0,2%, по срокам отела - не более 10-15 дней.

Метод сбалансированных групп в научно-исследовательской работе применяют, когда использовать метод пар-аналогов не представляется возможным из-за недостаточного поголовья животных и его неоднородности. Сущность его заключается в подборе групп животных, относительно равноценных по основным средним показателям. Для исключения элемента случайности число животных в эксперименте при использовании метода сбалансированных групп увеличивают обычно в 1,5-2 раза по сравнению с методом пар-аналогов.

Чем выше коэффициент вариации и меньше различия между группами в изучаемом факторе, тем большее количество животных необходимо для эксперимента.

При использовании метода сбалансированных групп следует добиваться максимального сходства по средним показателям. Наряду с этим в эксперименте желательно иметь 3-4 пары животных-аналогов, которых можно использовать для опытов и изучения отдельных физиологических показателей.

Метод сбалансированных групп может дать обнадеживающие результаты только в случае высокой степени достоверности получаемых показателей ($P > 0,99$ или $P > 0,999$). Метод сбалансированных групп обычно используют при постановке опытов на взрослых животных и при изучении вопросов, не связанных с глубокими физиологическими и биохимическими исследованиями.

6.3. Основные методические приемы проведения зоотехнических опытов

Каждому зоотехническому эксперименту предшествует подготовительная работа, которая проводится поэтапно и включает следующие основные разделы: выбор и обоснование темы эксперимента, сбор и анализ научной информации, написание обзора литературы, разработка методики работы и схемы проведения опыта.

Выбор и обоснование темы эксперимента. Тема исследований должна быть научно обоснована и направлена на решение теоретических или практических вопросов. В животноводстве экспериментальные работы нередко рассматривают одновременно как теоретические, так и практические вопросы.

Для обоснования темы исследований необходимо провести сбор и анализ научной информации по данному вопросу или проблеме.

Основными источниками научной информации служат монографии, научные статьи в журналах, сборниках, тезисы и материалы конференций, симпозиумов, авторефераты и диссертации, отчеты научных учреждений. При сборе информации необходимо использовать научные работы отечественных и зарубежных авторов, опубликованные в последние 10 лет. При сборе материала в зависимости от темы исследований могут быть использованы работы, которые были выполнены в более ранние годы. Чаще всего это относится к классическим и фундаментальным работам. Подбор литературы следует проводить только по вопросам, связанным с планируемой темой исследований.

Сбор материала по теме эксперимента. Его целесообразнее начинать с просмотра реферативных журналов по животноводству, ветеринарии, биологии; а в ряде случаев и по растениеводству. Получить информацию об интересующей литературе можно при просмотре соответствующей картотеки в библиотеке.

Подобранные научные работы по теме исследований необходимо законспектировать. Основные результаты исследований следует заносить в специальную карточку. При конспектировании научных работ указывают фамилию и инициалы автора, название работы, где она опубликована (монография,

сборник, название и номер журнала и т. п.), издательство, год издания, страницы. Затем следует краткое изложение основных результатов работы.

После того как проведен сбор научной информации, приступают к написанию обзора литературы, где в краткой форме излагают основные результаты, полученные по данной теме, и указывают, какие вопросы недостаточно разработаны.

Разработка методики и схемы проведения опыта. Необходимо особое внимание обращать на вопросы, которые недостаточно изучены, т. е. показать новизну исследований.

В методике работы дается краткая характеристика состояния изучаемого вопроса, указывается и обосновывается необходимость проведения данного исследования, его новизна, ставятся цели и задачи опыта. Цели и задачи исследования должны быть сформулированы кратко и раскрывать существо работы. Указывается место (область, район, хозяйство), продолжительность и сроки проведения эксперимента, дается подробная характеристика подопытных животных (пол, порода, возраст, живая масса, продуктивность, физиологическое состояние и т. д.), методы формирования групп животных, условия их кормления и содержания.

Схема опыта должна быть представлена в виде таблицы или рисунка, указывать количество групп, число животных в каждой группе и основные изучаемые показатели и четко характеризовать существо работы.

В зоотехнических опытах применяются различные методы исследований, а в методике указываются конкретные способы и сроки проведения тех или иных анализов, сроки проведения обменных опытов, определяются учитываемые показатели исследований, приводится смета расходов и список необходимых материалов для проведения опыта, учитываются предполагаемые результаты, их экономическая эффективность. Методика эксперимента должна быть обсуждена и одобрена специалистами.

Перед началом эксперимента должен быть подобран и обучен обслуживающий персонал. Работу обслуживающего персонала организуют по определенному распорядку. Успех эксперимента во многом зависит от организации проведения опыта. Подготовка эксперимента начинается с выбора хозяйства.

При этом особое внимание обращают на ветеринарное состояние животноводства. Нельзя проводить зоотехнические опыты в хозяйствах, неблагополучных по инфекционным и инвазионным заболеваниям.

Хозяйство, выбранное для проведения экспериментальных работ, должно быть обеспечено кадрами, животноводческими помещениями, иметь прочную кормовую базу и высокий уровень продуктивности животных.

Отбор животных начинают с анализа документов первичного учета (бонитировочных ведомостей, журналов контрольных доек, учета приростов живой массы, воспроизводства). После подбора животных по документам приступают к непосредственному осмотру животных. В этот период проверяют наличие индивидуального номера у каждого животного. В случаях, когда номера трудно рассматриваются, для облегчения работы в дальнейшем можно использовать ошейники с хорошо просматриваемыми номерами. У птиц в этот период ставят крылометки с соответствующими номерами или проводят кольцевание.

Затем приступают к формированию групп животных. Перед началом опыта всех животных взвешивают. Крупный рогатый скот, лошадей и взрослых свиней взвешивают два дня подряд перед утренним кормлением и по результатам выводят среднее значение.

При формировании групп обращают внимание на состояние здоровья, упитанность, экстерьер и др. В физиологических опытах при формировании групп крупного рогатого скота чаще всего применяют метод пар-аналогов. Желательно в группы наряду с животными-аналогами (по возрасту, живой массе, уровню продуктивности, физиологическому состоянию) включать в эксперимент однойцовых двоен, что будет способствовать повышению надежности результатов опыта.

В физиологических опытах на лошадях наиболее часто используют метод пар-аналогов. В опытные и контрольные группы включают животных, как правило, одной породы, возраста, живой массы. По происхождению желательно иметь полубратьев или полусестер.

В свиноводстве для физиологических опытов используют однопометных братьев или сестер.

При проведении физиологических опытов в овцеводстве имеется возможность использовать однопольных братьев или сестер в том случае, если в эксперименте планируется иметь две группы животных.

В птицеводстве обычно используют птицу известного происхождения.

В кролиководстве и пушном звероводстве для физиологических опытов отбирают животных из одного гнезда.

В физиологических опытах на крупном рогатом скоте животных содержат индивидуально на привязи, а мелкий рогатый скот – в индивидуальных клетках. Кормление животных и учет кормов проводят индивидуально. Количество животных в физиологических опытах ограничено и составляет 3-5 голов, поэтому особое внимание должно быть обращено на тщательность отбора пар-аналогов в группы. При предварительном отборе в каждую группу включают 6-8 голов, а затем оставляют только аналогов. В период формирования групп для физиологических опытов следует провести анализ крови животных и для эксперимента оставлять только тех особей, которые имеют сходные показатели состава крови. Животных, имеющих значительные отклонения в биохимических показателях крови, в эксперимент не включают и при необходимости заменяют другими.

При проведении опытов на животных необходимо руководствоваться установленными для каждого вида животных методическими положениями.

Птицеводство

Например, при проведении опытов на сельскохозяйственной птице необходимо соблюдать требования, приведенные ниже.

1. Выбор метода. Опыты на взрослой птице обычно проводят методом групп.

2. Формирование групп. Для опытов отбирают здоровую птицу известной породы, кросса или линии. Группы подбирают по принципу аналогов по полу, возрасту, живой массе, продуктивности и т. д. Различия по живой массе и продуктивности у взрослой птицы между группами не должны превышать 3 %.

3. Величина групп. В опытах на взрослых курах число особей в группе должно находиться в пределах 50-60 голов, на молодняке - 80-100 голов.

4. Продолжительность опытов. Для кур-несушек - не менее 6 мес. от начала яйцекладки; уток, гусей и индеек - в течение всего периода яйцекладки. В опытах на цыплятах-бройлерах - 49-56 дней, утятах-бройлерах - 49-55 дней, гусятах-бройлерах - 60 дней. На ремонтном молодняке: кур яичных и мясных пород - 150-180 дней, уток - 196, гусей - 150-180 и индеек - 180 дней.

5. Условия содержания и кормления птицы. Птиц содержат в клетках или на полу, соблюдая плотность посадки, фронт кормления и поения, температуру и влажность воздуха, режимы освещенности и продолжительности светового дня в соответствии с нормами, существующими для данного вида и возраста. Кормление птицы должно соответствовать установленным нормам для каждой половозрастной группы.

В экспериментах по кормлению птицы следует учитывать следующие показатели.

1. Живую массу. Взрослую птицу, как правило, взвешивают индивидуально в начале и конце эксперимента (табл. 20). В ряде случаев необходимо эту операцию проводить еженедельно или ежемесячно. Молодняк взвешивают индивидуально в суточном возрасте, а затем в сроки, соответствующие возрасту смены рационов.

2. Сохранность птицы учитывают на протяжении всего периода эксперимента. В случае падежа указывают его причину. В опытах по кормлению не рекомендуется выбраковывать птицу.

3. Яйценоскость учитывается на начальную и среднюю несушку по группам за весь период опыта.

4. Качество яиц. Массу яиц определяют путем индивидуального взвешивания их в течение пяти дней подряд в конце каждого месяца яйцекладки. Кроме этого, изучают морфологический и химический состав яиц.

5. Инкубационные качества яиц определяют по показателям оплодотворяемости и выводимости путем двукратной закладки на инкубацию по 100-200 яиц от каждой группы.

6. Оплодотворяемость и выводимость яиц выражают в процентах от числа заложенных на инкубацию яиц.

7. Вывод цыплят определяют выходом здорового молодняка. Кроме этого, учитывают процент неоплодотворенных яиц, имеющих кровавое кольцо и замерших эмбрионов.

8. Комбикорма для птицы должны соответствовать требованиям детализированных норм.

9. Потребление кормов по группам учитывают ежедневно и за весь период опыта. В конце опыта определяют общий расход кормов по группе и рассчитывают затраты корма, сырого протеина и обменной энергии на единицу продукции (1 кг прироста живой массы, 10 яиц и т. д.).

Количество ежедневно расходуемого корма и наличие поголовья над опытной птицей заносят в журнал учета кормов и движения поголовья.

10. переваримость питательных веществ рациона и баланс азота проводят в зависимости от цели эксперимента на 3-4-х головах из каждой группы.

11. Анатомическая разделка тушек. Для анатомической разделки тушек в опытах на молодняке проводят убой по 3 курочки и 3 петушка из каждой группы. Анатомическая разделка позволяет определить: массу непотрошенной тушки (без крови, пера и пуха); массу полупотрошенной тушки (без крови, пера, железистого желудка, кишечника и поджелудочной железы); массу потрошенной тушки (без крови, пера, головы, ног, крыльев, желудочно-кишечного тракта); массу съедобных частей (мышцы, печень, сердце, мышечный желудок, почки, легкие, подкожный и внутренний жир, кожа); массу несъедобных частей (голова, ноги, кишечник, крылья, поджелудочная железа, яйцевод, яичники, семенники и др.). Результаты анатомической разделки тушек необходимо оформить протоколом (табл. 22).

12. Качество мяса птицы оценивают физико-химическими и органолептическими методами. Для оценки необходимо из каждой группы использовать не менее трех тушек. При органолептической оценке мяса определяют аромат и консистенцию, вкус бульона, его прозрачность и посторонние привкусы. Результаты оценки мяса и бульона выражают отдельно в баллах и суммируют их оценку. Кроме этого, проводят анализы по определению аминокислотного состава белков, содержанию жира и минеральных веществ в мышечной ткани.

13. Категорийность тушек определяют в соответствии с ГОСТ 21784 - 76.

14. Биохимические показатели. В зависимости от целей и задач исследований в период эксперимента изучают

морфологические и биохимические показатели крови, содержание каротина и витамина А в крови, печени и яйцах. Определяют минеральный состав органов и тканей.

15. Основные результаты опыта должны быть подвергнуты биометрической обработке.

Научно-хозяйственные опыты проводят на фермах и комплексах. В отличие от физиологического научно-хозяйственный опыт ставится на большем поголовье и в условиях, приближенных к технологии производства.

Животноводство

Проведение научно-хозяйственных опытов на разных видах животных имеет свои особенности.

Организация проведения научно-хозяйственных опытов на крупном рогатом скоте (коровах, телятах-молочниках, молодняке от 6- до 12-месячного возраста, от 13- до 18-месячного возраста, нетелях, быках-производителях, откормочном молодняке и взрослом скоте).

Опыты на коровах можно проводить методом пар-аналогов сбалансированных групп, методом периодов министада или латинского квадрата.

Выбор метода зависит от цели и задач исследования. Например, при проведении опытов методом пар-аналогов отбор коров проводят с учетом породы, возраста, живой массы, упитанности, продуктивности, процента жира в молоке, физиологического состояния (времени отела, случки и т. д.). В контрольной и опытных группах количество животных должно быть не менее 10-12 голов. Данные о каждом животном контрольной и опытных групп заносят в журнал.

Группы желателно формировать из животных одной породы. В зависимости от задач исследований допускается использование животных другой породы, но обязательным условием является их равномерное распределение по группам. При включении в состав групп помесных животных необходимо указывать поколение.

При проведении научно-хозяйственных опытов следует вести учет расхода кормов. Он может быть групповой или индивидуальный. В первом случае ведут учет заданных кормов и их остатков в целом по каждой группе животных, во втором -

индивидуально по каждому животному. Все данные по учету кормов заносят в журнал.

В длительных научно-производственных опытах учет молочной продуктивности коров ведут ежедневно, как правило, в целом по группе с определением содержания жира в средних пробах молока.

Для контроля индивидуальных особенностей коров проводят контрольные дойки 2-3 раза в месяц. В это время определяют содержание жира и белка в молоке по каждой корове. Полученные результаты заносят в журнал молочной продуктивности коров. На основании данных журнала учета молочной продуктивности рассчитывают месячные, среднесуточные удои по месяцам лактации и за всю лактацию.

Контроль за изменением живой массы коров проводят путем ежемесячного взвешивания животных. Кроме того, коров необходимо взвешивать перед запуском, отелом и после него.

В период опытов следует вести контроль за показателями воспроизводства: происхождением родов (осложнения, задержка последа), послеродовыми болезнями, количеством осеменений в среднем на одно животное, продолжительностью сервис-периода, межотельного периода, живой массой телят при рождении, в 10 и 20 дней.

На основании данных о затратах кормов и молочной продуктивности определяют затраты корма на единицу продукции. Наряду с определением общего количества кормовых единиц на центнер продукции необходимо рассчитывать затраты концентратов на единицу продукции.

В научно-производственных опытах кроме учета зоотехнических показателей проводят физиолого-биохимическое исследование. Для проведения физиолого-биохимических исследований в каждой группе подопытных животных выделяют по 3-5 животных, которые должны быть типичными для группы.

На выделенных животных проводят обменные опыты, изучают биохимические показатели крови, рубцовое содержимое. В сыворотке крови исследуют: общий белок, аминокислоты, азот, остаточный азот, мочевины, общий кальций, неорганический фосфор, натрий, калий, сахар, гликоген, общие липиды, рН, резервную щелочность, содержание кетоновых тел, витамины, микроэлементы. В рубцовом содержимом определяют общий,

остаточный белковый и аминный азот, мочевины, РНК и ДНК, значение рН, ЛЖК и их молярное соотношение и другие показатели.

Особенность проведения научно-производственных опытов на молодняке крупного рогатого скота состоит в том, что опыты проводят по двум направлениям: исследование на племенных животных и на животных, выращиваемых на мясо. Продолжительность опытов на молодняке в производственных условиях должна совпадать с принятыми технологическими схемами для данного хозяйства. Например, в опытах по выращиванию ремонтных телок продолжительность эксперимента может быть установлена с момента рождения до случного возраста или по периодам выращивания: от рождения до 6-месячного возраста, с 7- до 12-, с 13- до 18-месячного возраста. При выращивании на мясо: с момента рождения до реализации на убой или по периодам выращивания. Количество животных в группе зависит от задач исследований и технологии выращивания молодняка в хозяйстве. В научно-производственных опытах на молодняке минимальное количество животных в группе - 15-20 голов.

Научно-производственные опыты на молодняке, выращиваемом на мясо, проводят чаще методом сбалансированных групп или методом пар-аналогов. При формировании групп можно использовать как чистопородных животных, непригодных для племенного использования, так и помесных. Основное условие при формировании групп – их аналогичность и сбалансированность. Животных в группы подбирают с учетом пола, возраста, живой массы и упитанности. Особое внимание следует обращать на состояние здоровья животных, аппетит, скорость поедания корма. Поэтому после формирования группы в течение 3-5 дней проводят наблюдения за поведением животных, их аппетитом и поеданием кормов. В необходимых случаях проводят замену отдельных животных в группах.

Содержание подопытных животных может быть привязным или групповым. Основными показателями при выращивании молодняка на мясо являются: прирост живой массы животных и затраты кормов на единицу продукции. Учет мясной продуктивности проводят путем ежемесячного взвешивания животных. Для получения объективных данных откармливаемых

животных следует взвешивать два дня подряд натошак перед утренним кормлением. Результаты взвешиваний заносят в специальный журнал.

Учет поедаемости кормов ведут в целом по группе путем ежедневного взвешивания задаваемых кормов и их остатков. Результаты учета заносят в специальный журнал.

При выращивании скота на мясо учитывают: прирост живой массы за опыт; среднесуточные приросты по периодам выращивания; затраты кормов на единицу прироста; убойный выход; массу съедобных частей тела; содержание мяса и сала в туше; себестоимость продукции.

Кроме этих показателей нередко изучают биохимические показатели крови, обмен веществ, химический состав мяса, его биологическую ценность и кусовые качества.

Научно-производственные опыты на ремонтном молодняке имеют отличительные особенности. Если в опытах при выращивании животных на мясо в основном учитывают приросты живой массы и затраты корма на единицу продукции, то в опытах на ремонтном молодняке наряду с этими показателями изучают изменения роста и развития животных по периодам выращивания. Об изменениях в росте судят по промерам животных.

У подопытных животных берут следующие основные промеры: высоту в холке; высоту в пояснице; высоту в крестце; высоту в седалищных буграх; глубину груди; ширину груди за лопатками; ширину в маклоках; ширину в седалищных буграх; косую длину туловища; косую длину зада; обхват груди за лопатками; обхват пясти; длину головы; длину лба; ширину лба наибольшую; ширину лба наименьшую; глубину головы.

Эти промеры могут быть получены двумя инновационными способами с использованием цифровых фотоаппаратов и мобильных устройств.

Первый из них заключается в определении промеров статей коров по их изображениям, полученным путем фотографирования.

Как известно [12], для определения размера L объекта по снимку необходимо знать несколько параметров: размер объекта на снимке L' , например, в пикселях, расстояние от камеры до объекта a , расстояние от изображения до линзы фотоаппарата b (рис. 1). Тогда из формул тонкой линзы (1, 2) можно определить L (3):

$$\frac{L}{L'} = \frac{a}{b}; \quad (1)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}, \quad (2)$$

где f – фокусное расстояние линзы;

$$L = \left(\frac{a}{f} - 1\right) \cdot L'. \quad (3)$$

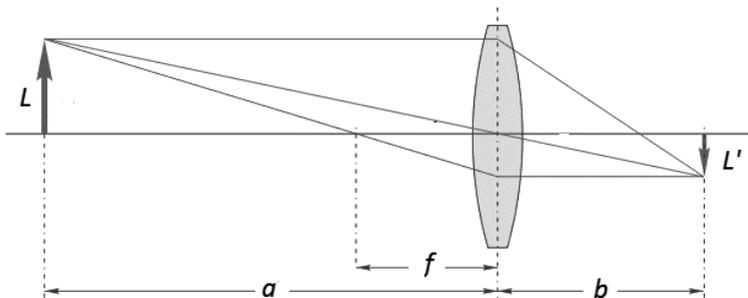


Рис. 1. Схема хода лучей через тонкую собирающую линзу (линзу фотоаппарата)

Размер объекта на снимке задается в пикселях; следовательно, размер предмета получится в пикселях. Для перевода исследуемых параметров в систему СИ необходимо знать линейные размеры пикселей. Сложность задачи определения истинных размеров объекта по фотографии сводится к определению размеров пикселей из данных о матрице используемого фотоаппарата. В паспортных данных объектива матрицы фотоаппарата обычно приводятся два возможных типоразмера, например, 2/3" и 1/2". В зависимости от линейного размера сенсора будет меняться линейный размер пикселя. Таким образом, необходимо указать конкретный размер сенсора. Линейный размер пикселя определяется как:

$$s = 2 \cdot f \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\alpha}{2}\right), \quad (4)$$

где f - фокусное расстояние объектива, α - угол зрения объектива по горизонтали - Н или по вертикали - V.

Для более точного измерения размера пикселя рекомендуется сфотографировать тест-объект с заведомо известными размерами. Это необходимо для определения фокусного расстояния матрицы, т.к. в паспорте фотоаппарата приводят два размера: передний и задний фокус. Если на разных расстояниях до объекта при одном и том же фокусном расстоянии, принятом как передний фокус, размеры пикселя, полученные по формуле (4), отличаются друг от

друга, то скорее всего фокусное расстояние будет приближаться к заднему фокусному расстоянию.

Как видно из описания, определение линейных параметров объекта по изображению методом вычисления размера пикселя имеет ряд недостатков:

- неоднозначность величин, требуемых для расчета размера пикселя;

- необходимость проводить тестовые исследования с целью определения параметров матрицы фотоаппарата;

- необходимость замерять расстояние от камеры до объекта.

Указанные недостатки приводят к дополнительным методическим и случайным погрешностям в определении линейных размеров животного по фотографии.

На практике может быть использован метод получения промеров животного по изображению с помощью введения в кадр персептометра, размеры которого заведомо известны. В качестве персептометра используется метровая линейка. Для получения изображения используется цифровой фотоаппарат, установленный на штативе, с использованием сетки фокусирующего экрана. Указанная функция позволяет выровнять получаемое изображение относительно экрана фотоаппарата. Так можно получить три проекции животного: вид сбоку, сзади и спереди. При снятии первой проекции животное располагалось параллельно экрану фотоаппарата, в двух других случаях – перпендикулярно.

Далее полученные изображения обрабатываются в любом графическом редакторе (Autodesk, AutoCAD, Paint) следующим образом. На изображении определяются границы персептометра и исследуемых параметров, затем между ними проводится линия (рис. 1).



Рис. 2. Схема снятия промеров по изображениям животных:

а) – вид спереди, *б)* – вид сзади, *в)* – вид сбоку;

где 1 – перспектометр, 2 - ширина груди, 3 – ширина в маклоках, 4 – длина тазобедренной области, 5 – прямая длина туловища, 6 – глубина груди, 7 – высота в холке, 8 – обхват пясти

Истинные размеры экстерьерных параметров животных вычисляются по формуле:

$$L = \frac{s_2 \cdot l}{s_1}, \quad (5)$$

где l – длина перспектометра, см; s_1 – размер перспектометра в пикселях; s_2 – размер объекта в пикселях. Длина линии в пикселях вычислена как гипотенуза прямоугольного треугольника, катеты которого составляют длину и ширину выделенной области при определении того или иного промера по изображению.

Второй способ определения экстерьерных параметров заключается в обработке изображений, полученных с помощью

сенсора глубины Structure Sensor 3D [13]. Сенсор глубины представляет собой камеру, которая крепится к планшетному устройству и позволяет захватывать трехмерное изображение объектов. Кроме самой камеры в устройстве используются инфракрасный лазер, сенсор и специальная подсветка. Инфракрасный лазер наносит невидимый для человеческого глаза точечный узор на объекты в пределах 3,5 м, одновременно с ним инфракрасный сенсор регистрирует искажения узора. Таким образом, создается карта глубин для сцены и объектов внутри нее. Узор дополняется изображением с обычной камеры, в результате чего получаются трехмерные модели предметов или окружающего пространства. Программное обеспечение для сенсора (Structure Sensor Scanner, M3D Scan, It Seez 3D, Structure Sensor Room Capture) позволяет получать информацию о расстоянии между объектами, расстояние от камеры до объекта и определять любой линейный размер самого объекта в режиме реального времени. Основное весомое преимущество использования сенсора глубины заключается в возможности ускоренного режима определения размеров объекта без применения персептометра, с привлечением небольшого количества людей и минимальным стрессовым воздействием на животных. Из полученной модели животного определяют все необходимые и исследуемые экстерьерные параметры в достаточно большом количестве (рис. 3-5).



Рис. 3 – определение промеров тела животного по изображению, полученного с помощью сенсора глубины– Structure Sensor 3D

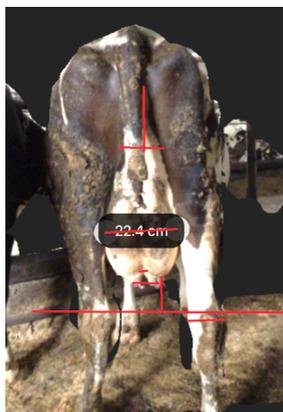


Рис. 4 – определение промеров вымени по изображению, полученного с помощью сенсора глубины– Structure Sensor 3D

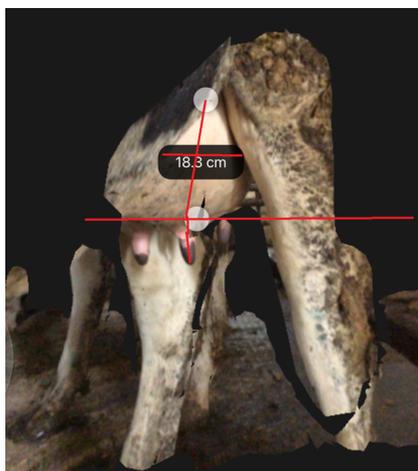


Рис. 5 – определение промеров вымени коров по изображению, полученного с помощью сенсора глубины– Structure Sensor 3D

По результатам промеров в зоотехнических исследованиях вычисляют наиболее распространенные индексы телосложения: растянутости, грудной, тазо-грудной, длинноногости, массивности, шилозадости, большеголовости и т.д.

При комплексной оценке телосложения можно рассчитать индексы, характеризующие внешние параметры в целом у животного или отдельных статей тела. Для этого используются

следующие формулы: экстерьерный индекс (индекс типа телосложения ИТТ) (6) и индекс тазобедренной области (ИТОБ) (7) и индекс туловища (ИТ) (8).

$$\text{ИТТ} = \frac{\sqrt[4]{V_{\text{корпус животного}} \cdot \text{ОП}}}{\text{ВХ}}, \quad (6)$$

где объем корпуса животного определяется по формуле усеченной пирамиды:

$$V_{\text{корпус животного}} = \frac{1}{3} \cdot \text{ПДТ} \cdot \left((\text{ШМ} \cdot \text{ДТОБ}) + \sqrt{\text{ГГ} \cdot \text{ШГ} \cdot \text{ШМ} \cdot \text{ДТОБ}} + (\text{ШГ} \cdot \text{ГГ}) \right),$$

где ИТТ – индекс типа телосложения; ПДТ – прямая длина туловища, ШМ – ширина в маклоках, ДТОБ – длина тазобедренной области, ГГ – глубина груди, ШГ – ширина груди, ОП – обхват пясти, ВХ – высота в холке, см.

$$\text{ИТОБ} = \frac{\sqrt[3]{V_{\text{тазобедренной области}}}}{\text{ПДТ}}, \quad (7)$$

где ИТОБ – индекс тазобедренной области.

Объем тазобедренной области животного определяется также по формуле усеченной пирамиды:

$$V_{\text{тазобедренной области}} = \frac{1}{3} \cdot \text{ДК} \cdot \left((\text{ШМ} \cdot \text{ГП}) + \sqrt{\text{ШЗ} \cdot \text{ДТОБ} \cdot \text{ШМ} \cdot \text{ГП}} + (\text{ШЗ} \cdot \text{ДТОБ}) \right),$$

где длина крестца (ДК), глубина туловища в поянице (ГП), ширина зада в седалищных буграх (ШЗ).

$$\text{ИТ} = \sqrt{\frac{V_{\text{туловища}}}{\text{ОП}}}, \quad (8)$$

где ИТ – индекс туловища,

$$V_{\text{туловища}} = \frac{1}{3} \cdot \text{ПДТ} \cdot \left(\text{ГГ} \cdot \text{ШГ} + \sqrt{(\text{ГГ} \cdot \text{ШГ} \cdot \text{ДТОБ} \cdot \text{ШЗ})} + \text{ДТОБ} \cdot \text{ШЗ} \right).$$

Эти индексы позволяют изучать и сравнивать между собой типы телосложения как отдельных животных, так и различных пород, линий, семейств.

В зависимости от задач эксперимента в научно-производственных опытах на ремонтном молодняке могут быть проведены физиологические и биохимические исследования с использованием соответствующих методик.

Свиноводство

Научно-производственные опыты со свиньями (на взрослом поголовье, ремонтном молодняке и животных, выращиваемых на мясо).

Опыты на свиноматках в большинстве случаев проводят методом пар-аналогов с учетом породности, возраста, живой массы, упитанности, уровня продуктивности и происхождения (в ряду аналогов желательно иметь родных сестер). При проведении опытов на взрослых матках необходимо учитывать число опоросов и показатели предшествующей продуктивности (плодовитость, крупноплодность, молочность и др.).

В производственных опытах количество маток в группе должно составлять 10-15 голов. Разница во времени ожидаемого опороса маток-аналогов не должна превышать 10 дней, а внутри групп - 25 дней.

Группы свиноматок комплектуют после их осеменения, а подсосных - на 5-7-й день после опороса с учетом числа и качества поросят в помете. Разница в сроках опоросов маток-аналогов не должна превышать 5, а в группе - 20 дней.

В опытах на свиноматках учитывают следующие зоотехнические показатели:

живую массу (в день осеменения, на 30-, 80- и 112-й дни супоросности; после опороса - на 5- и 26-й дни в условиях промышленных комплексов и на 5-30-45- и 60-й дни при отъеме поросят в 2-месячном возрасте);

многоплодие (количество поросят в помете, число живых и мертворожденных);

крупноплодность (средняя живая масса поросят при рождении);

молочность свиноматок (условно - масса приплода в 21-дневном возрасте или по разности массы поросят до и после сосания матки раз в 10 дней в течение суток). На основании полученных данных определяют молочность за декаду и за всю лактацию.

В опытах зоотехнические показатели могут быть дополнены соответствующими физиологическими и биологическими исследованиями.

Продолжительность научно-производственных опытов на свиноматках зависит от задач исследований и обычно длится от случки до отъема поросят. В ряде случаев опыт может

продолжаться в течение нескольких опоросов или в течение одного производственного цикла - супоросности, лактации.

В опытах на поросятах-сосунах необходимо учитывать их происхождение.

Обычно для опыта отбирают маток с одинаковым количеством поросят в гнезде и одинаковой молочностью.

В научно-производственных опытах на ремонтном молодняке отбирают животных известного происхождения с учетом пола, живой массы и упитанности. Контроль за живой массой осуществляют путем ежемесячного индивидуального взвешивания. На свиноводческих комплексах живую массу поросят определяют также при завершении отдельных производственных циклов выращивания. Учет кормов ведут по каждой группе. В период опыта проводят линейные промеры животных, физиологические и биохимические исследования.

В научно-производственных опытах на молодняке, выращиваемом на мясо, изучают следующие основные показатели:

1. живую массу молодняка по периодам откорма: 106-153 дня, 154-213, 214-221 день на комплексах типа "Кузнецовский", а в откормочных хозяйствах - 120-180 и 181-250 дней. Кроме этого, следует проводить контрольные взвешивания животных через каждые 14 дней, которые необходимы для корректирования рационов кормления;

2. потребление кормов ежедневно и по периодам откорма;
3. затраты кормов на единицу прироста по периодам опыта;
4. результаты контрольного убоя животных.

Овцеводство

При проведении научно-производственных опытов на овцематках формирование групп животных проводят методами пар-аналогов, сбалансированных групп и методом министада.

В период опытов изучают:

1. живую массу маток до осеменения, перед ягнением и после ягнения;
2. оплодотворенность маток;
3. многоплодие;
4. массу новорожденных ягнят и их жизнеспособность;
5. молочность по приросту живой массы ягнят за первые 20-25 дней их жизни;

5. шерстную продуктивность;
7. затраты кормов на единицу продукции.

Кроме этих показателей в зависимости от целей и задач исследований могут быть проведены физиологические и биохимические исследования.

Особенности проведения опытов на промышленных комплексах.

Основным требованием проведения зоотехнических опытов на промышленных комплексах является получение достоверных результатов исследований.

Планирование экспериментов на животных в условиях промышленных комплексов должно осуществляться с учетом технологии производства продукции, систем содержания и кормления животных, а также уровня автоматизации и механизации производственных процессов.

Одна из отличительных особенностей проведения экспериментальных работ в условиях промышленных комплексов заключается в том, что количество животных в опытных и контрольных группах, как правило, должно соответствовать количеству животных в технологической группе (секции, батарее, ярусе и т. д.).

В зависимости от цели и задачи эксперимента исследования могут быть на животных одного цеха или на всем поголовье комплекса.

При изучении отдельных вопросов, связанных, например, с определением биохимических показателей, обмена веществ и т. д., внутри опытных групп животных (производственных секций) на комплексе могут быть сформированы небольшие группы (по 3-5 голов) контрольных животных, которых содержат в тех же секциях. В ряде случаев контрольные животные могут быть выделены в отдельную группу. В этом случае они должны быть отделены перегородкой от основного поголовья животных.

При проведении опытов на всем поголовье комплекса изучаемые показатели учитывают, как по всему поголовью животных, так и по отдельным животным или группе животных, характерных для всего поголовья по продуктивности, живой массе и физиологическому состоянию.

Продолжительность опытов зависит от поставленных задач эксперимента.

При решении отдельных технологических вопросов продолжительность опыта может составлять 1-3 мес. Желательно, чтобы при проведении опытов на промышленных комплексах продолжительность эксперимента соответствовала продолжительности производственного цикла.

Формирование опытных групп животных на промышленных комплексах проводят с учетом конкретных задач исследований.

Животных в опытные и контрольные секции подбирают по методу пар-аналогов с учетом породы, происхождения, возраста, живой массы продуктивности и физиологического состояния. Для изучения частных вопросов, проведения обменных опытов животных в контрольные и опытные секции формируют небольшими группами (по 3-5 голов).

Обязательным условием при выборе животных для балансовых опытов является их однородность и типичность для группы.

При проведении опытов на промышленном комплексе учет продуктивности в зависимости от задач исследований может быть групповым или индивидуальным. Все данные о продуктивности животных должны быть занесены в специальный журнал. При проведении опытов на лактирующих коровах молочную продуктивность и содержание жира в молоке учитывают ежедневно по каждой группе животных, а индивидуально - 2-3 раза в месяц по результатам контрольных доек.

За изменением живой массы животных следят путем индивидуального ежемесячного взвешивания. Результаты взвешивания записывают в специальный журнал.

Учет шерстной продуктивности овец проводят по результатам стрижки в зависимости от породы 1 или 2 раза в году. Шерстную продуктивность определяют по выходу мытой шерсти.

Учет кормов в промышленных комплексах проводят в основном групповым способом. Количество потребленных кормов определяют ежедневно путем учета задаваемых кормов и их остатков. При невозможности ежедневного учета кормов допускается периодический учет кормов - раз в декаду, в течение двух смежных дней. Учет грубых, сочных и концентрированных кормов желательно проводить отдельно.

При кормлении животных кормосмесями, состоящими из грубых, сочных и концентрированных кормов, несъеденные

остатки желательно определять отдельно, предварительно рассортировав их.

Учет поедаемости кормов

На крупных молочных комплексах при кормлении животных с кормовых столов (лент) можно пользоваться двумя методами учета кормов. В первом случае подсчитывают все задаваемые корма на каждую группу и на каждое кормление с учетом дополнительно выдаваемых на доильных установках. Количество несъеденных кормов подсчитывают при очистке кормовых лент согласно принятому распорядку на комплексе.

Второй способ учета кормов может быть применен на комплексах, имеющих стационарные системы кормораздачи. Сущность этого способа заключается в том, что корма равномерно распределяют на кормовом столе и при отсутствии животных в 2-3 местах (в начале, середине и конце стола) собирают корм для взвешивания, затем определяют площадь этих участков и рассчитывают массу всего корма.

Этот метод является приближенным.

Производственная проверка результатов зоотехнических опытов.

Результаты законченных зоотехнических опытов должны быть проверены в производственных условиях. Производственная проверка является заключительным и обязательным этапом исследований. Положительные результаты производственной проверки дают основание для рекомендации научной разработки в производство. Производственную проверку результатов научных исследований необходимо увязывать с вопросами экономической эффективности.

Местом производственной проверки результатов научных исследований могут быть опытные и базовые хозяйства, колхозы и совхозы, специализированные фермы и комплексы.

Производственная проверка проводится по специально разработанной и утвержденной методике на клинически здоровых животных.

Контрольную и проверяемую группы животных формируют, как правило, по принципу пар-аналогов по полу, возрасту, живой массе, продуктивности и т. д.

В хозяйственных условиях количество животных в группе устанавливают с учетом сложившейся технологии. В каждой группе должно быть не менее 50 коров или нетелей, 100 голов молодняка крупного рогатого скота на откорме, 20 голов телят до 6-месячного возраста, 50 голов ремонтного молодняка, 6 быков-производителей. В свиноводстве: 20 свиноматок, по 100 голов поросят-отъемышей и растущего молодняка, 10 хряков-производителей. В овцеводстве: 100 овцематок, 100 голов ярок или баранчиков, 10 баранов-производителей. В птицеводстве: 300 кур или уток, по 500 голов утят или цыплят, 200 индеек или гусей, 300 индюшат или гусят.

Продолжительность производственной проверки должна соответствовать длительности производственного цикла. Для коров молочного стада производственная проверка начинается с первого дня лактации и продолжается до начала новой. Новые кормовые средства испытываются не менее трех месяцев.

При *выращивании молодняка крупного рогатого скота* для ремонта или на мясо продолжительность производственной проверки научной разработки обычно совпадает с технологическими циклами.

Например, при выращивании молодняка на мясо предусматриваются следующие циклы: от рождения до 15-20 дней – профилакторный период. Далее выращивают телят до 6-месячного возраста, где различают три фазы: I - 65 дней, II и III - по 50 дней, затем от 6 до 12 месяцев, с 12 до 15 и с 15 месяцев до достижения сдаточных кондиций.

В *овцеводстве* продолжительность производственной проверки на суягных овцематках - 5 месяцев, лактирующих - 2-4 месяца, растущем молодняке - 4-6 месяцев.

На *свиноводческих* комплексах предусматривается три периода: дорастивание (от 26 до 42, от 43 до 60 и от 61 до 105 дней) и два периода откорма (от 106 до 158 и от 159 до 222 дней).

В *конеvodстве* при проведении производственной проверки научных исследований на молодняке различают следующие периоды: от 6 до 12, от 12 до 18, от 18 до 24 месяцев. На кобылах - 12 месяцев.

В *птицеводстве* продолжительность производственной проверки кур-несушек составляет не менее 10 месяцев от начала

яйцекладки; у индеек, уток и гусынь - в течение периода яйцекладки.

В опытах с дойными коровами учитывают сервис-период, межотельный период, выход телят, среднесуточный удой по месяцам лактации и за всю лактацию, жирность, белковость и технологические свойства молока.

При работе с молодняком учитывают сохранность и причины отхода, рост и развитие, живую массу, валовой и среднесуточный прирост массы за период выращивания и откорма, качество продукции.

В *овцеводстве* необходимо учитывать сохранность поголовья, прирост живой массы, оплодотворенность овец и ярок, настриг шерсти, выход мытой шерсти и ее качество, качество баранины.

В *свиноводстве* изучают многоплодие, молочность, массу гнезда при рождении и отъеме поросят, сохранность поголовья, рост и развитие ремонтного молодняка, откормочные качества свиней, качество мяса и сала.

В *птицеводстве* основными показателями являются сохранность, живая масса, яйценоскость, среднесуточный и валовой прирост молодняка, качество яиц и мяса.

Показателями, характеризующими экономическую эффективность применения научных исследований, является годовой экономический эффект, который складывается из суммарной экономии всех производственных ресурсов (заработной платы, кормов и др.) и повышения качественных показателей. Эти показатели исчисляются в денежном выражении и определяются методом сравнения результата опытного варианта с базовым (контрольным), который сложился в условиях данного хозяйства.

После окончания работы определяют ожидаемый, а при апробации эксперимента в производстве - фактический экономический эффект.

Экономический эффект рассчитывают двумя способами: по разности прибыли в предлагаемом и базовом вариантах; по экономии от снижения затрат в новом варианте по сравнению с базовым.

Первый способ определения годового экономического эффекта используют, когда результаты испытания нового варианта

вызывают повышение продуктивности животных, снижение материальных затрат или изменение качества продукции (табл. 26).

Второй способ применяют, когда производственные испытания вызывают изменения себестоимости продукции в целом или по отдельным статьям, хотя продуктивность и качество продукции остаются прежними. Например, замена ламп накаливания на люминесцентные при освещении птичников не оказала существенного влияния на продуктивность и качество яиц кур, но снизило расход энергии. В этом случае экономический эффект рассчитывают по разности затрат в базовом и испытуемом вариантах.

Период производственной проверки ведут учет расхода кормов, определяют основные экономические показатели - затраты кормов на единицу продукции, себестоимость, прибыль, экономический эффект.

Экономический эффект определяют по следующей формуле:

$$\mathcal{E} = (Ц_{\text{н}} - С_{\text{н}}) - (Ц_{\text{б}} - С_{\text{б}}) A_{\text{н}}$$

где \mathcal{E} - экономический эффект, руб.; 1^{\wedge} , - стоимость единицы продукции в закупочных ценах в предлагаемом варианте, руб.; - стоимость единицы продукции в закупочных ценах контрольного варианта, руб.; $С_{\text{н}}$ - себестоимость единицы продукции в предлагаемом варианте, руб.; $С_{\text{б}}$ - себестоимость единицы продукции в контрольном варианте, руб.; $A_{\text{н}}$ - объем валовой продукции в соответствующих единицах.

При получении положительных результатов производственной проверки предлагаемой разработки последняя соответствующего обсуждения может быть рекомендована в производство.

6.4. Условия, обеспечивающие достоверность результатов зоотехнического опыта

Достоверность результатов исследований на животных зависит, прежде всего, от строгого соблюдения и выполнения методики опыта.

При проведении опытов необходимо добиваться сопоставимых условий кормления и содержания животных. До начала опыта должны быть тщательно подготовлены помещения для содержания животных, комнаты для размещения необходимого инвентаря и оборудования; зарезервирован необходимый запас кормов на весь период эксперимента; подготовлена соответствующая

Документация (журналы по учету, живой массе и продуктивности животных, дневники наблюдений).

Перед началом опыта необходимо проверить весовое хозяйство (весы для взвешивания животных, кормов, аналитические), наличие и исправность измерительных приборов (мерных палок, лент, измерительных циркулей, термометров и др.). В течение всего опыта следует использовать одни и те же измерительные приборы, чтобы была одна допустимая погрешность.

Индивидуальные особенности отдельных животных в группе не должны оказывать влияния на результаты опыта и возможность проведения биометрической обработки полученных данных. При небольшом количестве животных в группе биометрическая достоверность результатов исследований может снижаться. Большое количество животных в группе хотя и повышает достоверность результатов, но затрудняет изучение индивидуальных особенностей животных, усложняет сохранение идентичности условий размещения и кормления их, что приводит к снижению технической точности эксперимента. Большое количество животных в группе затрудняет учет исследуемых показателей. Поэтому количество животных в группе устанавливают конкретно для каждого опыта в зависимости от их породности, возраста, продуктивности, конституции и т. д., условий предшествующего кормления и содержания, уровня ожидаемых различий между группами и целей эксперимента.

Число животных в группе обуславливается наследственными качествами животных. Например, помесные животные в процессе роста и развития склонны к разнонаправленной изменчивости признаков в связи с неустойчивой наследственностью. Поэтому для получения статистически достоверных различий при формировании групп из помесных животных их количество должно быть в 1,2—1,5 раза больше, чем чистопородных животных.

Важное значение для получения достоверных данных имеет возраст животных. Установлено, что чем моложе животные, тем большей изменчивостью отдельных признаков они обладают под влиянием факторов внешней среды. Поэтому чем меньше возраст животных, тем больше их должно быть в каждой группе. С методической точки зрения целесообразно формировать группы из животных одной породы, одного вида скрещивания, одной кровности. Если в эксперимент вынуждены включать животных разной кровности, различного вида скрещивания, для получения объективных результатов следует в каждой группе выделять подгруппы, однородные по происхождению, и вести учет изучаемых показателей по ним отдельно.

В зоотехнии пока еще не выработано надежных математических формул, которые позволяли бы точно определить число животных в группе.

В практических условиях при проведении опытов разность в приростах живой массы обычно составляет 10-15%. Поэтому при проведении научно-производственных опытов по откорму крупного рогатого скота и свиней размер группы составляет 10-20 голов, а овец - 15-30 голов.

При постановке зоотехнических опытов для определения числа животных в группе следует использовать методические рекомендации, которые разрабатываются специалистами научных учреждений для каждого вида животных. Проведение опытов по единой методике позволяет сопоставлять результаты исследований, полученных в различных зонах страны.

Важное значение для получения объективных данных в экспериментальной работе с животными имеет повторность опытов. Необходимое число повторностей в каждом эксперименте устанавливаются в зависимости от конкретных задач исследований.

Как правило, в научно-хозяйственных опытах на животных должно быть не менее двух повторностей. Повторные опыты

можно проводить в одни и те же сроки в течение двух смежных лет или в разные сезоны года. Для первого случая, например, можно изучать влияние пастбищного содержания животных на их продуктивность в течение двух пастбищных периодов. Во втором случае можно сравнивать качество приплода, полученного в зимне-весенний и летне-осенний периоды. В ряде случаев, особенно в экспериментах по разведению животных, повторность опытов проводится в течение нескольких поколений.

На достоверность полученных результатов большое влияние оказывает продолжительность проведения экспериментов. Сроки проведения опытов определяются в зависимости от целей и задач исследований. При определении продолжительности опытов на животных следует учитывать их физиологическое состояние (лактацию, беременность и т. д.) и длительность отдельных производственных циклов.

Кратковременные опыты могут привести к ошибочным выводам. В свое время широкую рекомендацию получило круглогодичное кормление коров кукурузным силосом. Такие результаты были получены в кратковременных опытах (кормление коров кукурузным силосом в течение одного стойлового периода), а при длительных опытах (в течение трех лет) оказалось, что такой тип кормления отрицательно влияет на состояние здоровья коров и приплода, а также на качество молока.

Продолжительность опытов на отдельных видах животных определяется специальными методическими указаниями.

На точность эксперимента влияют условия содержания и кормления подопытных животных. Животных контрольной и опытной групп размещают в одинаковых условиях. При содержании животных в разных помещениях ведут контроль за микроклиматом. Опыты на птице проводят при условии клеточного содержания опытных и контрольных групп на одних и тех же ярусах. Важное значение при проведении опытов имеет и идентичность плотности размещения животных в опытных и контрольной группах.

На результаты опыта влияет и местонахождение животных внутри помещения. Например, птица нижних и верхних ярусов находится в разных условиях температуры и освещенности; животные, содержащиеся на привязи в середине скотного двора и у ворот, так же находятся в разных температурных режимах.

На результаты исследований влияет правильность проведения измерений различных показателей. Результаты эксперимента должны как можно точнее фиксироваться различными измерениями, выраженными цифровыми данными. Все данные измерений заносят в специальные журналы. Для большей точности отдельные измерения повторяют 2-3 раза и выводят среднюю величину.

Измерения следует проводить в одно и то же время суток. Например, взвешивают животных обычно утром за час до кормления. Перед взвешиванием необходимо проверить исправность весов.

При взятии промеров следят за правильностью постановки животного. Промеры животных проводят на площадках с твердым грунтом. Достоверность результатов опыта на животных во многом зависит от условий его подготовки. Весь эксперимент условно делят на периоды.

После формирования групп животных проверяют идентичность состава пар-аналогов, контрольной и опытных групп.

Уравнительный период. В этот период животных всех групп содержат в одинаковых условиях и кормят по однотипным рационам.

Изучают поведение животных в группе, поедаемость кормов, проводят необходимые зооветобработки животных. В уравнительный период происходит адаптация животных к новым условиям содержания и кормления. В случае выявления существенных различий между животными контрольной и опытных групп проводят соответствующую корректировку. В этот период животных можно переводить из группы в группу или заменять на других, более типичных для данного эксперимента.

Продолжительность уравнительного периода для взрослых животных обычно составляет 1-3 недели и зависит от цели и задач исследования.

На продолжительность уравнительного периода влияют условия предшествующего содержания и кормления: чем больше различия в кормлении и содержании, тем больше требуется времени на адаптацию животных.

В опытах по кормлению животных продолжительность уравнительного периода зависит от вида животного, что обусловлено скоростью прохождения кормов через желудочно-

кишечный тракт у разных видов животных. Например, у взрослого крупного рогатого скота полная эвакуация пищевых масс заканчивается через 12-13 дней после начала выделения, а у телят-молочников - через 4-5 дней.

Поэтому уравнительный период у взрослого крупного рогатого скота должен быть не менее двух недель, а у телят молочного периода – не менее недели. Исключением являются телята молозивного периода, когда изучается, например, влияние качества молозива, полученного от матерей при разном уровне кормления. В этом случае уравнительный период практически исключается.

У взрослых овец прохождение корма через пищеварительный тракт продолжается 16-21 день. Уравнительный период в этом случае должен составлять не менее трех недель. У лошадей продолжительность эвакуации кормовых масс из пищеварительного тракта составляет 4-6 дней, поэтому уравнительный период должен быть не менее недели.

У свиней время прохождения корма через пищеварительный тракт составляет в среднем 4-5 дней, поэтому продолжительность уравнительного периода должна быть 6-7 дней.

У взрослой птицы полная эвакуация корма из пищеварительного тракта заканчивается через 2-5 дней. Уравнительный период должен находиться в пределах 6-7 дней. У суточного молодняка птицы уравнительный период минимальный и сводится в основном к выбраковке отдельных особей, не отвечающих средним показателям группы.

Переходный период. Основная задача этого периода – перевод животных на условия кормления и содержания согласно принятой схеме эксперимента. Перевод животных опытных групп на режим, предусмотренный схемой опыта, должен осуществляться постепенно, без стрессовых ситуаций. Нельзя резко переводить животных с одного рациона на другой, чтобы не нарушать процессы пищеварения. Поэтому изучаемый фактор в опытные группы вводят постепенно. Например, в эксперименте планируется заменить часть протеина натуральных кормов синтетическими азотистыми веществами. В этом случае животным опытных групп постепенно, в течение 1-2 недель, вводят в рацион небелковые азотистые соединения до запланированного количества.

В переходный период запрещается перевод животных из группы в группу. Продолжительность переходного периода зависит от цели и задачи опыта. В отдельных случаях переходный период может быть сведен к минимуму, когда режим содержания или кормления не требует от животного существенных приспособительных перестроек.

Основной (главный) период эксперимента. Он начинается сразу же после переходного периода. Продолжительность основного периода зависит от задач исследований и может составлять от нескольких недель до нескольких месяцев. Часто основной период соответствует продолжительности производственного цикла или физиологического состояния животного (продолжительности откорма, дорастивания, лактации, яйцекладки, стельности, супоросности, суягности и т. д.).

В основной период учитывают поедаемость кормов, изучают продуктивность животных, определяют основные экономические показатели - затраты труда и средств, себестоимость, прибыль и экономическую эффективность.

В опытах на лактирующих коровах учитывают среднесуточный удой, удой за лактацию, жирность молока, содержание белка в молоке, качество молока, продолжительность лактации, сервис-период и др.

При проведении опытов на молодняке крупного рогатого скота определяют среднесуточные приросты живой массы по периодам выращивания и откорма, затраты кормов на единицы прироста, учитывают рост и развитие молодняка, качество получаемой продукции.

В опытах на овцах учитывают плодовитость, прирост живой массы, настриг шерсти, выход мытой шерсти, ее качество (тонину, крепость и т. д.), поедаемость кормов, оплату корма продукцией, качество баранины.

У свиноматок учитывают плодовитость, молочность, массу гнезда при рождении и отъеме, выравненность и сохранность поросят, живую массу поросят при отъеме; у молодняка - рост и развитие, оплату корма продукцией.

В опытах на взрослой птице-несушках (куры, утки, гуси, индейки) учитывают живую массу, яйценоскость, массу и качество яиц, затраты корма на единицу продукции; у цыплят-бройлеров -

сохранность поголовья, среднесуточный прирост, затраты кормов на прирост живой массы, качество мяса.

В основной период наряду с зоотехническими показателями изучают физиологическое состояние животных путем взятия проб крови, молока, мочи, а также определяют переваримость питательных веществ корма и баланс отдельных веществ в организме.

Повышение эффективности использования отдельных кормов или рационов тесно связано с переваримостью и использованием питательных веществ организмом животных.

Переваримость питательных веществ одного и того же корма может изменяться в зависимости от вида животного, зоны произрастания, агротехники, периода вегетации, технологии заготовки и хранения и способов скармливания.

В зоотехнии переваримость питательных веществ кормов определяют прямым и косвенным методами.

Метод прямого определения переваримости питательных веществ является основным. Сущность его заключается в том, что животному в период опыта скармливают определенное количество корма, проводят учет несъеденных остатков, на основании чего рассчитывают фактическое потребление питательных веществ. В этот же период ведут учет выделившегося кала, а при балансовых опытах - и мочи. Корм и кал подвергают химическому анализу, и в них определяют содержание влаги, сухого вещества, сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки, сырых БЭВ и сырой золы. В ряде опытов может быть изучено содержание в кормах и кале аминокислот, жирных кислот, углеводов, макро- и микроэлементов, витаминов. По разности между потребленными и выделенными из организма веществами определяют переваримые питательные вещества.

Питательность корма характеризуется его качеством, переваримостью и использованием питательных веществ организмом животного.

Переваримость питательных веществ одного и того же корма для разных видов животных неодинакова.

Переваримость питательных веществ отдельных кормов, которые могут обеспечить полноценное питание животного без нарушения процессов пищеварения (сено, сенаж, трава у лошадей, жвачных, кроликов; зерно у птицы), определяют без введения в

рацион других видов кормов, т. е. испытуемый корм является единственным источником энергии. В этом случае животные должны иметь свободный доступ к соли и воде. Переваримость питательных веществ таких кормов, как корнеклубнеплоды, отходы технических производств, жиры и др., которые не обеспечивают нормального питания и пищеварения, изучают в дифференцированных опытах.

Дифференцированный опыт. Суть его в том, что проводят два последовательных эксперимента на животных, рационы которых различаются количеством изучаемого корма. В первом опыте определяют переваримость питательных веществ основного рациона, в который вводят изучаемый корм (5-10 %) с целью уменьшения его специфического влияния. Во втором опыте животным скармливают 60-75% кормов основного рациона (по сухому веществу), а остальную часть восполняют за счет изучаемого корма. Дифференцированные опыты проводят, как правило, на одной и той же группе животных.

Между первым и вторым опытом должен быть переходный период, продолжительность которого устанавливают в зависимости от вида животного и скорости эвакуации пищевых масс через желудочно-кишечный тракт. Схема проведения дифференцированного опыта по определению переваримости питательных веществ приведена в табл. 28.

Для получения более достоверных результатов желательно во второй рацион вводить максимальное количество изучаемого корма, но не превышая установленных физиологических норм для данного вида животного.

При определении состава рациона необходимо учитывать норму потребности животного в питательных и биологически активных веществах. Рационы должны соответствовать живой массе и уровню продуктивности животного, а корма — иметь высокие вкусовые качества и хорошо поедаться.

Основной и опытный рационы не должны резко различаться по содержанию энергии и концентрации питательных веществ в расчете на сухое вещество корма. Необходимо учитывать соотношение отдельных видов кормов в изучаемых рационах.

Определение переваримости питательных веществ изучаемого корма (сухое вещество, органическое вещество, протеин, жир, клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества, зола и др.)

проводят путем расчетов, которые сводятся к следующему. На основании данных химического состава потребленных кормов и кала определяют коэффициенты переваримости отдельных питательных веществ кормов основного рациона.

Во втором опыте таким же способом определяют переваримость питательных веществ всего рациона, состоящего из кормов основного рациона и изучаемого корма.

На основании коэффициентов переваримости питательных веществ первого опыта и количества питательных веществ, поступивших в организм животного с кормами основного рациона во втором опыте, определяют количество переваримых питательных веществ. Затем по разности общего количества переваримых питательных веществ и переваримых питательных веществ за счет основного рациона определяют переварившиеся питательные вещества, поступившие в организм животного из изучаемого корма. В этом случае допускают предположение о том, что коэффициенты переваримости питательных веществ основного рациона второго опыта будут такими же, как и в первом опыте.

Использование прямого метода определения переваримости питательных веществ корма или рациона связано с большими затратами труда и средств. Для организации его проведения необходимы специальное оборудование, помещение, круглосуточное дежурство обслуживающего персонала. Этот метод наиболее широко применяется в том случае, когда наряду с определением переваримости питательных веществ необходимо изучить баланс азота или других элементов.

Переваримость питательных веществ корма можно определить, используя метод инертных веществ, т. е. веществ, которые в организме животных не перевариваются, не всасываются и не вступают в реакции с другими веществами. В качестве инертного вещества обычно используют окись хрома. Сущность этого метода заключается в том, что опытным животным в подготовительный и учетный периоды дополнительно скармливают строго определенное количество окиси хрома. Например, взрослому крупному рогатому скоту и лошадям скармливают по 20 г окиси хрома, овцам - 10 и свиньям - 8 г на голову в сутки. Молодняку этих видов животных окись скармливают в меньших количествах. Для обеспечения равномерного распределения окиси хрома в содержимом желудочно-кишечного тракта индикатор

следует скармливать животным не менее 2 раз в сутки (утром и вечером).

Одно из обязательных условий успешного проведения опытов по переваримости питательных веществ с использованием метода инертных веществ - полное потребление животным окиси хрома. Для достижения этой цели окись хрома нередко заключают в желатиновые капсулы или готовят своеобразные пельмени из теста.

Переваримость питательных веществ определенного корма или рациона определяют по концентрации окиси хрома в сухом веществе потребленного корма и содержанию его в кале.

Для определения переваримости питательных веществ необходимо знать химический состав корма, фактическое его потребление животным и химический состав кала. Отбор образцов кала для химического анализа у животных проводят 2 раза в сутки (утром и вечером) в течение учетного периода. Затем определяют процентное содержание каждого питательного вещества в корме, кале и процентное содержание окиси хрома в корме и кале.

Изучение переваримости питательных веществ корма методом прямого определения и с помощью инертных веществ дает сходные результаты. Недостатком этих методов является то, что они могут быть использованы только в стационарных условиях, когда исследователю известно количество потребленного каждым животным корма.

Для определения массы потребленной травы животным, находящимся на пастбище, можно использовать метод двух индикаторов, что позволяет избежать необходимости учета съеденного корма и выделенного кала.

Сущность этого метода состоит в том, что опытным животным дважды в сутки скармливают определенное количество окиси хрома и в учетный период в эти же часы отбирают из прямой кишки образцы кала. В период опыта ежедневно на местах пастбы животных отбирают пробы травы. Образцы травы и кала подвергают химическому анализу. В средних образцах кала определяют концентрацию окиси хрома.

Вторым индикатором служат хромогены. Хромогены являются пигментами травы, которые практически не перевариваются в организме животного. Содержание хромогенов определяют в средних образцах травы и кала.

На основании данных о массе потребленной травы, ее химическом составе методом инертных веществ можно определить переваримость отдельных питательных веществ травы.

Разработаны и применяются на практике и другие методы определения переваримости питательных веществ. Например, метод определения переваримости питательных веществ вне организма животного - *in vitro*. Сущность этого метода состоит в том, что образец изучаемого корма совместно с пепсином и соляной кислотой или рубцовой жидкостью животного помещается в колбу и инкубируется в термостате при 37⁰С. Сравнительное изучение результатов опытов, проведенных *in vitro* и *in vivo*, показало, что полученные коэффициенты переваримости питательных веществ близки.

Определение переваримости питательных веществ корма можно проводить на основании уравнений регрессии. Сущность этого метода состоит в том, что на основании многочисленных исследований установлена прямолинейная связь между переваримостью питательных веществ и содержанием азота в кале животных.

Для определения переваримости питательных веществ отдельных кормов у жвачных животных нередко применяют метод нейлоновых мешочков. Сущность метода состоит в том, что навески корма помещают в нейлоновые мешочки, которые затем через фистулу вводят в рубец. Затем по изменению химического состава изучаемого корма судят о переваримости питательных веществ.

Достоверность опыта во многом зависит от точности результатов исследований. В результате проведения эксперимента накапливается большое количество различных цифр, которые являются первичным материалом. Основной цифровой материал должен быть обработан биометрически и сведен в таблицы. Обработка цифрового материала за период опыта проводится по каждому животному и по группе в целом.

В ряде случаев обработку цифровых материалов следует проводить по периодам выращивания, сезонам года и т. п.

Построение таблиц проводят в сравнительном аспекте, т. е. сравнивают результаты наблюдений по животным контрольной и опытных групп.

Заглавие таблицы должно быть кратким и точно характеризовать помещенный в ней материал. Все таблицы необходимо пронумеровать.

Оценку результатов опытов проводят на основании биометрической обработки результатов исследований. Достоверной разностью в опытах на животных принято считать $P \leq 0,05$.

Выводы делают по результатам опыта. Они должны быть краткими, лаконичными и отражать только результаты эксперимента. На основании сделанных выводов дают рекомендации производству. Строить выводы на различного рода предположениях нельзя.

ЛИТЕРАТУРА

Бакай, А.В. Биометрические методы анализа качественных и количественных признаков/ А.В. Бакай, И.И. Кочиш, Г.Г. Скрипниченко // Генетика. – Москва: Колос С, 2006. – С. 176-227.

Викторов, П.И. Методика и организация зоотехнических опытов / П.И. Викторов, В.К. Менькин // Учебник (ISBN 5-10-000714-1). - Москва: Агропромиздат, 1991. - 112 с.

Генетика и биотехнология в селекции животных: монография / П.М. Кленовицкий, Н.С. Марзанов, В.А. Багиров, М.Г. Насибов. – Москва: Эксплор, 2004. – 285 с.

Кузнецов, В.М. Основы научных исследований в животноводстве / В.М. Кузнецов // Учебник. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока, 2006. - 568 с.

Методы исследований в частной зоотехнии: краткий курс лекций для аспирантов 2 курса направления подготовки 36.06.01 Ветеринария и зоотехния / Сост.: М.В. Забелина // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 60 с.

Минько, А.А. Статистический анализ в MS Excel. / А.А. Минько // Учебник. М.: Изд-во Диалектика. -2004. - 437 с.

Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников. – М.: Колос, 1976. – 304 с.

Основы научных исследований: метод. указания по изучению дисциплины и выполнению контрольных работ [Электронный ресурс] / М.А. Юдахина; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 46 с.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

	<p>Баймуканов Айдар Дастанбекулы – магистр зоотехнии.</p> <p>Выпускник Института зоотехнии и биологии РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева (г. Москва).</p> <p>Автор 65 научных работ, из них: 2 авторские свидетельства Республики Казахстан на изобретения; 2 инновационных патента Республики Казахстан на изобретение; 1 патент Республики Казахстан на полезную модель, 1 патент РФ на изобретение; 13 статей опубликованные в научных журналах W of S; 5 статей опубликованные в научных журналах входящие в базу данных Scopus.</p>
	<p>Баймуканов Дастанбек Асылбекович – член – корреспондент Национальной академии наук Республики Казахстан, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник Товарищество с ограниченной ответственностью «Научно – производственный центр животноводства и ветеринарии» (г. Астана, Республика Казахстан).</p> <p>Автор 650 научных трудов, в том числе в рейтинговых научных журналах 92, 8 монографии, 29 книг, 25 изобретении, 8 селекционных достижений по верблюдоводству и продуктивному коневодству.</p>
	<p>Батанов Степан Дмитриевич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры технологии переработки продукции животноводства ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет».</p> <p>Заслуженный работник образования Удмуртской Республики.</p> <p>Автор более 260 научных трудов, в том числе 8 учебников и учебных пособий, 5 монографий, 8 патентов.</p>
	<p>Абдулмуслимов Абдулмуслим Мухудинович - доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан».</p> <p>Автор более 70 научных трудов, в том числе 24 – в периодических изданиях, рекомендованных ВАК Российской Федерации и 4 – в международных базах цитирования. Получено 2 Свидетельства о регистрации ноу-хау и 3 Свидетельства на базу данных, 1 патент на изобретение, издано 6 монографий, 4 учебника и учебных пособий, 1 рекомендация производству.</p>

	<p>Юлдашбаев Юсупжан Артыкович - академик Российской академии наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева</p> <p>Автор более 750 научных трудов, в том числе 25 методических рекомендаций и указаний, 40 учебников и учебных пособий, 22 монографий и 12 патентов.</p>
	<p>Савчук Светлана Васильевна – кандидат биологических наук, доцент, Институт зоотехнии и биологии Российского государственного аграрного университета – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А.Тимирязева.</p> <p>Автор более 55 научных трудов, в том числе методических рекомендаций и указаний, 2 монографий и 2 Свидетельств на базу данных.</p>
	<p>Баранова Ирина Андреевна – кандидат физико-математических наук, доцент, зав. кафедрой автоматизированного электропривода ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный аграрный университет».</p> <p>Автор более 120 научных трудов, в том числе 9 учебных пособий и практикумов, 2 патента и 3 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.</p>

<i>СОДЕРЖАНИЕ</i>	
Предисловие	3
1. Выбор темы исследований и постановка задачи	9
1.1 Выбор темы и постановка задачи исследований	9
1.2. Сбор научной информации	12
1.3. Выработка первоначальной гипотезы	13
1.4. Теоретическое исследование	14
1.5. Разработка и утверждение методики эксперимента	14
1.6. Эксперимент	15
1.7. Обработка экспериментальных данных	16
1.8. Выводы	16
1.9. Научно-исследовательская работа студентов	19
2. Основные методы современных биологических исследований	21
2.1. Наблюдение	21
2.2. Обследование	22
2.3. Историческое сравнение	24
2.4. Экспериментальный метод	25
2.5. Зоотехнический эксперимент	30
3. Исследование как метод	34
4. Организация производственного опыта	42
4.1. Классификационные системы экспериментов	42
4.2. Планирование эксперимента	46
4.3. Методы рандомизации	48
5. Методы постановки зоотехнических опытов	52
5.1. Классификация методов исследования в животноводстве	53
5.1.1. Периодический метод	53
5.1.2. Групповой метод	57
5.1.2.1. Метод пар-аналогов (парный метод)	58
5.1.2.2. Метод групп-аналогов (Метод групп периодов)	62
5.1.2.3. Методы обособленных групп	63
5.1.2.4. Метод сбалансированных групп	64
5.1.2.5. Метод миниатюрного, или модельного стада (министада)	64
5.1.2.6. Метод интегральных групп	66
5.1.2.7. Метод повторного замещения	69
5.1.2.8. Метод параллельных групп периодов	70
5.1.2.9. Метод групп-периодов с обратным замещением	71
5.1.2.10. Метод латинского квадрата	72
5.2. Требования к постановке опыта	75
5.3. Возможные ошибки	76
5.4. Производственная проверка	78
5.5. Экономическая эффективность	79

5.6. Современные тенденции	81
6. Планирование и подготовка к проведению зоотехнического эксперимента	83
6.1. Цель зоотехнических опытов	83
6.2. Методика проведения зоотехнического опыта	90
6.3. Основные методические приемы проведения зоотехнических опытов	95
6.4. Условия, обеспечивающие достоверность результатов зоотехнического опыта	119
Литература	131
Сведения об авторах	132

Учебное издание

**ОСНОВЫ ОПЫТНОГО ДЕЛА
В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

Составители:

Баймуканов Айдар Дастанбекулы,
Баймуканов Дастанбек Асылбекович,
Батанов Степан Дмитриевич,
Абдулмуслимов Абдулмуслим Мухудинович,
Юлдашбаев Юсупжан Артыкович,
Савчук Светлана Васильевна,
Баранова Ирина Андреевна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет –

МСХА имени К.А. Тимирязева"

Адрес: Москва, ул. Тимирязевская, 49

Тел.: +7-499-976-07-48

Факс.: +7-499-976-07-48

Отпечатано в ООО «ЭйПиСиПублишинг»
127550, г. Москва, ул. Онежская, д. 24, оф. 7
www.apcpublishing.com
sales@apcpublishing.com
+74951049728

Подписано в печать 01.04.2024

Формат 60×90/16

Объем 7.94 усл. печ. л. Тираж 250 экз.

Номер заказа 570424