

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанская государственная академия ветеринарной медицины
имени Н.Э. Баумана»

М.К. Гайнуллина

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЗООТЕХНИИ

Учебное пособие
для аспирантов высших учебных заведений по направлению подготовки
Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства

Казань 2016

УДК 63.001.5(075.5)

ББК 4

Г 14

Гайнуллина М.К. Основы научных исследований в зоотехнии: учебное пособие. – Казань: Изд-во ФГБОУ ВО КГАВМ, 2016.- 54 с.

Рецензенты: профессор А.В. Якимов, доцент М.А. Сушенцова

В учебном пособии изложены методы и особенности методики зоотехнических исследований, планирование, техника закладки и проведения опытов с различными видами животных, наблюдения и учеты в опыте, документация и отчетность по опыту; приведены вопросы для самоконтроля и словарь терминов.

УДК 63.001.5(075.5)

ББК 4

Гайнуллина М.К., 2016

ВВЕДЕНИЕ

В XXI веке наука превратилась в производительную силу общества. Сегодня каждое государство в структуру своего стратегического развития включает вопросы научно-технического прогресса. АПК выполняет стратегическую задачу обеспечения продовольственной безопасности страны, продукция сельского хозяйства также является сырьем для многих отраслей перерабатывающей промышленности. Именно поэтому выпускники аспирантуры по профилю подготовки «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» должны быть способными к творческому мышлению, уметь самостоятельно выполнять научно-исследовательские работы, анализировать и обобщать результаты экспериментальных и теоретических исследований. С этой целью введена в план подготовки аспирантов учебная дисциплина "Методы научных исследований в зоотехнии", предметом которой являются методология и методы научных зоотехнических исследований, а также способы их организации. В результате изучения дисциплины аспиранты должны освоить методологию и методику научных исследований, уметь формулировать цель и задачи исследования, планировать и проводить эксперимент, обрабатывать результаты измерений, сопоставлять результаты опыта с теоретическими моделями и формулировать выводы научного исследования, написать реферат, доклад, статью, выпускную квалификационную работу по результатам научного исследования. В основу учебного пособия положены труды выдающегося российского ученого А.И. Овсянникова, а также других отечественных и зарубежных авторов.

МЕТОДЫ ЗООТЕХНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наука: определение, значение, цель и главные функции

Наука - сфера деятельности человека, направленная на получение, уточнение и распространение объективных, системно-организованных и обоснованных знаний о действительности (природе, обществе, мышлении).

Цель науки - описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности, составляющих предмет ее изучения, на основе открываемых ею явлений. Наука зародилась в древнем мире. В связи с потребностями общественной практики она начала интенсивно развиваться в 16-17 веке и в ходе исторического развития превратилась в производительную силу общества, важнейший социальный институт, оказывающий значительное влияние на все сферы общества.

Главные функции науки:

1) *познавательная* - познание природы, общества и человека, рационально-теоретическое постижение мира, открытие его законов и закономерностей, объяснение самых различных явлений и процессов, то есть производство нового научного знания;

2) *мировоззренческая* - разработка научного мировоззрения и научной картины мира, исследование рационалистических аспектов отношения человека к миру, обоснование научного миропонимания;

3) *производственная, технико-технологическая* – разработка и внедрение в производство инноваций, новых технологий, форм организации и др. В современном обществе наука является производительной силой общества;

4) *культурная, образовательная* - фактор культурного развития людей и образования.

Уровни и виды научных исследований

Научные исследования проводят на 3 взаимосвязанных уровнях: эмпирическом (экспериментальном), теоретическом, описательно-обобщающем.

Эмпирический уровень – проводят опыты (эксперименты), накапливают факты, анализируют их и делают практические выводы.

Теоретический уровень - синтез новых знаний, формулирование общих закономерностей в определенной области. Результаты экспериментов в обобщенном виде становятся частью определенной теории.

Описательно-обобщающий уровень - эксперименты не проводят, а описывают явления, которые непосредственно происходят в природе. На основе наблюдений и обобщений делают суждения и умозаключения.

В зависимости от познавательной или практической цели научные исследования бывают *фундаментальные и прикладные*.

Фундаментальные исследования направлены на открытие и изучение новых явлений и законов природы. Их результатом является законченная система научных знаний (изучение фотосинтеза и др.).

Прикладные исследования направлены на изучение частных вопросов, имеющих конкретно практическое значение (нормы и сроки посева семян, дозы удобрений, кормовых добавок, селекция новых сортов сельскохозяйственных культур, пород животных и др.).

Методы научных исследований

Метод (греч. «methodos» – путь к чему-либо), упорядоченная деятельность исследователя, направленная на получение новых знаний. Используемые в зоотехнии методы исследований подразделяют на общенаучные и конкретно-научные (специальные).

Общенаучные методы используются в любой отрасли науки. К этим методам относятся гипотеза, эксперимент, наблюдение, анализ, синтез и др.

Конкретно-научные (специальные) методы используются в конкретной научной отрасли, например в агрономии, зоотехнии и т.д.

Общенаучные методы

Гипотеза - научное предположение, истинное значение которого является неопределенным.

Эксперимент - метод познания, с помощью которого в искусственно созданных и контролируемых условиях изучают объекты и происходящие в них процессы.

Наблюдение – целенаправленное сосредоточение внимания исследователя на явлениях, происходящих в эксперименте, или на явлениях природы, их количественная и качественная регистрация.

Анализ – метод исследований, с помощью которого исследуемый объект мысленно или физически делят на составные части для детального изучения.

Синтез – соединение расчлененных и проанализированных частей исследуемого объекта или нескольких объектов в единое целое.

Индукция – метод исследований, с помощью которого суждения ведут от фактов к конкретным выводам.

Дедукция – метод исследований, который позволяет с помощью анализа общих положений и фактов делать частные одиночные выводы.

Абстрагирование – мысленное выявление основного в объекте исследований, его наиболее существенных связей.

Конкретизация – метод исследований, с помощью которого от абстрактного переходят к конкретному.

Аналогия – метод, с помощью которого знания об известных уже объектах, предметах, явлениях переносятся на другие, похожие на них.

Моделирование – метод исследования объектов, процессов, явлений на их моделях.

Формализация – метод изучения объектов с помощью отдельных элементов их форм, которые отражают содержание объекта исследования.

Инверсия – метод необычного изучения объектов, явлений, соединение несовместимого, деление неделимого.

Обобщение – метод, с помощью которого мысленно переходят от отдельных факторов, явлений и процессов к отождествлению в мыслях, от одного понятия, суждения к более общему.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение термину «наука».
2. Каковы цель и главные функции науки?
3. Назовите уровни научных исследований.
4. Назовите виды научных исследований.
5. Что такое метод?
6. Какие общенаучные методы исследований применяют в зоотехнических исследованиях?

Основные методы зоотехнических исследований

Основы опытного дела в животноводстве подробно изложены в трудах А.И. Овсянникова.

В зоотехнических исследованиях используют общенаучные и конкретно-научные (специальные) методы. Из общенаучных методов широкое распространение получили: обследование, историческое сравнение, аксиоматический (логический) и экспериментальный. Из специальных методов применяют научный (лабораторный), научно-хозяйственный, производственный опыты.

Научный опыт ставится в лаборатории. В нем изучаются различные физиологические процессы в организме животного (физиологические опыты

по переваримости, обмену азота, минеральных веществ, показатели крови и т.д.).

Научно-хозяйственный опыт является основным, он проводится на ферме, комплексе на малом количестве животных: 10-25 голов (малая выборка) и более 30 голов (большая выборка). Он позволяет оценить технологическую эффективность корма, рациона, фактора содержания и т.д.

Производственный опыт проводится в производственной обстановке (ферме, комплексе) на большом поголовье животных (100 и более голов) и продолжительное время для проверки результатов научно-хозяйственного опыта и определения экономической эффективности разработанного метода, фактора содержания, корма и т.д.

Методы постановки научно-хозяйственных опытов

При постановке и проведении опытов применяются схемы опытов, которые основаны на принципах аналогичных групп и групп-периодов (рисунок 18).

По принципу аналогичных групп опыты можно проводить методом обособленных групп (однойцовых двоен, пар-аналогов, сбалансированных групп-аналогов, мини-стада) и методом интегральных групп (двухфакторный комплекс, многофакторный комплекс).

Метод однойцовых двоен. Контрольную и опытную группы животных формируют из однойцовых двоен. Преимущество метода: в контрольной и опытной группе находятся пары животных одного пола, массы, происхождения, типа телосложения. Недостаток метода: в практических условиях трудно подобрать нужное количество однойцовых двоен, можно сформировать только 2 группы и изучить 1 фактор.

Метод пар-аналогов. Универсальный метод, который наиболее широко используется в практике опытного дела (таблица 1). Он позволяет изучить 1, 2 и более факторов, для чего формируют 2, 3 и более аналогичных групп.

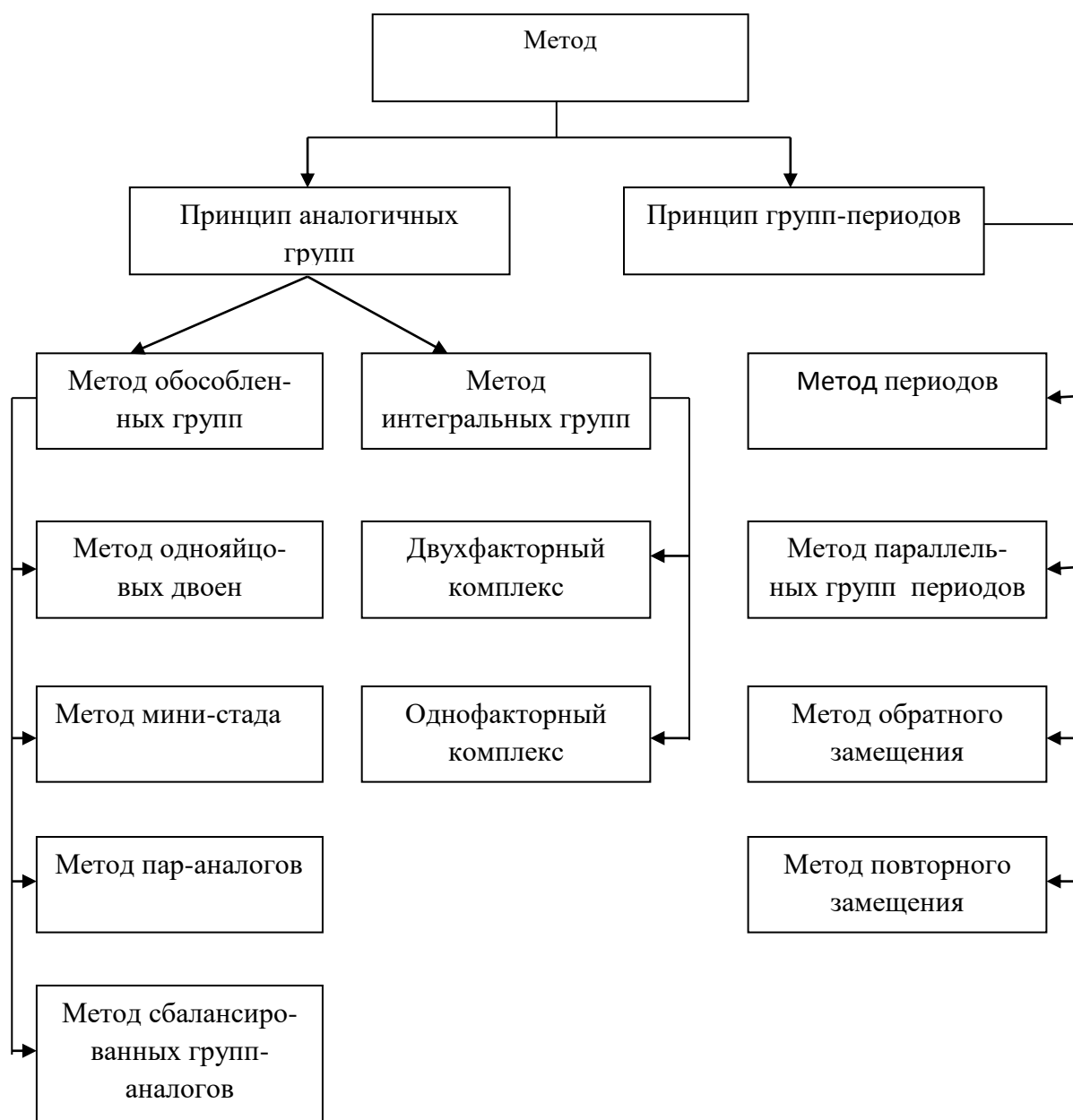


Рисунок 1 - Классификация методов постановки зоотехнических опытов

Одна из групп является контрольной, остальные – подопытные. Группы для исследования формируют из животных аналогичных (сходных) по породе,

Таблица 1 - Схема организации опыта по методу пар-аналогов

Показатель	n *	Период			
		уравни- тельный	переход- ный	учетный	заключи- тельный
I- контроль- ная группа	12	Основной рацион (ОР)	ОР	ОР	ОР
II - опытная группа	12	ОР	ОР + постепен- ный переход на изучаемый фак- тор кормления	ОР+изучае- мый фактор кормления	ОР
Продолжитель- ность, суток		7	7-10	Сколько потребуется	7

*Примечание: здесь и далее n – количество животных в группе

происхождению, полу, возрасту, продуктивности и т.д. В группу лучше включать однойцовых двоен или однопометных животных, полубратьев по отцу, происходящих от сходных по качеству матерей. Сформированные группы животных по принципу пар-аналогов проверяют по среднегрупповым показателям, затем путем жеребьевки одну используют как контрольную, а другие – как подопытные. Этот метод используют при изучении наследственных и конституциональных факторов, вопросов кормления, содержания и т.д.

Метод сбалансированных групп-аналогов используют, когда не известны происхождение, предшествующие условия жизни животных, также недостаточное количество животных, сходных по происхождению. Группы для исследований формируют по аналогичности через исходные средние показатели по группам в целом (возраст, масса, физиологическое состояние и др.). Формирование групп: выписывают номера отобранных для опыта животных на карточки, перемешивают, затем в случайном порядке переписывают в один столбец. Затем начиная со среднерасположенного номера, соседний с ним сверху номер ставят в одну группу, а соседний снизу – в другую и т.д. После окончания этих операций выписывают качества

животных, которые будут соответствовать случайно распределившимся номерам и вычисляют средние показатели для групп. Если они различаются более чем на 5%, делают перестановку животных до тех пор, пока различия составят менее 5%. Для исключения элемента случайности количество животных в группах в 1,5-2 раза больше, чем при методе пар-аналогов.

При использовании метода пар-аналогов и сбалансированных групп-аналогов опыт делится на 4 периода: уравнительный (предварительный), переходный, главный (учетный), заключительный.

В уравнительный период животные всех групп получают одинаковый рацион (основной рацион - ОР). Задача данного периода: проверить и добиться аналогичности групп и пар-аналогов. Допускается перестановка животных из группы в группу, замена больных или агрессивных животных. Длительность периода не менее 1 недели.

В переходный период происходит постепенный переход на изучаемый режим кормления (или другой запланированный изучаемый фактор). Задача данного периода: добиться постепенного приспособления животных к условиям опытного режима и взаимного привыкания в группе. В этот период перестановка животных не допускается. Длительность периода не менее 1 недели.

В главный (учетный) период, начиная с первого дня, вводится весь комплекс изучаемых факторов и контрольный измерений животных, учет их продуктивности и т.д. В этот период перестановка животных не допускается. Длительность периода не менее 1,5-2 месяца.

В заключительный период все животные содержатся на одинаковых рационах без изучаемого фактора.

Метод мини-стада. Формируют большую группу животных, состав которой должен быть копией стада, на котором ведутся исследования. Отбор животных проводится по принципу случайности. Отобранная группа – опытная группа, все стадо - контрольная группа. Метод применяется для проведения длительных опытов по содержанию и кормлению животных.

Метод интегральных групп подразделяется на двухфакторный комплекс и многофакторный комплекс. *Двухфакторный комплекс*: в опыте изучают влияние 2 факторов одновременно при различном уровне (таблица 2).

Таблица 2 – Схема проведения опыта с использованием двухфакторного комплекса

Группа	Уровень протеина	Уровень углеводов (сахар+крахмал)
I	Низкий	Низкий
II	Высокий	Низкий
III	Низкий	Высокий
IV	Высокий	Высокий

Многофакторный комплекс: в опыте изучают одновременно влияние нескольких факторов при различном их сочетании (таблица 3).

Принцип групп-периодов подразделяется на методы: периодов, параллель-ных групп групп-периодов, обратного замещения (стандартной и бесконтрольной группы), повторного замещения (двухкратный и многократный), латинского квадрата (стандартный и по Лукасу).

Таблица 3 - Схема проведения опыта с использованием многофакторного комплекса

Группа	Уровень протеина	Уровень углеводов	Уровень жира
I	Низкий	Низкий	Низкий
II	Высокий	Низкий	Низкий
III	Низкий	Высокий	Низкий
IV	Высокий	Высокий	Низкий
V	Низкий	Низкий	Высокий
VI	Высокий	Низкий	Высокий
VII	Низкий	Высокий	Высокий
VIII	Высокий	Высокий	Высокий

Метод периодов разработали немецкие ученые Кюн и Вольф, применяется в кратковременных опытах на лактирующих коровах при

изучении 1 фактора. Действие изучаемого фактора испытывается на 1 группе животных количеством не менее 5-6 голов, но в разные периоды времени (таблица 45). Необходимое условие: в течение опыта не должно меняться физиологическое состояние животных. Оценка результатов опыта проводится по разности в показателях между периодами.

Таблица 4 - Схема проведения опыта методом периодов

Предварительный период	Первый опытный период	Второй опытный (главный) период	Контрольный (заключительный) период
ОР	ОР	ОР + изучаемый фактор А	ОР
15 суток	30 суток	30-60 суток	30 суток

Метод параллельных групп-периодов. В отличие от метода периодов изучается одновременно несколько факторов, то есть опыт проводят на 2, 3 и более группах, в каждой группе изучается отдельный фактор.

Метод групп-периодов с обратным замещением разработал профессор Е.А. Богданов, который предложил модифицировать метод периодов и метод параллельных групп-периодов. Метод дает возможность изучить в одной группе сразу 2 фактора и сравнить изучаемые показатели между группами животных и между периодами опыта. Можно проводить опыт без контрольной группы, но нужно вводить контрольный период (таблица 5).

Таблица 5 - Схема проведения опыта по методу групп-периодов с обратным замещением

Группа	n*	Период			
		уравнительный	переходный	опытный	
				первый	второй
I - контрольная	6	ОР	ОР	ОР	ОР
II - опытная	6	ОР	ОР	ОР+А	ОР+Б
III - опытная	6	ОР	ОР	ОР+Б	ОР+А
Продолжительность, суток		15	7	30-60	30-60

*Примечание: здесь и далее n - число животных.

Метод латинского квадрата является логическим развитием метода групп-периодов. 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 (таблица 6).

Таблица 6 - Схема постановки опытов методом латинского квадрата*

Группа	n	Период	
		I	II
I	4	A	B
II	4	B	A

*Примечание: A, B - изучаемые факторы и периоды опыта, когда группы получают эти факторы.

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. Все подопытные животные должны быть сохранены до конца опыта.

Опыты проводят на небольшом числе животных непродолжительное время. Недостатком метода является последствие предыдущего фактора, для его ограничения в первую треть каждого периода продуктивность не учитывается. Метод непригоден для длительных опытов, когда изучаются показатели роста, развития, воспроизводства, поэтому он используется в основном в кратковременных опытах на лактирующих коровах.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие специальные методы исследований используются в зоотехнических опытах?
2. Как проводятся опыты по методу пар-аналогов?
3. В чем особенности метода сбалансированных групп-аналогов?
4. Как проводятся опыты по методу мини-стада?

5. Каковы особенности метода интегральных групп?
6. Каковы особенности метода периодов?
7. Чем отличается метод параллельных групп-периодов от метода периодов?
8. Каковы особенности метода латинского квадрата?

Основные элементы методики зоотехнических опытов

Методика зоотехнического опыта – это совокупность слагающих ее элементов: методы формирования групп, количество животных в группе, возраст, масса, повторяемость и сроки проведения опыта, размещение и техника кормления, учет кормов, порядок и характер учетных показателей и др. Правильное сочетание всех элементов методики обеспечивает максимальную точность и типичность опыта.

Число животных в группе должно быть таким, чтобы можно было проводить математическую обработку данных опыта. При проведении научно-хозяйственного опыта минимальное количество животных в одной группе 6-12. Для определения числа животных (n) в группах можно использовать формулу Аранди (1) и формулу (2)

$$n = 21,6 \sqrt{\frac{Cv^2}{D^2}}, \quad (1)$$

где Cv – коэффициент вариации;

D – ожидаемая разница между средними показателями подопытных групп, %;

21,6 – коэффициент при ожидаемом уровне достоверности результатов опыта 0,95.

$$n = \left(\frac{1,849 Cv \sqrt{2 + \frac{1}{2} C^2}}{100 c} \right), \quad (2)$$

где Cv - коэффициент изменчивости изучаемого признака;

C – разность в показателях между группами по изучаемому признаку, %.

Для определения числа животных в группе также можно использовать таблицу Митчелла и Гриндлея (таблица 7).

Таблица 7 - Определение числа животных в группе

Крупный рогатый скот и свиньи		Овцы	
Ожидаемая разность в приростах, %	Число животных в группе	Ожидаемая разность в приростах, %	Число животных в группе
50	1	50	2
40	2	40	2
30	3	30	4
20	5	20	8
15	9	15	14
10	20	10	31
5	80	5	121
2,5	317	2,5	482

Возраст. Разница по возрасту между животными в пределах группы должна быть не более 5-10%, между животными разных групп не более 2-5%.

Максимальные различия по массе между животными в пределах группы должны быть не более 10-15%, между животными двух групп не более 5%.

Повторяемость опыта. Минимальное число повторности научно-хозяйственного опыта – 2 (в течение 2-х смежных лет или в разные сезоны года). Опыты на молодняке необходимо проводить на животных летне-осеннего и зимне-весеннего рождения; на лактирующих животных – в зимний и летний периоды.

Продолжительность опыта определяется его целью и задачами. При этом учитывают вид и физиологическое состояние животных, длительность отдельных производственных циклов.

Сроки проведения опытов. Опыты нужно проводить с учетом производственных периодов учета продукции на ферме, комплексе и т.д.

Размещение и техника кормления животных. Опыты проводятся в типовых животноводческих помещениях, соответствующих

зоогигиеническим нормам. Для опыта заготавливают доброкачественные корма и хранят их отдельно. В опытах по кормлению и разведению организуют индивидуальное кормление, для чего животным дают заранее взвешенное количество кормов и учитывают остатки корма.

Учет и обработка полученных данных. Результаты опыта должны быть зафиксированы различными измерениями, выраженными в цифрах. Для этой цели ведут специальные формы учета. Обработку результатов опытов проводят биометрически с определением средних величин, их ошибки, достоверности разности между контрольным и опытными вариантами с использованием t-критерия (критерия Стьюдента).

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные методические положения зоотехнического опыта.
2. Сколько животных должно быть в одной опытной группе?
3. Каковы максимальные различия по массе между животными в пределах группы и между группами?
4. Какая разница допускается по возрасту между животными в пределах группы и между группами?
5. Какова должна быть повторяемость и продолжительность зоотехнических опытов?

ПЛАНИРОВАНИЕ ОПЫТОВ

Общие принципы и этапы планирования эксперимента

Научные исследования состоят из трех основных этапов: 1) планирование, 2) проведение опытов, наблюдений и учетов, 3) обработка и обобщение полученных экспериментальных данных.

Планирование опыта - это определение задачи и исследования, разработка схемы опыта (определение минимального числа вариантов и условий проведения), выбор животноводческого комплекса (фермы) и

оптимальной структуры опыта. От правильного планирования зависит достоверность, точность и эффективность опыта.

Период, предшествующий исследованию, состоит из следующих этапов: выбор темы, определение задачи и объекта исследования, изучение современного состояния вопроса, выдвижение рабочей гипотезы или ряда конкурирующих гипотез, разработка схемы и методики эксперимента.

Выбор темы, определение задачи и объекта исследования

Проблема – это сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения.

Тема – это задание, положение, которое надо исследовать для разрешения проблемного вопроса. Тема должна быть актуальной и востребованной для сельского хозяйства. Для определения темы исследователь использует научную литературу, государственные заказы, личный опыт.

Изучение современного состояния вопроса происходит путем изучения научной литературы (книг, брошюр, монографий, статей в журналах, научные отчеты, диссертации и др.), нормативных документов (ГОСТ, ОСТ, ТУ, законы), в которых отражены теоретические аспекты изучаемой проблемы, результаты научных исследований, полученные отечественными и зарубежными учеными.

В настоящее время большую информацию можно получить в Интернете – глобальной информационной системе.

Выдвижение рабочей гипотезы или ряда конкурирующих гипотез

Гипотеза (греч. «hypothesis» - основание, предположение) – предположительное непроверенное суждение о закономерной (причинной) связи явлений.

Рабочая гипотеза - это научное предположение о развитии явлений, на котором основывается объяснение ожидаемых в поставленном опыте результатов. Гипотеза в ходе исследований может изменяться. Она подвергается проверке, необходимость которой вытекает из самой ее

сущности как предположения. Подтвержденная гипотеза превращается в достоверное знание, в теорию. От правильности предварительной гипотезы зависит результативность всего исследования. Д.И. Менделеев писал: «Гипотезы облегчают и делают правильной научную работу - отыскивание истины, как плуг земледельца облегчает выращивание полезных растений».

Следующий этап планирования - *разработка схемы и методики эксперимента*. Достоверность результатов опыта и соответствие их поставленной задаче зависят от правильного решения основного вопроса планирования - разработки рациональной схемы опыта, выбора наблюдений (анализов) и учетов для оценки и объяснения действия изучаемых факторов.

Планирование эксперимента сводится к оформлению его программы (рабочей программы) – проекта намеченного опыта, в котором указаны обоснование выбора темы (актуальность для науки и сельского хозяйства), схема и условия проведения, методики и основные элементы техники закладки и проведения эксперимента, перечень наблюдений и анализов, ожидаемые результаты и экономическая эффективность, календарный план работ и смета расходов.

Планирование схемы однофакторного опыта

При планировании схемы однофакторного опыта необходимо учитывать следующее:

- варианты в опыте могут различаться качественно (например, сравнительная оценка пород, линий, кроссов животных);
- варианты в опыте могут иметь количественные градации изучаемых факторов (дозы кормовых добавок и т.д.).

В первом случае схема однофакторного опыта составляется следующим образом. Например, планируется изучить продуктивность 5 кроссов цыплят-бройлеров. Схема опыта будет включать 5 вариантов А, В, С, D, Е.

Во втором случае необходимо выдержать принцип единственного различия, правильно выбрать контрольный вариант, определить не

изучаемые в опыте оптимальные зоотехнические условия (фон) и установить единицу варьирования (изменения) для доз изучаемого фактора и число градаций (доз).

Схему опыта составляют таким образом, чтобы на основании экспериментальных результатов можно было построить кривую отзывчивости (отклика), которая будет характеризовать зависимость продуктивности от изменения изучаемых градаций фактора (рисунок 2). Обычно достаточно иметь 5-8 уровней (доз, градаций) изучаемого фактора. При этом важно установить основной уровень, т.е. центральную точку (центр эксперимента) на кривой отзывчивости, чтобы по мере движения к крайним (экстремальным) значениям эксперимент охватывал бы лимитирующую АВ, стационарную ВС и ингибирующую СД область кривой. Таким образом, успешное решение задачи зависит от правильного выбора основного уровня (центра эксперимента) и единицы (шага) варьирования изучаемого фактора.

Общая схема однофакторного опыта по изучению градаций (доз) фактора А можно представить так: $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$. Индексы 0, 1, 2, ... n, - это градации фактора А в условных единицах, где 0 – низшая, нулевая градация.

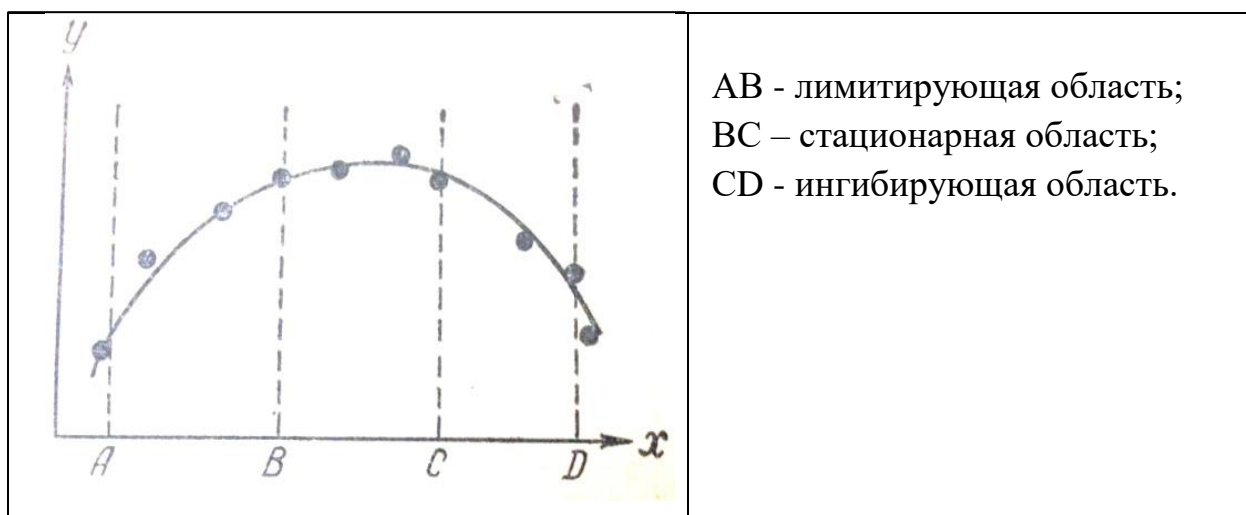


Рисунок 2 - Типичная форма кривой однофакторной зависимости

Например, при изучении влияния трех доз кормовой добавки на продуктивность свиней (0- основной рацион – ОР без добавки (a_0), 1- ОР+ изучаемая добавка в дозе 10 мг/гол (a_1), 2- ОР+ изучаемая добавка в дозе 20 мг/гол (a_2), схема опыта будет следующей a_0, a_1, a_2 .

1 вариант – основной рацион (контроль, a_0);

2 вариант – основной рацион + изучаемая добавка в дозе 10 мг/гол (a_1);

3 вариант – основной рацион + изучаемая добавка в дозе 20 мг/гол (a_2).

Принципиальное различие между однофакторными опытами с качественными и количественными факторами:

- в первом случае важно точнее определить прибавку продуктивности в сравнении с контролем (для этого необходима 4-6 кратная повторность);

- во втором случае важно определить форму кривой отзывчивости (для этого необходимо иметь достаточное число градаций (доз) фактора, следовательно, иметь больше вариантов, не превышая повторность сверх 3-4-х кратной).

Планирование схемы многофакторного опыта

Принципиальная особенность многофакторного опыта - установить действие изучаемых факторов, характер и величину их взаимодействия при совместном применении. Чтобы на основе данных многофакторного опыта можно было вычислить эффекты действия и взаимодействия факторов при планировании его схемы необходимо выдержать *принцип факториальности*. Его суть заключается в том, что схема должна предусматривать испытание всех возможных сочетаний намеченных к изучению факторов и их градаций.

Пример факториальной схемы опыта с изучением двух факторов А и В, каждый из которых испытывается в двух градациях 0 и 1. Такой факториальный опыт обозначается 2×2 . Количество вариантов в схеме определяется произведением $2 \times 2 = 4$, где число сомножителей – это число изучаемых факторов, а каждый из сомножителей указывает на число изучаемых градаций данного фактора. Например, при изучении двух видов

кормовых добавок в двух градациях (дозы 0 и 1) схема факториального опыта будет следующей:

0, N, P, NP.

Если в схему опыта включим третий фактор, например третью добавку в двух градациях, то получим факториальную схему $2 \times 2 \times 2$. В этом случае опыт будет иметь уже восемь вариантов ($2 \times 2 \times 2 = 8$).

Планирование полных факториальных схем облегчается использованием специальной символики (кодирования) вариантов. Изучаемые факторы обычно обозначаются заглавными латинскими буквами А, В, С, D и т.д., а их градации – цифрами 0,1, 2, 3 и т.д. Кодирование позволяет все схемы свести к ряду стандартных таблиц, получивших название матриц планирования. Число столбцов соответствует числу факторов, а число строк – числу вариантов. По такому же принципу строят планы других полных факториальных опытов (приложения А, Б).

Вопросы для самоконтроля:

1. Назовите основные этапы научного исследования.
2. Что такое проблема и тема?
3. Дайте определение терминам «гипотеза» и «рабочая гипотеза».
4. Какие факторы нужно учитывать при планировании схемы однофакторного опыта?
5. В чем заключается принципиальное различие между однофакторными опытами с качественными и количественными факторами?
6. В чем состоит принципиальная особенность многофакторного опыта?
7. В чем заключается принцип факториальности?

ТЕХНИКА ЗАКЛАДКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЗООТЕХНИЧЕСКОГО ОПЫТА

Техника закладки и проведения опыта

Зоотехнические опыты обычно проводятся на фермах и комплексах сельскохозяйственных предприятий. Для проведения опыта необходимо выполнить следующие организационно-технические мероприятия: выбор хозяйства, осмотр и отбор животных, формирование контрольной и опытных групп. Ожидаемая точность опыта (допустимый процент ошибки), которая характеризует изменчивость результатов опыта, должна быть не более 5 %.

Для опыта выбирается хозяйство, благополучное по ветеринарно-санитарному состоянию, с прочной кормовой базой, хорошими условиями содержания и высоким уровнем продуктивности животных, обеспеченное кадрами, животноводческими помещениями, техникой и оборудованием.

Отбор животных проводят по анализам документов первичного учета (бонитировочных ведомостей, журналов контрольных доек, учета приростов живой массы, продуктивности, воспроизводства). После отбора животных по документам проводят осмотр животных и проверяют наличие индивидуальных номеров у каждого животного, состояние здоровья, внешний вид, упитанность, подвижность, наличие рефлексов.

Формирование групп начинают с взвешивания животных, которое проводят перед утренним кормлением. Молодняк взвешивают 1 раз, крупный рогатый скот, лошадей, взрослых свиней взвешивают 2 раза подряд и по результатам выводят среднее значение. После формирования групп животных нужно проверить идентичность состава пар-аналогов контрольной и опытной групп. Содержание и кормление животных в опыте должно быть одинаковым. Поэтому необходимо регулярно проводить контроль кормления, параметров микроклимата. Все необходимые измерения необходимо проводить в одно и то же время суток.

Обязательное условие каждого зоотехнического опыта - учет кормов. Существует два способа учета кормов: *индивидуальный и групповой*. При групповом учете определяют количество заданных кормов на группу и количество остатков. Количество съеденных кормов делят на количество животных и узнают среднее потребление на 1 голову. Учет кормов необходимо вести ежедневно. Если это невозможно, проводят учет по 2 смежным дням в декаду, например, 1 и 2, 11 и 12, 21 и 22 числам месяца. В журнале учета кормов записывают номер животного или число животных в группе, а также дату, время кормления (утро, обед, вечер), количество заданных кормов по видам, количество остатков. По разнице определяют количество съеденных кормов за время приема корма.

Обычно научно-хозяйственные опыты проводят в три периода: уравнительный, переходный и основной (главный).

Уравнительный период. Цель этого периода - уравнять подопытные группы. В этот период проходит адаптация животных к новым условиям кормления и содержания. Возможна перестановка животных из группы в группу или их замена. Продолжительность уравнительного периода зависит от цели и задач исследования, обычно составляет 2-3 недели.

В опытах по кормлению на продолжительность уравнительного периода влияет скорость прохождения кормов через пищеварительный тракт. Например, у овец этот период составляет около 3 недель, взрослого крупного рогатого скота – около 2 недель, телят – молочников, лошадей, свиней, взрослой птицы – около 1 недели. Этот период можно исключить в опытах на телятах молозивного периода, на цыплятах, когда группы формируют в суточном возрасте.

Переходный период необходимо для постепенного перехода на изучаемый режим кормления или содержания. Изучаемый фактор вводят постепенно во избежание стрессов. Перевод животных из группы в группы в этот период не допускается.

Главный (учетный) период опыта начинается сразу после переходного. Животные получают изучаемый фактор в полном объеме. Минимальная продолжительность периода 45-60 суток. Обычно этот период занимает весь производственный или физиологический цикл, например, период откорма, выращивания, лактации, беременность и т.д. В главный период все наблюдения и учеты, запланированные программой опыта (показатели продуктивности, расход кормов, биохимические показатели крови, продукции, баланс питательных веществ в организме и т.д.).

В заключительный период все животные содержатся на одинаковых рационах без изучаемого фактора.

ОСОБЕННОСТИ ОПЫТОВ НА ЖИВОТНЫХ РАЗНЫХ ВИДОВ И ПОЛОВОЗРАСТНЫХ ГРУПП

Особенности проведения опытов на крупном рогатом скоте

Опыты на коровах можно проводить, используя любые методы постановки. Подбор и формирование животных в группы в основном проводят по принципу аналогов с учетом породности и происхождения, возраста и количества лактаций, живой массы, продуктивности, упитанности, времени отелов и осеменения. Лучше для опыта подходят средневозрастные животные – 3-5 отелов на 2-3-м месяцах лактации со средней продуктивностью. Различия между аналогами по возрасту – не более 1 года или 1 лактации, по удою - не более 10 %. Среднесуточные удои определяют за последние две недели перед постановкой животных на опыт, различия между группами по этому показателю не должны превышать 0,5-1,0 кг.

Для опыта подбирают коров со средней живой массой. Расхождение между аналогами по этому признаку не должны превышать 60 кг. Живую массу коров устанавливают по средним результатам взвешиваний до утреннего кормления в течение 2-3 дней. Минимальное количество животных в группе – 10-15 голов.

Подопытные группы животных должны быть в среднем близки по составу молока: массовой доли жира, белка, сухого вещества и СОМО. Определять эти показатели нужно в предварительный период опыта, проводя 3-4 исследования от каждой коровы и по группам в целом. Расхождение между группами по массовой доле жира и белка не должно превышать 0,1 %.

Учет молочной продуктивности. В длительных научно-хозяйственных опытах учет молочной продуктивности коров ведут ежедневно в целом по группе с определением массовой доли жира в средних пробах молока. Для контроля индивидуальных особенностей коров 2-3 раза в месяц проводят контрольные дойки. При этом в молоке у каждой коровы определяют массовую долю жира и белка. Полученные результаты заносят в журнал молочной продуктивности коров, по этим данным рассчитывают месячные удои, среднесуточные удои по месяцам лактации и за всю лактацию.

Качество молока определяют по следующим показателям: массовая доля жира, белка, сухого вещества, плотность, кислотность и т.д. Для этого отбирают среднюю пробу молока с помощью проботборника 2 дня подряд ежемесячно, а иногда и 3 раза в месяц. Пробы отбирают пропорционально удою, консервируют 25%-ным раствором формалина (5 мл/1 л молока), толуолом или двуххромовокислым калием и хранят в холодильнике.

Для сравнения молочной продуктивности разных групп удои молока пересчитывают на 4 %-ное молоко по формуле (3)

$$M_{4\%} = 0,4 \cdot M + 0,15M \cdot Ж_m, \quad (3)$$

где M – количество молока;

$Ж_m$ – массовая доля жира в молоке, %.

Контроль за изменением живой массы коров проводят путем ежемесячного индивидуального взвешивания. Коров необходимо взвешивать также перед запуском, отелом и после отела.

В период опытов следует вести *контроль за показателями воспроизводства*: прохождением родов, послеродовыми болезнями, количеством осеменений, продолжительностью сервис-периода и межотельного периода,

живой массой телят при рождении, в возрасте 10 и 20 дней.

На основании данных о затратах кормов и молочной продуктивности определяют затраты корма и концентратов на единицу продукции.

В научно-хозяйственных опытах необходимо проводить физиолого-биохимические исследования. Для этого в каждой группе отбирают по 3-5 типичных животных, которых используют для проведения обменных опытов, изучения биохимических показателей крови, рубцового содержимого. В сыворотке крови определяют общий белок, аминокислоты и остаточный азот, мочевины, общий кальций, неорганический фосфор, натрий, калий, сахар, гликоген, общие липиды, рН, резервную щелочность, содержание кетоновых тел, витаминов, микроэлементов. В рубцовом содержимом определяют рН, общий, остаточный белковый и аминокислотный азот, мочевины, ЛЖК, их молярное соотношение и другие показатели.

Опыты на молодняке крупного рогатого скота, выращиваемом на мясо

Опыты проводят обычно методом сбалансированных групп или методом пар-аналогов. Подопытные группы комплектуют по принципу аналогов с учетом пола, породности, возраста, живой массы, упитанности, происхождения и других признаков. При комплектовании групп допускаются максимальные отклонения: по происхождению – аналоги полубратья или полусестры – не менее 90 % от общего числа подопытных животных; по возрасту – между аналогами не более 10-15 дней, между крайними вариантами в группах – 20-25 дней, между группами – не более 2 % к среднему; по живой массе – не более 5 % между аналогами, 12% – между крайними вариантами в группах и до 2 % к среднему показателю между группами. Опыты по откорму проводят на молодняке в возрасте 4-6 месяцев и старше. При кратковременных опытах (90-120 дней) на жоме, барде, силосе можно использовать и молодняк в возрасте 12-15 месяцев и старше. Минимальное количество животных в группе 12-20 голов.

При проведении опытов на молодняке определяют *показатели* их роста и развития, расход кормов, мясную продуктивность.

Рост – это увеличение массы и линейных размеров особи за счет увеличения числа и размеров клеток.

Развитие – процесс количественных (рост) и качественных преобразований особи от рождения до конца жизни.

Для учета роста и развития применяют весовые, линейные, объемные измерения.

Весовые измерения – это взвешивание животных с определением массы тела и ее приростов (абсолютных и относительных).

Живая масса (кг) определяется перед утренним кормлением с определенными интервалами времени (в начале опыта, конце опыта и т.д.).

Абсолютный прирост (кг) – это прирост живой массы за конкретный промежуток времени (месяц, декаду, сутки), определяемый по разнице массы в конце и начале учетного периода (формула 4):

$$P_{абс} = V_2 - V_1, \quad (4)$$

где V_1 – масса в начале периода, кг;

V_2 – масса в конце периода, кг;

Прирост среднесуточный (г) определяется по формуле (5)

$$P_{сут} = \frac{V_2 - V_1}{t}, \quad (5)$$

где V_1 – масса в начале периода, г;

V_2 – масса в конце периода, г;

t – продолжительность периода, сут.

Прирост относительный (%) определяется по формуле (6)

$$P_{отн} = \frac{V_2 - V_1}{t} \cdot 100, \quad (6)$$

где V_1 – масса в начале периода, кг;

V_2 – масса в конце периода, кг;

t – продолжительность периода, сут.

Относительная скорость роста (%) дает представление о напряженности роста (формула 7):

$$K = \frac{V_2 - V_1 \cdot 100}{(V_1 + V_2) \cdot 0.5}, \quad (7)$$

где V_1 – масса в начале периода, кг;

V_2 – масса в конце периода, кг.

Линейные измерения. Для суждения о росте и развитии животных их измеряют, т.е. определяют промеры и вычисляют индексы телосложения, используя мерные ленты, циркули, мерные палки. Измерения проводят на ровной площадке с твердым покрытием при правильной постановке животных.

Наиболее распространенные индексы телосложения:

$$\text{Длинноногости} = \frac{\text{высота в холке} - \text{глубина груди}}{\text{высота в холке}} * 100;$$

$$\text{Растянутости} = \frac{\text{длина туловища}}{\text{высота в холке}} * 100;$$

$$\text{Грудной} = \frac{\text{ширина груди}}{\text{глубина груди}} * 100;$$

$$\text{Сбитости} = \frac{\text{обхват груди за лопатками}}{\text{длина туловища}} * 100;$$

$$\text{Массивности} = \frac{\text{обхват груди за лопатками}}{\text{высота в холке}} * 100;$$

$$\text{Перерослости} = \frac{\text{высота в крестце}}{\text{высота в холке}} * 100;$$

$$\text{Шилозадости} = \frac{\text{ширина в седалищных буграх}}{\text{ширина в маклоках}} * 100;$$

$$\text{Костистости} = \frac{\text{обхват в пясти}}{\text{высота в холке}} * 100;$$

$$\text{Большеголовости} = \frac{\text{длина головы}}{\text{высота в холке}} * 100.$$

Учет мясной продуктивности крупного рогатого скота

Показателями мясной продуктивности являются: предубойная и убойная масса, убойный выход, морфологический состав туши, органолептическая оценка, химический состав и технологические свойства мяса.

Для определения мясных показателей при достижении животными убойных кондиций проводят контрольный убой (минимум по 3 головы из каждой группы). Пред убоем животных выдерживают в течение суток без корма, но воду дают, затем взвешивают и определяют *предубойную массу*. Категории упитанности определяют по утвержденным стандартам.

Масса туши (кг) – это масса убитых животных без крови, шкуры, внутренних органов, головы, хвоста и части ног по запястный и скакательный суставы.

Убойная масса (кг) – масса туши и внутреннего жира.

Убойный выход (%) – процентное отношение убойной массы к предубойной массе. Убойный выход молодняка крупного рогатого скота черно-пестрой породы составляет 54-55 %, выход туши – 52-54 %.

Морфологический состав туши (кг или %) – после обвалки учитывается содержание в туше мяса, жира и костей.

Качество мяса оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям. Органолептическая оценка мяса и бульона включает определение аромата, вкуса, запаха, консистенции, постороннего привкуса, прозрачности бульона. Результаты оценки выражают в баллах. В мясе определяют содержание белка, жира, аминокислот, минеральных веществ, влагоудерживающую способность и др.

Потребление кормов по группам учитывают ежедневно и за весь период опыта. В конце опыта определяют общий расход кормов по группе и рассчитывают затраты кормов, сырого протеина и обменной энергии в расчете на 1 кг прироста живой массы.

Зоотехнические показатели могут быть дополнены соответствующими физиологическими и биологическими исследованиями крови.

Особенности проведения опытов на свиньях

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), числа опоросов и показателей предшествующего опороса (плодовитость, крупноплодность, молочность и др.).

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 между группами не должна превышать 5 дней, а в группе - 20 дней.

Продолжительность 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 учитывают следующие *зоотехнические показатели*: живую массу, многоплодие, крупноплодность, молочность свиноматок.

Живую массу свиноматок определяют в день осеменения, на 30-, 80- и 112-й дни супоросности; после опороса - на 5- и 26-й (в условиях промышленных комплексов), на 5-45- и 60-й дни (при традиционной технологии).

Многоплодие – это количество живых поросят в помете при опоросе.

Крупноплодность - средняя живая масса поросят при рождении.

Молочность свиноматок определяют по массе приплода в возрасте 21 день 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 всю лактацию.

Зоотехнические показатели могут быть дополнены соответствующими

физиологическими и биохимическими исследованиями крови, молока, мяса.

Опыты на ремонтном молодняке свиней

Для опытов 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 крови.

Опыты на молодняке свиней, выращиваемом на мясо, в основном проводят методом пар-аналогов с учетом породности, возраста, живой массы, упитанности, интенсивности роста в подготовительный период, происхождения (в аналогах желательно иметь однопометных братьев или сестер) и других признаков. Продолжительность опытов зависит от цели исследований, обычно они проводятся на протяжении определенного производственного цикла и до убоя. При комплектовании групп допускаются максимальные отклонения: по происхождению аналоги полубратья или полусестры – не менее 80 % от общего числа подопытных животных; по возрасту между группами – до 2%, внутри групп – до 10%; по живой массе – между группами до 2 %, между крайними вариантами в группах - 10%. Минимальное количество животных в группе 12-20 голов.

В опытах на молодняке определяют *показатели роста и развития, затраты кормов, мясные показатели*.

Живую массу поросят определяют по периодам откорма или ежемесячно.

Абсолютный, относительный и среднесуточный прирост у свиней определяют по формулам, приведенным на стр. 28-29.

Потребление кормов учитывают ежедневно и по периодам откорма, на основании чего определяют затраты кормов на единицу прироста.

При достижении массы 95-105 кг проводят контрольный убой подопытных свиней и оценивают мясную продуктивность по следующим показателям: масса и длина охлажденной туши, убойный выход, толщина шпика, морфологический состав туши и др.

Перед убоем животных выдерживают в течение суток без корма, но воду дают, затем взвешивают и определяют *предубойную массу*. Категории упитанности определяют по утвержденным стандартам.

Масса туши (кг) - масса туши с кожей, без головы, ног, внутренностей и внутреннего жира.

Длина туши (см) - измеряется в висячем положении от передней поверхности первого шейного позвонка до переднего края сращения лонных костей.

Убойный выход (%) – отношение массы туши к предубойной массе, выраженное в процентах.

Толщина шпика (мм) – толщина шпика вместе с кожей измеряется на холке над 6-7 грудными позвонками и на пояснице.

Морфологический состав туши (кг или %) – после обвалки учитывается содержание в туше мяса, жира и костей.

Качество мяса оценивают по органолептическим и физико-химическим показателям. При органолептической оценке мяса и бульона определяют вкус, аромат и консистенцию, прозрачность и наваристость бульона. Результаты оценки мяса и бульона выражают в баллах. В мясе определяют следующие физико-химические показатели: содержание белка, жира, аминокислот, минеральных веществ, влагоудерживающую способность, показатели пороков (PSE и DFD).

Зоотехнические показатели могут быть дополнены соответствующими физиологическими и биохимическими исследованиями крови.

Опыты на сельскохозяйственной птице

Опыты на сельскохозяйственной птице проводят методом групп. Для опытов отбирают здоровую птицу известной породы, кросса или линии. Формируют группы по принципу аналогов, учитывая породу (кросс), происхождение, пол, возраст, живую массу, продуктивность и т. д. Различия по живой массе и продуктивности у взрослой птицы между группами не должны превышать 3 %.

В опытах на взрослых курах число особей в группе должно быть в пределах 50-60 голов, на молодняке - 180-100 голов.

Продолжительность опытов: куры-несушки - не менее 6 мес. от начала яйцекладки; утки, гуси и индейки - в течение всего периода яйцекладки; цыплята-бройлеры - 41-56 дней, утята-бройлеры - 49-55 дней, гусята-бройлеры - 60 дней; ремонтный молодняк кур яичных и мясных пород - 150-180 дней, уток – 190, гусей - 150-180 и индеек - 180 дней.

Птиц содержат в клетках или на полу, соблюдая плотность посадки, фронт кормления, поения, температуру и влажность воздуха, режимы освещенности, 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 учитывают *следующие показатели*: живую массу, сохранность птицы, яйценоскость, качество яиц, затраты корма на единицу продукции (1 кг прироста живой массы, 10 яиц), биохимический и морфологический состав крови и др.

Живая масса (кг или г): взрослую птицу взвешивают индивидуально в начале и конце эксперимента, молодняк - в суточном возрасте, при смене рационов и в конце опыта.

Сохранность птицы (гол, %) учитывают в течение всего периода опыта.

Яйценоскость (шт, %) учитывают на начальную и среднюю несушку по группам за весь период опыта.

Массу яиц (г) определяют путем взвешивания на весах с точностью до

0,1 г в течение пяти дней подряд в конце каждого месяца яйцекладки.

Плотность яйца (г/см³) определяют с помощью солевых растворов различной концентрации. Если яйцо, погруженное в один из растворов, не тонет и не всплывает, то его плотность соответствует плотности данного раствора. Плотность яйца можно определить 2-х кратным его взвешиванием сначала на весах (в воздухе), а затем в дистиллированной воде при температуре +20°C. Разность между величинами этих взвешиваний равна объему яйца (см³), а масса (в воздухе), деленная на объем, составляет плотность яйца (г/см³).

Индекс формы - процентное соотношение малого диаметра яйца к большому диаметру, которое определяют с помощью индексомера ИМ-1 или штангенциркуля.

Упругая деформация скорлупы определяется с помощью прибора ПУД-1. Яйцо кладут горизонтально на штырьки подъемного столика, и, вращая барабан, поднимают до соприкосновения его с измерительным стержнем микроиндикатора, и далее, до установки стрелки на нуль. При нажатии кнопки стрелка покажет величину показателя.

Прочность скорлупы проверяют с помощью различных устройств, регистрирующих максимальное давление на скорлупу в момент ее разрушения. Скорлупу раздавливают до появления трещины или прокалывают иглой с тупым концом диаметром 0,4 мм.

Толщину скорлупы (мм) измеряют с помощью микрометра с закругленным измерительным стержнем или индикатора часового типа, укрепленного над измерительным столиком с точностью до 0,1 мм. Измерения необходимо провести в трех точках: на «экваторе», тупом и остром конце яйца. Затем результаты необходимо сложить и разделить на 3.

Относительная масса скорлупы (%) - соотношение массы скорлупы к массе яйца, умноженное на 100%.

Пористость скорлупы (число пор на 1 см²) определяют путем окрашивания ее внутренней поверхности спиртовым раствором

метиленовой сини (0,1-0,5%) до появления раствора в порах на наружной поверхности скорлупы с площадью каждого по 0,25 см², затем суммируют, получая число пор на 1 см². Перед окрашиванием подскорлупную пленку удаляют, а для подсчета «слепых» пор скорлупу в течение 10-15 мин кипятят в 10 % - ном растворе NaOH.

Единица Хау – показатель консистенции плотного белка определяют по таблице на пересечении величины массы яйца (г) и высоты стояния наружного плотного белка (мм) при выливании содержимого яйца на плоское стекло. Высоту стояния белка измеряют на расстоянии 10 мм от желтка с помощью висотометра.

Индекс белка определяют по формуле (8)

(8)

где h – высота стояния плотного белка, мм;

d и D - малый и большой диаметры растекания плотного белка на стекле, мм.

Индекс желтка – процентное соотношение высоты желтка, вылитого на стекло (не выпущенного из белка), к его среднему диаметру растекания.

Соотношение массы белка и желтка определяют путем деления массы белка к массе желтка. Для этого взвешивают массу белка и желтка с точностью до 0,1 г.

Для оценки качества яиц также определяют его *химический состав*, то есть содержание сухого вещества, белка, жира, углеводов, минеральных веществ и витаминов по соответствующим методикам.

Инкубационные качества яиц определяют по показателям оплодотворяемости и выводимости путем двукратной закладки на инкубацию по 100-200 яиц от каждой группы. *Оплодотворяемость и выводимость яиц* выражают в процентах от числа заложенных на инкубацию яиц.

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

замерших эмбрионов.

Потребление кормов по группам учитывают ежедневно и за весь период опыта. В конце опыта определяют общий расход кормов по группе и рассчитывают затраты комбикорма, сырого протеина и обменной энергии в расчете на 1 кг прироста живой массы и 10 яиц.

Мясная продуктивность птицы

В конце опыта на молодняке проводят убой 3 курочек и 3 петушков из каждой группы. Категорию тушек определяют в соответствии с ГОСТ 31926-2013.

После убоя птицы проводят *анатомическую разделку* тушек и определяют: массу непотрошенной, полупотрошенной, потрошенной тушки, съедобных и несъедобных частей.

Масса непотрошенной тушки (кг или г) - масса тушки без крови, пера и пуха.

Масса полупотрошенной тушки (кг или г) – масса тушки без крови, пера, железистого желудка, кишечника и поджелудочной железы.

Масса потрошенной тушки (кг или г) – масса тушки без крови, пера, головы, ног, крыльев желудочно-кишечного тракта.

Масса съедобных частей (кг или г) - масса мышц, печени, сердца, мышечного желудка, почек, легких, подкожного и внутреннего жира, кожи.

Масса несъедобных частей (кг или г) – масса головы, ног, кишечника, крыльев поджелудочной железы, яйцевода, яичников, семенников и др.

Качество мяса оценивают по физико-химическим и органолептическим показателям не менее трех тушек с каждой группы. При органолептической оценке определяют цвет, вкус и запах, нежность, консистенцию, сочность в баллах. Физико-химические показатели мяса: содержание белка, жира, аминокислот, минеральных веществ.

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.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие требования предъявляются к хозяйству, в котором планируется проведение опыта?
2. Как проводится отбор животных и формирование групп?
3. Как проводится учет кормов в опыте?
4. Из каких периодов состоит научно-хозяйственный опыт?
5. Особенности проведения опытов на дойных коровах?
6. Какие показатели учитывают в опытах на дойных коровах?
7. Особенности проведения опытов на молодняке крупного рогатого скота?
8. Какие показатели учитывают в опытах на молодняке крупного рогатого скота?
9. Особенности проведения опытов на свиноматках?
10. Какие показатели учитывают в опытах на свиноматках?
11. Особенности проведения опытов на молодняке свиней?
12. Какие показатели учитывают в опытах на молодняке свиней?
13. Особенности проведения опытов на сельскохозяйственной птице?
14. Какие показатели учитывают в опытах на сельскохозяйственной птице?

Опыты по переваримости кормов и обмену веществ

На фоне научно-хозяйственных опытов проводят исследования переваримости питательных веществ кормов и обмена азота, кальция, фосфора и других минеральных веществ в организме подопытных животных.

Переваримость кормов - это расщепление составных частей кормов (белков, жиров, углеводов) в организме животных 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 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. Отношение переваримых питательных веществ к принятым с кормом, выраженное в процентах, называют *коэффициентом переваримости*.

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

В зоотехнии используется несколько методов изучения переваримости кормов: прямого определения, инертных индикаторов, фекального индекса, микробный метод и др. Основным является метод прямых опытов.

Сущность прямого опыта заключается в том, что животному в период опыта скармливают точно учтенное количество корма. В этот период учитывают также количество выделенного кала, а в балансовых опытах учитывают также количество выделенной мочи. Корм и кал подвергают химическому анализу: в них определяют содержание сухого и органического вещества, сырого протеина, жира, клетчатки, золы, безазотистых экстрактивных веществ. Отношение переварившейся части к общему количеству потребленных с кормом питательных веществ, выраженное в процентах, будет составлять коэффициенты переваримости питательных веществ корма.

Опыт по переваримости кормов состоит из предварительного и опытного периодов. Опытный период разделяют на переходный и учетный период.

Цель *предварительного периода* – приучить животных к условиям опыта, в частности к индивидуальному клеточному содержанию, освободить желудочно-кишечный тракт от остатков прежних кормов и приучить животных к потреблению новых кормов. В *переходный период* животных

полностью ставят на запланированный режим опыта, но остатки корма и кала не учитывают. В течение *учетного периода* учитывают количество потребленного корма, его остатков и количество выделенного кала. Продолжительность предварительного периода: для жвачных и лошадей 10-15, свиней – 10 и птицы 5-7; учетного периода: для крупного рогатого скота 7-10, свиней и лошадей – 6-7, птицы 5-6 суток.

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 конце предварительного и опытного периодов.

Учет кормов, остатков и кала ведут в учетный период по каждому животному из группы индивидуально. Кал от каждого животного собирают во время выделения и складывают в эмалированные или оцинкованные бачки, заливают 10 %-ной соляной кислотой из расчета 50 мл на 1 кг кала, и добавляют 2 мл хлороформа. Ежедневно кал взвешивают, хорошо перемешивают и отбирают суточные образцы в количестве 1-2 % от массы кала, пробы помещают в банки с притертыми пробками. Пробу кала собирают от каждого животного в отдельную банку. Образцы кала консервируют, добавляя 100 мл 10%-ного раствора соляной кислоты и 2 мл хлороформа на 1 кг кала. Образцы кала необходимо хранить в прохладном месте.

Расчеты проводят по результатам анализов кормов, кала, а также не съеденных остатков корма.

Расчет коэффициента переваримости изучаемого корма проводят по формуле (9)

$$K_n = \frac{A - B}{A} \cdot 100 \quad , \quad (9)$$

где K_n – коэффициент переваримости питательного вещества корма, %;

A – количество питательного вещества, принятого с кормом, г;

B – количество питательного вещества, выделенного с калом, г.

Пример. Поросенку за период опыта ежедневно скармливали рацион с содержанием 2,64 кг сухого вещества. С калом выделилось в сутки 0,4 кг сухого вещества.

Коэффициент переваримости будет равен:

$$K_n = \frac{2,64 - 0,4}{2,64} \cdot 100 = 84,8\%$$

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 определенное количество индикатора. Например, взрослому крупному рогатому скоту скармливают по 20 г окиси хрома, овцам – 10 г, свиньям – 8 г на голову в сутки. Переваримость питательных веществ рациона определяют по содержанию окиси хрома в сухом веществе потребленного корма и кале.

Переваримость питательных веществ можно определить вне организма животного используя метод *in vitro*.

Опыты по изучению баланса веществ (азота, кальция, фосфора и других минеральных элементов). В этом случае кроме учета кормов и кала проводят сбор мочи, у лактирующих животных учитывают выделенное молоко. 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 бутылку, находящуюся под станком. В бутылку предварительно наливают 10-15 см³ 10%-ного раствора соляной кислоты и добавляют 2-3 г тимола. Из выделенного за сутки животным количества мочи отбирают средние пробы в количестве 10% и помещают в бутылки с притертыми пробками. Пробы дополнительно консервируют 10%-ным раствором соляной

кислоты с таким 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 *дойных коров* учет молока и отбор средних проб для анализа ведут при каждом доении. Пробы молока составляют 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, каждую пробу анализируют самостоятельно и в расчет принимают средние данные по двум определениям.

По результатам балансовых опытов определяют *коэффициенты использования веществ кормов*. 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.

Расчет ведется по формуле (10)

$$M = \frac{A - (B + C)}{A} 100, \quad (10)$$

где M – коэффициент использования вещества, %;

A – количество вещества, содержащегося в корме, г;

B – количество вещества, выделенного с калом г;

C – количества вещества, выделенного с мочой, г.

Для вычисления коэффициента использования переваренного вещества корма используют формулу (11)

$$M = \frac{A-(B+C)}{(A-B)} 100 \quad (11)$$

где буквенные символы такие же, как в предыдущей формуле.

Расчет коэффициентов использования веществ у лактирующих животных проводится с учетом их выделения с молоком. В этих случаях коэффициент использования вещества от принятого с кормом равен:

$$M = \frac{A-(B+C)}{(A-B)} 100, \quad (12)$$

где Д – количество вещества, выделенного с молоком, г.

Коэффициент использования вещества от переваренного рассчитывают по формуле (13)

$$M = \frac{A-(B+C)}{(A-B)} 100 \quad (13)$$

Например, у коров в корме содержалось 200 г азота, с калом выделилось 60 г азота, с мочой 30 г азота и с молоком 50 г азота. Коэффициент использования азота от переваренного составит:

$$200 - (60 + 30 + 50) : (200 - 60) \cdot 100 = ((200 - 140) : 140) \cdot 100 = 42,8\% .$$

Особенности балансовых опытов на птице

Эти опыты осложняются тем, что, кал птицы выделяется вместе с мочой, образуя помет. Надежных способов разделения кала и мочи в настоящее время не разработано. Поэтому при проведении опытов на птице учитывают коэффициенты использования питательных веществ по вышеприведенным формулам, а рационы балансируют с учетом обменной энергии и сырого протеина.

Документация и отчетность по научно-хозяйственному опыту

Результаты научно-хозяйственного опыта фиксируются в следующих формах учета:

- 1) дневник опыта;

- 2) журнал исследования;
- 3) журнал взвешивания животных и их измерений;
- 4) журнал учета продуктивности;
- 5) журнал учета расхода кормов.

В *Дневнике опыта* записывают все наблюдения за животными, состояние их здоровья, характер и сроки проводимых работ и т.д., отмечают все факторы, которые могут повлиять на схему опыта: погодные условия, аппетит и состояние здоровья животных.

В *Журнале исследований* отмечают общие сведения (название темы, раздела, фамилии исполнителя и руководителя, методика работы), результаты опытов, математическая обработка экспериментальных данных, выводы, предложения. Записи в этом журнале делают на основании дневника опыта не реже 1 раза в неделю. Исправления делают красными чернилами и оговариваются. Первичные расчеты надо делать каждый день, чтобы при ошибках или нарушениях повторить исследования.

Все документы первичного учета должны быть обязательно пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью предприятия, подписями исполнителя и руководителя.

Результаты опыта подвергаются математической обработке с определением t-критерия достоверности Стьюдента, после чего формулируются выводы и оформляется отчет по опыту.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое переваримость кормов?
2. Как рассчитывается коэффициент переваримости?
3. Опишите метод прямого определения переваримости кормов.
4. Из каких периодов состоит опыт по переваримости кормов?
5. Как проводят учет кормов, остатков и кала в опыте по переваримости?
6. Как проводятся опыты по изучению баланса азота, кальция, фосфора и других минеральных веществ?

7. Как рассчитывают коэффициент использования веществ?
8. Каковы особенности балансовых опытов на птице?
9. Какая документация оформляется по научно-хозяйственному опыту?

Краткий указатель терминов (гlossарий)

Балансовый опыт – опыт, в котором определяется переваримость и использование питательных веществ в организме животных.

Блок – часть повторения, компактная группа нескольких вариантов опыта; в зарубежной литературе термин применяется как для обозначения обычных повторений (см. повторение), так и для собственно блоков – неполных повторений.

Вариант опыта — изучаемое растение, сорт, условия возделывания растений, кормления и содержания животных, агротехнический прием или их сочетание.

Вариант контрольный (стандарт) – вариант сравнения, позволяет определить меру чувствительности растения (животного) к изучаемому фактору.

Вариабельность (изменчивость) - свойство условных единиц (растений, урожаев на параллельных делянках полевого опыта, животных и т. п.) отличаться друг от друга даже в однородных совокупностях.

Вариационный ряд - ряд данных, в которых указаны значения варьирующего признака в порядке возрастания или убывания и соответствующие им численности объектов - частоты.

Вероятность (P) - мера объективной возможности события, отношение числа благоприятных случаев к общему числу всех возможных случаев.

Гипотеза (греч. hypothesis - основание, предположение) – предположительное непроверенное суждение о закономерной (причинной) связи явлений.

Дисперсионный анализ - метод анализа результатов эксперимента, заключающийся в разложении общей изменчивости результативного признака, например урожая, на части - компоненты, соответствующие повторениям, вариантам, ошибкам случайного порядка и т. д. Значимость

действия и взаимодействия изучаемых факторов оценивают по F-критерию и $НСР_{05}$.

Достоверность опыта - правильно спланированные и реализованные схема и методика проведения опыта, соответствие их поставленным перед исследователем задачам, правильный выбор объекта, условий проведения опыта и метода статистической обработки данных.

Значимость (существенность) - мера объективной возможности (риск) сделать ошибочное заключение при оценке результатов опыта. При оценке результатов опыта принято опираться на 5%-ный уровень значимости, при котором риск сделать ошибочное заключение составляет 5%. При более строгой оценке принимают 1%-ный уровень значимости.

Изменчивость - вариабельность, вариация индивидуальных значений признаков X около среднего значения x . Основной мерой изменчивости является дисперсия s^2 и стандартное отклонение s .

Контроль (стандарт) - один или несколько вариантов, с которыми сравнивают опытные варианты.

Корреляционный анализ - статистический метод определения тесноты и формы связи между признаками.

Корреляция - взаимосвязь между признаками, заключающаяся в том, что средняя величина значений одного признака меняется в зависимости от изменения другого признака.

Коэффициент переваримости - отношение переваримых питательных веществ к принятым, выраженное в процентах.

Метод однойцовых двоен – метод постановки научно-хозяйственного опыта, когда контрольную и опытную группы животных формируют из однойцовых двоен и изучают 1 фактор.

Метод пар-аналогов - метод постановки научно-хозяйственного опыта, при котором группы для исследований формируют из животных аналогичных по породе, происхождению, полу, возрасту, живой массе, продуктивности.

Метод сбалансированных групп-аналогов – используется при постановке опытов при неизвестном происхождении животных, группы для исследований формируют по аналогичности через исходные средние показатели по группам в целом (возраст, масса, физиологическое состояние и др.).

Метод мини-стада – метод постановки научно-хозяйственного опыта, когда опытную группу формируют из большой группы животных, состав которой должен быть копией стада, на котором ведутся исследования.

Метод групп-периодов с обратным замещением - метод постановки научно-хозяйственного опыта, когда в одной группе изучается одновременно 2 фактора, но в разные периоды.

Метод латинского квадрата - метод постановки научно-хозяйственного опыта, каждая группа последовательно получает изучаемые факторы таким образом, что в один и тот же период животные разных групп получают разные факторы.

Метод периодов - метод постановки научно-хозяйственного опыта, когда изучаемый фактор испытывается на одной группе животных количеством не менее 5-6 голов, но в разные периоды времени.

Метод параллельных групп-периодов - метод постановки научно-хозяйственного опыта, когда изучается одновременно несколько факторов на нескольких группах, в каждой группе изучается отдельный фактор.

Метод прямого определения переваримости питательных веществ - животному в период опыта скармливают определенное количество кормов, учитывают количество остатков, на основании чего находят фактическое потребление питательных веществ.

Методика зоотехнического опыта – это совокупность слагающих ее элементов: методы формирования групп, количество животных в группе, возраст, масса, повторяемость и сроки проведения опыта, размещение и техника кормления, учет кормов, порядок и характер учетных показателей и др.

Наименьшая существенная разность (НСР) - величина, указывающая границу возможных случайных отклонений в эксперименте; это та минимальная разность в результативном признаке между средними показателями вариантов, которая в данном опыте признается существенной при 5%-ном ($НСР_{05}$) или 1%-ном ($НСР_{01}$) уровне значимости.

Научно-хозяйственный опыт – однофакторный или многофакторный опыт по изучению технологической эффективности элемента корма, рациона, фактора содержания и т.д., проводится на ферме, комплексе на 10-25 животных.

Ошибка опыта – мера расхождения между результатами выборочного исследования и истинным значением измеряемой величины.

Переходный период опыта – постепенный переход животных опытных групп на изучаемый фактор и взаимное привыкание животных в группе.

Планирование опыта - определение задачи и объектов исследования, разработка схемы опыта, выбор места проведения и оптимальной структуры опыта.

Повторение – часть площади опытного участка, включающего делянки с полным набором вариантов схемы опыта.

Проблема – это сложный теоретический или практический вопрос, требующий изучения.

Принцип факториальности - схема опыта должна предусматривать испытание всех возможных сочетаний изучаемых факторов и их градаций.

Производственный опыт – опыт по изучению технологической и экономической эффективности результатов научно-хозяйственного опыта, проводится в производственной обстановке (ферме, комплексе) на большом поголовье животных (100 и более голов) и продолжительное время (выведение новых пород животных).

Рабочая гипотеза - научное предположение о развитии явлений, на котором основывается объяснение ожидаемых в поставленном опыте результатов.

Схема опыта – совокупность опытных и контрольных вариантов, объединенных общей идеей.

Тема – это задание, положение, которое надо исследовать для разрешения проблемного вопроса.

Типичность (репрезентативность) опыта - соответствие условий его проведения почвенно-климатическим и агротехническим условиям сельскохозяйственного производства данной зоны.

Точность опыта (относительная ошибка) - ошибка средней арифметической, выраженная в процентах.

Уравнительный период опыта - проверяется аналогичность состава контрольной и опытной групп и пар-аналогов, животные контрольной и опытной групп получают одинаковый рацион.

Уровень значимости (P_1) - риск сделать ошибочное заключение. В агрономических исследованиях допускается 5 и 1%.

Учетный период опыта - вводится весь комплекс изучаемых факторов и контрольный измерений животных.

Факториальный опыт (ПФЭ) – многофакторный опыт, схема которого включает все возможные сочетания (комбинации) двух и более факторов, что позволяет установить их действие и взаимодействие.

Число степеней свободы (ν) - число свободно варьирующих величин. В простейшем случае равно числу всех наблюдений минус единица ($n-1$).

Приложение А

Таблица А₁ - План полного факториального эксперимента 3x4
в кодированных переменных

Номер варианта	Факторы		Обозначения вариантов
	А	В	
1	0	0	a ₀ B ₀
2	1	0	a ₁ B ₀
3	2	0	a ₂ B ₀
4	0	1	a ₀ B ₁
5	1	1	a ₁ B ₁
6	2	1	a ₂ B ₁
7	0	2	a ₀ B ₂
8	1	2	a ₁ B ₂
9	2	2	a ₂ B ₂
10	0	3	a ₀ B ₃
11	1	3	a ₁ B ₃
12	2	3	a ₂ B ₃

Приложение Б

Таблица Б₁ - Планы полных факториальных экспериментов 3x3 и 3x3x3
в кодированных переменных

Номер варианта	Формы и обозначения вариантов				
	А	В	варианты плана 3x3	С	варианты плана 3x3x3
1	0	0	a ₀ B ₀	0	a ₀ B ₀ C ₀
2	1	0	a ₁ B ₀	0	a ₁ B ₀ C ₀
3	2	0	a ₂ B ₀	0	a ₂ B ₀ C ₀
4	0	1	a ₀ B ₁	0	a ₀ B ₁ C ₀
5	1	1	a ₁ B ₁	0	a ₁ B ₁ C ₀
6	2	1	a ₂ B ₁	0	a ₂ B ₁ C ₀
7	0	2	a ₀ B ₂	0	a ₀ B ₂ C ₀
8	1	2	a ₁ B ₂	0	a ₁ B ₂ C ₀
9	2	2	a ₂ B ₂	0	a ₂ B ₂ C ₀
10	0	0		1	a ₀ B ₀ C ₁

11	1	0		1	$a_1B_0C_1$
12	2	0		1	$a_2B_0C_1$
13	0	1		1	$a_0B_1C_1$
14	1	1		1	$a_1B_1C_1$
15	2	1		1	$a_2B_1C_1$
16	0	2		1	$a_0B_2C_1$
17	1	2		1	$a_1B_2C_1$
18	2	2		1	$a_2B_2C_1$
19	0	0		2	$a_0B_0C_2$
20	1	0		2	$a_1B_0C_2$
21	2	0		2	$a_2B_0C_2$
22	0	1		2	$a_0B_1C_2$
23	1	1		2	$a_1B_1C_2$
24	2	1		2	$a_2B_1C_2$
25	0	2		2	$a_0B_2C_2$
26	1	2		2	$a_1B_2C_2$
27	2	2		2	$a_2B_2C_2$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балакирев, Н.А. Методика опытного дела в животноводстве / Н.А. Балакирев, Р.А. Азимова. - Казань: КВИ, 1987. - 32 с.
2. Викторов, П.И. Методика и организация зоотехнических опытов/ П.И. Викторов, В.К. Менькин. – М.: Агропромиздат, 1991.- 112 с.
3. Нормы комплексной оценки племенных качеств свиней. Под ред. И.М. Дунина. М., 2008.- 16 с.
4. Овсянников, А.И. Основы опытного дела в животноводстве / А.И. Овсянников.- М.: Колос, 1976.- 304 с.
5. Пахомов, И.Я. Основы научных исследований в животноводстве и патентоведения: учебно-методическое пособие / И.Я. Пахомов, Н.П. Разумовский. – Витебск: УО ВГАВМ, 2007.- 116 с.
6. Справочник по качеству продуктов животноводства / А.М. Мысик [и др.]. - М.: Агропромиздат, 1985.- 239 с.
7. Яшина, Л.А. Основы научных исследований: учебное пособие / Л.А. Яшина. - Сыктывкар: Сыктывкарский ГУ, 2004. - 61 с.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Методы зоотехнических исследований	4
<i>Наука: определение, значение, цель и главные функции</i>	4
<i>Уровни и виды научных исследований</i>	5
<i>Методы научных исследований</i>	5
<i>Основные методы зоотехнических исследований</i>	7
<i>Методы постановки научно-хозяйственных опытов</i>	8
<i>Основные элементы методики зоотехнических опытов</i>	15
Планирование опытов	17
<i>Общие принципы и этапы планирования эксперимента</i>	17
<i>Планирование схемы однофакторного опыта</i>	19
<i>Планирование схемы многофакторного опыта</i>	21
Техника закладки и проведения зоотехнического опыта	23
<i>Техника закладки и проведения опыта</i>	23.
Особенности опытов на животных разных видов и половозрастных групп.....	25
<i>Особенности проведения опытов на крупном рогатом скоте</i>	25
<i>Особенности проведения опытов на свиньях</i>	31
<i>Особенности проведения опытов на сельскохозяйственной птице</i>	34
<i>Опыты по переваримости кормов и обмену веществ</i>	38
Краткий указатель терминов (глоссарий).....	46
Приложения	51
Список использованной литературы	54

