

ПРАКТИКУМ ПО ВЕТЕРИНАРНОЙ САНИТАРИИ, ЗООГИГИЕНЕ И БИОЭКОЛОГИИ

*РЕКОМЕНДОВАНО
УМО вузов России по образованию
в области технологии сырья и продуктов животного происхождения
в качестве учебного пособия для студентов вузов,
обучающихся по направлению 111900 —
«Ветеринарно-санитарная экспертиза»*



• САНКТ-ПЕТЕРБУРГ •
• МОСКВА • КРАСНОДАР •
2013

ББК 48.1я73

П 69

П 69 Практикум по ветеринарной санитарии, зоогигиене и биоэкологии: Учебное пособие. — СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 512 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература).

ISBN 978-5-8114-1497-0

Рассмотрены современные методы ветеринарной санитарии, биоэкологии и зоогигиенического контроля состояния воздушной среды помещений, почвы, кормов, воды. Дана оценка и представлены расчеты систем жизнеобеспечения в помещениях для животных и при производстве продуктов животноводства. Приведены материалы по дезинфекции, дератизации, дезинсекции, дезинвазии, дезакаризации на объектах Госветнадзора.

Издание предназначено для студентов, обучающихся по направлениям (специальностям) «Ветеринарно-санитарная экспертиза», «Ветеринария», «Биоэкология».

ББК 48.1я73

Коллектив авторов:

*Анатолий Федорович КУЗНЕЦОВ,
Владимир Ильич РОДИН,
Вячеслав Владимирович СВЕТЛИЧКИН,
Владимир Павлович ЯРЕМЧУК,
Николай Александрович МИХАЙЛОВ,
Елена Алексеевна ГОРОБЧУК,
Николай Геннадьевич ХОМЕНЕЦ,
Дамир Исмаилович УДАВЛИЕВ,
Наталья Эдуардовна ВАННЕР,
Павел Сергеевич КАРЦЕВ,
Александр Егорович БЕЛОПОЛЬСКИЙ*

Рецензенты:

В. Г. ТЮРИН — доктор ветеринарных наук, профессор, зав. лабораторией зоогигиены и охраны окружающей среды от загрязнения отходами животноводства ВНИИ ветеринарной санитарии, гигиены и экологии;

В. Е. НИКИТЧЕНКО — доктор ветеринарных наук, профессор, зав. кафедрой стандартизации, сертификации и ветеринарно-санитарной экспертизы Российского университета дружбы народов.

Обложка

Е. А. ВЛАСОВА

© Издательство «Лань», 2013

© Коллектив авторов, 2013

© Издательство «Лань»,

художественное оформление, 2013




ПРЕДИСЛОВИЕ

Ветеринарная санитария и гигиена сельскохозяйственных животных — наука об охране и укреплении здоровья животных, повышении их естественной резистентности и продуктивности за счет использования рациональных приемов содержания, кормления, ухода; в рамках данной дисциплины также рассматривается ветеринарно-санитарный надзор при производстве продуктов животноводства. Эти области ветеринарии и биоэкологии разрабатывают гигиенические требования, ветеринарно-санитарные мероприятия по профилактике заболеваний животных. Изучают влияние комплекса факторов внешней среды на физиологическое состояние, продуктивность животных и безопасность сырья животного происхождения.

Объектами исследований служат животноводческие помещения, корма, окружающая среда (воздух, вода, почва), а также показатели безопасности сырья животного происхождения.

РАЗДЕЛ I
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ



Санитарно-гигиеническая оценка воздушной среды включает в себя:

- комплекс параметров физических свойств воздуха (температура, влажность, подвижность, охлаждающая способность, атмосферное давление, освещенность, ионизация и т. д.);
- газовый состав (диоксид углерода, оксид углерода, аммиак, сероводород и др.);
- акустический фон;
- пылевую и микробную загрязненность.

Воздушная среда в помещениях, где содержат животных, и в цехах переработки сырья и хранения готовой продукции, оказывает на них прямое и косвенное влияние. С учетом этих влияний разработаны нормативы физического состояния воздуха и предельно допустимые концентрации в нем вредно действующих газов, пыли и микроорганизмов для упомянутых объектов.

Указанные параметры необходимо постоянно контролировать, поскольку они являются критическими контрольными точками.

ТЕМА 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

Температура — один из основных параметров, характеризующих тепловое состояние внешней среды. Согласно молекулярно-кинетической теории строения вещества температура есть величина, характеризующая среднюю кинетическую энергию молекулярного движения атомов, молекул и других частиц.

Температуру выражают в градусах Кельвина (К) в системе СИ. Один Кельвин равен $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды. Допустимо измерение температуры в градусах Цельсия. Следует учитывать, что 0°C соответствует $273,16\text{ К}$, 100°C — $373,16\text{ К}$.

Цели занятия. Ознакомиться с приборами для контроля температуры воздуха в помещениях. Приобрести навыки работы с термометрами и термографами.

Приборы и материалы. Термометры: расширения и сопротивления, максимальный, минимальный и комбинированный (максимально-минимальный), электронные и электротермометры; термографы (суточные, недельные); диаграммные бумажные ленты; чернила.

Содержание занятия. В наибольшей степени распространены ртутные термометры, что объясняется их точностью и возможностью применения в широких пределах

температур — от 35 до 375°C. Спиртовые термометры менее точны, так как спирт при нагревании выше 0°C расширяется неравномерно, кроме того, точка его кипения соответствует 78,3°C. Однако с помощью спиртовых термометров можно измерять очень низкие температуры (до -130°C). Ртутные термометры для этого непригодны, так как ртуть замерзает при -39,4°C.

Для проверки нулевой точки ртутного термометра его погружают на 15 мин в воронку со льдом, приготовленным из дистиллированной воды, а для проверки точки кипения (100°C) опускают в колбу с кипящей дистиллированной водой так, чтобы резервуар термометра находился на расстоянии 2 см от поверхности воды. Температура кипения воды повышается с увеличением атмосферного давления. В связи с этим при проверке термометров необходимо вносить в их показания поправку по формуле

$$100^{\circ}\text{C} - 0,037(760 : B),$$

где 0,037 — поправочный коэффициент; 760 — атмосферное давление, мм рт. ст.; B — показания барометра в момент проверки термометра, мм рт. ст.

Проверки промежуточных температур, а также ртутных термометров, не имеющих конечных точек (0 и 100°C), и всех спиртовых термометров проводят при сопоставлении их показаний с показаниями точного термометра, имеющего паспорт с поправками. Используют также специальные термометры, с помощью которых можно выявить максимум и минимум температур.

Максимальные термометры — ртутные. Внутри резервуара такого термометра впаивают стеклянный штифт, который верхним концом «впадает» в капиллярную трубку термометра и суживает ее просвет настолько, что ртуть проходит по капилляру только при минимуме температуры в определенный период времени.

Термометр ртутный максимальный предназначен для измерения и фиксирования наивысшей температуры воздуха за определенный период времени. Это достигается различными конструктивными приемами: например, в месте перехода резервуара с ртутью к капилляру может

быть введен пузырек разреженного воздуха или сужен просвет капилляра, чаще всего в дно резервуара термометра впаивают стеклянный штифт, который верхним своим концом вдается в капиллярную трубку термометра и суживает ее просвет настолько, что ртуть проходит по капилляру только при повышении температуры воздуха. При понижении температуры воздуха ртуть из капилляра уже не может возвратиться обратно в резервуар и остается в том положении, которое соответствовало бы максимальному уровню столбика ртути. Перед каждым измерением максимальный термометр необходимо энергично встряхнуть, чтобы вернуть ртуть в резервуар.

Термометр спиртовой минимальный применяют для измерения и фиксирования минимальной температуры воздуха. Внутри капилляра термометра находится стеклянный подвижный штифт-указатель из синего стекла. Перед измерением термометр поворачивают резервуаром вверх и добиваются такого положения, чтобы штифт дошел до упора. Затем термометр располагают в точке исследования горизонтально. Если температура воздуха в помещении понизится и столбик спирта в капилляре уменьшится, то поверхностная спиртовая пленка будет увлекать за собой штифт вниз к резервуару до тех пор, пока температура будет снижаться. В этом случае штифт в капилляре займет положение, соответствующее минимальной температуре. Если температура воздуха повысится, спирт, увеличиваясь в объеме, будет подниматься по капилляру вверх, не сдвигая штифт с места. Показания температуры отсчитывают по концу штифта, наиболее удаленному от спиртового резервуара термометра.

С помощью *комбинированного (максимально-минимального) термометра* определяют как максимальную, так и минимальную температуру воздуха за определенный период времени. Такой термометр состоит из U-образной стеклянной трубки, концы которой заканчиваются продолговатым или шарообразным расширением. При измерении температуры термометр устанавливают вертикально. Правая часть трубки заполнена ртутью, левая — спиртом до половины продолговатого расширения. В капилляре

каждого колена заключен металлический указатель, который удерживается там при помощи щетинок.

Перед измерением температуры воздуха оба указателя с помощью небольшого подковообразного магнита подводят к мениску ртутного столбика так, чтобы их нижние концы касались ртути. При повышении температуры спирт, расширяясь в левом колене, давит на столбик ртути и передвигает его в правом колене трубки. Поднимающаяся ртуть перемещает указатель вверх, который останется на месте в случае падения уровня ртути и покажет максимальную температуру за период наблюдения. С понижением температуры объем спирта в левом колене уменьшается, столбик ртути в нем поднимается, способствуя напряжению спиртовых паров в расширении левого колена. Передвигающаяся в левом колене ртуть будет перемещать вверх указатель, который зафиксирует минимальную температуру за период наблюдения.

Электротермометры: Testo 826-T4, ТКА-ПКМ, ЭТП-М, ЭА-2М, АМ-2М, ЭВМ-2 с цифровой индикацией используют для измерения температуры воздуха. Они удобны в работе, но точность их показаний следует проверять по выверенному ртутному термометру.

В случае отсутствия указанных выше термометров температуру воздуха можно измерять «сухим» термометром статического или аспирационного психрометров. Можно использовать лабораторный жидкостной или ртутный термометры, причем жидкостной при измерении температуры следует располагать только вертикально.

В ветеринарной практике на предприятиях по переработке продуктов животноводства (мясо, молоко) используют *комбинированный термометр-пирометр* Testo 826-T4 (ТЗ, Т2, Т1), позволяющий измерять температуру на поверхности объекта инфракрасным способом (без повреждения упаковки) и температуру внутри объекта с помощью проникающего зонда. Бесконтактные инфракрасные термометры Testo 826-T4 имеют лазерный целеуказатель. В случае превышения верхнего или нижнего предельного значений температуры подаются оптический и звуковой сигналы.

Таблица 1

Технические характеристики Testo 826-T4

Бесконтактные измерения (инфракрасный способ)	
Диапазон измерений	-50...300°C
Погрешность	$\pm 1,5^\circ\text{C}$ (-20...100°C)
	$\pm 2^\circ\text{C}$ или 2% от измеренного значения (остальной диапазон)
Разрешение	0,5°C
Контактные измерения (зонд NTC)	
Диапазон измерений	-50...230°C
	$\pm 0,5^\circ\text{C}$ (-20...99,9°C)
	$\pm 1^\circ\text{C}$ или 1% от измеренного значения (остальной диапазон)
Разрешение	0,1°C
Общие параметры	
Рабочая температура	0...50°C
Температура хранения	-40...70°C
Элементы питания, ресурс	2 × AAA; 15 ч
Габариты, масса	148×34, 4×19 мм; 80 г

Основные характеристики Testo 826-T4 приведены в таблице 1.

Термографы применяют для записи колебаний температуры воздуха. Наиболее распространены суточный М-16с и недельный М-16н. С их помощью регистрируют изменения температуры воздуха в помещениях в диапазоне -45...+55°C.

Термограф состоит из датчика температуры (двух связанных пластинок, имеющих различные температурные коэффициенты), передаточного механизма (рычага, тяги, регулятора и оси), регистрирующей части (стрелок с пером и барабана с часовым механизмом) и пластмассового корпуса. Принцип действия прибора основан на свойстве биметаллической пластинки изменять радиус изгиба в зависимости от температуры окружающего воздуха. Изме-

нения в кривизне пластинки передаются стрелке с пером, которая поднимается или опускается, и таким образом на диаграммной бумажной ленте, надетой на барабан, ведется непрерывная графическая запись температуры (термограмма).

Диаграммная лента разграфлена по вертикали параллельными линиями с ценой деления 1°C , а по горизонтали — с ценой деления, соответствующей продолжительности времени вращения барабана: 15 мин — для суточных и 2 ч — для недельных термографов.

Перед установкой прибора в рабочее положение необходимо:

- снять барабан;
- наложить диаграммную ленту на барабан и закрепить ее лентодержателем;
- завести часовой механизм;
- надеть барабан с диаграммной лентой на ось;
- заполнить перо чернилами;
- привести стрелку с пером в соприкосновение с диаграммной лентой;
- проверить качество записи на диаграммной ленте.

Таблица 2

**Правила расшифровки диаграммной ленты
для недельного термографа**

Дата исследования	День						Ночь												
	Температура в часы исследования, $^{\circ}\text{C}$						Температура в часы исследования, $^{\circ}\text{C}$												
	8	10	12	14	16	18	Минимальная температура, $^{\circ}\text{C}$	Максимальная температура, $^{\circ}\text{C}$	В среднем за день, $^{\circ}\text{C}$	20	22	24	2	4	6	Минимальная температура, $^{\circ}\text{C}$	Максимальная температура, $^{\circ}\text{C}$	В среднем за ночь, $^{\circ}\text{C}$	Среднесуточная температура, $^{\circ}\text{C}$
15.02.10	15	16	17	18	18	17	15	18	16,8	16	16	17	17	17	16	16	17	16,3	16,55

На основании показаний контрольного ртутного термометра вращением коррекционного винта устанавливают перо стрелки на требуемом делении диаграммной ленты в соответствии с днем недели (или часом суток) и данным моментом времени. Один раз в трое суток следует проверять правильность записи (по ртутному термометру) и при необходимости вносить поправку при помощи коррекционного винта.

Запись на диаграммной ленте (термограмма) требует расшифровки и проведения анализа изменения температуры воздуха в животноводческом помещении за определенный период. Правила расшифровки термограммы приведены в таблице 2.

Правила и порядок измерения температуры воздуха в помещениях

Температуру воздуха в помещениях измеряют 3 раза в сутки в следующие промежутки времени: 5...7 ч, 12...14, 19...22 ч. Определять температуру рекомендуется в 2...3 зонах по вертикали.

Обычно температуру в помещениях определяют на высоте от пола:

- для телят — 0,3; 0,7 и 1,5 м;
- для взрослого крупного рогатого скота, молодняка старшего возраста и лошадей — 6 и 1,5 м;
- для молодняка свиней и овец — 0,2; 0,4 и 1,5 м;
- в помещениях для взрослых животных разных видов — 0,4; 0,7 и 1,5 м.

Замеры температуры воздуха проводят в зонах лежания, стояния животных и нахождения обслуживающего персонала.

В птичниках с использованием напольного содержания измерения осуществляют на высоте до 0,3 и 1,5 м от пола; в помещениях, оборудованных насестами и гнездами, — на 0,5 м выше наиболее приподнятых насестов и гнезд; при клеточном содержании — на уровне каждого яруса батареи (в центре клеток).

Перед установкой любого прибора, измеряющего температуру, его следует выдержать в помещении, где будут

Таблица 3

**Примерная форма записи температуры воздуха
внутри помещения**

Дата исследования	Температура в точках измерений												Минимальная температура, °С	Максимальная температура, °С	Общая среднесуточная температура, °С	
	1				2				3							
	Время замера, ч			Средне-суточная, °С	Время замера, ч			Средне-суточная, °С	Время замера, ч			Средне-суточная, °С				
	7	14	22		7	14	22		7	14	22					
<p align="center">В среднем за декаду исследований. В среднем за сезон исследований. В среднем за месяц исследований.</p>																

регистрировать температуру, от 1 мин до 1 ч, продолжительность измерения температуры в точке 10...15 мин.

На предприятиях по переработке сырья животного происхождения выбирают зоны измерения температуры с учетом особенностей технологии и режима работы цехов.

Ветеринарным специалистам рекомендуется периодически проводить замеры температуры воздуха помещения с целью последующего анализа состояния микроклимата за определенный промежуток времени. Для этой цели предлагается форма записи температуры, приведенная в таблице 3.

Измерительные приборы располагают в помещении так, чтобы на них не падали солнечные лучи, до них не доходили тепло от батарей отопления и холод от стен и вентиляционных устройств. В момент снятия показаний нельзя трогать руками резервуар термометра, дышать на него и перемещать термометр в пространстве.

Показатели воздуха помещения, в частности температуры, зависят от метеорологических условий окружающей атмосферы. При измерении температуры наружного воздуха резервуар термометра нужно защищать от влияния солнечной радиации, холодных ветров, потоков воздуха приточной вентиляции. Для этого используют защитные ширмы из картона или фанеры.

Т Е М А 2

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА**

Воздухе всех зданий всегда присутствуют водяные пары, количество которых зависит от температуры и подвижности воздуха. С повышением температуры оно увеличивается, вследствие чего возрастает упругость паров; она может достигать некоторого предельного значения, при котором эти пары насыщают воздух. Превышение предела насыщения вызывает выделение влаги в виде капелек росы. Каждой температуре соответствует определенная степень насыщения воздуха парами: чем выше температура, тем больше его влажность, так как теплый воздух способен вместить большее количество водяных паров, чем холодный.

Влажность воздуха характеризуется абсолютной, максимальной, относительной влажностью, дефицитом влажности, точкой росы.

Абсолютная влажность — количество водяных паров в данный момент и при данной температуре, выраженное в граммах на кубический метр воздуха, или упругость водяных паров в данный момент при данной температуре, выраженная в миллиметрах ртутного столба. Она дает представление об абсолютном содержании водяных паров в воздухе, но не показывает степень его насыщения. В помещениях АПК абсолютная влажность колеблется от 4 до 12 г/м³ воздуха.

Максимальная влажность — предельное насыщение воздуха водяными парами в данный момент и при данной температуре, выраженное в граммах на кубический метр, или упругость водяных паров при полном насыщении воз-

духа водяными парами в данный момент и при данной температуре, выраженная в миллиметрах ртутного столба.

Относительная влажность — отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах, или степень насыщения воздуха водяными парами в данный момент и при данной температуре и атмосферном давлении. Чем выше температура воздуха, тем ниже относительная влажность, и наоборот.

Дефицит влажности — разность между максимальной и абсолютной влажностью в данный момент и при данной температуре и атмосферном давлении, выраженная в граммах на кубический метр воздуха. Чем больше дефицит насыщения, тем суше воздух, и наоборот. Этот показатель в помещениях АПК колеблется от 0,2 до 7,2 г/м.

Точка росы — температура, при которой водяные пары, находящиеся в воздухе, полностью насыщают пространство и переходят в жидкое состояние, оседая на холодных поверхностях оборудования, конструкций помещения. При такой температуре абсолютная влажность близка к максимальной.

Цели занятия. Ознакомиться с приборами для контроля влажности в помещениях для животных. Приобрести навыки работы с психрометрами, гигрометрами, гигрографами. Научиться проводить расчеты влажностных характеристик по данным психрометров.

Приборы и материалы. Психрометры статический (Августа), аспирационный (Ассмана); гигрометры МВ-19, М-39, М-68; гигрографы (суточный, недельный), диаграммные ленты к ним.

Содержание занятия. Влажность воздуха в помещениях можно определить статическими психрометрами, а также гигрометрами, гигрографами, баротермогигрометрами и другими, более современными приборами.

Психрометр статический состоит из двух одинаковых жидкостных термометров со шкалой, градуированной в пределах от 0 до 45°C, с ценой деления 0,5°C. Погрешность показаний не превышает 0,5°C. Термометр прибора, показывающий температуру воздуха, называют *сухим*, а термометр, резервуар которого обернут тканью (батист, шифон, марля) и показывает собственную температуру, зависящую от интенсивности испарения с поверхности резервуара, — *влажным*. Тканевый жгутик влажного термометра опущен в середину чашечки питательной трубки, заполненной дистиллированной или кипяченой водой (сырая вода содержит растворенные соли, которые со временем пропитывают ткань и делают ее несмачиваемой). На гигроскопичность ткани влияет запыленность воздуха. Ткань заменяют по мере того, как она перестает быть гигроскопичной.

С поверхности влажного термометра, резервуар которого обернут тканью, постоянно происходит испарение, и чем суше воздух помещения, тем интенсивнее испарение. При испарении поверхность охлаждается. В связи с этим показания влажного термометра всегда будут более низкими, чем сухого, и разница будет тем больше, чем суше воздух, и наоборот.

Разность показаний обоих термометров и берут за основу расчетов. Показания термометров снимают через 10...15 мин с момента выдержки психрометра в помещении. Необходимо следить, чтобы на прибор не влияли источники тепла (солнечные лучи, лампы, батареи и др.). При регистрации показаний термометров на прибор нельзя дышать и перемещать его по вертикали. Определяя относительную влажность, следует учитывать поправки на точность показаний термометров, имеющиеся в паспорте прибора.

Пример расчета

Показания влажного термометра — 16°C, поправка к показанию — 0,2°C; показания сухого термометра — 20,3°C, поправка к показанию — 0,3°C. Истинная температура влажного термометра с учетом поправки — 16,2°C, сухого — 20°C. Разница в показаниях термометров составит 3,8°C.

Таблица 4

**Относительная влажность воздуха
по показаниям статического психрометра, %**

Показания влажного термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С														
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
0	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16	11	7
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	19	16	11
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	35	31	26	23	18	14
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	20	21	17
4	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23
6	100	92	85	78	72	66	61	56	50	45	41	35	33	29	25
7	100	92	86	79	73	61	62	57	52	47	43	39	35	31	28
8	100	93	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	34
11	100	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43	40	36
12	100	94	88	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44	42	38
13	100	94	88	83	79	68	68	59	57	53	50	46	43	40	37
14	100	94	89	84	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	43
16	100	95	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50	48	44
17	100	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46
18	100	95	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53	50	47
19	100	95	91	85	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48
20	100	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	49
21	100	95	91	86	83	79	75	71	68	65	62	59	56	54	51
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52

Продолжение табл. 4

Показания влажного термометра, °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С														
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
23	100	96	91	87	83	80	76	72	69	66	63	61	58	56	53
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59	58	54
26	100	96	92	88	85	81	78	75	72	69	66	63	61	58	56
27	100	96	92	89	85	82	78	75	72	69	61	64	61	59	56
28	100	96	92	89	85	82	79	76	73	70	61	65	62	60	57
29	100	96	92	89	86	82	79	76	73	70	68	65	63	60	58
30	100	96	83	89	88	83	79	76	74	71	68	65	63	61	58

По таблице 4 (на пересечении горизонтальной и вертикальной строк) находим приближенный показатель относительной влажности воздуха — 64%.

Психрометр ПС-14 предназначен для контроля постоянной температуры (37,5°C) и определения относительной влажности воздуха в пределах 55...75% в инкубаторах типа «Универсал». В этом приборе пределы измерения температуры сухого термометра составляют 30...42°C, влажного — 25...37°C. Погрешность показаний относительной влажности при температуре 37,5°C и скорости движения воздуха у резервуара влажного термометра 0,8 м/с — 3%. Принцип действия такой же, как и статического психрометра. Показания термометров снимают после 10-минутной выдержки прибора в камере инкубатора, в которой определяют влажность воздуха.

Психрометр аспирационный МВ-4М — более совершенный и точный прибор для определения влажности воздуха. Он состоит из двух одинаковых ртутных термометров, которые закреплены в специальной оправе, защищающей их от повреждения и воздействия прямых солнечных

лучей, и обдуваются с помощью заводного механического вентилятора. Ртутный резервуар одного из термометров обернут гигроскопическим материалом, который с помощью резиновой груши с пипеткой смачивается дистиллированной или кипяченой водой. Принцип определения относительной влажности воздуха тот же, что и при работе со статическим психрометром. Вращением лопасти вентилятора в психрометр всасывается воздух, который обтекает резервуары термометров. Скорость движения воздуха вблизи резервуаров термометров постоянна и равна 2 м/с. *Сухой* термометр показывает температуру воздушного потока, *влажный* — более низкую, так как он охлаждается вследствие испарения воды с поверхности материала. Показания термометров снимают после пуска вентилятора, когда частота вращения лопастей будет постоянной, и после выдержки психрометра в помещении в течение 30 мин. При работе с аспирационным психрометром нельзя дышать в его сторону, чтобы теплый воздух не попадал на ртутные резервуары термометров, перемещать по вертикали при снятии показаний. Пользуясь показаниями *сухого* и *влажного* термометров, можно определить относительную влажность воздуха.

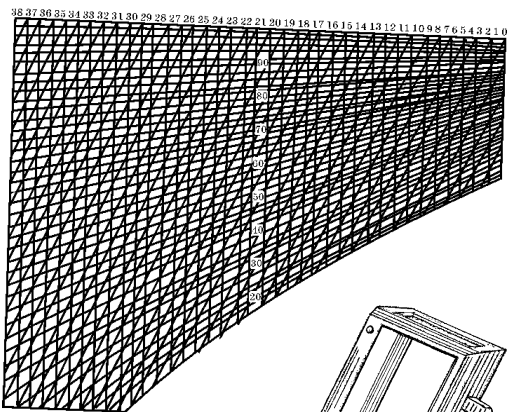
Пример расчета

Температура сухого термометра — 21,7°C, влажного — 14,3°C.

Относительную влажность определяют по психрометрическому графику (рис. 1): по вертикальным линиям отмечают показания сухого термометра, по наклонным — влажного, на пересечении этих линий получают значение относительной влажности, выраженное в процентах. На графике цифры от 20 до 90 обозначают проценты. В данном примере точка пересечения линий будет находиться выше 42, но ниже 44. Следовательно, искомая влажность воздуха будет приблизительно равна 43%.

Гигрометры волосяные МВ-19, М-68 используют для определения относительной влажности воздуха в пределах 30...100%. Принцип действия приборов основан на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять длину в зависимости от влажности воздуха.

Рис. 1
Психрометрический
график



Гигрометр МВ-19 представляет собой металлическую рамку со шкалой, градуированной в процентах относительной влажности.

Между верхней и нижней частями рамы закреплен в натянутом состоянии обезжиренный волос. При повышении влажности воздуха волос, впитывая влагу, удлиняется, а при уменьшении — укорачивается. Изменение длины волоса передается стрелке, которая, перемещаясь по дуговой шкале, указывает процент относительной влажности. Чтобы установить исходную относительную влажность воздуха, надо переместить ходовой винт вращением гайки. Пыль и загрязнения с волоса следует аккуратно удалять или смывать дистиллированной водой посредством мягкой кисточки, после чего волос просушивают в условиях помещения.

Периодически показания гигрометра контролируют аспирационным психрометром. Поврежденный волос может быть заменен другим после его обезжиривания.

Гигрографы применяют для записи относительной влажности воздуха в пределах 30...100% при температуре $-35...+45^{\circ}\text{C}$ (рис. 2). Изготавливают гигрографы двух типов:

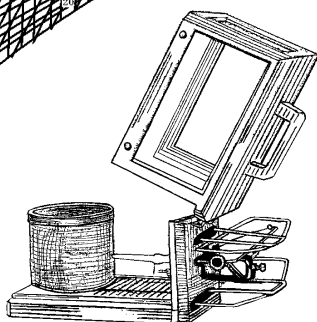


Рис. 2
Гигрограф типа М-21А

Таблица 5

**Правила расшифровки диаграммной ленты
для недельного гигрографа**

Дата исследования	День									Ночь						В среднем за сутки			
	Температура в часы исследования, °С						Минимум	Максимум	В среднем за день	Температура в часы исследования, °С			Минимум	Максимум	В среднем за ночь				
	8	10	12	14	16	18				20	22	24					2	4	6
01.02.10	60%	65%	60%	58%	60%	62%	58%	65%	60,8%	65%	65%	70%	70%	75%	75%	65%	75%	70%	65,11%
В среднем за декаду исследований. В среднем за сезон исследований. В среднем за месяц исследований.																			

суточные (М-21с) и недельные (М-21н). Прибор состоит из датчиков влажности — пучка (30...40) обезжиренных человеческих волос, закрепленных во втулках металлического кронштейна и защищенных от повреждений специальными ограждениями. С помощью передаточного механизма датчик соединяется с регулирующей частью, состоящей из стрелки с пером и барабана с часовым механизмом. Изменение длины пучка волос под влиянием влажности воздуха передается на стрелку регистрирующего устройства, перо которой, поднимаясь и опускаясь, производит непрерывную графическую запись относительной влажности воздуха (гигрограмма) на диаграммной бумажной ленте.

Гигрограф не является абсолютно точным прибором, поэтому правильность записи на ленте периодически следует проверять с помощью аспирационного психрометра. Порядок и правила измерения относительной влажности воздуха такие же, как и температуры (табл. 5).

Расчет влажностных характеристик

Относительную влажность можно определить по специальной психрометрической таблице с учетом инструментальных поправок к термометрам и барометрам. Кро-

ме этого, если используют статический психрометр, абсолютную влажность воздуха (A , г/м³) можно рассчитать по формуле Ренье:

$$A = E - a \cdot (T_c - T_b) \cdot B,$$

где E — максимальная влажность водяных паров при температуре влажного термометра, г/м³; a — психрометрический коэффициент в зависимости от подвижности воздуха; T_c — температура сухого термометра, °С; T_b — температура влажного термометра, °С; B — атмосферное давление, мм рт. ст.

Пример 1

Показания сухого термометра — 12,5°С, показания влажного термометра — 11,2°С, атмосферное давление — 755 мм рт. ст., психрометрический коэффициент — 0,0011, максимальная влажность водяных паров при температуре влажного термометра — 9,92 г/м³, при температуре сухого термометра — 10,8 г/м³.

Подставив числовые значения в формулу, получают

$$A = 9,92 - 0,0011 \cdot (12,5 - 11,2) \cdot 755 = 8,84 \text{ г/м}^3.$$

Зная абсолютную и максимальную влажность, вычисляют относительную влажность воздуха (φ , %):

$$\varphi = A/E \cdot 100,$$

где A — абсолютная влажность воздуха, г/м³; E — максимальная влажность водяных паров при температуре сухого термометра, г/м³.

Подставив числовые значения в формулу, получают величину относительной влажности воздуха:

$$\varphi = 8,84 \cdot 100/10,8 = 81,8\%.$$

Дефицит влажности (ДВ) вычисляют по разности между максимальной и абсолютной влажностью воздуха:

$$\text{ДВ} = E - A = 10,8 - 8,84 = 1,96 \text{ г/м}^3.$$

В данном примере абсолютная влажность воздуха равна 8,84 г/м³. По таблице 6 находят температуру, при которой абсолютная влажность полностью насыщает воздух,

Таблица 6

Плотность насыщенных паров при различных температурах,
г/м³

Целые градусы	Десятые доли градусов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
-4	3,40	3,38	3,35	3,33	3,30	3,28	3,25	3,23	3,21	3,18
-3	3,67	3,64	3,62	3,59	3,56	3,53	3,51	3,48	3,46	3,43
-2	3,95	3,92	3,89	3,86	3,81	3,78	3,78	3,75	3,72	3,70
-1	4,26	4,22	4,19	4,16	4,13	4,10	4,07	4,04	4,01	3,98
0	4,58	4,61	4,65	4,63	4,72	4,75	4,78	4,82	4,86	4,89
1	4,93	4,96	5,00	5,03	5,07	5,11	5,14	5,18	5,22	5,26
2	5,29	5,23	5,37	5,41	5,45	5,49	5,52	5,56	5,66	5,64
3	5,8	5,72	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,02	6,04
4	6,10	6,14	5,19	6,23	6,27	6,32	6,36	6,14	6,45	6,50
5	6,54	6,59	6,64	6,68	6,73	6,78	6,82	6,87	6,92	6,96
6	7,01	7,06	7,11	7,16	7,21	7,26	7,31	7,36	7,41	7,46
7	7,51	7,56	7,62	7,67	7,72	7,78	7,83	7,88	7,94	7,99
8	8,04	8,10	8,16	8,21	8,47	8,32	8,38	8,44	8,49	8,55
9	8,61	8,67	8,73	8,79	8,84	8,90	8,96	9,02	9,09	9,15
10	9,21	9,27	9,33	9,40	9,46	9,52	9,58	9,65	9,71	9,78
11	9,84	9,91	9,98	10,04	10,11	10,18	10,24	10,31	10,38	10,45
12	10,52	10,59	10,66	10,74	10,80	10,87	10,94	11,01	11,08	11,16
13	11,23	11,30	11,38	11,45	11,53	11,60	11,68	11,76	11,83	11,91
14	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62	12,71
15	12,79	12,87	12,95	13,04	13,12	13,20	13,29	13,38	13,46	13,55
16	13,63	13,72	13,81	13,90	13,99	14,08	14,17	14,26	14,35	14,44
17	14,53	14,62	14,72	14,81	17,90	15,00	15,09	15,19	15,28	15,38
18	15,48	15,58	15,67	15,77	15,87	15,97	16,07	16,17	16,27	16,37
19	16,48	16,58	16,67	16,79	16,89	17,00	17,10	17,21	17,32	17,43

Продолжение табл. 6

Целые градусы	Десятые доли градусов									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	17,54	17,64	17,75	17,86	17,97	18,08	18,20	18,31	18,42	18,54
21	18,65	18,76	18,88	19,00	19,11	19,23	19,35	19,47	19,59	19,71
22	19,83	19,95	20,07	20,19	20,32	20,44	20,56	20,69	20,82	20,94
23	21,07	21,20	21,32	21,45	21,58	21,71	21,84	21,98	22,10	22,24
24	22,38	22,51	22,65	22,78	22,92	23,06	23,20	23,34	23,48	23,62
25	23,76	23,90	24,04	24,18	24,33	24,47	24,62	24,76	24,91	25,06
26	25,21	25,36	25,51	25,66	25,81	25,96	26,12	26,27	26,43	26,58
27	26,74	26,90	27,06	27,21	27,37	27,54	27,70	27,86	28,02	28,18
28	28,35	28,51	28,68	28,85	29,02	29,18	29,35	29,52	29,70	29,87
29	30,04	30,22	30,39	30,57	30,74	30,92	31,10	31,28	31,46	31,64
30	31,82	32,01	32,19	32,38	32,56	32,75	32,93	33,12	33,31	33,50
31	33,70	33,89	34,08	34,28	34,47	34,67	34,86	35,06	35,26	35,46
32	35,66	35,86	36,07	37,27	36,48	36,68	36,86	37,10	37,31	37,52
33	37,73	37,94	38,16	38,37	38,58	38,80	39,02	39,46	39,46	39,68
34	39,90	40,12	40,34	40,57	40,80	41,80	41,25	41,41	41,71	41,94

т. е. становится максимальной — 9,5°C, она же и будет точкой росы.

При использовании аспирационного психрометра, абсолютную влажность воздуха (г/м³) можно рассчитать по формуле Шпрунга:

$$A = E - 0,5 \cdot (T_c - T_b) \cdot (B/755),$$

где E — максимальная влажность водяных паров при температуре влажного термометра, г/м³; 0,5 — постоянный психрометрический коэффициент; B — атмосферное давление, мм рт. ст.; 755 — среднее атмосферное давление, мм рт. ст.

Таблица 7

**Параметры воздуха в помещениях для содержания животных
(зимний период)**

Вид и группа животных	Температура, °С	Относительная влажность, %
Крупный рогатый скот		
Молодняк старше года, коровы, нетели (привязное, беспривязно-боксовое содержание)	8...12	40...85
Телята новорожденные (родильное отделение)	14...18	40...85
Телята 1...4 мес.	12...14	40...75
Телята 4...12 мес.	8...16	40...75
Свины		
Холостые и супоросные свиноматки, хряки	14...16	40...80
Поросята-сосуны и поросята-отъемыши	18...22	40...80
Откормочное поголовье	12...19	40...80
Овцы		
Бараны, матки, молодняк после отбивки, валухи	4...6	50...85
Новорожденные (родильное отделение)	12...16	50...75
Лошади		
Взрослые животные	4...6	40...85
Молодняк	6...10	40...85
Кролики		
Самцы, самки	10...14	40...75
Молодняк	16	40...75
Птица		
Взрослые куры	16...18	60...75
Молодняк в возрасте 1...30 сут	35...22	60...75
Молодняк в возрасте 31...60 сут	20...18	60...75
Молодняк в возрасте 61...150 сут	16...18	60...75

Пример 2

Показания сухого термометра — 15°C , показания влажного термометра — $12,5^{\circ}\text{C}$, максимальная влажность водяных паров при температуре влажного термометра — $10,6 \text{ г/м}^3$.

Подставив цифровые значения в формулу, получают

$$A = 10,6 - 0,5 \cdot (15 - 12,5) \cdot (758 : 755) = 9,35 \text{ г/м}^3.$$

По данным абсолютной влажности вычисляют относительную влажность воздуха по вышеприведенной формуле:

$$\varphi = 9,35 : 12,7 \cdot 100 = 73,6\%.$$

Дефицит влажности в данном примере составляет

$$\text{ДВ} = 12,7 - 9,35 = 3,35 \text{ г/м}^3.$$

Точка росы будет равна $10,3^{\circ}\text{C}$.

Рекомендуемые параметры относительной влажности воздуха в помещениях для животных приведены в таблице 7. В цехах по переработке сырья животного происхождения рекомендуемая относительная влажность воздуха составляет 70...75%.

Т Е М А 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

По международной системе единиц (СИ) за единицу давления принят 1 паскаль (Па). Однако многие типы приборов для определения атмосферного давления градуированы в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.) и миллибарах (мбар).

Давление атмосферы, способное уравновесить столб ртути высотой 760 мм при температуре 0°С на уровне моря и широте 45°, принято считать нормальным, равным 101 300 Па, или 1013 гПа. В этих условиях атмосфера давит на 1 см² поверхности Земли с силой 1 кг, а точнее 1,013 кг. 1 миллибар (мбар) — давление, которое оказывает тело массой 1 г на 1 см² поверхности и соответствует 0,7501 мм рт. ст., или 1 гПа (табл. 8).

Цели занятия. Ознакомиться с правилами контроля атмосферного давления. Приобрести навыки в работе с барометрами и барографами.

Приборы и материалы. Барометр-анероид; сифонный ртутный барометр; барографы (суточный, недельный); баротермогигрометр типа БМ-2; барометр с функцией прогноза погоды, цифровым термометром и гигрометром; диаграммные ленты к барографам.

Таблица 8

Перевод единиц атмосферного давления

мм рт. ст.	гПа	мм рт. ст.	гПа	мм рт. ст.	гПа
741	988	755	1006	769	1025
742	989	756	1008	770	1026
743	990	757	1009	771	1028
744	992	758	1010	772	1029
745	993	759	1012	773	1030
746	994	760	1013	774	1032
747	996	761	1014	775	1033
748	997	762	1016	776	1034
749	998	763	1017	777	1036
750	1000	764	1018	778	1037
751	1001	765	1020	779	1038
752	1002	766	1021	780	1040
753	1004	767	1022		
754	1005	768	1024		

Содержание занятия. Атмосферное давление измеряют барометрами и барографами. Металлические барометры типа БАММ менее точны, чем ртутные, но более удобны в работе.

Барометр сифонный ртутный представляет собой U-образную стеклянную трубку, наполненную ртутью. Верхний, более длинный, левый конец трубки запаян, а правый открыт и сообщается с атмосферой. При повышении давления уровень ртути в открытом колене понижается, а в длинном запаянном соответственно повышается, занимая свободное пространство в верхней части. При понижении давления происходит перемещение ртути в правое колено. Атмосферное давление определяют по разности между высотой ртутного столба в длинном запаянном и в открытом коротком колене. Барометрические шкалы укреплены на деревянном или пластмассовом основании.

Барометр-анероид типа БАММ служит для определения атмосферного давления в пределах 600...790 мм рт. ст. Приемная часть прибора — анероидная коробочка. Для увеличения эластичности коробочки используются кольцевые концентрические гофры. Воздух из коробочки откачан до разрежения в 50...60 мм рт. ст. Действие барометра-анероида основано на свойстве анероидной коробочки реагировать на изменения атмосферного давления. При повышении давления стенки коробочки прогибаются внутрь, при понижении — выпрямляются. Эти колебания через систему рычагов передаются стрелке, которая движется по циферблату, градуированному в миллиметрах ртутного столба, миллибарах или гектопаскалях. При снятии показаний барометра луч зрения наблюдателя должен быть направлен перпендикулярно к участку шкалы (циферблата). Перед снятием показаний нужно слегка постучать пальцем по центру стекла прибора для устранения трения в рычажной передаче.

В некоторых барометрах имеется дополнительная стрелка, которая устанавливает степень отклонения основной стрелки прибора в ту или другую сторону за определенный промежуток времени. Чтобы узнать величину давления, надо определить положение стрелки на шкале (циферблате). Цена деления 1 мм рт. ст. барометра равна 10,5 м высоты.

Баротермогигрометр БМ-2 предназначен для измерения атмосферного давления, температуры и относительной влажности воздуха в помещениях. Пределы измерения давления воздуха — 700...800 мм рт. ст., температуры — 0...40°C и относительной влажности воздуха — 30...100%.

Датчик барометра — мембранная баракоробочка; измеритель температуры — жидкостный (толуоловый) термометр; чувствительный элемент узла гигрометра — капроновая нить «Капрон-200». Механизм прибора помещен в пластмассовый корпус. Кроме стрелок, показывающих давление и относительную влажность воздуха, прибор снабжен стрелкой-фиксатором. С помощью ручки стрелка-фиксатор может быть установлена против стрелки ба-

рометра в момент наблюдения, чтобы определить отклонение в ту или иную сторону. Температуру воздуха определяют по показаниям термометра, а относительную влажность и атмосферное давление — по положению стрелки относительно шкалы гигрометра и шкалы барометра.

Электронный барометр с функцией прогноза погоды, цифровым термометром и гигрометром предназначен для определения атмосферного давления, тенденций изменения давления и прогноза погоды на 12...24 ч вперед. Прибор показывает текущие значения температуры и влажности воздуха внутри помещения и автоматически запоминает значения давления за прошедшие сутки и состояние воздуха (комфортно, влажно, сухо).

Рабочий диапазон: температура — от 5 до 25°C; влажность — 25...95%; давление — 794...1050 гПа.

Все величины измеряются датчиками, расположенными в корпусе прибора. На задней части прибора находятся селекторы для переключения показаний температур по Цельсию — «С» и по Фаренгейту — «F»; для переключения показаний давления — гПа или мм рт. ст.; кнопка *Reset* для стирания всей информации, находящейся в памяти прибора. Точность измерения: температуры — $\pm 0,5^\circ\text{C}$, влажности — $\pm 1\%$, прогноза погоды — 70...75%. Модель имеет приспособление для крепления на стене и подставку для установки на столе. Питание: 4 батареи/1,5В: UM-4, ААА. Срок работы без смены питания — 1 год.

Для того чтобы подготовить прибор к работе, необходимо установить 4 батарейки UM-4, ААА соблюдая полярность; использование барометра возможно через 24 ч. При помощи селекторов, находящихся на тыльной стороне прибора, установите удобную систему отсчета. В верхней части дисплея можно увидеть следующие показания: значение температуры, влажности и состояния воздуха (comfort, wet, dry — комфортно, влажно, сухо). Данная функция работает автоматически. Прогноз погоды можно наблюдать в простых символах, показанных на дисплее. Радиус действия прогноза — 30...50 км, время, через которое произойдет изменение погодных условий, — 12...24 ч. Точность показаний — 70...75%. Символ *Солнце*

означает отсутствие облаков, это особенно важно в случае, если необходим прогноз на ночное время суток.

Тенденцию изменения атмосферного давления за прошедшие сутки покажет график, построенный на пяти точках отсчета (1, 3, 6, 12, 24 ч); числовые значения давления можно увидеть на нижней части дисплея. Также можно узнать прежнее значение давления, нажав на кнопку *History* (*История*).

Для более точной работы прибора нужно установить высоту над уровнем моря, на которой находится прибор. Необходимое значение высоты над уровнем моря можно узнать приблизительно, проделав несложные расчеты: номер этажа здания умножают на 3, для установки следует нажать на кнопку *Alt* (*Высота*) и держать ее, пока не появится надпись *Alt* на дисплее, затем при помощи кнопок *A* и *V* установить необходимую величину, шаг установки — 10 м.

Барограф М-22А предназначен для непрерывной регистрации на диаграммной бумажной ленте изменения атмосферного давления. Принцип работы прибора основан на способности анероидных подушек с волнистыми металлическими стенками реагировать на колебания атмосферного давления изменением своих геометрических размеров по высоте за счет деформации (сплющивания) мембран. Устройство прибора, за исключением приемника давления, аналогично термографу и гигрографу.

Барометры-анероиды и барографы необходимо время от времени проверять по ртутному барометру. Располагать приборы не обязательно в здании АПК, их можно установить, например, в кабинете ветеринарного врача или ветеринарной аптеке.

Продолжительными наблюдениями установлена связь между изменениями погодных условий и показаниями барометра (или барографа). Эта зависимость позволяет в известной степени предсказать погоду, что подчас очень важно для ветеринарного врача. Понижение атмосферного давления, как правило, предшествует дождливой пасмурной погоде, а повышение — сухой и ясной, с сильным похолоданием зимой.

Т Е М А 4

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ПОДВИЖНОСТИ
И ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ
ВОЗДУХА**

При определении подвижности воздуха проверяют его направление и скорость. По направлению воздушные потоки бывают продольные, поперечные, нисходящие и восходящие.

Направление подвижности воздуха по отношению к точкам горизонта устанавливают с помощью флюгера или метода задымления.

Чтобы изобразить распределение повторяемости направлений ветра в данной местности (за месяц, сезон, год) по румбам (четыре основные — С, Ю, З, В и дополнительные — СВ, СЗ, ЮВ, ЮЗ), строят розу ветров. От центра откладывают отрезки, соответствующие значениям повторяемости направления ветра. Повторяемость выражают в процентах и изображают на графике в определенном масштабе (1% = 2 мм). Для обозначения штиля из центра проводят окружность, диаметр которой соответствует частоте штиля.

При построении розы ветров сумму чисел повторяемости направлений ветра по всем румбам и штиля принимают за 100, а число повторяемости направлений ветра и штиля по каждому румбу вычисляют в процентах к этой величине. Данные для построения розы ветров за определенный период приведены в таблице 9.

Графическое изображение направлений воздушных потоков внутри помещения называют аэрорумбограммой — она отражает схему распространения приточного и вытяжного воздуха по горизонтали, вертикали и наклону к ори-

Таблица 9

Построение розы ветров

Румбы	Абсолютное число дней наблюдений	Повторяемость направлений ветра, %
С	22	16
СВ	20	15
В	30	23
ЮВ	25	19
Ю	10	7
ЮЗ	8	6,5
З	7	5
СЗ	6	4,5
Штиль	5	4
Итого	133	100

Таблица 10

Оценка скорости и силы ветра (шкала Бофорта)

Баллы по шкале Бофорта	Скорость ветра, м/с	Словесное установление силы ветра	Действие ветра
0	0...0,2	Штиль	Дым поднимается вертикально, листва неподвижна
1	0,3...1,5	Тихий	Движение флюгера незаметно, направление определяют по отклонению дыма
2	1,6...3,3	Легкий	Дуновение ветра чувствуется лицом, флюгер движется
3	3,4...5,4	Слабый	Листва и тонкие ветки колышутся
4	5,5...7,9	Умеренный	Тонкие ветки двигаются, поднимается пыль
5	8,0...10,7	Свежий	Качаются тонкие стволы деревьев
6	10,8...13,8	Сильный	Качаются толстые сучья деревьев

Продолжение табл. 10

Баллы по шкале Бофорта	Скорость ветра, м/с	Словесное установление силы ветра	Действие ветра
7	13,9...17,1	Крепкий	Качаются толстые стволы деревьев, идти против ветра трудно
8	17,2...20,7	Очень крепкий	Ветер ломает сучья деревьев, идти против ветра очень трудно
9	20,8...24,4	Шторм	Незначительные повреждения строений
10	24,5...28,4	Сильный шторм	Значительные разрушения строений, деревья вырываются с корнем

зонту. Визуальная оценка подвижности наружного воздуха и ориентировочная — силы ветра приведены в таблице 10.

Цели занятия. Ознакомиться с приборами для контроля подвижности и охлаждающей способности воздуха в зданиях АПК. Приобрести навыки в работе с анемометрами и кататермометрами. Провести расчеты подвижности воздуха по данным анемометров, а охлаждающей способности воздуха — по данным кататермометра.

Приборы и материалы. Анемометры АСО-3, МС-13, М-61, АП-1; кататермометры, термоанемометры «ТКА-СДВ» и др.

Содержание занятия. Рассмотрим приборы для измерения скорости движения воздуха.

Термоанемометр «ТКА-СДВ» предназначен для измерения скорости воздушного потока в помещении. Диапазон определяемых скоростей воздушного потока — 0,1... 20 м/с. Принцип работы основан на преобразовании пара-

метров датчиков в числовые значения измеряемой скорости движения воздуха, с отображением результатов измерения на жидкокристаллическом индикаторе. Электрические сигналы с блока преобразователя, пропорциональные величине измеряемой скорости движения воздуха, поступают через многожильный кабель связи на вход блока обработки сигналов.

В помещениях различного назначения АПК для определения скорости воздуха используют крыльчатые анемометры. Анемометр ручной крыльчатый АСО-3 предназначен для измерения в помещениях скорости воздушного потока в пределах 0,3...5 м/с. Воспринимающей частью прибора служит крыльчатка, огражденная широким металлическим кольцом (диффузором) и соединенная со счетчиком передаточным механизмом. На счетчике предусмотрены три циферблата для снятия показаний. Включают и выключают прибор с помощью арретира (рычага).

Пример расчета

Начальное показание счетчика — 4832, конечное — 5000. Разница в показаниях: $5000 - 4832 = 168$. Время наблюдения — 100 с. Определяем число делений в 1 с: $168 : 100 = 1,68$. По графику искомая скорость движения воздуха равна 0,96 м/с.

Анемометр чашечный МС-13 предназначен для измерения скорости движения воздуха в пределах 1...20 м/с. Отличается от крыльчатого только ветроприемником, где вместо крыльчатки предусмотрена крестовина с четырьмя полыми полушариями. Правила пользования прибором и методика определения скорости воздушного потока те же, что и для крыльчатого анемометра.

Анемометр цифровой переносной АП-1 предназначен для измерения скорости воздушного потока в помещениях в диапазонах 0,3...5 и 1...20 м/с. Прибор состоит из двух первичных измерительных преобразователей: АП-1-1 соединен с цифровым измерительным прибором с помощью трехпроводного кабеля в винилхлоридной трубке через разъем; АП-1-2 имеет чашечный ветроприемник (по типу анемометра МС-13, но без циферблата), вращающийся на оси. Принцип работы аналогичен АП-1-1.

Структурная схема цифрового измерительного прибора состоит из генератора опорной частоты, счетчика, схем управления, контроля напряжения питания и индикации с усилителями мощности.

При измерении скорости движения воздуха АП-1-2 устанавливают на штангу или держатель и соединяют с цифровым измерительным прибором. Переключатель напряжения питания ставят в положение *Вкл*, при этом индикатор «1...20» должен мигать. Затем проверяют равномерность вращения ветроприемника. Через 10 с на табло должно появиться значение скорости воздушного потока.

При скорости воздушного потока менее 5 м/с от цифрового измерительного прибора отсоединяют АП-1-2 и присоединяют АП-1-1. Устанавливают крыльчатый ветроприемник навстречу воздушному потоку. При этом переключатель напряжения питания «0,3...5» должен мигать. Значение подвижности воздуха появляется на индикаторной шкале через 5 с. Анемометр работает от аккумуляторной батареи, которая заряжается от сети с напряжением 220 В в течение 15 ч.

Кататермометры (цилиндрический и шаровой) используют для определения малых скоростей движения воздуха и его охлаждающей способности. Кататермометр показывает значение охлаждения прибора (катаиндекс), которое зависит от температуры, влажности и скорости движения окружающего воздуха. Катаиндекс измеряют потерей тепла (милликалорий, млкал) прибором с 1 см² за 1 с (млкал/см²/с). Если температура воздуха будет понижаться, а влажность и скорость движения — увеличиваться, то и катаиндекс будет расти. При высоких значениях охлаждающей способности воздуха ощущается холод, при низких — чрезмерное тепло. Таким образом, с помощью кататермометра можно учесть суммарное воздействие трех важных факторов — температуры, влажности и скорости движения воздуха — в различных комбинациях.

Шаровой кататермометр применяют для измерения малых скоростей движения воздуха (0,048...2 м/с). Шкала кататермометра градуирована в пределах 33...40°С. Площадь спиртового резервуара — 27,3 см². Перед изме-

рением резервуар прибора погружают в горячую воду (65... 75°C) и ждут, пока спирт не заполнит примерно половину верхнего расширения капилляра. При этом следят за тем, чтобы в капилляре и резервуаре не было пузырьков воздуха. Резервуар прибора вытирают досуха и подвешивают вертикально в исследуемом месте помещения. Кататермометр не должен качаться. Затем начинают следить за охлаждением прибора и по секундомеру отмечают время, в течение которого столбик спирта опустился с 38 до 35°C.

Чтобы определить скорость движения воздуха по показаниям кататермометра, сначала вычисляют катаиндекс — это потери тепла с 1 см² поверхности его резервуара в 1 с по формуле

$$H = F/t,$$

где F — фактор кататермометра (обозначен на обратной стороне прибора); t — время, в течение которого столбик спирта опустился с 38 до 35°C.

В том случае, когда наблюдают охлаждение кататермометра с 40 до 33°C, катаиндекс вычисляют по формуле

$$H = \Phi(T_1 + T_2)/t,$$

где $\Phi = F : 3$ (Φ — константа кататермометра); T_1 и T_2 — начальная и конечная температура при измерении.

Во всех случаях необходимо проводить 3...5 измерений подряд и вычислять среднее значение.

Для определения скорости движения воздуха нужно знать разность (Q) между средней температурой прибора (36,5°C) и средней температурой воздуха в точке замера. Затем определяют частное от деления H/Q и по таблице 11 находят соответствующие значения скорости воздуха (v).

Пример расчета

Допустим, что столбик спирта опустился с 38 до 35°C в течение 1 мин 15 с (75 с). Средняя температура воздуха в месте нахождения прибора составила $(19,5 + 19,7) : 2 = 19,6$ °C. Следовательно, $Q = 36,5 - 19,6 = 16,9$ °C.

Фактор кататермометра равен 646, тогда $H = 646/75 = 8,61$ мкал/см²/с, а $H/Q = 8,61/16,9 = 0,51$. По таблице 11 $v = 0,48$ м/с.

Таблица 11

**Значения скорости движения воздуха
по шаровому кататермометру**

<i>H/Q</i>	<i>v</i>	<i>H/Q</i>	<i>v</i>	<i>H/Q</i>	<i>v</i>
0,33	0,048	0,50	0,44	0,67	1,27
0,34	0,062	0,51	0,48	0,68	1,31
0,35	0,077	0,52	0,52	0,69	1,35
0,36	0,09	0,53	0,57	0,70	1,39
0,37	0,11	0,54	0,62	0,71	1,43
0,38	0,12	0,55	0,68	0,72	1,48
0,39	0,14	0,56	0,73	0,73	1,52
0,40	0,16	0,57	0,80	0,74	1,57
0,41	0,18	0,58	0,88	0,75	1,60
0,42	0,20	0,59	0,97	0,76	1,65
0,43	0,22	0,60	1,00	0,77	1,70
0,44	0,25	0,61	1,03	0,78	1,75
0,45	0,27	0,62	1,07	0,79	1,79
0,46	0,30	0,63	1,11	0,80	1,84
0,47	0,33	0,64	1,15	0,81	1,89
0,48	0,36	0,65	1,19	0,82	1,94
0,49	0,40	0,66	1,22	0,83	2,03

Таблица 12

**Нормы скорости движения воздуха в животноводческих
и птицеводческих помещениях, м/с**

Наименование зданий и помещений	Расчетная в холодный и переходный периоды года	Допустимая в теплый период года
Коровники для беспривязного и привязного содержания, здания для молодняка крупного рогатого скота и скота на откорме	0,5	1,0

Продолжение табл. 12

Наименование зданий и помещений	Расчетная в холодный и переходный периоды года	Допустимая в теплый период года
Родильная, телятник, доильное отделение, манеж, пункт искусственного осеменения	0,3	0,5
Помещения для холостых и супоросных свиноматок и хряков	0,3	1,0
Помещения для ремонтного молодняка свиней и поросят-отъемышей	0,2	0,6
Помещения для откорма молодняка свиней	0,3	1,0
Помещения для опороса и содержания подсосных свиноматок с поросятами-сосунами	0,15	0,4
Помещения для содержания баранов, суягных и холостых маток, маток с ягнятами старше 10-суточного возраста, ремонтного молодняка овец, откормочного поголовья и валухов	0,2	0,4
Помещения для ягнения и содержания маток с ягнятами до 10-суточного возраста	0,2	0,4
Помещения для выращивания ягнят	0,2	0,2
Конюшни для рабочих лошадей	0,4 (0,6)*	1,2
Помещения для племенных жеребцов и кобыл	0,3 (0,5)*	1,0
Помещения для молодняка в тренинге	0,2(0,4)*	0,8
Помещения для жеребят-отъемышей	0,2 (0,3)*	0,7
Денники (в первые дни после выжеребки)	0,1 (0,2)*	0,5
Птичник для кур	0,3	0,6
Птичник для уток	0,5	0,8
Помещения для молодняка кур, уток	0,2	0,4
Помещения для содержания кроликов и нутрий	0,3	0,6

Примечание. *Первая цифра — расчетная скорость движения воздуха в холодный период, вторая — в переходный.

Таблица 13

Рекомендуемые параметры охлаждающей способности воздуха (катаиндекс), мкал/(см² · с)

Помещения и группы животных	Катаиндекс
Коровники	7,2...9,5
Телятники	6,6...8,0
Конюшня для рабочих лошадей	8,2...9,5
Свинарники для маток	6,5...8,0
Свинарники-откормочники	7,5...11,0
Для поросят-сосунов:	
0...2 сут	0,5...1,0
2...6 сут	2,0...3,0
6...9 сут	2,0...3,5
9...12 сут	3,0...5,0
12...20 сут	3,0...5,5

Цилиндрический кататермометр отличается от шарового формой спиртового резервуара и его площадью (22,6 см²). Шкала прибора градуирована в пределах 35...38°C. Последовательность при работе с этим прибором та же, что и с шаровым.

Рекомендуемые параметры скорости движения воздуха и катаиндекса в помещениях для животных приведены в таблицах 12, 13.

Т Е М А 5

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ОСВЕЩЕННОСТИ ПОМЕЩЕНИЙ
(ФОТОМЕТРИЯ),
ИНТЕНСИВНОСТИ
ИНФРАКРАСНОГО ОБЛУЧЕНИЯ
И УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

Солнечные лучи являются естественным источником лучистой энергии для земной поверхности. Лучистая энергия солнца — первичный источник других видов энергии. Поглощаясь поверхностью земли и воды, она превращается в тепловую энергию, а в зеленых растениях — в химическую энергию органических соединений. Весь поток лучистой энергии солнца называют солнечной радиацией.

Согласно *волновой теории* этот поток можно представить в виде ряда элементарных электромагнитных колебаний. Чем больше число колебаний, тем больше длина волны луча.

Однако представление об излучении как волновом процессе недостаточно для понимания некоторых свойств излучения.

Квантовая теория света объясняется следующим: тела поглощают и излучают свет не непрерывно, а отдельными порциями (квантами), величина энергии которых пропорциональна частоте волн. Кванты оптического излучения называют фотонами, и они распространяются как материальные частицы.

Эти две теории дополняют друг друга.

Биологическое действие лучей на организм животного зависит от длины волны: чем короче волны, тем чаще их колебания, тем больше энергия квантов, и тем сильнее реакция организма на их воздействие.

Спектр — это графическое изображение совокупности излучений, распространяющихся в определенной последовательности, в зависимости от длины волны.

Оптическая часть солнечного спектра:

ИК-лучи с длиной волн 340 000...760 нм;

видимая часть спектра с длиной волн 760...380 нм;

УФ-лучи с длиной волн 380...10 нм;

1 нм (нанометр) = $1 \cdot 10^{-9}$ м или 1 ммк (миллимикрон);

1 мкм (микрометр) = $1 \cdot 10^6$ м.

Оптическое излучение — это совокупность видимого света УФ- и ИК-лучей.

Состав солнечной радиации у поверхности земли: ИК-лучей — 59%, видимых лучей — 40%, УФ-лучей — 1%.

Световые величины и единицы освещенности

Международным соглашением на основе результатов физиологических работ установлена по отношению к видимым глазу излучениям следующая физическая система световых величин и единиц.

Световой поток — часть потока лучистой энергии, которая воспринимается глазом как световое ощущение. За единицу светового потока принята условная единица люмен (лм), которая испускается точечным изотропным источником, силой света, равной одной канделе, в телесный угол величиной в 1 стерадиан (ср).

Сила света — пространственная угловая плотность светового потока, излучаемого источником в определенном направлении. За единицу силы света принята в 1948 г. новая свеча, а с 1967 г. 1 кд — сила света, испускающая световой поток в один люмен.

Освещенность — поверхностная плотность падающего светового потока или отношение светового потока к площади освещаемой им поверхности. За единицу освещенности принимают люкс (лк, lx) — освещенность поверхности, которая получает равномерно распределенный световой поток в один люмен на площади в 1 м^2 .

Яркость освещения — отношение силы света к площади светящейся поверхности, выраженной в квадратных сантиметрах. За единицу яркости принимают Нит (нт, nt), $1\text{ нт} = 1\text{ кд} / 1\text{ м}^2$.

Таблица 14

Световые величины и единицы освещенности

Величины	Обозначения	Единицы	Обозначения	Формулы и связь с другими единицами
Световой поток	F	Люмен	лм	—
Сила света	j	Кандела	кд	$J = F/W$, где W — телесный угол; 1 св = 1 лм
Освещенность	E	Люкс	лк	$E = F/S$; 1 лк = 1 лм/м ²
Яркость	B	Нит	нт	1 нт = 1 кд/м ²

Коэффициент отражения — отношение светового потока, отраженного от поверхности, к световому потоку, падающему на эту поверхность.

Коэффициент пропускания — отношение светового потока, прошедшего через среду, к падающему световому потоку на эту среду.

Коэффициент поглощения — отношение светового потока, поглощенного средой, к падающему световому потоку на эту среду.

Световые величины, их обозначения и числовые показатели представлены в таблице 14.

Измерения световых величин состоят в сравнении измеряемой величины с установленной, принятой за единицу (эталон). В практической работе по световым измерениям применяются выверенные вторичные эталоны, с которыми и сравнивают исследуемые объекты по силе света, яркости и пр. Для измерения световых величин используют различные измерительные приборы: шаровой фотометр — для определения светового потока; яркомер — для измерения яркости освещения; люксметр — для измерения освещенности.

Цели занятия. Ознакомиться с методами определения искусственной и естественной освещенности животноводческих помещений. Приобрести навыки в работе с люксметрами. Ознакомиться с источниками инфракрасной и ультрафиолетовой радиации (лампы, облучатели), используемыми в зоогигиене.

Приборы и материалы. Фотометры; люксометры; УФ-метры; лампы (инфракрасные и ультрафиолетовые); облучатели (инфракрасные и ультрафиолетовые); актинометр; УФД.

Содержание занятия. Для измерения естественной и искусственной освещенности помещений и интенсивности наружного освещения пользуются различными фотометрами или люксометрами. *Люксометры* бывают визуальные и объективные.

Визуальные люксометры основаны на сравнении яркости двух половин (поверхностей) окулярного поля зрения, одна из которых освещается исследуемым источником света, а другая — стандартным источником. Однако из-за сравнения яркости освещения в этих приборах глазом точность измерения недостаточная, так как она зависит от субъективных данных исследователя.

Объективный люксометр — более портативный и удобный прибор в зоогигиенических исследованиях. Он состоит из фотоэлемента и присоединенного к нему стрелочного гальванометра со шкалой от 0 до 500 люксов. Фотоэлемент представляет собой очищенную от окислов железную пластинку, на которую нанесен слой селена, а поверх него — тонкий полупрозрачный слой золота или платины. Для защиты от воздействия химических агентов поверхность золотой или платиновой пленки нанесен слой прозрачного лака. Все составные части фотоэлемента заключены в эбонитовую оправу. Для предохранения от прямых солнечных лучей на воспринимающую поверхность фотоэлемента накладывают пластинки матового (молочного) стекла.

При воздействии световых лучей на воспринимающую часть прибора в селеновом слое на границе с золотой или платиновой пленкой возникает поток электронов, который создает фототок.

От железной пластинки и слоя золота или платины отходят к гальванометру проводники, составляющие внешнюю цепь. Фототок отклоняет стрелку гальванометра.

Угол отклонения стрелки соответствует интенсивности освещения.

При помощи объективного люксметра можно определить интенсивность освещения в пределах трех диапазонов: 0...100 люксов, 0...1000 люксов, 0...10 000 люксов, снижая чувствительность прибора в 10 и 1000 раз включением в электрическую цепь добавочных сопротивлений (шунтов) или же применяя накладки — диафрагмы, помещаемые на воспринимающую поверхность.

Люксметр помещают горизонтально на исследуемой освещенной поверхности, освобождают арретир гальванометра и корректором устанавливают его стрелку на 0. Затем нажатием кнопки включают фотоэлемент в цепь гальванометра. Возникший фототок в фотоэлементе улавливается стрелкой гальванометра. Если стрелка гальванометра выходит за пределы шкалы, то применяют шунтирование или накладки-диафрагмы (фильтры), учитывая это при расчетах освещенности.

Сейчас выпускают приборы, на которых деления шкалы нанесены в люксах.

Окончив измерение интенсивности освещения, фотоэлемент необходимо отключить от гальванометра и закрепить стрелку последнего при помощи арретира.

Прибор следует хранить в футляре. С течением времени чувствительность фотоэлемента понижается, и прибор надо периодически проверять для установления поправки. К прибору всегда прилагается подробная инструкция.

Определение естественной и искусственной освещенности животноводческих помещений

В проектной и строительной практике животноводческих и подсобных помещений применяются два вида нормирования естественной освещенности — геометрическое и светотехническое.

Геометрическое нормирование устанавливает отношение площади световых проемов (остекления) к площади пола освещаемого помещения, или световой коэффициент (СК). Норма светового коэффициента животноводческих помещений представлена в таблице 16.

Этот способ нормирования и контроля освещенности прост, но неточен, так как при одном и том же световом коэффициенте не обеспечиваются равные степени освещенности.

К тому же геометрический способ нормирования освещенности не учитывает многие важные моменты:

- световой климат местности;
- отраженный свет от потолка;
- ориентацию окон по странам света;
- затемняющее влияние противостоящих помещений;
- конструктивные особенности здания.

Оценивают освещенность отдельных площадей (участков) помещения по углу падения света и углу отверстия. Для определения угла падения измеряют два катета — расстояние от точки исследования до окна и высоту окна остекленной поверхности.

Чем больше угол, тем лучше освещенность; он должен быть не менее 27° .

Угол отверстия, образованный двумя прямыми линиями (одной, идущей от определенной точки помещения через верхний наружный край окна, и другой, идущей оттуда же, но проходящей через верхний край противоположного здания или другого предмета), должен быть больше 5° .

В основу более совершенного нормирования естественного освещения положен коэффициент естественной освещенности (КЕО), под которым понимается отношение горизонтальной освещенности внутри помещения (E) к одновременной освещенности под открытым небом (E_n) на горизонтальной плоскости, выраженное в процентах:

$$\text{КЕО} = E/E_n, \text{ или } \text{КЕО}\% = E/E_n \cdot 100.$$

Пример

При определении люксметром освещенность в помещении равна 10 люксам, на улице — 2000 люксам.

В данном случае коэффициент естественной освещенности:

$$\text{КЕО} = 10/2000 \cdot 100 = 0,5\% .$$

Коэффициент естественной освещенности помещений для животных принимается:

- при верхнем и комбинированном освещении — не менее 0,8;
- при боковом освещении (через стены) — не менее 0,5;
- в помещениях для беспривязного содержания крупного рогатого скота, в овчарнях для овец и в свинарниках для откармливаемых свиней — не менее 0,3.

Искусственное освещение животноводческих и подсобных помещений в настоящее время осуществляется электrolампами или лампами накаливания.

Таблица 15

Величина светового коэффициента

Мощность ламп, Вт	Напряжение в сети, В	
	100, 120, 127	220
До 100	2,4	2,0
100 и выше	3,2	2,5

Таблица 16

Нормативы естественного и искусственного освещения

Животноводческое помещение	Естественное освещение (через окна)		Искусственное освещение		
	СК	КЕО, %	Лампа накаливания		Газоразрядные лампы, лк
			Вт/м ²	лк	
Коровник	1:10...1:15	0,5...0,8	4...4,5	50	75
Родильное отделение	1:10...1:15	0,8...1,0	12	75	100
Телятник	1:10...1:15	0,5...0,8	3,75	50	75
Свинарник (кроме откормочника)	1:10...1:12	1,2	3,3...4,5	50	100
Свинарник-откормочник	1:15...1:20	0,5	2,6	20	50
Овчарня	1:20	0,5	3,5	30	50
Телятник	1:15	0,8	8,0	50	100

Для определения искусственного освещения подсчитывают число ламп в помещении и устанавливают их общую мощность в ваттах. Эту величину делят на площадь помещения (в м^2) и находят удельную мощность ламп в ваттах на 1 м^2 . Затем удельную мощность ламп умножают на коэффициент (табл. 15), означающий количество люксов, которому соответствует удельная мощность, равная 1 Вт на 1 м^2 ; в итоге получают освещенность в люксах.

Пример

Площадь коровника 800 м^2 освещается 24 лампами по 60 Вт , напряжение в сети — 120 V . В данном случае удельная мощность ламп:

$$24 \cdot 60 / 800 = 1,8 \text{ Вт/м}^2.$$

Освещенность:

$$1,8 \cdot 3,2 = 5,76, \text{ или округленно } 6 \text{ лк.}$$

Нормы мощности электрического освещения в животноводческих помещениях (Вт/м^2):

- для крупного рогатого скота — $2,4 \dots 4,5$;
- в свинарниках — откормочниках — не более 2;
- в птичниках — 3.

Освещенность электрическими лампами на плоскости пола (лк):

- в помещениях для содержания животных — не менее 5;
- в доильных помещениях — не менее 10;
- в помещениях пункта искусственного осеменения — $50 \dots 70$;
- в бытовых помещениях для персонала — не менее 25.

Также нормы приведены в таблице 16.

Определение ультрафиолетовой радиации

Ультрафиолетовые лучи входят в состав солнечной лучистой энергии и обладают биологическим действием. Им свойственно также антирахитическое и бактерицидное действие.

Ультрафиолетовые лучи способны вызывать эритему кожи, дерматиты и заболевание глаз.

В зависимости от широты местности и периода года степень ультрафиолетовой радиации солнца неодинакова, что необходимо учитывать при профилактическом облучении животных (птиц) искусственными ультрафиолетовыми лучами.

Для определения ультрафиолетовой радиации предложены разные методы: фотохимические, фотоэлектрические и термоэлектрические.

Фотохимические методы измерения ультрафиолетовой радиации основаны на способности ультрафиолетовых лучей разлагать некоторые химические соединения. По степени разложения последних судят об интенсивности ультрафиолетовой радиации.

1. Определение ультрафиолетовой радиации тиосульфатом натрия. Метод основан на разложении йодистого калия под влиянием ультрафиолетовых лучей. При этом количество выделившегося свободного йода пропорционально интенсивности ультрафиолетовой радиации. В качестве реактива берут смесь из равных частей 1% -ного КJ и 5% -ного HCl. Эту смесь облучают в сосуде с верхним кварцевым стеклом. Чтобы избежать окисляющего действия озона, образующегося в атмосфере под влиянием ультрафиолетовых лучей, во время облучения через сосуд с реактивом пропускают углекислый газ. Выделившийся йод оттитровывают 0,0025% -ным раствором тиосульфата натрия. Каждые 10 мл раствора тиосульфата натрия, пошедшие на титрование, принимают за единицу ультрафиолетовой радиации.

2. Определение ультрафиолетовой радиации щавелевой кислотой. Этот метод основан на способности щавелевой кислоты в присутствии солей уранила разлагаться под влиянием ультрафиолетовой радиации. Величину радиации в относительных единицах определяют по количеству разложившейся щавелевой кислоты. Применяя разные концентрации солей уранила, можно по разложению щавелевой кислоты (в мг) характеризовать воздействие всей ультрафиолетовой области солнечного спектра (в пределах 290...400 нм) или только коротковолновой части его (в пределах 290...350 нм).

Приборы и реактивы для определения величины солнечной ультрафиолетовой радиации

Кварцевые пробирки высотой 150 мм и диаметром 25 мм снаружи покрывают светонепроницаемой оболочкой с кольцевым световым окном в средней части пробирки. Для затемнения пробирки употребляют черную фотографическую бумагу (обертку пластинок или рентгенопленки). Чтобы бумажную оболочку пробирки сделать устойчивой к атмосферным осадкам, ее покрывают эмалевой краской. Световое продольное окно вырезают высотой от 3 до 45 мм, в зависимости от намечаемой продолжительности экспозиции наблюдений и от предполагаемой интенсивности ультрафиолетового излучения в местности, где ведут наблюдения, а также от сезона исследований. Величина поверхности светового отверстия в оболочке пробирки (S) определяется микрометром по ширине окна (h) и наружному диаметру стекла (d) по формуле

$$S = h \cdot d \cdot \pi.$$

Реактив 1: 6,3 г щавелевой кислоты и 5,02 г азотно-кислого уранила на 100 мл дистиллированной воды — для всей ультрафиолетовой области.

Реактив 2: 6,3 г щавелевой кислоты и 0,502 г азотно-кислого уранила в 1000 мл дистиллированной воды — для волн длиной 290...350 нм.

Реактив 3: 6,3 г химически чистой щавелевой кислоты на 1000 мл дистиллированной воды — для установления титра марганцовокислого калия в миллиграммах щавелевой кислоты.

Реактив 4: 0,1% -ный раствор марганцовокислого калия.

Реактив 5: 60 мл концентрированной серной кислоты в 1000 мл дистиллированной воды — для подкисления титруемых растворов.

Реактивы 1 и 2 нужно хранить в посуде из темного стекла в шкафу без доступа света. До начала работы и периодически во время работы эти реактивы титруют для определения количества щавелевой кислоты. При правильном хранении растворов достаточно проверять титр один раз в неделю.

Ход определения величины солнечной ультрафиолетовой радиации

В кварцевую пробирку наливают 50 мл 1-го или 2-го реактивов и плотно закрывают пробкой, в центре которой должно быть отверстие диаметром 2 мм для выхода углекислого газа, образующегося при разложении щавелевой кислоты. Наполненные пробирки к месту исследования доставляют в светонепроницаемом футляре.

Пробирки (в штативах) устанавливают в точке определения интенсивности ультрафиолетовой радиации так, чтобы световое окно пробирки не затемнялось в течение всего времени наблюдений.

По окончании наблюдения пробирки снова ставят в футляр и переносят в лабораторию для титрования. Содержимое пробирки выливают в колбу на 200...500 мл, в которую налито 50 мл реактива 5 (раствора серной кислоты). В эту же колбу сливают и воду, которой ополаскивали пробирки; количество воды не должно превышать 10 мл.

Содержимое колбы нагревают до 50...60°C и титруют в горячем виде реактивом 4. 1 мл этого реактива соответствует 6,3 мг щавелевой кислоты.

Пример расчета

Для титрования 50 мл реактива 1 до начала работы было израсходовано 49,2 мл 0,1% -ного раствора марганцовокислого калия (реактива 4), а после облучения — 26,2 мл.

Таким образом, количество щавелевой кислоты, разложившейся под влиянием ультрафиолетовой радиации, равно разнице в расходе реактива 4 на титрование реактива 1 до облучения и после него, или $49,2 - 26,2 = 23$ мл, или $6,3 \cdot 23 = 144,9$ мг щавелевой кислоты. Этой величиной и выражается сумма ультрафиолетового излучения на всю поверхность светового окна за период наблюдений.

Например, если площадь светового окна была равна $5,86 \text{ см}^2$, а продолжительность наблюдений — 8 ч, то интенсивность ультрафиолетовой радиации в час на 1 см^2 будет

$$144,9/5,86 \cdot 8 = 3,09 \text{ мг щавелевой кислоты.}$$

Из фотохимических методов заслуживает внимания также *литопонный метод*, заключающийся в том, что литопон (белая цинковая краска) в присутствии уксуснокислого свинца темнеет под действием ультрафиолетовых лучей, обуславливающих выделение из краски металлического цинка. По степени потемнения краски определяют ультрафиолетовую радиацию (в мг кал/см²).

Фотоэлектрические методы определения ультрафиолетовой радиации основаны на измерении фототока в фотоэлементе при облучении его ультрафиолетовыми лучами. Сила возникающего фототока измеряется чувствительным гальванометром.

Измерение УФ-облученности сельскохозяйственных животных (птиц)

В практике животноводства существенное значение имеет установление оптимальных доз профилактического ультрафиолетового облучения. До последнего времени эти дозы устанавливались по времени без учета старения ламп, колебания напряжения в электросети, расстояния от источника до животных и других факторов. Сложна и неприемлема также система дозирования в биодозах, т. е. по определению минимального облучения, при котором обнаруживается реакция организма (покраснение кожи и другие признаки).

В настоящее время созданы измерительные приборы — уфиметры и уфидозиметры, позволяющие перейти от учета облучения по времени к более точному — по плотности эритемного потока, падающего на животное, и установлению доз облучения как в энергетических (ватт или микроватт), так и в биологических (эритемных) единицах (эр, миллиэр).

Уфиметр УФ-1 — высокочувствительный переносный фотоэлектрический прибор, предназначенный для измерения бактерицидной и эритемной ультрафиолетовой облученности от искусственных источников (бактерицидные лампы, эритемные лампы, лампы ПРК и др.).

Приемником ультрафиолетового облучения служит вакуумный фотоэлемент с магнитным катодом в колбе из

увиолевого стекла. Бактерицидная облученность измеряется прибором без фильтра. При эритемной облученности используют фильтр БС-3, отрезающий коротковолновую часть спектра. Ток фотоэлемента усиливается электрометрической лампой 1Э1П (включенной по мостовой схеме), обеспечивающей стабильность показаний прибора независимо от небольших изменений тока питания лампы. Измеряемую величину отсчитывают по стрелочному микроамперметру М-24 со шкалой на 100 мка.

Прибор градуируется или в энергетических единицах ($\text{мВт}/\text{м}^2$), или в эритемных единицах ($\text{мб}/\text{м}^2$ и $\text{мэр}/\text{м}^2$) отдельно для каждого типа искусственных источников.

В приборе имеется пять диапазонов измерений с десятикратным возрастанием чувствительности. Полное отклонение стрелки прибора при наибольшей чувствительности происходит при токе фотоэлемента 2-10-11, что соответствует эритемной облученности 3 $\text{мэр}/\text{м}^2$ или бактерицидной облученности 0,5 $\text{мб}/\text{м}^2$.

Для установления доз облучения всю площадь, где размещаются животные, делят, в зависимости от величины помещения, на 4, 8, 12 и более одинаковых квадратов или прямоугольников. Измерение ультрафиолетового облучения проводят в центре каждого отдельного квадрата или прямоугольника на высоте животного или птицы. Учитывают продолжительность времени за период облучения, в течение которого животные лежат и стоят. По средним данным облученности и продолжительности горения ламп устанавливают дозу облучения.

Под фотометрией понимают измерение силы света, естественной и искусственной освещенности и яркости. Для фотометрии используют люксометры (фотометры) Ю-16, Ю-116 типа ИКП, «ТКА-Люкс» и др. Эти приборы градуированы в люксах (лк).

Люксометр «ТКА-Люкс» предназначен для измерения освещенности, создаваемой любыми источниками излучения. Диапазон измерения — 1...200 000 лк, масса прибора — 0,4 кг.

Прибор комбинированный для измерения оптического излучения модели ТКА-01/3 предназначен для измере-

ния освещенности (в лк) в видимой части спектра и энергетической освещенности (в мВт/м²).

Прибор состоит из фотометрической головки и блока обработки сигнала, связанных между собой многожильным гибким кабелем. В фотометрической головке расположены фотоприемные устройства, чувствительные в ультрафиолетовом и видимом диапазонах, температуры воздуха, относительной влажности воздуха; освещенности, энергетической освещенности УФ-излучения в диапазоне 280...400 нм, температуры и относительной влажности воздуха.

УФ-радиометр ТКА-АВС предназначен для измерения энергетической облученности в трех спектральных диапазонах УФ-А (315...400 нм), УФ-В (280...315 нм), УФ-С (200...280 нм). Диапазон измерения энергетической освещенности — 1...40 000 мВт/м². Масса прибора — 0,39 кг.

Т Е М А 6

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
УРОВНЯ ШУМА**

Шум представляет собой сочетание звуков в диапазоне частот 16...20 000 Гц. К физическим свойствам шума относят звуковое давление, уровень, частоту, звуковую энергию и ее плотность.

В зависимости от характера шума его частота может быть различной. По частоте шумы бывают низкочастотные (ниже 300 Гц), среднечастотные (300... 800 Гц) и высокочастотные (выше 800 Гц), по временным характеристикам — постоянные и непостоянные.

В свою очередь, непостоянные разделяют на колеблющиеся во времени, прерывистые, импульсные.

Для характеристики интенсивности шума принята измерительная система, учитывающая приближенную логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием, — шкала бел.

Логарифмическую единицу, отражающую десятикратную степень увеличения интенсивности одного звука над уровнем другого, называют в акустике белом (Б). Для удобства обычно пользуются децибелом (1 дБ = 10 Б), который примерно соответствует минимальному приросту силы звука, различаемого ухом.

Шум в помещениях создается в результате работы технологического оборудования: вентиляционно-отопительных агрегатов; механизмов и машин для доения, подго-

товки кормов, кормораздачи, уборки навоза, помета работы оборудования, используемого для переработки сырья животного происхождения и др., а также за счет самих животных.

При работе машин и механизмов возникает вибрация — механические колебательные движения. Различают вибрацию местную и общую. Встречаются и комбинированные формы воздействия, т. е. сочетание общей и местной вибраций.

Ультразвук — это механическое колебание упругой среды, обладающее определенной энергией. Его физическая природа не отличается от слышимого звука. Ультразвук характеризуется более высокой частотой, превышающей верхний порог слышимости. Частота колебаний ультразвуковых волн находится в пределах 15...20 кГц до 1 ГГц (гиперзвук). Аналогично звуковым, ультразвуковые волны характеризуются длиной волны, частотой и скоростью распространения, а также величиной, определяющей интенсивность или силу звука.

Инфразвук — это упругие волны, аналогичные звуковым, но частота их колебаний находится на уровне ниже слышимых человеком частот. Верхняя их граница находится в пределах 16...20 Гц, нижняя не определена. Источником инфразвуковых колебаний в природе являются турбулентные токи атмосферы, грозовые разряды, землетрясения.

Цели занятия. Ознакомиться с приборами для контроля уровня шума, измерения вибрации в помещениях (устройство и эксплуатация).

Приборы и материалы. Шумометры; виброметры; вибрографы; анализаторы спектра шума различных конструкций.

Содержание занятия. Для измерения уровня шума в помещениях и при оценке шумозаглушающих средств используют шумометры ИШВ-1, Ш-ЗМ и анализатор спек-

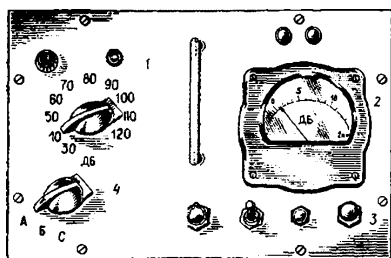


Рис. 3
Шумомер Ш-3М:

1 — переключатель уровня шума; 2 — гальванометр-индикатор; 3 — включатель прибора; 4 — переключатель контроля питания.

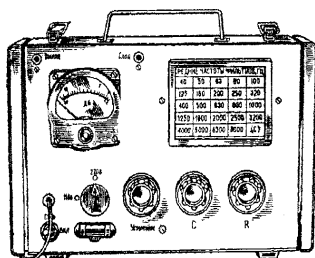


Рис. 4
Анализатор спектра шума
АШ-2М

тра шума или его частоты АШ-2М (рис. 3, 4). Указанные шумомеры позволяют измерять уровни шума в пределах 25...130 дБ в диапазоне частот от 40 до 10 000 Гц. Принцип действия шумомера заключается в преобразовании микрофоном акустических сигналов в электрические. Для измерения ультразвука могут быть использованы шумомер Ш-63, анализатор спектра шума АШ-2 ЛИОТ.

Т Е М А 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОИОНОВ

В природе аэроионы возникают в результате естественного радиоактивного излучения веществ, находящихся в воздухе и почве, а также под влиянием солнечной радиации. Аэроионы могут быть положительными, отрицательными, легкими, средними и тяжелыми. В воздухе животноводческих помещений при высокой запыленности, повышенной концентрации вредных газов и водяных паров повышается содержание тяжелых и легких положительно заряженных аэроионов, которые отрицательно влияют на организм животных.

Цели занятия. Ознакомиться с основами гигиенической оценки аэроионов.

Приборы и материалы. Счетчики аэроионов различных конструкций.

Содержание занятия. Концентрацию легких и тяжелых ионов в воздухе помещений для животных определяют универсальным счетчиком ИТ-6914. Он имеет широкий диапазон предельных подвижностей, что позволяет его применять для изучения спектрального распределения аэроионов. Технические данные изложены в инструкции к счетчику. Эксплуатируют прибор при температуре

воздуха в пределах 10...30°C и относительной влажности до 99%.

Содержание аэроионов определяют в зоне дыхания животных. Для получения точных данных об ионном составе воздуха желательно проводить до трех измерений каждого знака заряда легких и тяжелых ионов. Концентрацию аэроионов в помещениях для животных можно также определять счетчиками СИ-1, САИТГУ-66 и др. Аэроионы регистрируют по количеству электричества, протекающего внутри конденсатора, и по оседающим на нем ионам воздуха за определенный период времени. Число ионов в 1 см³ исследуемого воздуха (W_e) вычисляют по формуле

$$W_e = (C + C_{эл}) \cdot (V_t - V) / 300 fte,$$

где $(C + C_{эл})$ — общая емкость конденсатора и электрометра со всеми проводами (10 см — для конденсаторов легких ионов, 100 см — для тяжелых); V_t и V — потенциалы электрометра, отсчитываемые в начале и в конце измерения, В; f — объемная скорость проходящего через конденсаторы воздуха, см/с; t — время отсчета электрометра, с; e — элементарный заряд электрона $4,87 \cdot 10^{10}$.

Т Е М А 8

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА**

В воздухе постоянно содержится то или иное количество механически взвешенных плотных частиц, образующих в совокупности воздушную пыль, называемую аэрозолями. Последние представляют собой аэродисперсную систему, состоящую из дисперсной среды (воздух). В атмосферном воздухе пыли содержится примерно от 0,25 до 25 мг/м³ воздуха.

Размеры частиц аэрозолей:

- пыль — диаметр частиц >10 мк; оседают в неподвижном воздухе с возрастающей скоростью;
- облака и туманы — диаметр частиц от 10 до 0,1 мк; оседают в неподвижном воздухе с постоянной скоростью, зависящей от их размера и массы;
- дым — частицы от 0,1 до 0,001 мк; приближаются по своим размерам к молекулам, находятся в интенсивном броуновском движении и практически не оседают.

Цели занятия. Ознакомиться с методами определения запыленности воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях.

Приборы и материалы. Аспираторы различных конструкций; пылесчетчики; бумажные фильтры; фильтродержатели; электронные весы с разновесами; микроскоп с микрометрической сеткой.

Содержание занятия. Для характеристики загрязненности воздуха пылью учитывают количество содержащейся в нем пыли и ее дисперсность. Существует два метода определения запыленности: весовой и седиментационный.

Основной и наиболее точный — *весовой метод*. Пробу воздуха протягивают аспиратором через фильтры, на которых задерживается пыль, вследствие чего их масса увеличивается. По разности массы фильтра до и после протягивания пробы воздуха судят о степени запыленности. Концентрацию пыли выражают в миллиграммах на кубический метр воздуха ($\text{мг}/\text{м}^3$). Фильтры АФА-ВП не гигроскопичны, хранятся в отдельных пакетах из кальки. Перед использованием их вынимают, складывают пополам с помощью пинцета, взвешивают и вновь помещают в пакет. Для пробы воздуха фильтр вынимают из пакета, расправляют и вкладывают в специальный патрон (аллонж) из металла или пластмассы, который затем присоединяют к аспиратору. По окончании отбора пробы фильтр из патрона вынимают, складывают вдвое (загрязненной поверхностью внутрь) и взвешивают.

Пример расчета

Первоначальная масса фильтра равна 128,64 мг, после просасывания 100 л воздуха — 129,76 мг. Концентрацию пыли в воздухе рассчитывают по формуле

$$x = (129,76 - 128,64)1000/100 = 11,2 \text{ мг}/\text{м}^3.$$

Седиментационный метод основан на собирании пыли на определенной поверхности (обычно липкой) путем естественного оседания. Существуют пылесчетчики различных конструкций: В. М. Матусевича, Оуенса и т. д.

Имеются фотометрические методы исследования воздуха, в том числе метод поточной ультрамикроскопии. Для этого применяют прибор ВДК, который определяет число частиц и дисперсность аэрозоля.

Для установления размера (дисперсности) твердых аэрозольных частиц (пыли) и их частичной концентрации готовят пылевой препарат, пропуская определенный объем воздуха через фильтры АФА-ДП. Пылевые частицы исследуют под микроскопом.

Т Е М А 9

**САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУХА**

В воздухе практически всегда содержатся различные микроорганизмы. Частицы пыли хорошо сорбируют микроорганизмы, поэтому между микробной загрязненностью воздуха и запыленностью существует прямая зависимость: чем выше запыленность воздуха в помещении и выше его подвижность при наличии животных-бактерионосителей инфекционных болезней, тем больше риск (особенно при кашле, чихании, фыркании и т. д.) распространения этих болезней.

Заражение животных инфекционным началом через воздух называют аэрогенным (воздушным). В зависимости от характера носителей инфекции, она бывает пылевой и капельной. Пылевая инфекция предполагает поступление инфекционного начала вместе с инфицированной пылью, т. е. такая пыль представляет собой твердую аэрозоль. Капельная характеризуется поступлением с вдыхаемым воздухом инфекционного начала, заключенного в мельчайшие капельки жидкости (слизь, экссудат, слюна и др.) — это жидкие аэрозоли. По сравнению с пылевой (твердо-аэрозольной) инфекцией этот путь заражения более опасен.

Цели занятия. Ознакомиться с методами определения общей микробной обсемененности воздуха животноводческих помещений.

Приборы и материалы. Прибор Кротова; чашки Петри с твердыми питательными средами; пробоотборник аэрозольный бактериологический (ПАВ-1).

Содержание занятия. При оценке санитарного состояния воздуха помещений определяют общее микробное число или количество мезофильно-аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ), наличие спор плесневых и дрожжевых грибов, присутствие санитарно-показательных микроорганизмов (кокковая группа, протей и бактерии из группы кишечных палочек — БГКП).

Все методы отбора проб на микробную обсемененность можно разделить на седиментационные и аспирационные.

Седиментационный метод предложен Кохом и заключается в способности микроорганизмов под влиянием движения воздуха (вместе с частицами пыли и капельками аэрозоля) оседать на поверхности питательной среды (в открытые чашки Петри). При выявлении санитарно-показательных микробов используют:

- среду Гарро для обнаружения стрептококков;
- молочно-солевой агар — для стафилококков;
- среду Эндо — для кишечной микрофлоры;
- среду Чапека или Сабуро — для спор грибов;
- мясопептонный агар (МПА) — для общей микробной обсемененности.

При определении микробной обсемененности чашки с питательной средой оставляют открытыми на 5...10 мин или более продолжительное время в зависимости от степени предполагаемого загрязнения.

Затем чашки закрывают и помещают в термостат (при температуре 37°C на 2 сут — для бактерий, при температуре 20...25°C на 10 сут — для грибов). По истечении определенного времени подсчитывают число выросших колоний микроорганизмов с помощью счетных камер, приборов для подсчета колоний.

Седиментационный метод имеет ряд недостатков: на поверхности среды оседают только грубодисперсные фрак-

ции аэрозоля, нередко колонии образуются не из единичной клетки, а из скопления микробов; на применяемых питательных средах вырастает только часть воздушной микробиоты.

Аспирационный метод более совершенен. Он основан на принудительном осаждении микроорганизмов из воздуха на поверхность плотной питательной среды или в улавливающую жидкость (мясопептонный бульон, буферный раствор, изотонический раствор хлорида натрия и др.). Наиболее удобны прибор Кротова и аэрозольный бактериологический пробоотборник (ПАБ-1). Принцип работы прибора Кротова основан на том, что воздух проходит через клиновидную щель в крышке прибора и ударяется о поверхность питательной среды. При этом частицы аэрозоля и пыли прилипают к среде, а вместе с ними и находящиеся в воздухе микроорганизмы. Чашку Петри с тонким слоем среды укрепляют на вращающемся столике прибора, что обеспечивает равномерное распределение микробов на поверхности. После отбора пробы с определенной экспозицией чашки вынимают, закрывают крышкой и помещают в термостат.

Использование ПАБ-1 основано на принципе электростатического осаждения аэрозольных частиц из воздуха при прохождении его через прибор, в котором эти частицы получают электрический заряд и осаждаются на электродах с противоположным знаком. На электродах для улавливания аэрозолей помещают в горизонтальном положении металлические поддоны с твердыми средами в чашках Петри или с жидкой питательной средой (10...15 мл). Этот прибор рекомендуют применять для исследования больших объемов воздуха при обнаружении условно патогенных и патогенных микроорганизмов, например при исследовании атмосферного воздуха в зоне животноводческих предприятий, в приточно-вытяжной вентиляции.

При определении микробного числа методом седиментации по Коху подсчитывают число колоний на средах в чашках Петри. Для определения микробной обсемененности воздуха используют фильтры АФА-БП. Анализ проводят посредством улавливания аэрозольных частиц из

определенного объема воздуха, т. е. просасывают воздух через фильтры. Промывают фильтр физиологическим раствором и делают посев осадка на питательные среды.

Для индикации и идентификации конкретных возбудителей используют методы микробиологического анализа, ДНК- и иммунодиагностики.

Микробиологический метод основан на отборе проб воздуха с помощью импакторов, в которые помещены чашки Петри с твердыми питательными средами. После подращивания бактериальных культур на твердых питательных средах последние пересеивают на селективные питательные среды.

Далее проводят микроскопические исследования, иммунологическое тестирование (специфичной сыворотки) и анализ показателей.

Среди методов иммунодиагностики чаще всего используют иммуноферментный анализ (ИФА), иммунохроматографию и иммуномикрочиповую технологию.

Иммуноферментный анализ заключается в реакции выделенных культур микроорганизмов с антителами, определяющей видовую и штаммовую специфичность. При этом используют поликлональные и моноклональные антитела. Чаще всего применяют твердофазный иммуноферментный анализ. На твердую фазу (дно лунок полистироловых планшетов) сорбируются выделенные бактерии. При добавлении соответствующих меченных (например, биотином) антител в случае их специфичности происходит связывание их с антигенами сорбированных бактерий. Далее добавляют *конъюгат* — стрептавидин-фермент, который имеет большое сходство с биотином и связывается с ним, образуя комплекс. Затем добавляют субстрат и краситель, в результате чего субстрат разлагается и связывается с красителем; происходит окрашивание лунок. Результаты реакции определяют по степени окрашивания по отношению к контролю визуально или с помощью вертикального фотометра в видимом спектре поглощения. Интенсивность окрашивания при прямом иммуноферментном анализе прямо пропорциональна концентрации антигена.

При обратном ИФА в лунки планшета иммобилизуются меченые антитела (конъюгированные с ферментом). После каждой стадии проводят отмывку от неспецифической сорбции и несвязавшихся реагентов.

Иммунохроматографическая методика также основана на реакции антиген — антитело, проходящей на мембранах, и окрашивании конъюгатов с помощью наночастиц коллоидного золота. Антитела и коллоидное золото предварительно иммобилизуют на мембраны стрипов (тест-систем).

После диффузии исследуемых бактериальных антигенов и наночастиц коллоидного золота до полосы с иммобилизованными специфичными антителами в случае положительной реакции образуется окрашенный конъюгат.

Иммуномикрочиповая технология заключается в следующем. Для проведения исследования на наличие бактериальных антигенов используют тест-систему и сканирующий хемилюминометр *Randox evidence investigator*. В основе лежит технология *Randox Biochip*, представляющая собой твердофазный носитель с размещенными на нем в определенном порядке тестовыми зонами, на которых иммобилизованы антитела, специфичные к различным бактериальным антигенам. Повышение концентрации бактериальных антигенов приводит к уменьшению связывания специального реагента — конъюгата, содержащего фермент пероксидазу и субстрат с хемилюминесцентной меткой, в результате можно наблюдать снижение интенсивности хемилюминесценции. Световой сигнал, генерируемый каждой из тестовых зон биочипа, определяется при помощи цифрового изображения и сравнивается с полученной ранее калибровочной кривой. Конечный результат регистрируется с помощью хемилюминометра.

ТЕМА 10

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ДИОКСИДА УГЛЕРОДА
(УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА) В ВОЗДУХЕ**

В воздухе помещений при скученном содержании животных, неудовлетворительной работе вентиляционной системы и несистематической уборке навоза возрастает концентрация вредных газов, в частности CO_2 , в результате чего снижаются устойчивость животных к болезням и их продуктивность. По содержанию углекислого газа в воздухе помещений можно судить о санитарном состоянии помещений в целом.

Концентрацию вредно действующих газов в воздухе выражают в миллиграммах на литр (мг/л) или в миллиграммах на кубический метр (мг/м³). Встречаются и другие обозначения концентрации газов: в объемных процентах (об. %), т. е. число объемов в 100 объемах воздуха, например 1 мл в 100 мл; в промиллях (‰), т. е. число объемов в 1000 объемах воздуха, например 1 мл в 1 л. Эти единицы находятся между собой в следующем соотношении: 1 об. % = 10‰.

1 мг аммиака при нормальных условиях (°С и мм рт. ст.) занимает объем 1,317 мл, а 1 мл имеет массу 0,7714 мг; 1 мг сероводорода при нормальных условиях занимает объем 0,65 мл, а 1 мл имеет массу 1,54 мг; 1 мг диоксида углерода при нормальных условиях занимает объем 0,509 мл, а 1 мл имеет массу 1,96 мг.

Для приведения объема воздуха ($V_{\text{возд}}$) к нормальным условиям (при 0°С и 760 мм рт. ст.) используют формулу

$$V_{\text{возд}} = V_0 / (B/760) / (1 + at),$$

где $V_{\text{возд}}$ — объем воздуха, приведенный к нормальным условиям, мл; V_6 — объем исследуемого воздуха, мл; B — показания барометра в момент исследования, мм рт. ст.; 760 — нормальное атмосферное давление, мм рт. ст.; a — коэффициент расширения газов, равный 0,003667; t — температура воздуха в момент взятия пробы, °С.

Расчет по вышеприведенной формуле можно упростить. Если рассматривать выражение $1 + at$ как поправку на температуру, а выражение $B/760$ — как поправку на атмосферное давление, то по таблице 17 можно найти соответствующий коэффициент (K), который умножают на объем исследуемого воздуха и получают цифровое значение, приведенное к нормальным условиям:

$$V_{\text{возд}} = VK.$$

Таблица 17

Коэффициенты приведения единицы объема исследуемого воздуха к объему при 0°С и 760 мм рт. ст.

Температура, °С	Давление, мм рт. ст.								
	780	775	770	765	760	755	750	745	740
-5	1,0454	1,0387	1,0321	1,0254	1,0186	1,0119	1,0052	1,9986	1,9918
0	1,0263	1,0197	1,0320	1,0066	1,0000	0,9934	0,9868	0,9803	0,9737
1	1,0225	1,0159	1,0095	1,0029	0,9963	0,9897	0,9832	0,9767	0,9701
2	1,0189	1,0123	1,0059	0,9993	0,9927	0,9862	0,9796	0,9732	0,9666
3	1,0151	1,0089	1,0022	0,9956	0,9891	0,9826	0,9761	0,9696	0,9631
4	1,0114	1,0049	0,9985	0,9920	0,9855	0,9790	0,9725	0,9661	0,9596
5	1,0079	1,0014	0,9950	0,9885	0,9820	0,9755	0,9691	0,9627	0,9562
6	1,0042	0,9977	0,9914	0,9849	0,9785	0,9720	0,9656	0,9592	0,9527
7	1,0006	0,9941	0,9878	0,9814	0,9749	0,9685	0,9621	0,9557	0,9493
8	0,9971	0,9907	0,9844	0,9779	0,9715	0,9651	0,9587	0,9524	0,9460
9	0,9935	0,9871	0,9808	0,9744	0,9680	0,9617	0,9553	0,9490	0,9426
10	0,9900	0,9836	0,9773	0,9710	0,9646	0,9582	0,9519	0,9456	0,9392
11	0,0986	0,9802	0,9739	0,9676	0,9613	0,9549	0,9486	0,9423	0,9360
12	0,9830	0,9767	0,9705	0,9642	0,9578	0,9515	0,9452	0,9390	0,9327
13	0,9797	0,9734	0,9672	0,9609	0,9546	0,9483	0,9420	0,9358	0,9295
14	0,9762	0,9699	0,9638	0,9575	0,9514	0,9449	0,9386	0,9333	0,9262
15	0,9728	0,9665	0,9604	0,9541	0,9479	0,9416	0,9353	0,9282	0,9229

Продолжение табл. 17

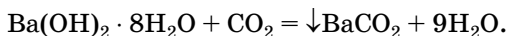
Температура, °С	Давление, мм рт. ст.								
	780	775	770	765	760	755	750	745	740
16	0,9695	0,9632	0,9571	0,9509	0,9446	0,9384	0,9322	0,9260	0,9198
17	0,9661	0,9599	0,9538	0,9476	0,9413	0,9351	0,9289	0,9228	0,9166
18	0,9628	0,9566	0,9505	0,9443	0,9381	0,9318	0,9257	0,9196	0,9134
19	0,9595	0,9533	0,9473	0,9411	0,9349	0,9288	0,9226	0,9165	0,9103
20	0,9562	0,9501	0,9440	0,9378	0,9317	0,9255	0,9194	0,9133	0,9072
21	0,9529	0,9468	0,9408	0,9346	0,9285	0,9224	0,9162	0,9102	0,9041
22	0,9498	0,9436	0,9376	0,9315	0,9254	0,9193	0,9132	0,9072	0,9011
23	0,9465	0,9404	0,9344	0,9283	0,9222	0,9162	0,9101	0,9041	0,8980
24	0,9433	0,9372	0,9312	0,9252	0,9191	0,9130	0,9070	0,9010	0,8949
25	0,9401	0,9340	0,9281	0,9220	0,9160	0,9099	0,9039	0,8919	0,8919
30	0,9246	0,9186	0,9128	0,8068	0,8009	0,8849	0,8890	0,8831	0,8772

Цели занятия. Изучить методы определения диоксида углерода в воздухе животноводческих помещений.

Приборы и материалы. Калиброванная бутылка с широким горлом на 1 л с пробкой, имеющей два отверстия, в которые плотно вставлены стеклянные палочки; бюретки; колба на 50 мл; резиновая груша или велосипедный насос для нагнетания воздуха в бутылку; барометр; термометр; раствор гидроксида бария, 1 мл которого способен поглотить 1 мг CO₂; раствор щавелевой кислоты, 1 мл которого соответствует 1 мг CO₂; 1% -ный спиртовой раствор фенолфталеина; шприц на 10 мл с набором игл и резиновой трубкой; пробирка для поглотительных сред или колбы на 30 мл; градуированная пипетка на 10 мл; 25% -ный раствор нашатырного спирта; 1% -ный спиртовой раствор фенолфталеина.

Содержание занятия. Суть титрометрического метода состоит в поглощении диоксида углерода раствором гидроксида бария с последующим титрованием избытка последнего раствором щавелевой кислоты. По изменению титра гидроксида бария вычисляют концентрацию диоксида углерода во взятом объеме исследуемого воздуха.

Реакция между диоксидом углерода и реактивом:



Для определения навески гидроксида бария исходят из того, что относительная молекулярная масса гидроксида бария равна 315,5, а диоксида углерода — 44. Следовательно, для приготовления раствора необходимо взять 7,17 г (315,5:44) гидроксида бария и растворить в 1 л дистиллированной или кипяченой воды, свободной от диоксида углерода.

Относительная молекулярная масса щавелевой кислоты равна 126, а диоксида углерода — 44. Следовательно, 126 г щавелевой кислоты эквивалентны 44 г диоксида углерода. Для получения раствора надо взять навеску 2,863 г (126:44) щавелевой кислоты и растворить в 1 л дистиллированной воды.

В ходе анализа проверяют титр раствора чистого гидроксида бария. В колбу из бюретки наливают 20 мл раствора гидроксида бария, добавляют 2 капли раствора фенолфталеина и титруют раствором щавелевой кислоты до полного обесцвечивания. Затем проверяют титр использованного раствора гидроксида бария, в калиброванную бутылку набирают исследуемый воздух, закрывают пробкой с двумя отверстиями, в которые плотно вставлены стеклянные палочки. При взятии пробы отмечают температуру и атмосферное давление воздуха. Перед анализом вынимают палочки и через одно из отверстий в пробке вливают в бутылку из бюретки 20 мл титрованного раствора гидроксида бария. Стеклянные палочки снова вставляют в пробку. Раствор гидроксида бария в бутылке энергично встряхивают в течение 10 мин, чтобы он соприкоснулся со всем объемом исследуемого воздуха (раствор мутнеет). После этого из пробки вынимают одну палочку и через

отверстие добавляют в бутылку 2 капли раствора фенолфталеина, тогда содержимое окрашивается в красный цвет. Вынув вторую палочку и вставив в отверстие конец бюретки с раствором щавелевой кислоты, титруют раствор до обесцвечивания. По разности между количеством миллилитров раствора щавелевой кислоты, израсходованным при первом и втором титрованиях раствора гидроксида бария, определяют содержание диоксида углерода в исследуемом воздухе.

Пример 1

Предположим, что на титрование 20 мл раствора гидроксида бария было израсходовано раствора щавелевой кислоты в первый раз 22,7 мл, во второй — 16,5 мл. Объем бутылки — 1105 мл. Атмосферное давление — 750 мм рт. ст., температура воздуха — 10°C.

По разности израсходованной щавелевой кислоты при первом и втором титрованиях определяют количество миллиграммов диоксида углерода, которое содержалось в бутылке, исходя из того, что 1 мл раствора щавелевой кислоты соответствует 1 мг диоксида углерода

$$22,7 \text{ мл} - 16,5 \text{ мл} = 6,2 \text{ мг CO}_2.$$

После этого массу CO_2 переводят в миллилитры, учитывая то, что 1 мг диоксида углерода при нормальных условиях занимает объем 0,509 мл.

Объем CO_2 в данном примере составит:

$$V_{\text{возд}} = 6,2 \text{ мг} \cdot 0,509 = 3,15 \text{ мл}.$$

Кроме того, объем воздуха в бутылке приводят к нормальным условиям посредством коэффициента для упрощенного расчета:

$$V_{\text{возд}} = 1105 \cdot 0,9519 = 1051,8 \text{ мл}.$$

Затем составляют пропорцию:

$$\begin{aligned} V_{\text{возд}} &- 100\%; \\ V_{\text{CO}_2} &- x. \end{aligned}$$

Далее определяют процентное содержание диоксида углерода в исследуемом воздухе:

$$x = (100 \cdot 3,15) : 1051,8 = 0,299 \text{ об.}\% = 2,99\%.$$

Метод Прохорова заключается в том, что водный раствор нашатырного спирта с фенолфталеином в присутствии диоксида углерода обесцвечивается. Для анализа к 500 мл дистиллированной воды добавляют одну каплю 25% -ного раствора нашатырного спирта и несколько капель раствора фенолфталеина (до появления розового окрашивания). В пробирку или колбу отмеривают градуированной пипеткой 10 мл указанного раствора. Шприцем набирают 10 мл атмосферного воздуха и через иглу в резиновой пробке вводят его в пробирку с раствором. Пробирку сильно встряхивают для поглощения диоксида углерода раствором. Затем вновь вводят 10 мл воздуха и жидкость взбалтывают. Так делают до тех пор, пока жидкость не обесцветится. Учитывают объем введенного воздуха. Затем в пробирку, промытую дистиллированной водой, наливают свежий раствор и проводят аналогичное исследование воздуха помещения.

Содержание диоксида углерода в воздухе помещения (в процентах) определяют по формуле

$$x = 0,037V_0 : V_1,$$

где 0,037 — содержание диоксида углерода в атмосферном воздухе, %; V_0 — объем пропущенного через раствор нашатырного спирта с фенолфталеином атмосферного воздуха, мл; V_1 — объем пропущенного через раствор нашатырного спирта с фенолфталеином воздуха помещения, мл.

Следовательно, по обесцвечиванию раствора нашатырного спирта, включающего фенолфталеин, можно определить концентрацию диоксида углерода в воздухе помещения.

Пример

Для обесцвечивания раствора нашатырного спирта с фенолфталеином в первую пробирку было введено 320 мл атмосферного воздуха, во вторую — 40 мл воздуха помещения. Подставив цифровые значения в формулу, определяют содержание диоксида углерода (в процентах):

$$x = 0,03 \cdot 320 / 40 = 0,24.$$

ТЕМА 11

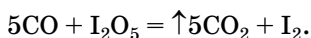
**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ОКСИДА УГЛЕРОДА
(УГАРНОГО ГАЗА) В ВОЗДУХЕ**

Основные источники загрязнения воздуха угарным газом в животноводческих помещениях — газовые горелки, выхлопные газы тракторов при мобильной раздаче кормов и при уборке навоза. Газ ядовит для людей и животных. Концентрация CO 0,4% вызывает гибель животных через 5...10 мин.

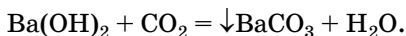
Цели занятия. Изучить методы определения оксида углерода в воздухе животноводческих помещений.

Приборы и материалы. Аспиратор; поглотители Реберга с подставками; микробюретка; установка для определения CO ; бутылки на 1,5...3 л; йодноватый ангидрид гранулированный; 0,02% -ный раствор гидроксида бария; 0,02% -ный раствор соляной кислоты; раствор фенолфталеина (100 мл спирта + 50 мл дистиллированной воды + 0,5 г фенолфталеина); гидроксид натрия (калия); иодид калия, не содержащий свободный йод.

Содержание занятия. Принцип описываемого метода основан на окислении оксида углерода йодноватым ангидридом при температуре 140...150°C до диоксида углерода:



Образовавшийся угольный ангидрид поглощают раствором гидроксида бария:



Избыток гидроксида бария титруют раствором соляной кислоты.

Для исследования в бутылки отбирают пробы воздуха, отмечая атмосферное давление и температуру. Перед анализом проводят контрольный опыт с чистым воздухом, свободным от оксида углерода. Бутылку с чистым воздухом присоединяют к установке с помощью короткой трубки, а длинную трубку соединяют с резиновой трубкой водонапорной бутылки. Через систему пропускают 1 л чистого воздуха в течение 50 мин. Далее поглотитель Реберга присоединяют к установке и пропускают через него воздух в течение 1...2 мин. Не прекращая аспирацию воздуха, в поглотитель вносят бюреткой 2 мл 0,02% -ного раствора гидроксида бария и одну каплю фенолфталеина. Затем к первому поглотителю присоединяют второй и через 1...2 мин вносят те же реактивы. Широкий конец второго поглотителя закрывают трубкой с натронной известью. Далее закрывают все зажимы, имеющиеся на установке, микропоглотители отсоединяют от установки и соединяют с последней трубкой (с йодидом калия) установки. Титрование раствором соляной кислоты проводят под током чистого воздуха сначала во втором, а затем — в первом поглотителе. Анализ исследуемого воздуха проводят аналогично контрольному.

Концентрацию CO (мг/м³) рассчитывают по формуле

$$x = 0,28K \cdot (a - b) \cdot 1000/V_{\text{возд}},$$

где 0,28 — количество CO, соответствующее 1 мл 0,02% -ного раствора HCl, мг; K — поправочный коэффициент нормальности раствора HCl; a — количество 0,02% -ного раствора HCl, пошедшее на титрование раствора Ba(OH)₂, при пропускании чистого воздуха, мл; b — количество 0,02% -ного раствора HCl, пошедшее на титрование раствора Ba(OH)₂, после пропускания исследуемого воздуха, мл; 1000 — коэффициент пересчета на 1 м³ воздуха; $V_{\text{возд}}$ — объем исследуемого воздуха, приведенный к нормальным условиям, л.

ТЕМА 12

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
АММИАКА В ВОЗДУХЕ**

В воздухе животноводческих помещений аммиак образуется в результате разложения органических веществ, содержащих азот (моча, фекалии), под действием уреазоактивных бактерий. Наиболее высокую его концентрацию наблюдают обычно около пола и в первую очередь в зоне расположения лотков для стока навозной жижи.

Цели занятия. Овладеть методами определения концентрации аммиака в воздухе животноводческих помещений.

Приборы и материалы. Лакмусовые бумажки; концентрированная соляная кислота; aspirатор; поглолительные склянки Тищенко; барометр; термометр; 0,01 н. раствор серной кислоты; 0,01 н. раствор гидроксида натрия (калия); 1% -ный водный раствор метилоранжа (индикатор); раствор серной кислоты; шприц Жанэ; индикатор Таширо.

Содержание занятия. Концентрацию аммиака в воздухе определяют качественными и количественными методами. Для *качественного* анализа газа можно использовать следующие приемы:

- органолептические;
- с помощью индикаторной бумаги;

- на основе взаимодействия соляной кислоты с аммиаком.

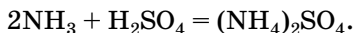
Розовую лакмусовую бумажку смачивают дистиллированной водой. При наличии аммиака в воздухе помещения бумажка слегка посинеет.

Пары соляной кислоты при соприкосновении с воздухом помещения, содержащим аммиак, образуют белый туман, состоящий из паров хлористого аммония:



Для *количественного* анализа можно использовать титрометрический либо колориметрический (с реактивом Несслера) метод.

Суть титрометрического метода заключается в том, что определенный объем исследуемого воздуха пропускают через поглотитель — 0,01 н. раствор серной кислоты. Эта кислота поглощает аммиак с образованием сернокислого аммония:



Не прореагировавшую с аммиаком серную кислоту в общем объеме титруют 0,01%-ным раствором щелочи в присутствии метилоранжа.

По титру раствора серной кислоты и по количеству пропущенного через поглотитель исследуемого воздуха устанавливают концентрацию аммиака.

Для исследования в три последовательно соединенные склянки Тищенко наливают 100 мл раствора серной кислоты (поровну) и соединяют с аспиратором. Через систему склянок с поглотителем пропускают 20 л исследуемого воздуха со скоростью 1 л/мин. Скорость аспирации воздуха через поглотитель регулируют, вращая ручку реометра электроаспиратора, или по делениям (л) калиброванных бутылей стеклянного аспиратора. При пропуске воздуха через склянки отмечают атмосферное давление и температуру воздуха. По окончании аспирации раствор серной кислоты из всех склянок сливают в мерный цилиндр и перемешивают. Затем пипеткой отбирают 20 мл раствора, добавляют 2 капли индикатора и титруют раство-

ром гидроксида натрия до появления оранжевого окрашивания. Титрование проводят 2...3 раза и берут среднее значение.

Пример расчета

На титрование 20 мл раствора серной кислоты после аспирации израсходовано 16 мл раствора щелочи при атмосферном давлении 750 мм рт. ст. и температуре воздуха 23°C. Через поглотитель пропущено 20 л исследуемого воздуха. Учитывая, что при одинаковой нормальности растворов щелочи и кислоты они реагируют в равных объемах, определяют количество раствора серной кислоты, связанной с аммиаком (мл): $20 - 16 = 4$. Следовательно, 4 мл раствора серной кислоты вступило в реакцию с аммиаком, а из 100 мл раствора серной кислоты в соединение с аммиаком вступило $4 \cdot 5 = 20$ мл раствора серной кислоты.

Известно, что 1 мл 0,01 н. раствора серной кислоты связывает 0,17 мг аммиака (1 л 0,01 н. раствора кислоты связывает 17 г аммиака), следовательно, 20 мл этого раствора свяжут $20 \cdot 0,17 = 3,4$ мг аммиака.

Известно также, что 1 мг аммиака при нормальных условиях занимает объем 1,317 мл. Следовательно, 3,4 мг аммиака займут объем $3,4 \cdot 1,317 = 4,48$ мл. Для окончательного расчета результатов анализа объем пропущенного через поглотитель воздуха (выраженный в миллилитрах) приводят к нормальным условиям:

$$V_{\text{возд}} = 20\,000 \cdot 0,9101 = 18\,202 \text{ мл воздуха.}$$

Приравнивая объем аммиака (мл) к объему исследуемого воздуха (мл), приведенного к нормальным условиям, определяют концентрацию аммиака (в процентах):

$$x/1000 = V_{\text{NH}_3} / V_{\text{возд}} = 1000 \cdot 4,48 / 18\,202 = 0,246.$$

Для определения массового содержания аммиака в единице объема воздуха (мг/м³) делают следующий расчет:

$$3,4 \text{ мг} : 20 \text{ л} = 0,17 \text{ мг/л, или } 170 \text{ мг/м}^3.$$

Ускоренный метод основан на нейтрализации титрованного раствора серной кислоты аммиаком, содержащим-

ся в исследуемом воздухе. Наступление нейтрализации улавливается визуально по изменению окраски добавляемого индикатора. В качестве поглотителя используют 0,001 н. раствор серной кислоты, к которому добавляют индикатор Таширо, представляющий собой смесь равных объемов 0,1% -ных растворов метилового красного и метиленовой сини. Для проведения анализа монтируют прибор, состоящий из приемника и аспиратора. Приемник представляет собой пробирку длиной 8 см и диаметром 2 см с пробкой, в которую вставлены две Г-образные стеклянные трубки различной длины. Длинная трубка, достигающая до дна пробирки, служит для засасывания воздуха; короткую, конец которой находится над раствором, через резиновый патрубок соединяют с аспиратором. В качестве аспиратора используют шприц Жанэ на 150... 200 мл. В его торцевой части просверливают отверстие диаметром 2...3 мм, которое при аспирации воздуха через приемник закрывают пальцем.

Перед анализом в пробирку наливают 1 мл раствора серной кислоты, добавляют 1...2 капли индикатора и 5 мл дистиллированной воды. Затем аспиратором медленно просасывают воздух до изменения окраски раствора серной кислоты от сине-фиолетовой до зеленой. После этого определяют концентрацию аммиака в исследуемом воздухе (мг/л):

$$x = 0,017 \cdot a/V,$$

где 0,017 — количество аммиака, которое связывает 1 мл 0,001 н. раствора серной кислоты, мг; a — объем 1 л в мл; V — объем аспирированного воздуха, мл.

Пример расчета

Через поглотитель пропущено 2,4 л воздуха. Следовательно, содержание аммиака в воздухе (мг/м³) будет следующее:

$$0,017 \cdot 1\,000\,000/24\,000 = 0,7.$$

Для частых исследований удобно пользоваться универсальными газоанализаторами УГ-1 и УГ-2.

ТЕМА 13

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ОКСИДОВ АЗОТА
И АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ
В ВОЗДУХЕ**

Соединения азота с кислородом могут быть в виде оксидов и диоксидов, это: N_2O (закись азота, веселящий газ), NO (окись азота), NO_2 и NO_4 (нитрозные газы), N_2O_3 — азотистый ангидрид, N_2O_5 — азотный ангидрид и т. д. Окислы и закиси азота встречаются в выбросах химических предприятий, на животноводческих фермах в результате гниения (окисления) навоза и кормов (например, при гниении силоса). Соединяясь с водой, они образуют кислоты — азотную, азотистую. Поэтому всем известны *кислотные* дожди и их неблагоприятное действие на растительный и животный мир.

Цели занятия. Изучить методы определения оксидов азота и азотной кислоты в воздухе животноводческих помещений.

Приборы и материалы. Бутыль вместимостью до 0,5 л; вакуумметр; фарфоровые чашки; мерные колбы на 250 мл; колориметрические пробирки на 10 мл; сульфифеноловая кислота; 3% -ный раствор пероксида водорода; 0,1% -ный раствор гидроксида натрия; 25% -ный раствор аммиака; 0,1% -ный раствор серной кислоты; основной стандартный раствор нитрата калия, содержащий 100 мкг в 1 мл N_2O_5 (в 100 мл дистиллированной воды растворя-

ют 0,0187 г нитрата калия); рабочий стандартный раствор, содержащий 20 мкг в 1 мл N_2O_5 (20 мл основного раствора разбавляют дистиллированной водой до 100 мл); окислительная смесь (в день анализа смешивают 450 мл 0,1%-ного раствора соляной кислоты, 50 мл 3%-ного раствора пероксида водорода и 500 мл дистиллированной воды).

Содержание занятия. Метод основан на окислении низших окислов азота и взаимодействии в щелочной среде азотной кислоты с сульфофеноловой кислотой с образованием раствора, окрашенного в желтый цвет.

Перед отбором пробы в сухую бутылку вносят 20 мл окислительной смеси и под контролем вакуумметра отсасывают воздух до остаточного давления. В месте отбора пробы воздуха зажим на резиновой трубке от пробирки открывают на 1 мин и снова зажимают трубку. Стенки бутылки ополаскивают окислительной смесью и оставляют на 10...12 ч, периодически взбалтывая и омывая стенки бутылки.

Содержимое бутылки переливают в фарфоровую чашку. Бутылку дважды ополаскивают 10 мл дистиллированной воды, которую сливают в ту же чашку. Содержимое

Таблица 18

Шкала стандартов для суммарного определения окислов азота и азотной кислоты

Реактив	Номер стандарта								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Рабочий стандартный раствор, мл	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1,0	1,25
Окислительная смесь, мл	По 20 во все чашки								
0,1%-ный раствор гидроксида натрия, мл	Во все чашки до слабощелочной реакции								
Содержание, мкг	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	15,0	20,	25,0	

чашки нейтрализуют 0,1% -ным раствором гидроксида натрия до слабощелочной реакции. Одновременно в фарфоровых чашках готовят шкалу стандартов (см. табл. 18).

Растворы стандартной шкалы и пробы выпаривают в водяной бане. К сухому остатку (после выпаривания) добавляют по 1 мл сульфофеноловой кислоты и в течение 3...5 мин растирают стеклянной палочкой. Затем добавляют по 1 мл дистиллированной воды и по 4,5...5 мл раствора аммиака. Количество аммиака, необходимое для добавления в чашки стандартной шкалы и пробы, устанавливают предварительным титрованием 1 мл сульфофеноловой кислоты раствором аммиака. После нейтрализации растворы окрашиваются в зеленовато-желтый цвет. Содержимое чашек переносят в мерные колбы вместимостью 250 мл и доводят объем жидкости дистиллированной водой до метки. Затем в колориметрические пробирки наливают по 10 мл раствора и сравнивают со стандартными шкалами окраску пробы, интенсивность которой зависит от содержания соединений азота.

Концентрацию окислов азота и азотной кислоты (мг/м³) вычисляют по формуле

$$x = a/V_{\text{возд}}$$

где a — количество N₂O₅ в 10 мл исследуемого объема воздуха, мг.

Т Е М А 14

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
СЕРОВОДОРОДА В ВОЗДУХЕ**

Сероводород — крайне ядовитый газ со специфическим запахом. В животноводческих помещениях он образуется при гниении серосодержащих белковых веществ, а также поступает в воздух из кишечных выделений животных, из навозных траншей под щелевым полом и т. п.

Цели занятия. Освоить методы определения сероводорода в воздухе животноводческих помещений.

Приборы и материалы. Фильтровальная бумага, пропитанная 5...10% -ным раствором нитропрусида натрия; фильтровальная бумага, пропитанная щелочным раствором уксуснокислого свинца; аспиратор; поглотительные склянки Тищенко; барометр; термометр; 0,01 н. раствор йода, 1 мл которого связывает 0,17 мг H_2S ; 0,01 н. раствор гипосульфита натрия; 0,5% -ный раствор крахмала.

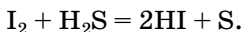
Содержание занятия. Концентрацию сероводорода в воздухе определяют качественным и количественным методами.

Для *качественного метода* определения газа можно использовать следующие приемы: органолептический и с помощью индикаторной бумаги. Сероводород по запаху

напоминает запах протухших куриных яиц и ощущается при концентрации 1,2...3,4 мг/м³.

Полоски фильтровальной бумаги пропитывают 5...10% -ным раствором нитропруссид натрия. Окраска индикаторной бумаги при наличии в воздухе сероводорода будет красно-фиолетового цвета. Полоски фильтровальной бумаги пропитывают щелочным раствором уксуснокислого свинца (к 4% -ному раствору уксуснокислого свинца добавляют 30% -ный раствор гидроксида натрия до растворения выпавшего в осадок гидроксида свинца), высушивают и смачивают водой. При малых концентрациях сероводорода в воздухе индикаторная бумага приобретает светло-коричневый цвет, а при больших — буро-черный с металлическим блеском.

Титрометрический метод основан на том, что из исследуемого воздуха путем аспирации сероводород поглощается раствором йода. Количество сероводорода определяют по количеству йода, связавшегося с сероводородом:



Для определения количества йода, израсходованного на поглощение сероводорода, устанавливают его остаток путем титрования раствором гипосульфита натрия. По разности титров раствора йода до и после поглощения сероводорода определяют концентрацию газа. Для анализа в три последовательно соединенные склянки Тищенко наливают 100 мл раствора йода (поровну) и соединяют с аспиратором, просасывают 20 л исследуемого воздуха со скоростью 1 л/мин. После этого йодный раствор из всех трех склянок сливают в мерный цилиндр и перемешивают.

Сначала проверяют титр раствора гипосульфита, для чего в колбочку берут 20 мл раствора йода и титруют раствором гипосульфита до светло-желтого окрашивания, а затем, добавив 3 капли раствора крахмала, продолжают титровать до полного обесцвечивания раствора.

Для определения остатка йода в использованном йодном растворе в чистую колбочку берут 20 мл этого раствора и титруют раствором гипосульфита сначала до светло-желтого цвета, а затем, прибавив 3 капли раствора крах-

мала, продолжают титровать до полного обесцвечивания. Титрование проводят несколько раз и берут среднее значение.

Пример расчета

На титрование 20 мл чистого йодного раствора израсходовано 19 мл раствора гипосульфита. Следовательно, на 100 мл чистого йодного раствора потребуется 95 мл раствора гипосульфита. После того как через 100 мл йодного раствора было пропущено 20 л воздуха при температуре 13°C и атмосферном давлении 750 мм рт. ст., на титрование 20 мл этого раствора было израсходовано 14,7 мл раствора гипосульфита. Следовательно, со 100 мл йодного раствора связалось 73,5 мл раствора гипосульфита. Определяют количество раствора йода, не связавшегося с сероводородом:

$$\frac{100 \text{ мл р-ра йода}}{95 \text{ мл р-ра гипосульфата}} = \frac{x \text{ мл р-ра йода}}{73,5 \text{ мл р-ра гипосульфата}},$$

т. е.

$$x = 100 \cdot 73,5/95 = 77,4 \text{ мл раствора йода.}$$

Количество связавшегося с сероводородом раствора йода составит

$$100 - 77,4 = 22,6 \text{ мл.}$$

Известно, что 1 мл 0,01 н. раствора йода связывает 0,17 мг сероводорода из исследуемого воздуха, следовательно, в данном объеме будет связано

$$22,6 \text{ мл} \cdot 0,17 = 3,8 \text{ мг сероводорода.}$$

Далее рассчитывают занимаемый сероводородом объем исходя из того, что 1 мг сероводорода при нормальных условиях имеет объем 0,659 мл:

$$0,659 \text{ мл} \cdot 3,8 \text{ мг} = 2,5 \text{ мг сероводорода.}$$

Приводят объем исследуемого воздуха к нормальным условиям:

$$V_{\text{возд}} = 20\,000 \cdot 0,942 = 18\,840 \text{ мл воздуха.}$$

Приравнивая объем сероводорода (мл) к объему исследуемого воздуха (мл), приведенного к нормальным условиям, получают концентрацию газа в процентах и промиллях:

$$1000 \cdot 2,5 / 18\ 840 = 0,133\% (0,013\text{‰}).$$

Массовое содержание сероводорода в исследуемом воздухе:

$$3,8 \text{ мг} / 20 \text{ л} = 0,19 \text{ мг} / \text{л}, \text{ или } 190 \text{ мг} / \text{м}^3.$$

Для частых исследований удобно пользоваться универсальными газоанализаторами УГ-1 и УГ-2 (см. тему 12).

ТЕМА 15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЗОНА В ВОЗДУХЕ

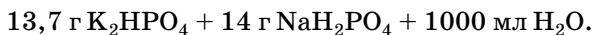
Запах озона ощущается при концентрации $0,02...0,1$ мг/м³. Невысокие дозы озона придают воздуху приятный освежающий запах и, окисляя вредные вещества (сероводород, аммиак и др.), способствуют дезодорации воздушной среды. МДУ для производственных помещений — $0,1$ мг/м³. Концентрации 1 мг/м³ и выше вызывают раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и глаз и опасны для здоровья человека и животных.

Цели занятия. Овладеть методом определения озона в воздухе животноводческих помещений.

Приборы и материалы. 1% -ный раствор KI в буферном растворе; $0,01...0,1$ н. раствор гипосульфита натрия; 1% -ный раствор крахмала; 2% -ный раствор соляной кислоты.

Содержание занятия. Титрометрический метод определения озона в газовой смеси основан на взаимодействии йодистого калия с озоном. Происходит восстановление йода, причем его количество пропорционально концентрации озона в газовой смеси, пропущенной через раствор. Выделившийся йод титруют гипосульфитом натрия в присутствии крахмала. Этот метод может быть использован как при высоких ($4...20\%$), так и при низких ($10^4...10^6\%$) концентрациях озона.

В ходе анализа определенный объем озонированного воздуха пропускают через 40...50 мл 1% -ного KI в буферном растворе:



Полученный раствор после пропускания озонированного воздуха сливают в колбу и подкисляют 7 мл раствора соляной кислоты. Выделившийся йод титруют гипосульфитом натрия (0,01...0,1 н. раствор) до слабо-желтого окрашивания, после чего добавляют 1 мл 1% -ного раствора крахмала и продолжают титровать жидкость до исчезновения синей окраски. Содержание озона (мг/л) вычисляют по формуле

$$x = (a \cdot 24 Kn) / V,$$

где a — количество раствора гипосульфита натрия, пошедшее на титрование, мл; 24 — коэффициент пересчета количества гипосульфита натрия на озон; K — поправочный коэффициент на нормальность гипосульфита натрия; n — нормальность гипосульфита; V — объем озонированного воздуха, пропущенного через раствор йодистого калия, л.

Т Е М А 16

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ВРЕДНЫХ ГАЗОВ В ВОЗДУХЕ
С ПОМОЩЬЮ УНИВЕРСАЛЬНОГО
ГАЗОАНАЛИЗАТОРА**

В последние годы широко используются различные переносные газоанализаторы. Принцип работы таких приборов основан на просасывании определенного объема воздуха через индикаторную трубку, заполненную специальным порошком. Изменение окраски этого индикаторного порошка на определенную высоту прямо пропорционально концентрации исследуемого газа (CO_2 , NH_3 , H_2S , паров алкоголя и т. д., до 28 газов) в воздухе и измеряется соответствующими шкалами (мг/м^3). Этот метод называют линейно-колористическим.

Цели занятия. Овладеть навыками работы с газоанализаторами для определения концентрации вредных газов в воздухе животноводческих помещений.

Приборы и материалы. Газоанализаторы: УГ-1, УГ-2, АМ-2; индикаторные порошки; принадлежности для зарядки индикаторных трубок к ним; газоанализаторы ПГА, «Хоббит», АНКАТ, ОКА.

Содержание занятия. Для определения вредных газов в воздухе применяют *газоанализатор УГ-2*. С помощью этого прибора можно определять концентрацию газов:

диоксида углерода, оксида углерода, аммиака, сероводорода при следующих условиях:

- содержание пыли — не более 40 мг/м³;
- атмосферное давление — 740...780 мм рт. ст.;
- относительная влажность — не более 90%;
- температура — от 10 до 30°С.

Основная часть воздухозаборного устройства прибора — резиновый баллон (сильфон) с расположенной внутри корпуса сжатой пружиной, которая удерживает сильфон в растянутом состоянии.

Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку производится после предварительного сжатия сильфона калиброванным штоком. На гранях под головкой штока имеются четыре продольные канавки, каждая с двумя углублениями, служащими для фиксации, стопорным устройством объема просасываемого воздуха, забираемого сильфоном. На верхнем фланце сильфонного насоса установлен мишель (приспособление) с резиновой трубкой, к свободному концу которой присоединяют индикаторную трубку.

При заполнении индикаторной трубки в один из концов стеклянной трубки вставляют металлический стержень, относящийся к принадлежностям для снаряжения трубок, а в противоположный — прослойку из гигроскопической ваты слоем 0,5 мм. Металлический пыж из медной эмалированной проволоки диаметром 0,27 мм специальным штырем прижимают к вате. Затем через воронку в трубку насыпают индикаторный порошок. Для уплотнения порошка трубку слегка постукивают по стенке, после чего сверху накладывают ватную прослойку и закрепляют пыжом. Открытые концы трубки оборачивают фольгой и герметизируют колпачками из парафина. Вместо парафиновых колпачков можно применять резиновые трубочки длиной 1,5 см, с одного конца заглушенные стеклянными палочками. Эти заглушки перед анализом снимают. Приготовление индикаторных трубок следует проводить в сухом, хорошо вентилируемом помещении.

В ходе анализа шток вставляют в направляющую втулку воздухозаборного устройства. Давлением ладони руки

на шток сильфон сжимают до тех пор, пока стопор не совпадет с углублением в канавке штока. Индикаторную трубку освобождают от заглушек, уплотняют порошок в трубке, устраняя образовавшийся просвет между столбиком порошка и ватной прокладкой. Резиновую трубку воздухозаборного устройства соединяют с любым концом индикаторной трубки. Слегка надавив ладонью на шляпу штока, отводят стопор, после чего шток начинает двигаться вверх. В это время происходит просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку. Когда стержень стопора войдет в нижнее углубление канавки, раздастся щелчок и движение штока прекратится. После этого просасывание воздуха будет продолжаться в течение 0,5 мин вследствие остаточного вакуума в сильфоне.

В случае незначительной концентрации газа в помещении индикаторную трубку можно использовать дважды.

При определении допустимой концентрации вредных газов объем просасываемого воздуха для диоксида углерода составляет 400 мл, аммиака — 200, сероводорода — 300, оксида углерода — 200 мл. Чтобы определить токсичную концентрацию этих газов, объем просасываемого через индикаторную трубку воздуха должен составлять соответственно 10, 100, 30 и 60 мл.

При просасывании через индикаторную трубку исследуемого воздуха, содержащего тот или иной вредный газ, цвет столбика индикаторного порошка со стороны входа воздуха приобретает другую окраску. Приложив к измерительной шкале, соответствующей газу, индикаторную трубку так, чтобы начало изменения окраски порошка совпало с нулевым делением шкалы, находят в верхней части окрашенного столбика порошка границу. Цифра шкалы, совпадающая с границей изменения окраски, указывает концентрацию газа (мг/м^3).

Газоанализатор ПГА (портативный оптический абсорбционный) предназначен для измерения концентрации углеводородов, диоксида углерода и кислорода. Измеренная концентрация отображается на цифровом жидкокристаллическом индикаторе. Для измерения концентрации метана и диоксида углерода используется оптический

датчик, принцип действия которого основан на селективном поглощении ИК-излучения молекулами контролируемых газов. Концентрацию кислорода измеряют электрохимическим датчиком. Для гигиенических исследований наиболее эффективна модель ПГА-12.

Газоанализатор аммиака переносной «Хоббит-Т-NH₃» предназначен для сигнализации об увеличении аммиака выше допустимого предела в воздухе помещений. Характеризуется высокой надежностью, удобством в работе, не требует обслуживания, реактивов и расходных материалов. Диапазон измерений — 0...500 мг/м³, индикация показаний — цифровая.

Газоанализатор угарного газа переносной «Хоббит-Т-CO» предназначен для содержания и сигнализации об увеличении содержания угарного газа выше допустимого предела в воздухе рабочей зоны. Прибор состоит из блока индикации и блоков датчиков с электрохимическими чувствительными элементами.

Газоанализаторы токсичных газов модели АНКAT контролирует содержание токсичных газов: CO, H₂S, SO₂, Cl₂ в воздухе рабочей зоны. Газоанализатор состоит из набора измерительных датчиков, блока питания и сигнализации.

Индивидуальный газоанализатор кислорода АНКAT-7641-02 имеет диапазон измерения 0...30 об.%, погрешность — не более 3%, время прогрева — не более 5 мин. Уровень срабатывания сигнализации — 18 и 23 мг/м³. Предназначен для измерения SO₂, H₂S, CO, NO₂.

Газоанализатор модели ОКА-92 предназначен для измерения кислорода, угарного газа и сероводорода. ОКА-92МТ — портативный прибор размером 150×80×35 мм, массой 700 г. Датчик прибора размером 75×180 мм находится на кабеле длиной до 6 м.

ТЕМА 17

**ЭТОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ
ТЕСТЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ
УСЛОВИЙ СОДЕРЖАНИЯ
НА ОРГАНИЗМ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ЖИВОТНЫХ**

Этология — наука о поведении животных (с др.-греч. — нрав, обычай). Под поведением обычно понимают внешние проявления жизнедеятельности, т. е. различной сложности (физиологические, морфологические, биохимические, защитные, поведенческие и т. д.) реакции животных на изменения условий их жизни (содержания, кормления и т. д.). Поэтому физиологичность всех жизненных процессов у животных, их реактивность напрямую связаны с условиями их содержания.

Цели занятия. Научиться определять влияние условий содержания на поведение и физиологическое состояние сельскохозяйственных животных.

Приборы и материалы. Приборы для измерения микроклимата.

Содержание занятия. Изменение поведения — первая легко распознаваемая реакция живых организмов на преобразование среды.

Сравнивая реакции с поведением в обычных условиях, к которым животные привыкли, можно определить, в благоприятном или неблагоприятном направлении изме-

Таблица 19

Этограмма группового наблюдения

№	Время наблюдения, мин	Сектор наблюдения внутри группы										По группе в целом									
		1-й					2-й					Лежание	Стояние	Движение	Прием корма	Всего					
		Лежание	Стояние	Движение	Прием корма	Всего	Лежание	Стояние	Движение	Прием корма	Всего										

Дата _____ Осадки _____

Место наблюдения _____ Сила ветра _____

Температура _____ Облачность _____

Относительная влажность _____ Среднесуточный удой _____

1. 4,00

2. 4,10

3. 4,20

4. 4,30 и т. д.

нились условия среды. Желательно наблюдать за животными непрерывно на протяжении суток и отмечать все виды их активности в расчете на единицу времени. Однако этот метод очень трудоемок, и с его помощью можно получить полные сведения лишь о небольшом числе животных.

Чаще проводят так называемые выборочные регистрации поведения, при которых фиксируют данные по группе животных (табл. 19).

Через определенные интервалы времени (5, 10 или 15 мин) отмечают, какая часть из находящихся под наблюдением животных лежит, стоит, принимает корм и т. д. (фиксируют те виды деятельности, которые интересуют наблюдателя). Результаты, полученные этим методом, лишь незначительно отличаются от тех, которые собраны

путем непрерывного наблюдения. При 15-минутных интервалах отклонения составляют максимум 2%. С помощью этого метода можно изучать одновременно до 50 животных.

Наблюдения удобно вести с возвышенного места, откуда хорошо видно всех животных, не следует двигаться и тревожить животных. Однако ускользают от внимания некоторые непродолжительные реакции (например, питье, акт мочеиспускания или дефекации) или такие, которые трудно видеть непосредственно (например, процесс жвачки).

Если необходимы сведения об этих проявлениях жизнедеятельности, то целесообразно дополнить этограмму, составленную на основании групповых снимков, данными, полученными путем непрерывного наблюдения за отдельными животными, а также протоколом со сведениями об условиях среды, из которых должно быть ясно, к каким условиям был приурочен описанный суточный режим. Сюда входят дата и место наблюдения, данные о погодных условиях и микроклимате помещения, а также сведения о рационе и средней продуктивности животных в день наблюдения.

При этологических наблюдениях целесообразно использовать особые фотокамеры, которые автоматически делают снимки через 10- или 15-минутные интервалы. Недостатком их является малое поле зрения, в связи с чем этот метод не подходит, например, для наблюдений на пастбищах.

Вспомогательным средством является и кинокамера, которая позволяет непрерывно регистрировать некоторые интересные ситуации.

При изучении поведения животных можно использовать и различные механические регистрирующие устройства.

Оценку физиологического статуса животных проводят по основным показателям:

- клинико-физиологические исследования: среднесуточные приросты массы тела, определение температуры тела, частоты дыхания, пульса, руминаций у жвачных;

- гематологические исследования: содержание гемоглобина, количества лейкоцитов и эритроцитов, лейкоцитарная формула, гематокрит, скорость оседания эритроцитов (СОЭ);
- биохимические исследования крови: определение общего белка и его фракций в сыворотке крови, щелочного резерва, аланинаминотрансферазы (АЛТ), аспаратаминотрансферазы (АСТ) и др.;
- неспецифические факторы защиты организма: опсон-фагоцитарная реакция, бактерицидная и лизоцимная активность, лизосомально-катионный тест (ЛКТ), циркулирующие иммунные комплексы (ЦИК) и др.

ТЕМА 18

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА
МИКРОКЛИМАТА**

М*икроклимат животноводческих помещений* — это комплекс следующих показателей:

- физическое состояние воздушной среды в данном помещении;
- освещенность;
- наличие УФ- и ИК-радиации;
- газовый состав;
- микробная и пылевая загрязненность.

Мониторинг за микроклиматом включает слежение за перечисленными параметрами и их фиксирование. С этой целью используют приборы, обеспечивающие запись параметров микроклимата на специальных лентах, а также контроль с помощью мониторов или датчиков, установленных в заданных точках помещения и передающих эти параметры на экран монитора (телевизора, компьютера).

Цели занятия. Ознакомиться с проведением комплексной оценки микроклимата в животноводческих помещениях.

Приборы и материалы. Приборы для измерения параметров микроклимата; биологические объекты — белые (лабораторные) мыши, крысы, кролик, куриные эмбрионы, простейшие и др.

Содержание занятия. Существует несколько методических подходов к комплексной оценке микроклимата:

- на биологических объектах;
- балльная оценка или нормативно-оценочные шкалы;
- математическое моделирование.

В качестве биологических объектов используют белых мышей, куриные эмбрионы, простейших и др. По выживаемости этих особей судят о химическом и биологическом состоянии воздуха.

Для опытов на простейших пробы воздуха пропускают через стерилизованную воду: к 1 капле воды добавляют 1 каплю простейших и по скорости их гибели оценивают качество воздуха. Такие же опыты можно провести и на куриных эмбрионах.

Таблица 20

Показатели комплексной оценки микроклимата

Параметр	Колебания параметра (учитывают вид и возраст животных)	Фактическое состояние параметра	Оценка, баллы
Температура воздуха, °С			
Относительная влажность воздуха, %			
Скорость движения воздуха, м/с			
Освещенность (СК)			
Фотометрия, лк			
Концентрация газов:			
CO ₂ , %			
NH ₃ , мг/м ³			
H ₂ S, мг/м ³			
Содержание в воздухе пыли, мг/м ³			
Микробная обсемененность воздуха, тыс. КОЕ/м ³			

Для оценки в баллах предложено несколько нормативно-оценочных шкал.

Наиболее приемлемая балльная оценка параметров микроклимата: 5 — отличная, 4 — хорошая, 3 — удовлетворительная, 2 — неудовлетворительная.

Запись следует проводить по установленной форме (табл. 20).

Состояние отдельных параметров микроклимата возможно оценить на основании личного осмотра помещения и по сведениям, полученным от зооветеринарных специалистов и обслуживающего персонала. Оценивают микроклимат в целом по среднеарифметическому баллу:

- 4,5...5 — отличный;
- 3,6...4,4 — хороший или допустимый микроклиматический режим (ДМР);
- 2,6...3,5 — удовлетворительный, или предельно допустимый режим (ПДР);
- ниже 2,5 — неудовлетворительный микроклиматический режим (НМР).

Наличие вредных газов, пыли, микроорганизмов в воздухе можно комплексно оценить по формуле

$$k_1/K_1 + k_2/K_2 + \dots + k_n/K_n < 1,$$

где k — концентрации вредно действующих начал; K — максимально допустимый уровень (МДУ) для тех же начал.

Сумму от деления этих цифр делят на количество слогаемых и получают окончательную цифру, когда k_n/K_n будет меньше, больше или равна единице.

Таким образом, суммарная концентрация от МДУ не должна превышать единицы. Наиболее объективный метод комплексной оценки микроклимата — анализ этологических реакций, состояния продуктивности и естественной резистентности (реактивности) организма животных.

РАЗДЕЛ II
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
ПОЧВЫ

Т Е М А 1

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

Цели занятия. Ознакомиться с методами отбора проб и исследования почвы при изучении ее механического состава и физических свойств.

Приборы и материалы. Пробы почвы; набор сит; почвенные термометры; стеклянные трубки; мерный цилиндр; цилиндр с сетчатым дном.

Содержание занятия. Работу проводят в несколько этапов.

Отбор проб

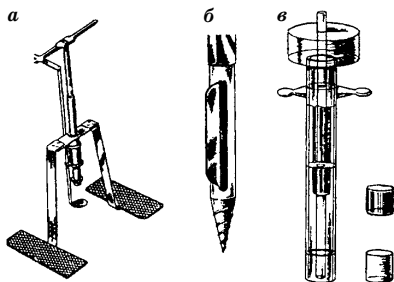
Отбор проб для физико-химического исследования. Выбирают две площадки по 25 м^2 каждая, из которых одну вблизи источника загрязнения, а другую — вдали от него. Площадки разбивают на квадраты в 1 м^2 .

Пробы почвы отбирают по диагонали буром Некрасова (рис. 5а), почвенным буром Френкеля (рис. 5б), щупом конструкции В. А. Рождественского (рис. 5в); последний можно легко сделать в любой слесарной мастерской.

Пробы почвы (в количестве 5...8 массой до 1 кг каждая) отбирают в сухую погоду на глубине 0,25; 0,75...1; 1,75...2 м. При этом для каждого горизонтального слоя берут отдельно средний образец. Помещают пробы в по-

Рис. 5
Инструменты для отбора проб почвы:

а — бур Некрасова; б — бур Френкеля; в — шуп Рождественского.



лиэтиленовый мешочек, который нумеруют и снабжают сопроводительным документом (указывают место и время отбора пробы, глубину и метеорологические условия). В лаборатории взвешивают, освобождают от посторонних примесей (камень, стекло, металл, дерево и т. п.) и просеивают через сито с диаметром отверстий 3 мм. В зависимости от целей исследования почву анализируют в натуральном виде или в воздушно-сухом состоянии после высушивания в хорошо вентилируемом помещении. Высушенную почву просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм, после чего ее перемешивают, растирают в ступке пестиком, снова просеивают уже через сито с диаметром отверстий 0,25 мм и сыпают в банку с притертой пробкой.

Пробы почвы исследуют сразу же после поступления в лабораторию или консервируют их при 0°C толуолом или хлороформом. В таком состоянии пробы можно хранить в течение нескольких суток.

Отбор проб для бактериологического исследования. Для анализа пробы почвы отбирают с двух участков в 25 м² (один из них находится вблизи источника загрязнения) в пяти точках по диагонали или в четырех по краям и одной в центре (*принцип конверта*). С глубины до 20 см пробы берут массой до 1 кг стерильной небольшой лопатой или совком, а из более глубоких слоев (0,75...2 м) для отбора проб используют бур Френкеля. В случае отсутствия этого прибора выкапывают яму нужной глубины и стерильным совком отбирают пробы почвы с каждого горизонта, начиная с нижнего. Инструменты перед взятием проб обеззараживают обжиганием.

На участках орошения почву берут с глубины нахождения в ней корнеплодов (0,20...0,25 м). Среднюю пробу составляют из трех отдельно взятых образцов с каждой гряды.

Для изучения влияния загрязнения почвы на санитарное состояние подземных вод и скрытых водоемов пробы следует брать на глубине 0,75...2 м. На территории кладбищ и бывших скотомогильников пробы почвы берут с глубины 0,25 м и ниже захоронения, а на участках для обеззараживания хозяйственно-бытовых отходов — с глубины 0,25; 1; 1,5 м.

Отобранную почву массой 200...300 г переносят в стерильную склянку, закрывают ватно-марлевой пробкой, обертывают бумагой и перевязывают тесемкой. Склянку нумеруют и указывают необходимые сведения (дата, место отбора пробы), после чего быстро направляют в лабораторию. В лаборатории из полученной почвы извлекают инородные частицы, крупные комки дробят, просеивают через стерильное сито с диаметром отверстий 3 мм. Затем образец просеянной почвы перемешивают и отбирают 30 г для разведения.

Если невозможно провести бактериологические исследования в день отбора проб, то допускается хранение их в течение 24 ч при температуре 1...2°C.

Отбор проб для гельминтологического исследования. Для этой цели на участке в 50 м² возможного загрязнения фекалиями отбирают пробы почвы с глубины 2...3 см, а на вспаханных участках — с глубины до 0,25 м совком в 9...10 точках по диагонали массой по 200 г и из них составляют среднюю пробу.

Отобранную почву помещают в полиэтиленовые пакеты и исследуют в ближайшие сутки. При необходимости пробы почвы хранят в холодильнике месяц и более, для чего их помещают в стеклянные банки, периодически увлажняют водой и перемешивают для улучшения аэрации. Если почву хранят при комнатной температуре (18...24°C), то ее заливают 3% -ным раствором формалина на физиологическом растворе или 2% -ным раствором соляной кислоты.

Лабораторные исследования почвы зависят от поставленных задач и могут быть следующими:

- установление роли загрязненной почвы в возникновении эпизоотии кишечных инфекций с передачей возбудителей через грунтовые воды, выращиваемые растения, через прямой контакт животных с почвой;
- выявление роли почвы в инвазированности животных геогельминтами;
- определение степени загрязнения почвы вокруг сельскохозяйственных предприятий, комплексов и ферм, предприятий по переработке сырья животного происхождения, сельскохозяйственных угодий органическими и химическими веществами;
- оценка эффективности мероприятий по санитарной охране почвы путем систематического изучения ее санитарного состояния вокруг предприятий АПК;
- оценка эффективности используемых методов обеззараживания навоза и навозных стоков.

Кроме того, проводят специальные исследования для выяснения роли почвы как промежуточной среды в развитии гельминтов, личиночных стадий мух, выживаемости патогенных микроорганизмов; способности к самоочищению и т. п.

Определение механических свойств почвы, ее структуры и типа

Под структурой понимают способность почвы при рыхлении распадаться на отдельные комочки. Структуру почве придает глина. Для определения **структуры почвы** из образца отвешивают 500 г воздушно-сухой неизмельченной почвы, просеивают через сита с диаметром отверстий 10 и 0,5 мм.

Почву разделяют на три фракции:

1-я — комковатая, более 10 мм;

2-я — зернистая, от 10 до 0,5 мм;

3-я — пылеватая, менее 0,5 мм.

Каждую фракцию взвешивают и выражают в процентах по отношению взятой навески. Если в почве содержится 50% пылеватой фракции, то она слабоструктурная.

В бесструктурной почве не образуются комочки.

После высушивания пробы почву рассматривают на бумаге или тарелке и предварительно определяют ее тип и структуру. Если в почве содержится до 99% песка и до 10% глины, ее называют песчаной; от 10 до 30% глины — супесчаной; от 30 до 50% глины — суглинистой; более 50% глины — глинистой. В черноземной почве гумус (растительный перегной) составляет более 20%. В торфе содержится большое количество органического перегноя (50...80%).

Определение механического состава почвы. От размера составляющих почву частиц и их соотношения зависит обмен почвенного воздуха с атмосферным. Насыщение почвы кислородом необходимо для процессов окисления органических веществ.

Для определения соотношения частиц почвы по их размеру применяют набор сит с разным диаметром отверстий. Чаще всего такие наборы состоят из 5...7 сит с отверстиями диаметром 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,25 мм. Складывают сита так, чтобы они плотно входили одно в другое. В верхнее сито, с самыми крупными отверстиями, насыпают 100 г разрыхленной воздушно-сухой почвы, закрывают его крышкой и, осторожно сотрясая весь набор, просеивают пробу:

- частицы почвы диаметром 10 мм и более остаются на сите № 1, их называют крупным хрящом;
- частицы диаметром от 7 до 10 мм и от 5 до 7 мм остаются на ситах № 2, 3 — средний хрящ;
- частицы диаметром от 2 до 5 мм остаются на ситах № 4, 5 — мелкий хрящ;
- частицы диаметром от 1 до 2 мм остаются на сите № 6 — крупный песок;
- частицы диаметром от 0,25 до 1 мм остаются на сите № 7 — мелкозем;
- на дне набора сит собираются частицы диаметром менее 0,25 мм — мелкий песок.

После просеивания почвы взвешивают содержимое всех сит и определяют соотношение частиц разного размера и механический состав.

Определение основных физических свойств почвы

Определяют цвет и запах почвы, ее водные свойства: водоподъемную способность (капиллярность), фильтрационную способность (водопроницаемость), объем пор почвы, способность впитывать и удерживать влагу (влагоемкость).

Цвет почвы может быть темным (черным), светло-серым, светло-желтым и других оттенков в зависимости от количества находящихся в ней органических веществ и примесей. Темная (черная) окраска указывает на содержание в почве большого количества органических веществ. При санитарной оценке такой почвы следует учитывать, что окраску почве придает гумус (перегной) в результате внесения больших доз навоза. В таких почвах патогенные микроорганизмы встречаются чаще. Почвы, бедные органическими веществами, имеют светло-серую (подзолистые) или светло-желтую (песчаные, глинистые) окраску, содержат незначительное количество биологически активных минеральных соединений.

Запах почвы можно определить непосредственно на месте. Пробу почвы помещают в колбу, заливают горячей водой, закрывают пробкой и встряхивают, затем открывают пробку и определяют запах.

Чистая, незагрязненная почва не имеет запаха. Гнилостный, аммиачный, сероводородный и другие запахи свидетельствуют о загрязнении почвы навозом, мочой, неочищенными сточными водами, останками животных.

Водоподъемная способность (капиллярность) почвы зависит от ее механического состава, т. е. чем меньше размер частиц почвы, тем выше подъем влаги по капиллярам. Высокая капиллярность нередко служит основной причиной сырости почвы, помещений, если не приняты соответствующие меры (гидроизоляция).

Водоподъемную способность почвы определяют в лабораторных условиях. В штатив устанавливают стеклянные трубки диаметром 2,5...3 см (с сантиметровыми делениями и длиной 1 м). Нижние концы трубок обвязывают полотном. Каждую трубку заполняют исследуемой почвой,

нижние концы трубок погружают в стаканы или ванночки с водой на глубину 0,5 см. В зависимости от размера частиц, соответственно — и размера капилляров в почве, вода с неодинаковой скоростью будет подниматься вверх. По изменению окраски увлажненной почвы в трубках следят за скоростью и высотой поднявшейся по капиллярам воды, отмечая ее уровень через 5, 10, 30 и 60 мин и далее через каждый час до прекращения подъема уровня. По 3...5 пробам почвы получают результаты ее водоподъемной способности.

Фильтрационная способность (водопроницаемость) почвы — скорость просачивания воды через почвы различных типов — зависит от их структуры. Водопроницаемость имеет большое санитарно гигиеническое значение, поскольку определяет водно-воздушный режим почвы.

Для определения водопроницаемости сухой измельченной почвы берут стеклянную трубку диаметром 3...4 см и длиной 25...30 см. Отмерив от нижнего конца трубки 20 и 24 см, отмечают эти уровни на стекле. Нижний конец трубки обвязывают тонким полотном и при встряхивании наполняют исследуемой почвой до нижней черты (на 20 см). Укрепив трубку в штативе вертикально, подставляют под ее нижний конец мерный цилиндр с воронкой, который должен быть одинакового диаметра с трубкой. На цилиндре делают отметку снизу на уровне 4 см. Зафиксировав время, осторожно наливают в трубку на почву слой воды высотой 4 см, постоянно поддерживая этот уровень над почвой. Водопроницаемость выражают двумя показателями: временем, в течение которого вода пройдет через слой почвы толщиной 20 см, и временем для накопления в цилиндре слоя воды высотой 4 см.

От объема пор почвы зависит ее **аэрация**. Для определения объема пор почвы берут мерный цилиндр, наливают в него 50 мл воды и высыпают 50 мл исследуемой почвы. Смешав почву с водой, отмечают на цилиндре общий объем. В результате заполнения водой пор между частицами почвы общий объем смеси будет меньше 100 мл. Разница между заданным объемом и фактическим составит объем пор почвы.

Пример расчета

После смешивания 50 мл воды и 50 мл почвы объем составил 85 мл. Следовательно, поры почвы занимают объем 15 мл ($100 - 85$), или 30%:

$$\begin{aligned} 50 &= 100, \\ 15 &= x. \\ x &= 15 \cdot 100/50 = 30\%. \end{aligned}$$

Влагоемкость — способность почвы впитывать и удерживать определенное количество воды. При большой влагоемкости уменьшается ее возможность воздухо- и водопроницаемости. На таких участках почвы нередко наблюдается отсыревание полов, стен, ограждающих конструкций помещений, замедляется разложение органических веществ.

Для определения влагоемкости почвы берут стеклянный цилиндр с сетчатым дном и насыпают в него 100 г воздушно-сухой пробы. Цилиндр с почвой взвешивают. Затем его погружают в воду и наблюдают до появления воды в верхнем слое почвы — свидетельство того, что часть воды впиталась почвой, находящейся в цилиндре. Вынув цилиндр из воды, ждут, пока полностью стечет невпитавшаяся вода. После этого цилиндр снова взвешивают. Разница между первым и вторым взвешиванием укажет массу влаги, удерживаемой исследуемой почвой.

Пример расчета

Масса цилиндра с сухой почвой (первое взвешивание) — 150 г, масса цилиндра — 50 г. Масса того же цилиндра с почвой после поглощения воды (второе взвешивание) — 170 г. Разница между первым и вторым взвешиванием составляет 20 г ($170 - 150$). Следовательно, влагоемкость исследуемого образца равна 20%.

Измерение температуры почвы

В гигиенических целях температуру почвы измеряют редко. Однако она оказывает большое влияние на микробный состав почвы, что имеет важное значение при выборе участков под лагеря для животных, стойбища ранней весной, летом и поздней осенью пастбищ, а также загонов.



Рис. 6
Почвенный термометр
Саввинова и принцип
измерения температу-
ры почвы

Установлено, что микробиологические процессы в почве ослабевают при понижении температуры. Однако последняя не оказывает существенного влияния на жизнеспособность микробов, и даже зимой число их в почве уменьшается незначительно. Но все же отмечено, что микроорганизмы способны жить и развиваться в строго определенных температурных границах.

Для измерения температуры почвы используют специальные термометры: в поверхностном слое почвы — изогнутые термометры Саввинова (рис. 6), которые в зависимости от глубины исследуемого слоя имеют различную длину, а в глубоких (не более 1 м) — длинные термометры в металлической оправе с острым наконечником.

Определение влажности почвы

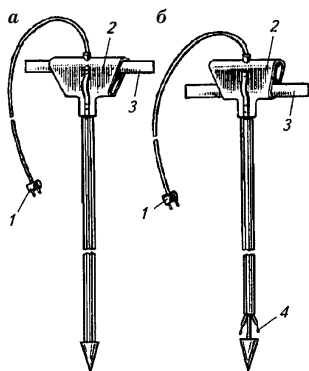


Рис. 7
Прибор для определения
влажности почвы
«Днестр-1»:

a — кожух опущен; *б* — кожух поднят; 1 — вилка кабельная; 2 — скоба; 3 — рукоятка; 4 — контакты.

Влажность почвы — это отношение массы воды, содержащейся в известном объеме почвы, к массе сухой почвы в том же объеме в процентах. Для определения степени влажности в заранее взвешенную стеклянную бюксу помещают около 10 г исследуемой почвы и высушивают в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение 5 ч.

После этого бюксу закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе (30...40 мин) и взвешивают на аналитических весах. Потеря в массе, выраженная в процентах, показывает содержание воды в почве. Рекомендует-

ся проводить анализ в двух параллельных навесках из взятого образца почвы и результат выражать средней величиной. Преимущество этого метода в сравнении с другими способами — простота, общедоступность и точность получаемых результатов.

Для определения влажности почвы на пастбищах без взятия почвенных образцов применяют прибор «Днестр-1» (рис. 7), порядок работы с прибором изложен в прилагаемой к нему инструкции.

Определение концентрации водородных ионов (рН) почвы

Величина рН почвы является показателем интенсивности в ней микробиологических процессов и степени самоочищения почвы. Концентрацию водородных ионов солевой вытяжки из почвы определяют по Н. И. Алямовскому. Метод заключается в следующем. В пробирку с 5 см³ прозрачной и бесцветной солевой или водной вытяжки из почвы добавляют 0,3 см³ комбинированного индикатора. Пробирку держат в левой руке, постукивают по стенке ее поочередно указательным и средним пальцами правой руки, добиваясь равномерного перемешивания индикатора с объемом жидкости. Далее, воспользовавшись стандартной шкалой, находят эталон, окраска которого близка к окраске испытуемой жидкости.

Для определения концентрации водородных ионов используют также прибор ВИУА. В пробирку с отверстием в стенке пипеткой вносят 0,3 см³ комбинированного индикатора. Затем, закрыв пальцем, погружают ее в стаканчик с отстоем солевой вытяжки из почвы. При снятии пальца отстой из стаканчика через отверстие в стенке пробирки начинает поступать внутрь пробирки. Регулируя указательным пальцем, набирают в пробирку отстой из стаканчика до верхнего края отверстия. Потом отверстие зажимают пальцем и вынимают пробирку из стаканчика. Находят, с каким эталоном шкалы совпадает окраска жидкости в пробирке, и определяют соответствующее эталону значение рН.

Концентрацию водородных ионов в отстое почвы можно определять при помощи рН-метров (милливольтметры

Таблица 21

**Классификация почв по механическому составу
(по Н. А. Качинскому)**

Содержание глинистых частиц (0,01 мм), %	Содержание песчаных частиц (0,01 мм), %	Название почв по механическому составу
Больше 80	Меньше 20	Тяжелоглинистые
80...50	20...50	Глинистые
50...40	50...60	Тяжелосуглинистые
40...30	60...70	Среднесуглинистые
30...20	70...80	Мелкосуглинистые
20...10	80...90	Супесчаные
10...5	90...95	Песчаные
Меньше 5	Больше 95	Рыхлопесчаные

Таблица 22

**Классификация почвенных частиц
в зависимости от их размера
(по Н. А. Качинскому)**

Почвенная частица	Размер, мм
Камни, гравий	Больше 3
Крупный песок	3...1
Средний песок	1...0,25
Мелкий песок	0,25...0,05
Крупная пыль	0,05...0,01
Средняя пыль	0,01...0,005
Тонкая пыль	0,005...0,001
Ил	Меньше 0,001

рН 340, рН 121, рН 673, иономер И-120, универсальный иономер ЭВ-74 и др.), а также бумажными универсальными индикаторами с цветной шкалой.

Итак, изучение механического состава почвы позволяет решить вопрос о естественном содержании органи-

ческих веществ, фильтрующей способности, воздухо- и влагопроницаемости, о возможности проникновения в почву кислорода для обеспечения аэробного разложения органических веществ, что важно в санитарном отношении. Физическое свойство почвы зависит от процентного содержания в ней глины, песка и илистой фракции; по соотношению этих фракций судят о степени загрязнения почвы, устанавливают происхождение и агрономическую ценность ее, влагопроницаемость, воздушный и тепловой режимы и ряд других свойств (табл. 21).

Увеличение содержания частиц размером более 0,01 мм (классификация частиц представлена в таблице 22) способствует хорошей фильтрации: почва аэрируется, и в ней процессы самоочищения проходят интенсивно.

Т Е М А 2

**ИССЛЕДОВАНИЕ
ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА
И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
ПОЧВЫ**

Цели занятия. Ознакомиться с методами отбора проб и исследования почвы при изучении ее химического состава и биологических свойств.

Материалы и оборудование. Пробы почвы; колба на 500 мл; 7% -ный раствор гидроксида калия; реактив Несслера; реактив Грисса; ФЭК; чашки Петри; среда Эндо; пробирки.

Содержание занятия. От химического состава почвы зависит качество произрастающей на ней растительности. Многие болезни животных возникают в связи с недостатком или отсутствием в почве минеральных солей и микроэлементов. Почва, загрязненная большим количеством органических отходов, — благоприятная среда для развития различных микроорганизмов, яиц гельминтов и личинок насекомых.

Исследование химического состава почвы

В почве постоянно идут сложные химические процессы разложения — перехода органических веществ в минеральные (минерализация), что влечет за собой освобождение (самоочищение) почвы от загрязнений продуктами жизнедеятельности человека, выделениями животных, сточными водами.

В лабораторных условиях с помощью химического анализа можно определить общее содержание органических веществ, общего азота, минеральных азотсодержащих веществ (азота, аммиака и аммонийных солей азота, нитритов и нитратов), сульфатов, хлоридов и др. С этой целью готовят водную вытяжку из почвы: в колбу помещают 50 г свежей исследуемой почвы и добавляют 250 мл бидистиллированной воды. В течение 3...5 мин содержимое колбы взбалтывают.

С целью осветлить жидкость в колбу вносят 1 мл 13%-ного раствора сернокислого аммония и вновь взбалтывают в течение 30 с. Если жидкость не осветлилась, в колбу добавляют 0,5 мл 7%-ного раствора гидроксида калия и взбалтывают. Содержимое колбы фильтруют.

Если полученный фильтрат (вытяжка из почвы) оказался окрашенным, использовать его для исследования на наличие азотсодержащих веществ и хлоридов нельзя. Его дополнительно обрабатывают вышеуказанными растворами сернокислого аммония и гидроксида калия до полного обесцвечивания.

Для ориентировочных исследований, отработки навыков предварительной оценки почвы можно рекомендовать упрощенный, проверенный в лабораторной практике метод анализа почвы на наличие в ней аммиака или нитритов.

Определение наличия аммиака. Навеску исследуемой почвы массой 5 г помещают в пробирку, доливают 15 мл 1%-ного раствора хлорида калия, встряхивают в течение 3...5 мин, дают отстояться и фильтруют. В чистую пробирку наливают фильтрат, добавляют 2...3 капли реактива Несслера. Появление желтого окрашивания указывает на наличие аммиака в почве. Количество аммиака определяют колориметрически.

Определение наличия нитритов. В пробирку помещают навеску исследуемой почвы (5...10 г) и наливают 15...20 мл дистиллированной воды, встряхивают содержимое в течение 3...5 мин, дают отстояться и фильтруют. В чистую пробирку наливают 10 мл фильтрата, добавляют 1 мл реактива Грисса, помещают на 15 мин в водяную баню при

температуре 70°C. При наличии азотистой кислоты или ее соединений в зависимости от ее количества вытяжка окрасится в розовый или красный цвет. Количество нитритов определяют колориметрически.

При обсуждении результатов исследований механического состава, физических свойств и некоторых химических показателей почвы следует использовать и руководствоваться обобщенными данными, характеризующими давность загрязнения почвы, степень выживаемости в ней отдельных микроорганизмов.

Давность загрязнения почвы органическими веществами, степень и активность их разложения можно оценить по результатам анализа этих процессов:

- аммиак — загрязнение свежее;
- аммиак, хлориды — загрязнение произошло недавно;
- аммиак, хлориды, нитриты — процесс разложения органических веществ происходит интенсивно;
- аммиак, хлориды, нитриты, нитраты — с момента загрязнения прошел некоторый срок, но имеется и свежее загрязнение;
- хлориды, нитриты, нитраты — свежего загрязнения нет, идет минерализация органических веществ;
- нитриты, нитраты — с момента загрязнения прошел большой срок;
- нитриты — полная минерализация органических веществ.

Качественное определение мочи и экскрементов

Для определения в почве мочи 100 мл водной вытяжки помещают в фарфоровую чашку и выпаривают досуха. Остаток с небольшим количеством углекислого натрия нагревают, растворяют в воде и отфильтровывают. Фильтрат сгущают в фарфоровой чашке, добавляют несколько капель азотной кислоты и выпаривают досуха. Если в исследуемой почве содержится моча, то сухой остаток приобретает красно-желтую окраску, которая изменяется от добавления аммиака в пурпуровую, а от едкого натра — в сине-фиолетовую.

Для обнаружения экскрементов в почве к 250 мл водной вытяжки добавляют 0,3 г виннокаменной кислоты и выпаривают досуха. К остатку добавляют винный спирт и полученную спиртовую вытяжку также выпаривают досуха. К полученному сухому остатку опять-таки добавляют небольшое количество раствора едкого кали и исследуют запах: при фекальном загрязнении почвы обнаруживают присущий экскрементам специфический запах.

Санитарная оценка почвы на основании данных химического анализа иногда бывает затруднительна вследствие большой варибельности химического состава так называемой чистой (незагрязненной) почвы. Поэтому в практике часто пользуются *санитарным числом* — показателем степени загрязнения и завершенности процессов самоочищения почвы. Под санитарным числом понимают отношение количества почвенного белкового азота (азота гумуса) к количеству органического азота:

$$C = B/A,$$

где C — санитарное число, %; B — количество почвенно-белкового азота на 100 г абсолютно сухой почвы, мг; A — количество органического азота на 100 г абсолютно сухой почвы, мг.

Чем величина *санитарного числа* ближе к единице, тем почва чище, и наоборот.

Бактериологическое исследование

Пробы почвы для бактериологического анализа отбирают не менее чем с двух участков площадью 25 м², причем один из них должен находиться вблизи источников загрязнения. Для составления средней пробы на каждом участке почву берут в пяти точках по диагонали или в пяти точках, расположенных конвертом, с глубины до 20 см стерильным инструментом (маленькая лопатка или совок).

Пробы почвы из более глубоко залегающих слоев (0,75... 2 м) следует брать буром.

При отсутствии бура выкапывают яму необходимой глубины и стерильным совком отбирают пробы с каждого горизонта, начиная с нижнего.

Для исследования почвы полей орошения и огородов пробы берут на глубине нахождения в ней клубнеплодов (30 см). Среднюю пробу составляют из трех отдельно взятых с каждой гряды проб.

При изучении влияния почвы на санитарное состояние подземных вод и водоемов пробы следует брать с глубины 0,75...2 м. На кладбищах и скотомогильниках пробы берут с глубины 25 см и ниже глубины захоронения, а на участках для обеззараживания хозяйственно-бытовых отходов — с глубины 25, 100 и 150 см.

Пробу почвы (200...300 г) помещают в стерильную банку и накрывают слоем ваты. Горлышко банки обертывают бумагой и перевязывают. На банку ставят номер и наклеивают этикетку, в которой указывают необходимые данные (дату, место отбора пробы). Если проб несколько, банки с почвой укладывают в деревянный ящик с гнездами и отправляют в лабораторию.

В лаборатории почву освобождают от щебня, стекла, корней и т. п., после чего просеивают через стерильные сита с отверстиями диаметром 3 мм. Затем образец почвы перемешивают и из него отбирают 30 г для разведения. Если невозможно провести бактериологические исследования в день отбора почвы, допускается ее хранение не более 24 ч при температуре 1...2°C.

Для гельминтологического исследования пробы почвы отбирают на участках возможного загрязнения фекалиями с глубины 2...3 см, а на вспаханных почвах — до 25 см в зависимости от выращиваемых культур. На исследуемом участке в 9...10 точках пробы (200 г) берут с поверхности почвы шпателем или лопаточкой, а из глубоких слоев — лопатой или буром.

Пробы помещают в стеклянные банки или в пакеты из целлофана или клеенки. Исследуют почву не позднее чем через 2...3 сут после взятия пробы. При необходимости пробы можно хранить в холодильнике в течение нескольких месяцев: их помещают в стеклянные банки, почву в них периодически увлажняют водой и изредка перемешивают (для лучшей аэрации). При хранении в условиях комнатной температуры пробы необходимо залить 3%-ным

раствором формалина или 1...2% -ным раствором соляной кислоты.

При микробиологических исследованиях с санитарной точки зрения имеет значение не только общее количество микробов, в том числе анаэробов в почве, хотя оно обычно и соответствует содержанию органических веществ в ней, но и качественный (видовой) их состав.

Важную роль в отдельных случаях может играть исследование почвы на присутствие в ней возбудителей сибирской язвы, эмфизематозного карбункула, столбняка, злокачественного отека, паратифозных бактерий и т. д.

Для характеристики санитарного состояния почвы особую ценность имеет установление коли-титра водной вытяжки почвы, поскольку наиболее частым источником заражения ее служат фекалии животных и людей, с которыми в почву может попадать различная патогенная микрофлора.

Под *коли-титром* подразумевают наименьшее количество посевного материала, при внесении которого в питательную среду наблюдают развитие бактерий кишечной группы.

Для анализа 30 г почвы помещают в стерильный сосуд вместимостью 500 мл, добавляют 270 мл стерильной водопроводной воды. После взбалтывания в течение 10 мин из полученной суспензии без отстаивания получают разведение 1:10.

1 мл приготовленной суспензии стерильной пипеткой переносят в пробирку, куда приливают 9 мл стерильной воды. Получают разведение 1:100. Таким же образом готовят последующие разведения: для чистых почв 3...4 разведения (1:1000; 1:10 000); для загрязненных — 4...6 разведений (1:10 000; 1:1 000 000).

Исследуемую суспензию почвы в убывающих количествах вносят в питательную среду. Чашки Петри с засеянными средами помещают на 24 ч в термостат при температуре 37...43°C. После этого определяют наличие (отсутствие) изменений в питательной среде под влиянием роста кишечной палочки; минимальное количество внесенной в среду суспензии почвы, в котором были обнаружены эти

Таблица 23

Санитарное состояние почвы

Показатель	Почва		
	чистая	загряз- ненная	сильно загрязненная
Число яиц гельминтов (в 1 кг)	—	До 100	100 и более
Число личинок, куко- лок мух (на 25 м ²)	—	До 100	100 и более
Титр:			
Кишечных палочек	1,0 и выше	0,01...0,9	0,009 и ниже
<i>V. perfringens</i>	0,01 и выше	0,0001...0,009	0,00009 и ниже
Нитрифицирующих микроорганизмов	0,1 и выше	0,001...0,09	0,0009 и ниже
Содержание, мг/кг:			
Химически вредных веществ	ПДК*	Превышение ПДК в 10...100 раз	Превышение ПДК более чем в 100 раз
Канцерогенных веществ (по бензопирену)	До 5	До 30	30 и более

Примечание. *Предельно допустимые концентрации.

микроорганизмы, допуская, что попадание одного микроба вызывает видимые изменения в среде.

На практике для оценки степени загрязнения почвы пользуются таблицей 23 (при условии, что пробы почвы отбирали с глубины до 20 см).

Гельминтологические и энтомологические исследования почвы

Обнаружение в почве яиц гельминтов свидетельствует о загрязнении этой среды фекалиями человека и животных. Наибольшую эпизоотологическую опасность представляют яйца геогельминтов и биогельминтов (аскариды, острицы, власоглавы, членики ленточных гельмин-

тов), развитие которых до личиночной стадии протекает при благоприятном температурно-влажностном режиме в почве.

Исследование на яйца гельминтов. Из взятой по указанным выше правилам пробы почвы отвешивают 5...10 г и при помощи стеклянных бус в течение часа перемешивают с 20 мл 5% -ного раствора едкого натра или кали. Полученную смесь центрифугируют в течение 1...2 мин, затем избыток жидкости сливают, добавляют насыщенный раствор азотнокислого натра, перемешивают с почвой и снова центрифугируют по 2 мин не менее 5 раз. После каждого центрифугирования поверхностную пленку с яйцами гельминтов снимают петлей и переносят в стаканчик с небольшим количеством воды; почву перемешивают с тем же раствором азотнокислого натра и вновь центрифугируют, затем поверхностную пленку переносят в стаканчик. Содержимое стаканчика пропускают через предварительный мембранный фильтр, помещенный в фильтродержатель Гольдмана или Зейтца.

После фильтрации фильтр переносят на предметные стекла и исследуют под микроскопом во влажном состоянии, яйца гельминтов легко обнаруживают в поле зрения прибора.

Для более детального морфологического изучения яиц делают соскоб содержимого фильтра на предметное стекло в каплю 50% -ного глицерина и рассматривают под микроскопом. Описанным методом выявляют до 60% яиц гельминтов по отношению к количеству их в почве.

Исследование на личинки гельминтов. Рекомендуются проводить в районах значительного распространения нематодозов. Берут 200...400 г почвы, тщательно измельчают и высыплют на один слой марли, помещенный на металлическое сито с диаметром отверстий 1...2 мм. Сито вставляют в стеклянную воронку с водой температуры 45°C так, чтобы нижняя поверхность почвы доходила до воды. На конец воронки надевают резиновую трубку с зажимом и собранную таким образом установку оставляют в покое от 4 до 20 ч при комнатной температуре. За это время личинки гельминтов в силу термотропности миг-

пируют через сито в воду. Для их обнаружения берут из воронки 50 мл воды, центрифугируют и полученный осадок исследуют под микроскопом.

Санитарно-энтомологическое исследование почвы направлено на выявление в ней личинок и куколок мух с помощью рамы-трафарета размером 25×25 см², накладываемой на поверхность участка почвы. Внутри трафарета выкапывают почву на глубину 20 см и рассыпают на ровной поверхности. Личинок и куколок извлекают пинцетом и подсчитывают. Результаты исследований оценивают по пятибалльной шкале:

- личинок нет — 1 балл;
- отдельные экземпляры личинок — 2;
- личинок мало — 3;
- личинок много — 4;
- личинок очень много (кишат) — 5.

Численность окрыленных мух определяют следующими способами:

- визуально учитывают число мух по шкале «мух нет», «мухи есть» (до 5 на помещение), «мух много» (больше 5);
- определяют массовый выплод мух в помещениях 1... 2 раза в сезон в период высокой численности насекомых;
- систематически учитывают численность мух на открытом воздухе, на основании видового состава которых определяют характер загрязнения почвы;
- учитывают новорожденных мух в местах обезвреживания отходов (проводят для оценки эффективности применяемых методов обезвреживания отходов).

Итак, при оценке санитарного состояния почвы земельных участков, отводимых под строительство животноводческих ферм и комплексов, сельскохозяйственных угодий проводят следующие анализы:

- механический состав;
- влажность свежевзятого образца;
- гигроскопическая влажность;
- содержание аммиака, нитритов, нитратов, хлоридов;
- содержание общего, органического и почвенного азота;

Таблица 24

**Показатели санитарного состояния почвы
(при отборе проб с глубины 0...20 см)**

Показатель чистоты почвы	Число		Коли-титр	Титр анаэробов	Санитарное число
	гельминтов в 1 кг	личинки и куколок мух в 25 м ²			
Чистая	0	0	1,0	0,1	0,98
Слабо загрязненная	До 10	1...10	1,0... 0,01	0,1... 0,001	0,75... 0,98
Загрязненная	11...100	10...100	0,01... 0,001	0,001... 0,0001	0,7... 0,85
Сильно загрязненная	100 и более	100 и более	0,001 и ниже	0,0001 и ниже	0,7

- содержание макро- и микроэлементов;
- содержание вредных химических веществ;
- наличие микроорганизмов;
- коли-титр;
- загрязненность яйцами гельминтов;
- наличие личинок и куколок мух.

При благоприятной эпизоотической и эпидемиологической обстановке рекомендуется исследования проводить по схеме краткого санитарного анализа: определение влажности, хлоридов, окисляемости, коли-титра, титра анаэробов, содержания яиц геогельминтов, личинок и куколок мух (табл. 24).

РАЗДЕЛ III
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
ВОДЫ

В Российской Федерации при оценке качества воды руководствуются нормами, установленными санитарными правилами «Гигиенические требования к охране поверхностных вод. СанПиН 2.1.5.980-00», «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. СанПиН 2.1.4.544-96», а также санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01».

Т Е М А 1

ОБСЛЕДОВАНИЕ ВОДОИСТОЧНИКОВ. ОТБОР ПРОБ ВОДЫ

Цели занятия. Ознакомиться с правилами и методами отбора проб воды для проведения анализов.

Приборы и материалы. Пробы воды; батометр; термометр лабораторный; термометр черпательный; консерванты.

Содержание занятия. При проведении гидрохимических исследований особое внимание следует обращать на отбор проб воды. Ошибки, возникающие вследствие неправильного отбора пробы, в дальнейшем исправить нельзя.

Условия, которые следует соблюдать при отборе пробы, настолько разнообразны, что нельзя дать рекомендации для всех случаев и в соответствии со всеми требованиями, поэтому могут быть рекомендованы лишь общие принципы взятия проб, заключающиеся в следующем:

- проба воды, взятая для анализа, должна отражать условия и место ее взятия;
- отбор пробы, ее хранение, транспортировка и обращение с ней должны проводиться так, чтобы не произошли изменения в содержании компонентов или свойствах воды;
- объем пробы должен быть достаточным и соответствовать применяемой методике.

Количество и периодичность взятия проб воды в местах водозабора, отбираемых для лабораторного анализа, устанавливаются с учетом требований, указанных в таблице 25.

В ветеринарной практике с учетом использования воды в животноводстве и контроля воды в рыбоводстве приняты типы анализов воды, приведенные в таблице 26.

Место взятия пробы воды определяют в зависимости от характера водоисточника и цели исследования.

При использовании *открытого водоема* для проектируемого централизованного водоснабжения пробу необхо-

Таблица 25

Виды анализов и периодичность исследований

Показатели	Источники	
	подземные	поверхностные
Микробиологические	4 (по временам года)	12 (ежемесячно)
Паразитологические	Не проводят	
Органолептические	4 (по временам года)	
Обобщенные		
Неорганические и органические вещества	1	4 (по временам года)
Радиологические	1	1

Таблица 26

Типы анализов воды

Тип анализа	Перечень определений	Характер анализа	Количество воды, л
I	Физические и органолептические свойства (температура, цвет, прозрачность, запах, вкус и привкус), содержание кислорода, диоксида углерода, сероводорода и активная реакция воды	Газовый	0,5...1,0
II	Физические и органолептические свойства и содержание газов (см. первый тип анализа), щелочность, общая жесткость, окисляемость и общее железо	Сокращенный общий	2,0
III	Физические и органолептические свойства, содержание газов и некоторых химических веществ (см. II), сухой остаток и все формы азота, фосфаты, закисное и окисное железо, сульфаты и хлориды, кальций и магний и устранимая жесткость	Полный общий	5,0

димо брать в той точке водоема и на той глубине, которые намечены для будущего забора воды для водопровода.

Если имеется *централизованное поение*, то непосредственно из водопроводного крана.

При *нецентрализованном поении* животных — из поверхностного водоема в 5...10 м от берега на глубине 50 см, при необходимости и на других глубинах.

Придонные пробы на расстоянии 30...50 см от дна отбирают, предполагая, что в результате сброса сточных вод в придонных слоях накапливаются оседающие вредные вещества, которые могут стать источниками вторичного загрязнения воды. Для санитарного контроля чаще всего отбирают разовые пробы воды, а при исследовании качества воды поверхностных водоисточников не централизованного питьевого водоснабжения — не менее 12 разовых проб в год, т. е. ежемесячно.

При использовании для проектируемого водоснабжения *подземных источников* — из того водоносного горизонта, откуда намечается будущий водозабор.

При отборе проб воды из *вновь сооружаемой скважины* (колодца, каптажа); при отсутствии постоянного анализа воды пробу берут из этого источника (скважины, колодца и др.) после непрерывной откачки при эксплуатационной мощности и не ранее, чем будет получено одинаковое содержание хлоридов и железа не менее чем в трех контрольных пробах, взятых во время откачки с промежутками не менее 1 ч.

В случае действующего водозабора из *подземного водоисточника* пробу берут из того источника (скважины, колодца, каптажа), который востребован для водоснабжения. Если скважин несколько, пробы берут из каждой. Пробы отбирают в часы максимального расхода воды и до начала технологических процессов на фермах.

Из *кранов водопроводных сооружений* пробы воды берут после свободного спуска воды при полном открытии крана в течение 15 мин.

В практике работы санитарной и ветеринарной служб используют батометр-бутылку (рис. 8) — гидрологический прибор, служащий для взятия проб воды со взвешенными наносами при длительном наполнении. Он пригоден для взятия проб интеграционным способом при глубинах от 1 до 15 м при скорости течения воды, не превышающей 2,5 м/с. Батометр можно применять и при точечных способах взятия проб для глубин от 0,5 до 1,5 м. Также применяют батометры других конструкций.

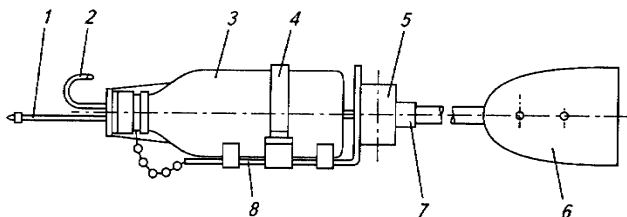


Рис. 8
Батометр-бутылка:

1 — водозаборная трубка; 2 — воздухоотводная трубка; 3 — бутылка; 4 — зажимная лента; 5 — муфта на штангу; 6 — устройство (хвост) для ориентации прибора в проточной воде; 7 — стопорный винт; 8 — металлическая обойма.

Груз имеет корпус, хвостовое оперение и откидную головку с вертикальным пазом, через который наружу выходят две трубки. В корпусе груза помещается бутылка, укрепляемая неподвижно посредством откидной скобы и поддона. Она снабжена металлической головкой с резиновой прокладкой, через которую проходят водозаборная и воздухоотводная трубки, внутренние их концы изогнуты кверху. В пазу откидной головки груза обе трубки располагаются в одной вертикальной плоскости.

Заполнение бутылки водой происходит при постоянном гидростатическом напоре, обусловленном разностью в высоте (4 см) внутреннего конца водозаборной трубки и внешнего конца воздухоотводной трубки. Для заполнения же бутылки водой со скоростью течения потока к комплекту прибора прилагают пять насадок с отверстиями, размеры диаметров этих отверстий выгравированы на насадках.

На месте работы собранный прибор насаживают муфтой на штангу и закрепляют стопорным винтом. Для правильной ориентировки прибора относительно течения воды на штанге укрепляют указатель — визир.

Допускается отбор проб воды бутылкой; ее закрывают пробкой, к которой прикреплен шнур, и вставляют в тяжелую оправу или к ней подвешивают груз на шнуре или веревке. Бутылку устанавливают на намеченной глубине, пробку выдергивают с помощью шнура, и таким образом вода заполняет емкость. Пробу воды с небольшой глубины (особенно зимой) отбирают бутылкой, прикрепленной к шесту.

Для отобранной пробы воды используют посуду из бесцветного химически стойкого стекла или полиэтилена марок, разрешенных для контакта с питьевой водой. Перед наполнением посуду несколько раз ополаскивают исследуемой водой. Корковые и резиновые пробки кипятят в дистиллированной воде или обертывают полиэтиленовой пленкой.

Бутылку заполняют водой до верха. Перед закрытием воду сливают так, чтобы под пробкой оставался слой воздуха объемом 1...2 мл. В рыбоводстве при исследовании

содержания кислорода в воде в отобранной пробе не допускается наличия пузырьков воздуха под пробкой.

При отправке воды в лабораторию составляют сопроводительный документ, который должен содержать следующие сведения:

- наименование водоисточника и его местонахождение;
- дату взятия пробы (год, месяц, число, час);
- место и точку взятия пробы: для открытых водоемов — расстояние от берега и глубина, с которой взята проба воды (расстояние от поверхности воды и от дна водоема); для скважин и колодцев — отметки устья и дна; для вновь сооружаемых скважин — продолжительность откачки, результаты контрольных анализов на хлориды и железо;
- метеорологические условия: температура воздуха, наличие осадков в день отбора пробы и за предшествующие 10 сут, сила и направление ветра (при отборе проб из открытого водоема);
- особые условия, оказывающие влияние на качество воды в водоеме;
- если цель исследования воды — наличие у животных и рыб болезней, причиной которых предполагается вода, то следует указать клинику болезни, данные патологоанатомического вскрытия (в случае гибели животного или рыб) и другие имеющиеся данные;
- место работы, должность и подпись специалиста, проводившего отбор пробы.

Для доставки в лабораторию бутылки с водой укладывают в ящик или корзину (желательно с войлочной прокладкой). Зимой нельзя допускать замерзания воды, а в летний период — ее перегрева.

Доставленную в лабораторию воду исследуют в день отбора проб.

Если нельзя провести химические анализы воды через 1...2 ч после отбора, то в пробу воды необходимо добавить консерванты (H_2SO_4 , HCl), чтобы предупредить изменения ее химического состава.

Способы консервации, а также время хранения проб приведены в таблице 27.

Таблица 27

Способы консервации и хранения проб воды до анализа

Анализируемый показатель	Способ консервации и количество консерванта на 1 л воды	Максимальное время хранения пробы воды
Аммиак и ионы аммония	Не консервируют	Несколько минут
БПК воды		3 ч
Вкус и привкус		2 ч
Водородный показатель (рН)		В день отбора
Железо общее		2 сут
Жесткость общая		2 сут
Запах (без нагревания)		2 ч
Кальций		2 сут
Карбонаты		2 сут
Мутность		2 ч
Нитраты	2–4 мл хлороформа	2 ч
Нитриты	Не консервируют	2 ч
Окисляемость		4 ч
Прозрачность		4 ч
Растворенный кислород		1 сут

Следует иметь в виду, что ни консервация, ни фиксация не обеспечивают постоянства состава воды неограниченно долго. Они лишь сохраняют на определенное время соответствующий компонент в воде, что позволяет доставить пробы к месту анализа, например в полевой лагерь, в лабораторию. В протоколах отбора и анализа проб обязательно указывают даты отбора и анализа воды.

Т Е М А 2

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ФИЗИЧЕСКИХ
И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ
СВОЙСТВ ВОДЫ**

Цели занятия. Ознакомиться с методами определения физических и органолептических свойств воды.

Приборы и материалы. Пробы воды; черпательный термометр; лабораторный термометр; коническая колба на 250 мл; цилиндры на 100 мл; ФЭК; набор стандартных шкал цветности воды; прибор Снеллена; диск Секки; цилиндр высотой 40 см с проволочным кольцом; колориметрический цилиндр на 200 мл; беззольные фильтры диаметром 9 см; фарфоровый тигель; муфельная печь; аналитические весы; иономер; индикаторная бумага; универсальный индикатор; бихромат калия; сульфат кобальта; серная кислота (х. ч.).

Содержание занятия. Физические и органолептические свойства воды оказывают существенное влияние на здоровье животных. Вода плохого качества (мутная, необычного запаха и вкуса) не возбуждает деятельность секреторных центров пищеварительного тракта и при сильной жажде может вызвать негативную физиологическую реакцию.

При поении животных очень холодной водой организм переохлаждается, в результате чего возникают простудные болезни, а у беременных маток — аборт.

Определение температуры воды

Температура — важная гидрологическая характеристика водоема, показатель возможного теплового загрязнения воды. Поэтому ее измерение во время отбора пробы является неотделимой частью анализа воды.

Температуру воды необходимо измерять непосредственно в самом водоеме при взятии пробы или же определять в бутылки незамедлительно после взятия пробы. В этом случае температура бутылки перед отбором пробы должна быть приведена к температуре исследуемой воды.

Для определения температуры воды на различных глубинах пользуются черпательным термометром, в котором собственно термометр заключен в металлический футляр, а его резервуар погружен в чашечку, наполняющуюся водой в момент взятия пробы.

Для измерения температуры воды используют ртутный или спиртовой термометр с делениями $0,1^{\circ}\text{C}$. Термометр погружают в воду не менее чем на 5 мин, после чего снимают показания по шкале прибора, не извлекая его из воды. В другом случае резервуар термометра обертывают марлей в 5...6 слоев, погружают на определенную глубину, выдерживают не менее 5 мин и для снятия показаний вынимают из воды. В этом случае показания термометра не смещаются, несмотря на разность температуры воды и воздуха.

Определение запаха воды

Наличие, характер и интенсивность запаха воды определяют органолептически. Запахи воды по характеру разделяют на две группы:

- 1) естественного происхождения (от живущих и отмерших в воде организмов, от влияния берегов, дна, окружающих почв, грунтов и т. д.);
- 2) искусственного происхождения (от промышленных сточных вод).

Таблица 28

Классификация запахов воды естественного происхождения

Символ	Характер запаха	Примерный род запаха
А	Ароматический	Огуречный, цветочный
Б	Болотный	Илистый, тинистый
Г	Гнилостный	Фекальный, сточный
Д	Древесный	Мокрой щепы, древесной коры
З	Землистый	Прелый, свежевспаханной земли, глинистый
П	Плесенный	Затхлый, застойный
Р	Рыбный	Рыбьего жира, рыбы
С	Сероводородный	Тухлых яиц
Т	Травянистый	Скошенной травы, сена
Н	Неопределенный	Не подходящий под предыдущие определения

Таблица 29

Оценка интенсивности запаха питьевой воды

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха, баллы
Нет	Не ощущается	0
Очень слабая	Не ощущается потребителем, но обнаруживается при лабораторном исследовании	1
Слабая	Замечается потребителем, если обратить на это внимание	2
Заметная	Легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Привлекает внимание и может заставлять воздерживаться от питья	4
Очень сильная	Настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

Запахам естественного происхождения дают определения по классификации (см. табл. 28).

Запахи искусственного происхождения называют по соответствующим веществам: фенольный, камфарный, бензиновый, хлорный и т. д.

При централизованном водоснабжении интенсивность запаха допускается не более 2 баллов, а при нецентрализованном — 2...3.

Запах воды следует определять в помещении, где воздух не содержит постороннего запаха. В колбу наливают 50 мл исследуемой воды, закрывают часовым стеклом и несколько раз взбалтывают. После этого устанавливают запах и его интенсивность. Если вода не пахнет, то ее нагревают в водяной бане до 60°C и после этого снова определяют характер и интенсивность запаха, последнюю оценивают, руководствуясь таблицей 29.

Воду с запахом тухлых яиц исследуют на наличие в ней сероводорода.

Определение вкуса и привкуса воды

Вкусовые свойства воды зависят от присутствия в ней веществ природного происхождения или тех, которые попадают в воду в результате загрязнения ее стоками. Подземные воды, в которых содержатся в большом количестве неорганические растворенные вещества, имеют специфический вкус, зависящий от наличия железа, марганца, магния, натрия, калия, хлоридов и карбонатов. Различают четыре основных вкуса: соленый, сладкий, горький, кислый. Кроме них устанавливают некоторые привкусы — щелочной, металлический, хлорный, болотный, рыбный и т. п.

Вкус воды рекомендуется определять у водоисточника в момент взятия пробы для анализа при температуре пробы в момент ее отбора, при комнатной температуре и при 60°C. Набирают в рот 10...15 мл воды, держат ее несколько секунд, не проглатывая, а затем выплевывают.

При определении вкуса питьевой воды используют пробы, бактериологически безопасные, незагрязненные и

Таблица 30

Оценка интенсивности вкуса питьевой воды

Интенсивность вкуса, баллы	Характер вкуса	Определение
0	Никакого	Отсутствие ощутимого вкуса (привкуса)
1	Очень слабый	Вкус, не замечаемый потребителем, но обнаруживаемый специалистами
2	Слабый	Вкус, обнаруживаемый потребителем, если обратить на это его внимание
3	Заметный	Вкус легко обнаруживаемый; может быть причиной того, что вода неприятна для питья
4	Отчетливый	Вкус привлекает внимание; может заставить воздержаться от питья
5	Очень сильный	Вкус настолько сильный, что делает воду не пригодной для питья

не содержащие токсических веществ. Характер вкуса воды оценивают по таблице 30.

В воде открытых водоемов и источников, сомнительных в санитарном отношении, вкус и привкус устанавливают после кипячения воды (1 с) и охлаждения.

При централизованном водоснабжении интенсивность и характер вкуса и привкуса допускается не более 2 баллов, при нецентрализованном — 2...3.

Определение цвета воды

Питьевая вода должна быть бесцветной, так как окраска маскирует общую загрязненность воды. Вода болотистого происхождения имеет желтоватый оттенок из-за присутствия гуминовых веществ и соединений железа. Желтая окраска нередко зависит от загрязнения воды навозом, стоками удобренных полей и т. п. В таких случаях она может служить показателем ее недоброкачественности в санитарном отношении.

Существуют разные методы определения цвета воды. Наиболее простой — визуальный, при котором сравнива-

ют исследуемую воду с дистиллированной. Берут два одинаковых цилиндра 100 или 200 мл, в один из них наливают исследуемую профильтрованную воду, а в другой — дистиллированную в том же объеме. Цвет воды устанавливают при рассмотрении на белом фоне при естественном освещении. Вода может быть определена, например, как бесцветная, светло-желтая, желтая, интенсивно-желтая, бурая и т. д.

Количественный метод заключается в сравнении цвета исследуемой воды с искусственными стандартами, имитирующими окраску воды (кобальтохромовую или кобальтоплатиновую шкалу). Для приготовления кобальтохромовой шкалы необходимы следующие реактивы: дихромат калия, сульфат кобальта, кислота серная; используют два раствора.

Раствор № 1 (основной): в дистиллированной воде растворяют (отдельно) 0,0875 г дихромата калия ($K_2Cr_2O_7$) и 2 г сульфата кобальта ($CoSO_4 \cdot 7H_2O$). Их смешивают в мерной колбе, добавляют 1 мл х. ч. (химически чистой) серной кислоты плотностью 1,84 г/см³ и доводят объем дистиллированной водой до 1 л. Раствор соответствует цветности 500°.

Раствор № 2: 1 мл х. ч. серной кислоты доводят дистиллированной водой до 1 л. Смешивая растворы в одинаковых соотношениях, указанных в таблице 31, получают шкалу цветности.

После наполнения цилиндры закрывают пробками, хранят в темном месте и через 2...3 мес. шкалу возобновляют.

Для определения цветности в цилиндр наливают 100 мл исследуемой воды и сравнивают ее окраску с указанными эталонами, рассматривая жидкости сбоку и сверху вниз на белом фоне. Цветность воды выражают в градусах цветности: 1...50° — с точностью до 2; 51...100° — до 5; 101...250° — до 10; 251...500° — до 20°.

При определении цвета воды с помощью фотоэлектродетектора используют кюветы с толщиной светопоглощающего слоя 5...10 мм. Контрольной жидкостью служит дистиллированная вода, из которой удалены взвешенные

вещества путем фильтрации ее через мембранные фильтры № 4. Оптическую плотность исследуемой пробы воды измеряют в синей части спектра.

Цветность определяют по градуировочному графику и выражают в градусах цветности.

В полевых условиях цветность воды определяют следующим образом. В пробирку из бесцветного стекла (диаметром 1,5 см и высотой 12 см) наливают 8...10 мл исследуемой воды и сравнивают с аналогичным количеством дистиллированной воды.

Цветность выражают в градусах по таблице 32.

Таблица 31

Шкала цветности воды

Раствор № 1, мл	—	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14
Раствор № 2, мл	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	86
Градусы цветности	—	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70

Таблица 32

Приближенное определение цветности воды

Окрашивание при рассмотрении		Окрашивание при рассмотрении
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 10
Нет	Едва заметное, бледно-желтоватое	10
Едва уловимое	Очень слабое, желтоватое	20
Едва уловимое, бледно-желтоватое	Желтоватое	40
Едва заметное, бледно-желтоватое	Слабо-желтое	80
Очень слабое, бледно-желтое	Желтое	150
Бледно-желтое	Интенсивно-желтое	300
Желтое		500

Для открытых водоемов используют набор стандартных шкал цветности. В наборе имеется 21 пробирка с раствором — оттенками от синего до коричневого цвета (1... 11 — сине-желтые, 12...21 — сине-желто-коричневые). Суть определения цвета воды состоит в том, что цвет воды водоемов по шкале цветности наблюдают на фоне белого диска, опущенного в водоем на глубину прозрачности водоема. Найденный цвет воды обозначают в рабочем журнале номером соответствующей пробирки (например, пробирки 5 и 6 соответствуют зеленовато-голубому цвету, 7 и 8 — голубовато-зеленому).

При централизованном водоснабжении цветность воды составляет 20 (35°) (величина в скобках может быть установлена по постановлению Главного государственного санитарного врача соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки), при нецентрализованном водоснабжении — до 40°С.

Определение прозрачности воды

Прозрачность, или светопропускание, воды обусловлено ее цветом и мутностью, т. е. содержанием в ней различных веществ. Прозрачность воды часто определяют наряду с мутностью, особенно в тех случаях, когда вода имеет незначительные окраску и мутность. Мутная непрозрачная вода всегда подозрительна в эпизоотическом и санитарном отношении, так как в загрязненной воде создаются благоприятные условия для сохранения микроорганизмов.

Прозрачность воды определяют следующими методами.

Метод сравнения. В один цилиндр из бесцветного стекла наливают исследуемую воду, а во второй для сравнения — дистиллированную. Исследуемая вода может быть оценена как прозрачная, слабопрозрачная, слабоопалесцирующая, опалесцирующая, слабомутная, мутная и сильномутная.

Метод диска Секки. Глубину прозрачности воды непосредственно в открытом водоеме определяют следующим

образом: берут белый диск диаметром 20 см и с помощью мерной веревки или лески опускают в воду на глубину, при которой он перестает быть видимым. Воду считают прозрачной, если диск различим на глубине не менее 60 см.

В настоящее время предложен диск, сектора которого окрашены в белый, красный и зеленый цвета и разделены трехлучевым черным крестом с лучами по 30°. Диск закреплен на мерной штанге. Считают, что при использовании такого диска точность измерения повышается.

Метод шрифта (Снеллена). Количественный способ определения прозрачности состоит в том, что пробы воды после взбалтывания наливают в бесцветный цилиндр, градуированный по высоте в сантиметрах. У основания цилиндра имеется тубус с резиновой трубкой и зажимом для спуска воды. Цилиндр фиксируют на подставке высотой 4 см. Исследуемую воду наливают в цилиндр и под его дно подкладывают печатный шрифт № 1. Затем смотрят сверху вниз через столб воды, постепенно выпуская воду через резиновую трубку до тех пор, пока шрифт будет четко различим. Высота этого столба воды, обозначенная в сантиметрах, покажет степень ее прозрачности.

Метод кольца. В полевых условиях для определения прозрачности воды пользуются проволочным кольцом диаметром 10 мм и сечением проволоки 1 мм. Держа за рукоятку, проволочное кольцо опускают в исследуемую воду, налитую в цилиндр (на 1 л) до тех пор, пока контуры его станут невидимыми. Затем линейкой измеряют глу-

Таблица 33

Перевод значений прозрачности воды по кольцу
на значения по шрифту Снеллена

Метод	Сантиметры																		
По кольцу	2	4	6	8	10	12	15	17	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	41
По шрифту Снел- лена	0,5	2	3	5	6	8	10	12	14	16	17	18	19	21	23	23	26	28	30

бину (в см), на которой кольцо становится отчетливо видимым при извлечении.

Данные при исследовании по кольцу переводят на показания по шрифту Снеллена по таблице 33.

При централизованном водоснабжении прозрачность воды составляет 30 см, при нецентрализованном (из скважины) — 28...30 см.

Определение мутности воды

Вода открытых водоемов часто бывает мутной, особенно после дождей и в половодье. Мутность воде также могут придавать соли железа, цинка (свыше 30 мг/л), марганца, меди и др. Наличие помутнения в подземных водах и особенно после осадков свидетельствует о непосредственной связи с водами поверхностных слоев почвы и породы.

Иногда подземная вода, будучи прозрачной после выхода на поверхность, через некоторое время мутнеет. Это происходит вследствие образования гидроксида железа или карбоната кальция из соответствующих гидрокарбонатов. В первом случае имеет место окисление железа кислородом воздуха, во втором — отдача свободного диоксида углерода воздуха.

Исследования проводят с использованием следующих методов.

1. Исследуемую пробу воды хорошо взбалтывают и наливают в мерный цилиндр из прозрачного стекла высотой слоя 30 см. Воде дают отстояться в течение 1 ч при комнатной температуре, после чего устанавливают характер осветления воды и наличие выпавшего осадка.

2. Фотометрический (турбидиметрический) метод — по ослаблению проходящего света.

3. Нефелометрический метод — по светорассеянию в отраженном свете.

4. Колориметрический метод — в один колориметрический цилиндр на 200 мл высотой около 50 см и ценой деления 1 см наливают хорошо перемешанную пробу воды, высота слоя которой должна быть 10, 20, 30 и 40 см в зависимости от мутности. В другой цилиндр наливают ди-

стиллированную воду примерно до половины объема и добавляя стандартную суспензию каолина, трепела или формазина до тех пор, пока жидкость в обоих цилиндрах будет иметь одинаковую мутность при просматривании сверху вниз на черном фоне. Затем доводят объемы жидкостей в обоих цилиндрах до 200 мл и при необходимости выравнивают мутности, добавляя ту же стандартную суспензию в менее мутную жидкость. Из объема суспензии, введенной в цилиндр с дистиллированной водой, вычитают объем той же суспензии, добавленной в цилиндр с пробой воды. Полевой метод определения мутности воды с использованием диска Секки.

5. Мутность (мг/л) определяется по формуле

$$x = (CV_1 \cdot 1000)/V_2,$$

где C — концентрация стандартной суспензии, мг/мл; V_1 — объем введенной стандартной суспензии, мл; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л; V_2 — объем пробы воды, взятый для анализа, мл.

Для воды при централизованном водоснабжении мутность составляет 2,6 (3,5) мг/л (величина в скобках может быть установлена по постановлению Главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки), при нецентрализованном водоснабжении — до 2 мг/л.

Определение содержания сухого остатка в воде

Сухой остаток характеризует общее содержание растворенных в воде минеральных, частично органических веществ, температура кипения которых превышает 110°C, нелетучих и неразлагающихся при указанной температуре. Для исследования воду (500 мл) пропускают через беззольный фильтр и выпаривают на водяной бане (с дистиллированной водой). Для выпаривания используют фарфоровую чашку диаметром 7...8 см, взвешенную с точностью до 0,001 г. Чашку с сухим остатком переносят в сушиль-

ный шкаф при температуре 110°C, высушивают до тех пор, пока разница между двумя взвешиваниями будет не больше 0,001 г.

Величину сухого остатка (мг/л) определяют по формуле

$$x = (m - m_1) \cdot 1000/V,$$

где m — масса чашки с сухим остатком, мг; m_1 — масса пустой чашки, мг; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л; V — объем воды, взятый для исследования, мл.

Сухой остаток в воде открытых водоемов — источниках водоснабжения — не должен превышать 1000 мг/л, лишь в отдельных случаях по согласованию с органами СЭС допускается его содержание до 1500 мг/л.

Определение активной реакции воды (водородный показатель рН)

Под водородным показателем среды понимают наличие свободных, активных ионов водорода. Концентрацию водородных ионов принято выражать значением рН от 1 до 14:

(Н⁺) Н⁻² Н⁻³ Н⁻⁴ Н⁻⁵ Н⁻⁶ Н⁻⁷

← Увеличение кислотности

(рН) 2 3 4 5 6 7

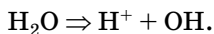
Н⁸ Н⁹ Н¹⁰ Н¹¹ Н¹² Н¹³ Н¹⁴

Увеличение щелочности →

8 9 10 11 12 13 14

Значение рН 7 соответствует нейтральной среде, меньше 7 — кислой, больше 7 — щелочной. Величина рН зависит от содержания карбонатов, гидроксидов, солей, подверженных гидролизу, гуминовых кислот и др.

Чистая природная вода не является химически нейтральным соединением, так как обладает в той или иной степени как кислотными, так и щелочными свойствами. Она очень слабо диссоциирует на катионы Н⁺ и анионы ОН:



Значение рН определяют колориметрическим, электрометрическим методами, а также с помощью индикаторной бумаги и универсального индикатора.

Колориметрический метод определения рН воды прост, однако имеет невысокую точность, особенно при анализе мутных и окрашенных вод. Наиболее надежен метод с использованием буферных растворов. Он основан на том, что при добавлении к исследуемой воде соответствующего индикатора в зависимости от рН воды он принимает ту или иную окраску, которую сравнивают со шкалой стандартных буферных растворов.

Электрометрический метод основан на измерении разности потенциалов, возникающих на границах между внешней поверхностью стеклянной мембраны электрода и исследуемым раствором, с одной стороны, и внутренней поверхностью мембраны и стандартным раствором — с другой. Внутренний стандартный раствор стеклянного электрода имеет постоянную активность ионов водорода, поэтому потенциал на внутренней поверхности мембраны не меняется. Сдвиг рН на единицу вызывает изменение потенциала электрода на 58,1 мВ при 20°C. Этот метод определения рН отличается высокой точностью. При анализе сильно загрязненных вод могут мешать жиры, минеральные масла, смолы, оседающие на поверхности электрода. Поэтому электроды следует протирать ватным тампоном, смоченным диэтиловым эфиром, затем раствором моющего средства, после чего тщательно ополаскивать дистиллированной водой. Анализ проводят с помощью иономера (рН-метр).

Индикаторную бумагу типа «Рифан» применяют для ориентировочного определения рН воды. Ее смачивают в исследуемой воде так, чтобы все цветные полоски хорошо пропитались ею. После этого сравнивают цвет контрольной средней части полоски индикаторной бумаги (без цифры) с цветной шкалой на полоске, имеющей цифровое значение рН.

Методом подбора индикаторной бумаги надо добиться такого положения, когда одна из полосок окрасилась бы в одинаковый цвет с контрольной.

Таблица 34

Определение активной реакции воды

Окраска раствора	Значение рН
Красно-розовая	2,0
Красно-оранжевая	3,0
Оранжевая	4,0
Желто-оранжевая	5,0
Лимонно-желтая	6,0
Желто-зеленая	7,0
Зеленая	8,0
Сине-зеленая	9,0

При отсутствии готового индикатора можно получить универсальный индикатор, для чего требуется, мл: метиловый красный — 5; диметиламиноазобензол — 15; бромтимоловый синий — 20; фенолфталеин — 20; тимолфталеин — 20.

Для анализа в чистую пробирку, предварительно ополоснутую исследуемой водой, наливают 3...5 мл исследуемой воды и добавляют 2...3 капли индикатора. Содержимое перемешивают и по окраске раствора определяют рН (табл. 34).

Водородный показатель для воды централизованного и нецентрализованного водоснабжения составляет 6...9.

Т Е М А 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛЯЕМОСТИ ВОДЫ

Цели занятия. Изучить методы определения окисляемости воды.

Приборы и материалы. Бюретка; пипетки на 5 мл; колбы на 250 мл; мерные цилиндры на 100 мл; пробирки; стеклянные шарики; воронки диаметром 5...7 см; 0,01 н. раствор перманганата калия; 0,01 н. раствор щавелевой кислоты; 25% -ный раствор серной кислоты; коническая колба на 500 мл; круглодонная колба на 300 мл с обратным холодильником; серная кислота плотностью 1,84 г/см³; сульфат серебра; 0,1 н. раствор бихромата калия; 0,1 н. раствор соли Мора; индикаторы — ферроин и М-фенилантраниловая кислота; 50% -ный раствор гидроксида натрия; 0,01 н. раствор щавелевой кислоты; 25% -ный раствор серной кислоты.

Содержание занятия. В воде может находиться различное количество растворенных органических и неорганических веществ, которые достаточно легко окисляются при высокой температуре. Поэтому под окисляемостью воды следует понимать способность органических веществ, находящихся в воде, окисляться атомарным кислородом.

Окисляемость выражают количеством миллиграммов кислорода, необходимого для окисления органических кислот, содержащихся в 1 л воды (мг/л). Обычно источником атомарного кислорода в этих реакциях служит перманганат калия или бихромат калия, в связи с этим окисляемость называют перманганатной или бихроматной. Все методы определения окисляемости условны, а получаемые результаты сравнимы только в том случае, когда соблюдены все условия проведения анализа.

Перманганатный метод (по Кубелю). Метод применим для воды с концентрацией хлорид-аниона не более 300 мг/л и основан на способности перманганата калия (KMnO_4) в кислой среде выделять кислород, который будет окислять находящиеся в воде органические вещества. По количеству затраченного кислорода на окисление органических веществ судят об окисляемости воды.

Реакция протекает следующим образом:



Так как степень окисления зависит от условий, при которых ведется определение, для получения достоверных результатов необходимо строго придерживаться последовательности добавления растворов реактивов, времени кипячения и температуры раствора при титровании.

Для анализа в коническую колбу на 250 мл помещают несколько стеклянных шариков, наливают 100 мл исследуемой воды, добавляют 5 мл серной кислоты и 10 мл раствора перманганата калия. Смесь быстро доводят до кипения и выдерживают на слабом огне 10 мин. После этого колбу снимают с нагревательного прибора (раствор должен иметь розовый цвет) и к горячему раствору добавляют 10 мл раствора щавелевой кислоты. Обесцвеченный горячий раствор титруют раствором перманганата калия до устойчивого слабо-розового окрашивания.

Если исследуемая жидкость обесцветится или станет светло-бурой во время кипячения, то дальнейшее исследование прекращают и раствор выливают.

Берут новую порцию исследуемой воды и предварительно ее разбавляют дистиллированной водой в 2, 5 или

более раз в зависимости от момента обесцвечивания при кипячении, а затем повторяют исследование, как было указано выше.

Перед анализом проверяют титр нормальности раствора перманганата калия, поскольку он не бывает чистым реактивом и при дневном свете и повышенной температуре воздуха быстро разлагается.

В колбу на 250 мл наливают 100 мл дистиллированной воды, добавляют 5 мл серной кислоты и 10 мл раствора перманганата калия. Жидкость нагревают и кипятят в течение 10 мин на слабом огне. Затем в горячую жидкость добавляют 10 мл раствора щавелевой кислоты, отчего она обесцвечивается. Обесцветившуюся горячую жидкость титруют раствором перманганата калия до бледно-розового окрашивания.

Поправочный коэффициент титра (K) 0,01 н. раствора перманганата калия вычисляют по формуле

$$K = 10/b,$$

где 10 — количество 0,01 н. раствора перманганата калия, мл; b — количество 0,01 н. раствора перманганата калия, прилитое до кипячения и пошедшее на титрование, мл.

Если поправочный коэффициент титра раствора перманганата калия имеет значение от 0,995 до 1,005, то при вычислении результата его можно не учитывать.

Окисляемость воды (в мг/л) определяют по формуле

$$x = [(a + b) K - 10] \cdot 0,08 \cdot 1000/V,$$

где a — количество раствора перманганата калия, прилитое до кипячения, мл; 10 — количество раствора перманганата калия, израсходованное на окисление щавелевой кислоты, мл; 0,08 — количество кислорода, соответствующее 1 мл 0,01 н. раствора перманганата калия, мг.

В воде могут окисляться и некоторые минеральные (закисные) соединения, такие как железо, марганец, нитриты, сероводород. При значительном их содержании необходимо ослабить влияние этих веществ на величину окисляемости.

Для воды централизованного водоснабжения перманганатная окисляемость до 5 мг/л, при нецентрализованном водоснабжении — до 8 мг/л.

Бихроматный метод. Это основной метод определения окисляемости, поскольку полное окисление веществ достигается бихроматом калия. Эту окисляемость называют «химическим потреблением кислорода» (ХПК).

Если в воде содержатся хлориды и легкоокисляющиеся органические вещества, то берут такой объем воды, чтобы на ее окисление пошло около 50% раствора бихромата калия.

Исследуемую воду (выделенный объем), разбавленную дистиллированной водой до 20 мл, переносят в круглодонную колбу на 300 мл, приливают 10 мл раствора бихромата калия и — очень осторожно — 30 мл серной кислоты. Затем колбу присоединяют к обратному холодильнику, нагревают до слабого кипения и кипятят 2 ч. После этого содержимое охлаждают и переносят в коническую колбу на 500 мл, омывая первую колбу дистиллированной водой и собирая промывные воды в ту же коническую колбу так, чтобы объем был около 350 мл. Вносят 4...5 капель ферроина или 10...15 капель N-фенилантраниловой кислоты и титруют избыток бихромата калия раствором соли Мора.

Для контрольного опыта берут 20 мл дистиллированной воды и проводят ее через все ступени анализа.

Окисляемость воды рассчитывают по формуле

$$x = (a - b)0,1K \cdot 8 \cdot 1000/V,$$

где a — количество раствора соли Мора, израсходованное на титрование в контрольном опыте, мл; b — количество раствора соли Мора, израсходованное на титрование исследуемой воды, мл; 0,1 — раствор соли Мора; 8 — эквивалент кислорода; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л.

Если в воде помимо хлоридов содержатся органические вещества, требующие для окисления присутствия катализатора, то в пробу воды вводят сульфат ртути (на 1 мл хлоридов — 22,5 мг сульфата ртути), в результате образуется хлорид ртути.

Таблица 35

Приближенный метод определения окисляемости воды

Цвет	Окисляемость, мг/л	Цвет	Окисляемость, мг/л
Яркий лилово-розовый	1	Бледно-розовый	8
Лилово-розовый	2	Розово-желтый	12
Слабый лилово-розовый	4	Желтый	16 и выше
Бледно-лилово-розовый	6		

В круглодонную колбу с обратным холодильником наливают 20 мл воды, добавляют 1 г сульфата ртути, 5 мл бихромата калия, 30 мл серной кислоты, 0,75 г сульфата серебра и нагревают, как описано выше.

Определение окисляемости воды в щелочной среде (по Шульцу). Этот метод применим при определении окисляемости воды с повышенным содержанием в ней хлоридов, а также с загрязнением от сточных вод.

Для анализа в коническую колбу наливают 100 мл исследуемой воды, добавляют 0,5 мл раствора гидроксида натрия и 10 мл раствора перманганата калия. Жидкость нагревают и кипятят 10 мин с момента появления первых пузырьков. После этого охлаждают до 50...60°C и добавляют 5 мл раствора серной кислоты, 10 мл раствора щавелевой кислоты (жидкость должна обесцвечиваться, если же не обесцвечивается, то еще добавляют несколько миллилитров щавелевой кислоты) и титруют раствором перманганата калия до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 3...5 мин. Расчет проводят по формуле, приведенной в методе Кубеля.

При экспресс-методе определения окисляемости в пробирку наливают 10 мл исследуемой воды и добавляют к ней 0,5 мл раствора серной кислоты в разведении 1:3 и 1 мл 0,01 н. раствора перманганата калия. Смесь основательно перемешивают и оставляют в покое на 20 мин при температуре 20°C или на 40 мин при температуре 10...20°C. После этого раствор рассматривают сбоку и сверху и по окраске определяют окисляемость (табл. 35).

Т Е М А 4

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ХЛОРИДОВ И СУЛЬФАТОВ
В ВОДЕ**

Цели занятия. Изучить методы определения хлоридов и сульфатов в воде.

Приборы и материалы. Мерные колбы на 1 л и 100 мл; бюретки; пипетки; титрованный раствор хлорида натрия (1,649 г реактива, высушенного при 105°C, растворяют в 1 л дистиллированной воды, в 1 мл раствора содержится 1 мг хлор-иона); титрованный раствор нитрата серебра (4,80 г этого реактива, высушенного при 105°C, растворяют в 1 л дистиллированной воды, 1 мл такого раствора осаждает 1 мг хлор-иона); 5% -ный раствор хромата калия (50 г реактива растворяют в небольшом количестве бидистиллированной воды, через 2 ч раствор фильтруют и объем доводят до 1 л этой же водой); пробирки; пипетки; азотная кислота (1:3); 10% -ный раствор нитрата серебра. Комплексонометрический и количественный методы определения сульфатов: колбы на 250 мл; беззольный фильтр «синяя лента»; бюретки; водяная баня; пробирки; пипетки; 0,5% -ный раствор хлорида бария (6,108 г $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 1 л дистиллированной воды); 0,05% -ный раствор хлорида магния (5,085 г $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 1 л дистиллированной воды); 0,05% -ный раствор трилона Б (9,30 г трилона Б растворяют в 1 л дистиллированной воды);

аммиачно-буферный раствор (100 мл 20% -ного раствора хлорида аммония смешивают со 100 мл 25% -ного аммиака, смесь доводят до 1 л дистиллированной водой и хранят в плотно закрытой склянке во избежание потерь аммиака); 9 н. раствор водного аммиака (67 мл 25% -ного раствора аммиака разбавляют дистиллированной водой до 100 мл); индикатор хромоген черный ЕТ; 10% -ный раствор хлорида бария; 25% -ный раствор соляной кислоты.

Содержание занятия. Хлориды в воде могут быть минерального и органического происхождения и встречаться в форме солей — NaCl , KCl , MgCl_2 , CaCl_2 . В южных регионах повышенное содержание хлоридов в воде обычно связано с засоленностью грунтов, богатых хлористыми соединениями. Такая вода не представляет опасности в санитарном отношении. Хлориды же органического происхождения образуются при разложении органических веществ, преимущественно мочи, фекалий и др.

Сульфаты (соли серной кислоты) встречаются в воде в форме солей щелочно-земельных и щелочных металлов. В некоторых случаях сульфаты появляются в воде в результате окисления разложившихся белковых веществ животного происхождения. Однако сульфаты могут быть и минерального происхождения и в больших количествах содержаться в незагрязненной воде. Источниками таких сульфатов являются различные осадочные породы, в состав которых входит гипс.

Количественный метод определения хлоридов (по Мору). Метод основан на осаждении хлор-иона нитратом серебра в присутствии хромата калия в качестве индикатора. После осаждения хлорида серебра образуется хромат серебра, при этом лимонно-желтая окраска раствора переходит в оранжево-желтую. Этим методом можно определить хлориды в воде в пределах 2...400 мг/л.

Перед анализом определяют поправочный коэффициент титра раствора нитрата серебра. В мерную колбу на 100 мл наливают 10 мл титрованного раствора хлорида нат-

рия, доводят объем дистиллированной водой до 100 мл и добавляют 1 мл 5%-ного раствора хромата калия. Содержимое титруют раствором нитрата серебра до появления оранжево-желтого или бурого окрашивания.

Вычисляют поправочный коэффициент для раствора нитрата серебра по формуле

$$K = 10/a,$$

где 10 — количество раствора хлорида натрия, взятое для титрования, мл; a — количество раствора нитрата серебра, пошедшее на титрование, мл.

Затем исследуют пробу воды. Для анализа берут 100 мл профильтрованной пробы воды и доводят объем до 100 мл дистиллированной водой. Далее к пробе добавляют 1 мл раствора хромата калия и при помешивании титруют раствором нитрата серебра до перехода лимонно-желтого окрашивания в оранжево-желтое.

Для контроля таким же способом проводят анализ дистиллированной или бидистиллированной воды.

Содержание хлоридов (мг/л) вычисляют по формуле

$$x = aKb \cdot 1000/V,$$

где a — количество раствора нитрата серебра, пошедшее на титрование пробы, мл; K — поправочный коэффициент титра раствора нитрата серебра; b — количество хлора, эквивалентное 1 мл титрованного раствора нитрата серебра, мг; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л; V — объем исследуемой воды, взятый для титрования, мл.

По этой методике точности определения хлоридов в воде мешают сероводород, органические вещества, очень кислые или щелочные воды и большое количество железа. Кислые пробы воды нейтрализуют бикарбонатом натрия, а щелочные — азотной кислотой (по фенолфталеину). Железо осаждают оксидом цинка и осадок фильтруют, сульфиды и сульфиты окисляют перманганатом калия при нагревании или пероксидом водорода (2 мл на 1000 мл воды и кипятить 10 мин).

Приближенный метод определения хлоридов. В пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, добавляют 2...3

капли азотной кислоты (1:3) и 3 капли 10% -ного раствора нитрата серебра.

Реакция протекает по уравнению



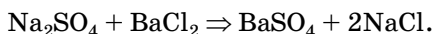
По характеру выпавшего осадка определяют содержание хлоридов в воде, мг/л:

- опалесценция, или слабое помутнение — 10;
- сильное помутнение — 10...50;
- образующиеся хлопья оседают не сразу — 50...100;
- белый объемистый осадок — более 100.

При централизованном и нецентрализованном водоснабжении содержание хлоридов в воде может достигать до 350 мг/л.

Комплексонометрический метод определения сульфатов. Метод основан на осаждении сульфат-ионов хлоридом бария.

Реакция протекает по уравнению



Осадок сульфата бария растворяют в титрованном растворе трилона Б, избыток которого определяют титрованием раствором хлорида магния. Количество трилона Б, израсходованное на растворение сульфата бария, эквивалентно количеству сульфат-ионов во взятом объеме воды. Оптимальные интервалы концентрации для комплексонометрического определения сульфат-ионов находятся в пределах 5...25 мг.

Для анализа 100 мл исследуемой воды наливают в колбу. Воду подкисляют несколькими каплями соляной кислоты (до кислой реакции), добавляют 25 мл раствора хлорида бария. Содержимое доводят до кипения, кипятят 10 мин и оставляют в водяной бане около 1 ч. Затем фильтруют обычным способом через небольшой беззольный фильтр «синяя лента», предварительно промытый горячей дистиллированной водой. Фильтрование производят, по возможности не перенося осадок сернокислого бария на фильтр. Колбу с осадком промывают 5...6 раз умеренно горячей водой (40...50°C), не счищая приставшего к стенам

колбы осадка, пропускают промывные воды через тот же фильтр. Фильтр с частью попавшего на него осадка BaSO_4 промывают 2...3 раза водой до отрицательной реакции на хлор. Когда вода стечет, осадок перемещают в ту же колбу, в которой проводилось осаждение. Приливают 5 мл раствора аммиака, фильтр осторожно разворачивают стеклянной палочкой и расправляют по дну колбы. Затем добавляют 6 мл раствора трилона Б на каждые 5 мг предполагаемого содержания сульфат-ионов во взятом для определения объеме используемой воды. Содержание сульфат-ионов может быть приближенно определено предварительно качественной реакцией. Содержимое колбы осторожно нагревают на песчаной бане до кипения и кипятят до растворения осадка (3...5 мин), держа колбу в наклонном положении, периодически перемешивая жидкость. Раствор охлаждают, приливают 50 мл дистиллированной воды, 5 мл аммиачного буферного раствора и добавляют сухую смесь индикатора около 0,1 г (или 5 капель спиртового раствора индикатора). Избыток трилона Б титруют раствором хлористого магния до перехода синей окраски в лиловую.

1 мл 0,05 н. раствора трилона Б соответствует 2,4 мг SO_4^{2-} .

Содержание сульфатов вычисляют по формуле

$$X = (nK - mK_1) \cdot 2,4 \cdot 1000/V,$$

где X — количество сульфатов, мг/л; n — количество добавленного раствора трилона Б, мл; K — поправочный коэффициент к титру нормального раствора трилона Б; m — количество хлористого магния, израсходованное на титрование, мл; K_1 — поправочный коэффициент к титру нормального раствора хлористого магния; 2,4 — количество сульфатов, эквивалентное 1 мл 0,05 н. раствора трилона Б; 1000 — пересчет на 1 л воды; V — объем исследуемой воды, взятой для анализа, мл.

При содержании меньше 50 мг/л необходимо брать для исследования больший объем воды и концентрировать его. При содержании в воде сульфатов больше 250 мг/л пробу воды следует разбавлять.

Приближенный метод определения сульфатов или качественная реакция. В пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, добавляют 3 капли 10% -ного раствора хлорида бария и 3 капли 25% -ного раствора соляной кислоты.

Содержание сульфатов определяют по характеру осадка, не взбалтывая, мг/л:

- слабое помутнение через несколько минут — 1...10;
- слабое помутнение сразу — 10...100;
- сильное помутнение — 100...150;
- объемистый, быстро оседающий на дно осадок — 500.

При централизованном и нецентрализованном водоснабжении содержание сульфатов в воде не должно превышать 500 мг/л.

Т Е М А 5

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
СЕРОВОДОРОДА В ВОДЕ**

Цели занятия. Изучить методы определения сероводорода в воде.

Приборы и материалы. Фильтровальная бумага, пропитанная ацетатом свинца; колба на 250 мл; пробирки; бюретки; пипетка на 5 мл; 0,01 н. раствор перманганата калия; 0,01 н. раствор гипосульфита натрия; 10% -ный раствор йодида калия; серная кислота (1:3); 1% -ный раствор крахмала; реактив Карро (1 г параформилаланина растворяют в 300 мл соляной кислоты плотностью 1,19 г/см³; а затем к 100 мл этого раствора добавляют 100 мл 1% -ного раствора сульфата железа и хранят в темной склянке с притертой пробкой).

Содержание занятия. Сероводород образуется в воде при разложении органических серосодержащих веществ. Особенно высокая его концентрация наблюдается в спускаемых в водоем сточных водах, в которых происходит разложение белковых веществ.

Подготовка воды к анализу. Пробы воды для определения сероводорода берут с теми же предосторожностями, что и пробы для определения кислорода, и исследуют сразу после отбора. Если исследуемая вода имеет запах

сероводорода, то для того чтобы убедиться, что этот запах вызван присутствием сероводорода, необходимо бросить в нее кристаллик сульфата меди. Запах сероводорода после этого должен исчезнуть. Если запах сохраняется, значит, сероводорода в воде нет.

Качественный метод. Бутыль на 1 л наполняют на 3/4 исследуемой водой, взятой из водоема, и между горлышком и пробкой бутылки зажимают полоску фильтровальной бумаги, пропитанной ацетатом свинца. Бумагу держат в бутылки в таком положении 3...5 ч. При наличии сероводорода бумага приобретает окраску от светло-коричневой до темно-коричневой.

Йодометрический метод основан на окислении сероводорода йодом, выделяющимся из йодида калия при воздействии на него перманганата калия. По количеству йода, израсходованного на окисление сероводорода, судят о содержании его во взятом объеме воды. В коническую колбу на 250 мл наливают 100 мл исследуемой воды, подкисляют несколькими каплями раствора серной кислоты,

Таблица 36

Приближенное определение сероводорода в воде

Окрашивание при рассмотрении		Содержание сероводорода, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 0,03
Нет	Слабо-зеленоватое, через 8 мин ясно-зеленоватое	0,06
Через 2 мин разницы с контролем нет	Ясно-зеленоватое	0,10
Через 1 мин очень слабо-светло-зеленое	Светло-зеленое	0,20
Через 1 мин светло-зеленое	Зеленое	0,60
Через 30 с светло-зеленое	Зеленое	1,0
Через 30 с ярко-зелено-синее	Зелено-синее	2,0
Через 30 с интенсивно-синее	Синее	5,0

добавляют 1 мл раствора йодида калия, взбалтывают и титруют раствором перманганата калия для получения отчетливо выраженного желтого окрашивания. Избыток йода титруют раствором гипосульфита натрия в присутствии раствора крахмала. Разность между количеством добавленного раствора перманганата калия и количеством раствора гипосульфита натрия, пошедших на титрование, будет соответствовать количеству 0,01 н. раствора йода, израсходованному на окисление сероводорода в 100 мл исследуемой воды. 1 мл 0,01 н. раствора йода соответствует 0,71 мг сероводорода. Следовательно, для вычисления количества сероводорода, содержащегося в 100 мл исследуемой воды, необходимо количество 0,01 н. раствора йода умножить на 0,71 и сделать пересчет на 1 л исследуемой воды.

Приближенный метод. В одну пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, в другую — 10 мл дистиллированной воды и затем добавляют в них по 3 мл реактива Каро. По изменению окраски раствора в пробирке определяют содержание сероводорода (табл. 36).

Т Е М А 6

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
АММОНИЙНОГО (МИНЕРАЛЬНОГО)
И АЛЬБУМИНОИДНОГО АЗОТА**

Цели занятия. Изучить методы определения минерального и альбуминоидного азота в воде.

Приборы и материалы. ФЭК; пипетки на 1 и 5 мл; колбы на 100 мл; мерные цилиндры на 100 мл; пробирки; реактив Несслера; стандартный раствор хлорида аммония с содержанием 0,001 мг азота в 1 мл (2,965 г хлорида аммония, высушенного при температуре 105°C, растворяют в 1 л дистиллированной воды, 1 мл такого раствора содержит 1 мг аммиака и аммоний-ионы; 1 мл полученного раствора разводят в 1000 раз и получают в 1 мл 0,01 мг аммонийного азота); 50% -ный раствор сегнетовой соли; щелочная смесь, состоящая из 50 г гидроксида натрия и 100 г диоксида натрия, растворенных в 300 мл дистиллированной воды (приготовленный раствор кипятят 15 мин и фильтруют через стеклянную или асбестовую вату); гидроксид алюминия; прибор для дистилляции аммиака из исследуемой пробы воды; пипетка Мора; бюретка; щелочной раствор перманганата калия (125 г КОН и 4 г KMnO_4 растворяют в 1 л дистиллированной воды); стандартный раствор хлорида аммония (см. определение минерального азота).

Содержание азота. При санитарной оценке воды определяют наличие аммонийных солей (минеральный и альбуминоидный азот). Установлено вредное влияние аммонийного (минерального) азота, образующегося в воде в результате минерализации органических веществ, на животных. Всасываясь из желудочно-кишечного тракта в кровь, он вызывает ее изменения, а также способствует легочным болезням у молодняка.

Альбуминоидный азот содержится в аминокислотах, пептидах, белках и других естественных и синтетических органических соединениях. В поверхностных водоисточниках связанный азот появляется в результате биологических процессов или попадает со сбрасываемыми бытовыми и другими сточными водами.

На точность определения содержания аммонийного азота в воде оказывают влияние цветность, жесткость воды, наличие в ней железа, сульфидов, остаточного активного хлора.

Для обесцвечивания на 500 мл исследуемой воды добавляют 0,5 г гидроксида алюминия и отстаивают в течение 2 ч.

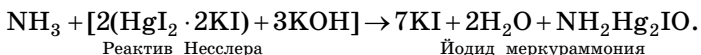
Наличие в воде сульфидов определяют добавлением к 10 мл исследуемой воды 1 мл раствора реактива Несслера и 2 мл раствора серной кислоты (1:3). Если помутнение не исчезнет после подкисления, значит, в воде присутствуют сульфиды. Их следует удалить, добавив на 100 мл воды 10 капель 30% -ного раствора ацетата цинка. После этого воду отстаивают 2 ч, сливают прозрачную часть и отбирают из нее пробу для исследования. Если активного остаточного хлора более 0,5 мг/л, в воду добавляют эквивалентное количество 0,001 н. раствора гипосульфита натрия. Жесткость воды смягчают, добавляя 2 мл щелочной смеси.

Определение аммонийного (минерального) азота в воде

Колориметрический метод. Суть метода состоит в том, что при добавлении к воде реактива Несслера образуется йодид меркураммония, окрашивающий воду в желтый

цвет различной интенсивности в зависимости от содержания минерального азота.

Реакция протекает по уравнению



Реактив Несслера

Йодид меркураммония

Присутствие в воде кальция, магния, алюминия, железа и марганца мешает реакции, так как эти соли из-за гидроксида калия, содержащегося в реактиве Несслера, дают помутнение и осадок. Поэтому их надо предварительно устранить, что достигается добавлением раствора сегнетовой соли.

Исследуемую пробу воды после добавления к ней реактива Несслера с помощью ФЭК сравнивают со стандартным раствором хлорида аммония, содержащим заведомо известное количество минерального азота. Нижний предел определения составляет 0,05 мг аммиака в 1 л воды. Без разбавления можно определить не более 4 мг аммиака в 1 л воды.

Для анализа в одну колбу наливают 50 мл стандартного раствора хлорида аммония, а в другую — 50 мл испытуемой воды. Затем в обе колбы добавляют по 1 мл раствора сегнетовой соли и по 1 мл реактива Несслера. Содержимое колб взбалтывают и оставляют в покое (около 10 мин) до появления желтого окрашивания.

При высокой жесткости (свыше 200) испытуемую воду предварительно обрабатывают щелочной смесью. К 50 мл воды добавляют 1 мл смеси, взбалтывают и дают отстояться. Прозрачный отстоявшийся раствор сливают и в нем определяют аммиак. Если вода имеет окраску, то для обесцвечивания к 500 мл исследуемой воды добавляют 0,5 г гидроксида алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$, отстаивают осадок в течение 2 ч, фильтруют и в фильтрате определяют минеральный азот (аммиак).

Колориметрию проводят на ФЭК различной конструкции (или на других колориметрах) при синем светофильтре (№ 4) в кюветах толщиной 1...5 см. На ФЭК определяют оптическую плотность стандартного раствора и исследуемой воды точно через 10 мин после добавления реактива

Таблица 37

Приближенное определение аммонийного (минерального) азота

Окрашивание при рассмотрении		Содержание минерального азота, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 0,05
Нет	Едва заметное, слабо-желтоватое	0,1
Очень незначительное, слабо-желтоватое	Слабо-желтое	0,2
Незначительно слабо-желтое	Желтоватое	0,4
Слабо-желтоватое	Светло-желтое	0,8
Слабо-желтое	Желтое	2,0
Желтое	Интенсивно буровато-желтое	4,0
Мутноватое, резко-желтое	Бурое, раствор мутный	8,0
Интенсивно-бурое, раствор мутный		20,0

Несслера (следует помнить об очередности и одновременности добавления реактивов и их колориметрии).

Расчет ведут по формуле

$$C_2 = (C_1 \cdot A_2 / A_1) \cdot 1000,$$

где C_2 — концентрация минерального азота в исследуемой воде, мг/л; C_1 — концентрация минерального азота в стандартном растворе хлорида аммония, мг/мл; A_2 — оптическая плотность исследуемой воды (по красной шкале барабана); A_1 — оптическая плотность стандартного раствора хлорида аммония (по красной шкале барабана); 1000 — коэффициент пересчета на 1 л.

Приближенный метод. В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, добавляют 0,2...0,3 мл 50%-ного раствора сегнетовой соли и 0,2 мл реактива Несслера.

Содержание аммиака определяют по таблице 37.

Определение альбуминоидного азота в воде

Альбуминоидный азот освобождается из органических соединений при обработке исследуемой пробы воды щелочным раствором перманганата калия, последний разрушает органические соединения и переводит альбуминоидный азот в минеральный.

Сначала в исследуемой пробе воды определяют минеральный азот (аммиак) по вышеизложенной методике, а затем в этой же пробе воды, но в дистилляте — общий азот и по разности результатов определяют альбуминоидный азот.

Перегонку аммиака из исследуемой пробы воды проводят с помощью прибора для дистилляции. Сначала прибор очищают от аммиака, с этой целью в колбу на 300...350 мл наливают водопроводную воду и к ней для подщелачивания на кончике скальпеля добавляют оксид магния. Колбу с водой ставят на нагревательный прибор, соединяют со стеклянным холодильником и проверяют плотность подгонки шлифов и резиновой трубки в местах их соединения. К нижнему концу холодильника подставляют приемник (колбу на 120 мл, пикнометр), чтобы конец трубки от холодильника почти касался его дна. По мере накопления в нем дистиллята его опускают ниже с таким расчетом, чтобы кончик трубки холодильника находился в дистилляте. Приемник предварительно споласкивают безаммиачной водой (бидистиллятом). На стенке приемника восковым карандашом делают метку-кольцо на делении 100 мл. Затем через холодильник пускают воду из водопровода и включают нагревательный прибор (электроплитку, газовую горелку и др.). При слабом кипении воды освобождающийся аммиак увлекается парами в холодильник и вместе с охлаждающимися парами стекает в приемник. После очистки прибора в колбе должно остаться 30...40 мл воды с нерастворившимся оксидом магния. Оставшаяся в колбе вода не содержит аммиака. Затем прибор используют для перегонки аммиака из исследуемой пробы воды.

После охлаждения прибора снимают осторожно насадку и в колбу с остатком воды пипеткой Мора наливают

100 мл исследуемой воды, добавляют 25 мл щелочного раствора перманганата калия и отгоняют 100 мл исследуемой воды в колбу или пикнометр (до метки 100 мл). Затем приемник с полученным дистиллятом снимают, нагревательный прибор отключают, а воду, поступающую в холодильник, выключают. В дистилляте содержится в растворенном виде аммиак.

Далее определяют количество аммиака (колориметрическим методом), как было описано ранее. В этом случае получают альбуминоидный и минеральный азот. Количество альбуминоидного азота в воде рассчитывают по разности между суммой альбуминоидного и минерального азота (в полученном дистилляте) и минерального азота, определенного в пробе воды без перегонки, т. е. путем прямого колориметрирования по формуле

$$A = B - C,$$

где A — альбуминоидный азот, мг/л; B — альбуминоидный азот + минеральный азот, определенный в дистилляте, мг/л; C — аммиак (минеральный азот) в пробе воды без перегонки, мг/л.

В водоемах, где вода бывает сильно загрязнена органическими веществами, минерального азота (аммиака минерального происхождения) по сравнению с альбуминоидным азотом бывает очень мало, и его в расчет можно не брать.

В воде централизованного и нецентрализованного водоснабжения минеральный и альбуминоидный аммиак не допускается. В крайнем случае, в воде открытых водоемов могут быть лишь следы минерального аммиака.

Т Е М А 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРИТОВ И НИТРАТОВ В ВОДЕ

Цели занятия. Изучить методы определения нитритов и нитратов в воде.

Приборы и материалы. ФЭК; пипетки на 1, 5, 10 мл; колбы на 100 и 1000 мл; мерные цилиндры на 100 мл; пробирки; чашки фарфоровые (выпаривательные); стерилизатор (водяная баня); реактив Грисса; стандартный раствор нитрита натрия (1 мл содержит 0,001 мг нитритов); сульфофеноловый раствор; стандартный раствор нитрата калия (1 мл содержит 0,01 мг нитратов); раствор нитрата серебра (4,4 г реактива растворяют в мерной колбе в 1 л дистиллированной воды); гидроксид алюминия; 25% -ный раствор нашатырного спирта.

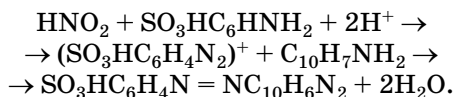
Содержание занятия. Наличие нитритов в воде обусловлено бактериальным окислением аммиачного азота, что указывает на только что начавшийся процесс минерализации органических веществ, т. е. на некоторую давность загрязнения воды органическими веществами. Кроме того, соли азотистой кислоты (нитриты) могут образовываться в воде при восстановлении нитратов в условиях отсутствия или недостатка кислорода. Это неблагоприятный в санитарном отношении признак.

Присутствие в воде солей азотной кислоты (нитратов) связано с полиминерализацией органических загрязнений, некогда попавших в воду. Следовательно, они указывают на давность загрязнения воды, на то, что оно имело место, но в настоящее время уже ликвидировано.

Колориметрический метод определения нитритов в воде

Основан на способности нитритных ионов давать окрашенные диазосоединения с первичными ароматическими аминами. При определении нитритов используют реактив Грисса (альфа-нафтиламин + сульфаниловая кислота). В результате образуется розовая окраска, интенсивность которой пропорциональна содержанию нитритов воде.

Реакция протекает следующим образом:



При содержании в воде нитритов более 0,3 мг/л вода окрашивается в желтый цвет. Поэтому определение следует повторить, предварительно разбавив исследуемую воду дистиллированной водой, свободной от нитритов. Предел чувствительности реактива Грисса 0,01 мг/л нитритов.

Для анализа в одну колбу наливают 50 мл рабочего стандартного раствора нитрита натрия, а в другую — 50 мл исследуемой воды и в обе колбы добавляют по 2 мл реактива Грисса. Колбы с раствором помещают в стерилизатор (водяная баня) при 50...60°C на 10 мин. При содержании в исследуемой воде нитритов более 0,3 мг/л после добавления реактива Грисса вода окрашивается в желтый цвет. Поэтому исследуемую воду следует развести дистиллированной водой до появления розового окрашивания. При окончательном расчете полученное значение умножают на степень разведения. После этого стандартный раствор и исследуемую воду колориметрируют на ФЭК при зеленом светофильтре (№ 6) в кюветах толщиной 1...5 см.

Содержание нитритов в исследуемой воде (мг/л) рассчитывают по формуле

$$C = (C_1 \cdot A_2 / A_1) \cdot 1000, \quad (1)$$

где C_1 — концентрация нитритов в стандартном растворе, мг/мл; A_1 — оптическая плотность исследуемой пробы; A_2 — оптическая плотность стандартного раствора; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л.

Приближенный метод определения нитритов в воде

В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды и добавляют 0,5 мл реактива Грисса. Содержимое пробирки в течение 10 мин нагревают до 70...80°C, а без нагрева (при комнатной температуре) содержание нитритов определяют через 20 мин после добавления реактива Грисса по таблице 38.

В воде при централизованном водоснабжении нитриты не допускаются, при нецентрализованном возможны их следы.

Таблица 38

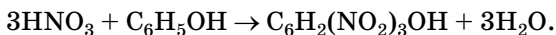
Приближенное определение нитритов в воде

Окрашивание при рассмотрении		Содержание нитритов, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 0,001
Едва заметное розовое	Чрезвычайно слабое розовое	0,002
Очень слабо-розовое	Слабо-розовое	0,004
Слабо-розовое	Светло-розовое	0,02
Светло-розовое	Розовое	0,04
Розовое	Сильно-розовое	0,07
Сильно-розовое	Красное	0,2
Красное	Ярко-красное	0,4

Колориметрический метод определения нитратов в воде

Метод основан на том, что азотнокислые соли переводятся раствором фенола в серной кислоте в пикриновую кислоту.

Реакция протекает следующим образом:



После добавления к раствору аммиака образуется пикрат аммония, окрашивающий воду в ярко-желтый цвет.

Для анализа в фарфоровую чашку наливают 10 мл исследуемой воды и выпаривают. В чашку с сухим остатком исследуемой воды добавляют 2 мл сульфифенолового раствора и размешивают стеклянной палочкой до полного растворения. После этого через 5...10 мин в чашку добавляют 20 мл дистиллированной воды и 20 мл раствора нашатырного спирта. В присутствии нитратов раствор приобретает желтую окраску. Окрашенный в желтый цвет раствор переносят в мерный цилиндр или колбу на 100 мл. Чашку и стеклянную палочку несколько раз ополаскивают дистиллированной водой, смывные воды переливают в цилиндр или колбу к основному раствору. После этого объем доводят дистиллированной водой до метки 100 мл, и содержимое колбы перемешивают.

Если в исследуемой воде содержится много хлоридов, то их предварительно необходимо удалить. К 100 мл воды добавляют раствор нитрата серебра в количестве, эквивалентном содержанию хлоридов во взятом объеме воды. Осадок хлорида серебра отфильтровывают или отделяют центрифугированием. При цветности воды выше 20° ее обесцвечивают, добавляя гидроксид алюминия, осадок удаляют фильтрованием.

Пробу воды, окрашенную в желтый цвет, и стандартный раствор с заведомо известным количеством нитратов азота подвергают колориметрированию. Оптическую плотность окрашенных растворов измеряют на ФЭК с синим светофильтром в кюветах толщиной 1...5 см. Содержание нитратов вычисляют по формуле (1).

Приближенный метод определения нитратов в воде

В пробирку наливают 1 мл исследуемой воды, добавляют 1 мл сульфифенолового раствора так, чтобы капли его падали на поверхность воды. Параллельно ставят про-

бу с дистиллированной водой (контроль). Смесь в пробирках взбалтывают, оставляют в покое на 20 мин, а затем определяют содержание нитратов (мг/л) по окраске раствора (при рассмотрении сбоку):

- улавливается при сравнении с контролем — 0,5;
- едва заметное, желтоватое — 1,0;
- чрезвычайно слабо-желтое — 2,0;
- очень слабо-желтое — 3,0;
- слабо-желтоватое — 5,0;
- слабо-желтое — 10,0;
- светло-желтое — 25,0;
- желтое — 50,0;
- сильно-желтое — 100,0.

При централизованном и нецентрализованном водоснабжении содержание нитратов в воде допускается до 45 мг/л.

Т Е М А 8

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ**

Цели занятия. Изучить методы определения жесткости воды.

Приборы и материалы. Колба на 250 мл; колбы конические на 150, 200 мл; пипетка на 100 мл для отмеривания воды; бюретка на 100 мл; ступка фарфоровая; воронки; бумажные фильтры; 0,1 н. раствор соляной кислоты; 0,1% -ный водный раствор метилоранжа; мерные колбы на 200, 100 и 1000 мл; бюретка с каучуковым наконечником для щелочной смеси; бюретка для титрования раствором соляной кислоты; нагревательный прибор; воронка с бумажным фильтром; щелочная смесь (равные части 0,1 н. раствора карбоната натрия и гидроксида натрия); 0,1 н. раствор трилона Б (18,612 г трилона Б растворяют в 1 л дистиллированной воды; если раствор мутный, его надо тщательно перемешать и профильтровать); аммиачно-буферный раствор (смешивают 100 мл 20% -ного раствора хлорида аммония в мерной колбе вместимостью 250 мл со 100 мл 20% -ного раствора химически чистого аммиака и доводят объем дистиллированной водой до метки); раствор индикатора (берут 0,5 г хромогена черного ЕТ-00, растирают в фарфоровой ступке с 50 мл аммиачного буферного раствора, переносят в мерную колбу на 100 мл, смывая этиловым

спиртом, им же доводят объем раствора до метки); сульфат магния (12,3250 г сульфата магния помещают в мерную колбу на 1000 мл, растворяют в бидистиллированной воде, после чего доводят объем раствора этой водой до метки).

Содержание занятия. Для зоогигиенической оценки воды имеет значение общая жесткость и бикарбонатная. Жесткость воды выражают в градусах ($^{\circ}$). Один градус жесткости (мг·экв) соответствует содержанию в воде солей щелочно-земельных металлов в количестве, эквивалентном 10 мг оксида кальция в 1 л воды. Для поения крупного рогатого скота желательна вода с общей жесткостью до 80° , для овец — до 60° , для лошадей и свиней — до 40° .

При исследовании воды сначала определяют бикарбонатную жесткость, обусловливаемую бикарбонатами кальция и магния (устраняемую при кипячении), затем общую (жесткость сырой воды) и по разности между общей и бикарбонатной — постоянную (неустраняемую).

Определение бикарбонатной жесткости

В колбу наливают 100 мл исследуемой воды, добавляют 2 капли раствора метилоранжа, титруют соляной кислотой до слабо-розового окрашивания. Имеющиеся в воде бикарбонаты кальция и магния переходят в хлориды, при этом выделяется диоксид углерода. Таким образом, 1 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты, израсходованной на титрование, будет соответствовать 2,8 мг оксида кальция.

Молекула оксида кальция содержит 2 грамм-эквивалента. Молекулярная масса оксида кальция — 56. Следовательно, 1 грамм-эквивалент оксида кальция будет равен 28 г. Можно подсчитать, что 1 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты нейтрализует во взятой пробе воды (100 мл) 2,8 мг оксида кальция. При пересчете на 1 л это будет соответствовать 28 мг, или $2,8^{\circ}$ жесткости. Поэтому бикарбонатную жесткость воды определяют, умножая количество миллилитров 0,1 н. раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование, на 2,8.

Определение общей жесткости

К жидкости, оставшейся в колбе после определения карбонатной жесткости, приливают из бюретки 20 мл щелочной смеси. Если вода имеет повышенную жесткость, то количество приливаемой щелочной смеси должно быть больше, чем необходимо для ожидаемого градуса жесткости. Под влиянием щелочной смеси кальций и магний выпадают в осадок с образованием карбоната кальция и гидроксида магния.

Смесь кипятят в течение 3 мин, охлаждают до 20°C, переливают в мерную колбу на 200 мл, доливают кипяченой или дистиллированной водой до метки, основательно все перемешивают и фильтруют. В колбу наливают 100 мл фильтрата, добавляют 2...3 капли 0,1% -ного раствора метилоранжа и титруют 0,1 н. раствором соляной кислоты до слабо-розового окрашивания. Так как для титрования взяли только половину смеси, количество раствора на титрование умножают на 2 и получают количество щелочного раствора, не вступившее в реакцию с солями щелочно-земельных металлов. Вычитая это значение из 20 мл щелочного раствора и умножая на 2,8, находят общую жесткость.

Определение общей жесткости воды трилоно-метрическим методом, основанном на способности трилона Б образовывать прочные комплексы с ионами кальция и магния. Если в исследуемую воду внести индикатор, дающий окрашивание с кальцием и магнием, то при титровании трилоном Б эти ионы связываются и окраска изменяется.

Перед анализом устанавливают титр раствора трилона Б. В коническую колбу на 200 мл вносят 10 мл 0,1 н. раствора сульфата магния и 90 мл дистиллированной воды, добавляют 5 мл аммиачного буферного раствора и 0,2 мл индикатора. Содержимое медленно титруют (при тщательном перемешивании) 0,1 н. раствором трилона Б до перехода окраски из розовато-красной в голубую с сиреневым оттенком.

Поправочный коэффициент (K) 0,1 н. раствора трилона Б определяют по формуле

$$K = 10/a,$$

где a — количество 0,1 н. раствора трилона Б, пошедшее на титрование, мл.

После этого исследуют пробу воды. В коническую колбу вместимостью 250 мл наливают 100 мл исследуемой воды, добавляют 5 мл аммиачного буферного раствора и 5...7 капель индикатора. Смесь медленно титруют 0,1 н. раствором трилона Б до изменения окраски с винно-красной на синюю. Титрование следует проводить в присутствии контрольной пробы. 1 мл 0,1 н. раствора трилона Б соответствует 0,1 мг-экв.

Жесткость исследуемой воды (мг-экв) находят по формуле

$$x = (aKH \cdot 1000)/V,$$

где a — количество раствора трилона Б, пошедшее на титрование, мл; K — поправочный коэффициент 0,1 н. раствора трилона Б; H — количество миллиграмм-эквивалентов, которому соответствует 1 мл 0,1 н. раствора трилона Б; V — объем исследуемой воды, взятый для анализа, мл; 1000 — поправочный коэффициент пересчета на 1 л.

Для пересчета на градусы жесткости полученную величину умножают на 2,8. В питьевой воде общая жесткость допускается 7 мг-экв/л, но в некоторых случаях — не более 10 мг-экв. Для поения животных в зависимости от зоны используют воду, имеющую жесткость, мг-экв:

- для крупного рогатого скота — 10...18;
- овец — 20...45;
- лошадей — 10...15;
- свиней — 8...14.

Т Е М А 9

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ПОЛИФОСФАТОВ В ВОДЕ**

Цели занятия. Изучить методику определения полифосфатов в воде.

Приборы и материалы. ФЭК; колбы мерные на 50, 100 и 1000 мл; пипетки на 2, 10, 20, 50 мл; молибдат аммония; фосфат калия; серная кислота; соляная кислота; хлорид олова; сульфаминовая кислота.

Содержание занятия. В воду водоемов соединения фосфора могут поступать в виде фосфорной кислоты и ее ионов, мета-, пиро- и полифосфатов (используют для предупреждения образования накипи, входят в состав моющих средств и т. п.), а также в виде разнообразных фосфорсодержащих органических соединений включая пестициды. Метод основан на гидролизе полифосфатов в кислой среде, при котором они переходят в растворенные ортофосфаты (определяемые колориметрическим методом) в виде фосфорно-молибденового комплекса, окрашенного в синий цвет.

Пробы воды следует отбирать в хорошо выщелоченные склянки с притертыми пробками.

Подготовка к анализу. Приготовление основного стандартного раствора однозамещенного фосфата калия. 0,7165 г. ч. $\text{KН}_2\text{PО}_4$ предварительно высушивают в термостате при 105°C в течение 2 ч, растворяют в мерной кол-

бе на 1000 мл дистиллированной водой и доводят объем раствора до метки, добавляют 2 мл хлороформа. 1 мл такого раствора содержит 0,5 мг POЗ-4.

Приготовление первого рабочего стандартного раствора однозамещенного фосфата калия. 10 мл основного раствора доводят дистиллированной водой до 1 л. 1 мл раствора содержит 0,005 мг POЗ-4.

Приготовление второго рабочего стандартного раствора однозамещенного фосфата калия. 50 мл первого рабочего раствора доводят до 250 мл дистиллированной водой. 1 мл раствора содержит 0,001 мг POЗ-4. Используют свежеприготовленный раствор.

Приготовление первого раствора молибдата аммония (реактив № 1 — кислый раствор). 25 г $(\text{NH}_4)_6 \cdot \text{Mo}_7\text{O}_{24} \times 4\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 600 мл дистиллированной воды. К этому раствору осторожно приливают 337 мл концентрированной серной кислоты. После охлаждения раствор доводят дистиллированной водой до 1 л. Раствор хранят в бутылки из темного стекла с притертой пробкой. Использовать реактив можно через 48 ч после приготовления.

Приготовление второго раствора молибдата аммония (реактив № 2 — слабокислый раствор). 10 г $(\text{NH}_4)_6 \times \text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 400 мл дистиллированной воды. К этому раствору осторожно приливают 1 мл концентрированной серной кислоты. После охлаждения раствор доводят дистиллированной водой до 1 л. Раствор хранят в полиэтиленовой бутылки в темном месте. Использовать реактив можно через 48 ч после приготовления.

Приготовление 37% -ного раствора серной кислоты. 33,7 мл концентрированной серной кислоты осторожно смешивают, приливая небольшими порциями к 50 мл дистиллированной воды. После охлаждения раствор доводят дистиллированной водой до 100 мл.

Приготовление основного раствора хлорида олова (II). 1,95 г кристаллического нецветного $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворяют в 50 мл 13,6% -ной соляной кислоты (18,4 мл 37% -ной HCl, не содержащей мышьяка) и доводят дистиллированной водой до 50 мл. Суспензию тщательно перемешивают, хранят в склянке, покрытой внутри слоем

парафина. Перед употреблением встряхивают. Суспензию можно применять непосредственно после приготовления.

Приготовление рабочего раствора хлорида олова (II). 2,5 мл основного раствора (суспензия) доводят дистиллированной водой до 10 мл. Необходимо применять свежеприготовленный раствор. Раствор устойчив около 4 ч.

Определению мешают: железо при концентрации 1 мг/л, растворимые силикаты более 25 мг/л, нитриты до 25 мг/л. Влияние железа и силикатов устраняют соответствующим разбавлением исследуемой воды; влияние нитритов — добавлением к пробе 0,1 г сульфаминовой кислоты (которую вносят до добавления молибдата аммония).

Построение калибровочного графика. В мерные колбы на 500 мл вносят пипеткой 0,5; 1; 2; 5; 10; 20 мл рабочего стандартного раствора фосфата калия (1 мл — 0,001 мг РОЗ-4) и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой. Содержание полифосфатов в образцовых растворах будет соответственно равно 0,01; 0,02; 0,04; 0,1; 0,2; 0,4 мг РОЗ-4. Затем в каждую колбу добавляют по 1 мл молибдата аммония (реактив № 1), перемешивают и через 5 мин микропипеткой вносят по 0,1 мл рабочего раствора хлорида олова (II) и перемешивают. Интенсивность окраски измеряют через 10...15 мин на ФЭК, пользуясь красным светофильтром. По полученным данным устанавливают оптическую плотность контрольной пробы и строят график.

Определение ортофосфатов

В 50 мл исследуемой воды (без разбавления можно определить не более 0,4 мг/л РОЗ-4), профильтрованной через плотный бумажный фильтр «синяя лента», вносят те же реактивы и в той же последовательности, что и в стандартные растворы. Оптическую плотность раствора определяют на ФЭК. Концентрацию ортофосфатов устанавливают по калибровочному графику.

Содержание неорганических растворенных ортофосфатов (мг/л) определяют по формуле

$$C = C_1 \cdot 50/V,$$

где C_1 — содержание ортофосфатов, найденное по калибровочному графику, мг/л; 50 — приведение объема исследуемой воды к 50 мл; V — объем исследуемой воды, мл.

Определение полифосфатов

К 100 мл исследуемой воды, профильтрованной через плотный бумажный фильтр, или к меньшему объему, доведенному до 100 мл дистиллированной водой, добавляют 2 мл 37% -ного раствора серной кислоты и кипятят 30 мин. Объем исследуемой воды поддерживают в пределах 50...90 мл добавлением дистиллированной воды. После охлаждения раствор переносят в мерную колбу на 100 мл и доводят объем дистиллированной водой до метки. Затем добавляют 1 мл раствора молибдата аммония (реактив № 2), содержимое перемешивают. Через 5 мин доливают 0,1 мл рабочего раствора хлорида олова (II) и снова перемешивают. Через 10...15 мин измеряют интенсивность окраски на ФЭК.

Содержание гидролизующих полифосфатов (мг/л) определяют по формуле

$$C = C_2 \cdot 100 / (V - C_1),$$

где C_2 — содержание полифосфатов, найденное по калибровочному графику, мг/л; 100 — приведение объема исследуемой воды к 100 мл; C_1 — содержание неорганических растворенных ортофосфатов, мг/л; V — объем исследуемой воды, мл.

Допустимая концентрация полифосфатов в воде централизованного водоснабжения — до 3,5 мг/л.

ТЕМА 10

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
РАСТВОРЕННОГО В ВОДЕ
КИСЛОРОДА**

Цели занятия. Изучить методы определения растворенного в воде кислорода.

Приборы и материалы. Слянки на 100...200 мл с притертой пробкой; бюретки; пипетки; конические колбы на 150...250 мл; мерные цилиндры на 100 мл; раствор хлорида марганца (40 г $MnCl_2$ растворяют в 100 мл кипяченой дистиллированной воды); щелочной раствор йодида калия (32 г $NaOH$ и 10 г KI растворяют в 100 мл кипяченой дистиллированной воды); раствор серной кислоты в разведении 1:3 или концентрированный раствор тиосульфата натрия (2,48 г $Na_2S_2O_3$ растворяют в 1 л дистиллированной воды); 0,2% -ной раствор крахмала; анализаторы стационарные и переносные различных типов; хлорид марганца; гидроксид натрия.

Содержание занятия. По количеству растворенного в воде кислорода можно косвенно судить о наличии в ней органических веществ. Обогащение воды кислородом происходит за счет поглощения его из атмосферного воздуха и выделения в процессе фотосинтеза водными растениями. При санитарно-гигиенической оценке водоемов количество растворенного в воде кислорода — показатель ее

Таблица 39

**Растворимость кислорода в воде при 0°C
и атмосферном давлении 760 мм рт. ст.**

Температура, °C	Кислород		Температура, °C	Кислород	
	мл/л	мг/л		мл/л	мг/л
0	10,19	14,56	16	6,89	9,85
1	9,91	14,16	17	6,75	9,65
2	9,64	13,76	18	6,61	9,45
3	9,39	13,42	19	6,48	9,26
4	9,14	13,06	20	6,36	9,09
5	8,91	12,78	21	6,23	8,90
6	8,68	12,41	22	6,01	8,73
7	8,47	12,11	23	6,00	8,58
8	8,26	11,81	24	5,89	8,42
9	8,06	11,52	25	5,78	8,26
10	7,87	11,25	26	5,67	8,11
11	7,69	10,99	27	5,56	7,96
12	7,52	10,75	28	5,46	7,82
13	7,35	10,50	29	5,36	7,68
14	7,19	10,28	30	5,25	7,54
15	7,04	10,06	—	—	—

чистоты: чем больше кислорода в воде, тем она чище. Растворимость кислорода в воде приведена в таблице 39.

При отборе пробы воды для определения кислорода необходимо исключить соприкосновение воды с атмосферным воздухом. С этой целью используют склянку с притертой пробкой. Перед взятием пробы притертую пробку заменяют резиновой со вставленными в нее двумя стеклянными трубками. Длинный конец первой трубки выходит наружу выше пробки на 20...30 см, а короткий находится на уровне нижнего края пробки. Один конец второй

трубки опускается до дна склянки, а другой на 2...3 см выступает над пробкой. Склянку, закрытую резиновой пробкой с трубками, опускают в водоем на глубину 20...30 см от поверхности воды и заполняют ее водой до прекращения появления пузырьков воздуха на поверхности воды. После этого резиновую пробку со стеклянными трубками заменяют притертой пробкой так, чтобы при закрытии под пробкой не осталось пузырьков воздуха.

Йодометрический метод (по Винклеру)

В склянку, заполненную доверху исследуемой водой, добавляют раствор хлорида марганца. Наполненную реактивом пипетку погружают до самого дна склянки, открывают верхний конец и пипетку медленно вынимают. Другой пипеткой к пробе добавляют раствор смеси (NaOH и KI). Кончик пипетки опускают только под уровень пробы в горлышке склянки.

Растворы добавляют из расчета по 1 мл каждого на 100 мл исследуемой воды, после чего склянку осторожно закрывают так, чтобы под пробкой не образовались пузырьки воздуха.

Содержимое склянки хорошо перемешивают до образования хлопьевидного осадка. Затем в склянку добавляют 5...10 мл раствора серной кислоты. При этом пипетку также погружают в верхнюю часть склянки, и кислоту осторожно выливают. Склянку закрывают пробкой и переворачивают ее до тех пор, пока осадок полностью растворится. После этого в коническую колбу на 250 мл наливают из склянки 100 мл исследуемого содержимого и выделившийся йод титруют раствором тиосульфата натрия сначала до слабо-желтого цвета, затем добавляют 0,5...1,0 мл раствора крахмала и титруют до полного обесцвечивания раствора.

Содержание растворенного в воде кислорода (мг/л) определяют по формуле

$$x = aK \cdot 0,08 \cdot 1000 / (V - V_1),$$

где a — количество раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование, мл; K — поправочный коэффициент к

титру раствора тиосульфата натрия; 0,08 — количество кислорода, соответствующее 1 мл 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, мг; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л; V — объем исследуемой воды, взятый на титрование, мл; V_1 — количество добавленных реактивов на объем титровавшейся жидкости, мл.

Электрoхимический метод

Основан на способности индикаторного электрода (каатода) проводить через полупроницаемую мембрану электрический ток. Метод пригоден для анализа любых вод, в том числе мутных и окрашенных.

Применяют анализаторы стационарные и переносные (АКП-1, «Оксиметр», КМ-101 и др.).

Экспресс-метод

Исследуемую пробу воды берут так же, как и для определения кислорода по Винклеру. После отбора пробы из склянки вынимают стеклянную трубку, которая длинным концом выходит наружу, и через отверстие в пробке в исследуемую воду добавляют пипеткой 4 капли раствора хлорида марганца (49,4 г на 100 мл дистиллированной воды), а другой пипеткой добавляют 4 капли раствора гидроксида натрия (50 г на 100 мл дистиллированной воды) и отверстие в пробке закрывают стеклянной палочкой. После этого цвет осевшего осадка определяют по таблице 40.

Содержание кислорода в воде централизованного и нецентрализованного водоснабжения не регламентируют.

Таблица 40

Приблизительное содержание кислорода в воде

Цвет осадка	Содержание кислорода	Состояние водоема
Кремовый	0,7	Угрожающее
Серовато-желтый	0,3	Опасное
Светло-коричневый	5,7	Удовлетворительное
Серовато-коричневый	8,6	Хорошее
Темно-серо-коричневый	11,4	Отличное

ТЕМА 11

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
БИОХИМИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ
КИСЛОРОДА ВОДЫ**

Цели занятия. Изучить методы определения биохимического потребления кислорода воды (БПК).

Приборы и материалы. Те же, что и для темы 10.

Содержание занятия. Под биохимическим потреблением кислорода воды понимают количество кислорода, расходуемое на аэробное биохимическое разложение органических веществ, содержащихся в 1 л исследуемой воды, в течение 5 сут при температуре 20°C.

В естественных условиях находящиеся в воде органические вещества разрушаются под влиянием различных факторов, в том числе бактерий, с образованием диоксида углерода. В процессе окисления потребляется растворенный в воде кислород. Таким образом, в процессе биохимического окисления органических веществ в воде происходит уменьшение концентрации растворенного кислорода, и эта убыль является мерой содержания в воде органических веществ. Так как скорость биохимической реакции зависит от температуры, то проба воды находится в режиме постоянной температуры ($20 \pm 1^\circ\text{C}$). Обычно определяют БПК в течение 5 сут (БПК 5), и проба воды находится в темном месте, поскольку освещение влияет на жизнедеятельность микроорганизмов и способно в некоторых случаях вызвать фотохимическое окисление. БПК можно

определять также в течение 10 и 20 сут (БПК 10 и БПК полное). При БПК полное окисляется около 99% органических веществ.

В воде рыбоводных хозяйств величина БПК полное при 20°C не должна превышать 3 мг/л.

В зависимости от величины БПК 5 (мг/л) открытые водоемы разделяют на 5 категорий:

- I — очень чистые — до 1;
 - II — чистые — 2;
 - III — довольно чистые — 3;
 - IV — сомнительной чистоты — 5;
 - V — очень загрязненные — 10 и более;
- в рыбоводстве — на 3 категории:
- I — чистые — до 7;
 - II — загрязненные — 7...14;
 - III — грязные — 14 и более.

Пользуются также методом, который применяется для определения в воде растворенного кислорода. Сразу же после взятия пробы в воде определяют содержание растворенного кислорода, а в другой пробе воды — спустя 5 сут нахождения в термостате при температуре 20°C. По разности полученных данных устанавливают значение БПК₅ исследуемой воды.

Пример расчета

Сразу же после взятия пробы воды количество растворенного в воде кислорода было 5,2 мг/л. Спустя 5 сут — 2,8 мг/л. Следовательно, $\text{БПК}_5 = 5,2 - 2,8 = 2,4$ мг/л. По классификации поверхностных водоемов вода в нем чистая.

При исследовании неразбавленной воды величина БПК₅ должна быть от 0 до 6 мг/л. Пробы воды с более высоким БПК₅ исследуют после ее разбавления: при величине БПК₅ от 4 до 12 воду разбавляют 2 раза, 10...20 — 5 раз и т. д.

Т Е М А 12

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ОБЩЕГО ЖЕЛЕЗА
В ВОДЕ**

Цели занятия. Изучить методы определения общего железа в воде.

Приборы и материалы. ФЭЖ; мерные колбы на 120 мл; пипетка на 25 мл; бюретка; стандартный раствор железоаммонийных квасцов (в 1 мл 0,001 мг железа); 50% -ный раствор роданистого аммония; персульфат аммония в кристаллах; соляная кислота в разведении 1:1 (плотность — 1,19 г/см³).

Содержание занятия. В воде открытых водоемов железо может присутствовать в разнообразном физико-химическом состоянии: в растворенном (бикарбонат закиси), в виде коллоидальной взвеси или осадка (гидроксида).

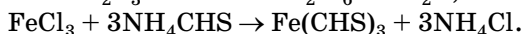
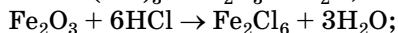
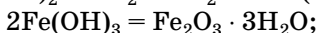
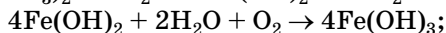
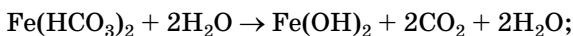
Пробы воды для определения общего железа не консервируют.

**Определение общего железа с роданидом аммония
(NH₄CNS)**

Этот метод основан на взаимодействии в сильноокислой среде оксидного железа и роданида с образованием комплексного соединения роданового железа, окрашенного в красный цвет.

Интенсивность окраски пропорциональна концентрации железа.

Реакции протекают по следующим уравнениям:



Концентрацию железа устанавливают с точностью до 0,01 мг/л.

Колориметрический метод

В одну мерную колбу наливают 100 мл исследуемой воды, в другую — 100 мл стандартного раствора. Затем в каждую из них вносят по 2 мл разведенной соляной кислоты, 2...3 кристаллика персульфата аммония, перемешивают, добавляют по 1 мл роданистого аммония. Жидкость в обеих колбах встряхивают и окрашенные растворы колориметрируют (светофильтр синий).

Концентрацию железа в воде (мг/л) рассчитывают по формуле

$$C = (C_1 \cdot A_2 / A_1) \cdot 1000,$$

где C_1 — концентрация железа в стандартном растворе, мг/л; A_2 — оптическая плотность исследуемой воды; A_1 — оптическая плотность стандартного раствора; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л.

Приближенный метод

В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, добавляют 0,2 мл соляной кислоты, 2...3 кристаллика персульфата аммония и 0,2 мл раствора роданида аммония.

Содержание железа в воде определяют по таблице 41.

В воде централизованного водоснабжения концентрация общего железа составляет 0,3 (10) мг/л. Цифровое значение, указанное в скобках, может быть установлено по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-

Таблица 41

Приближенное определение железа в воде

Окрашивание при рассмотрении раствора		Содержание железа, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 0,05
Едва заметное желтовато-розовое	Чрезвычайно слабо- желтовато-розовое	0,1
Очень слабо-желтовато-розовое	Слабо- желтовато-розовое	0,3
Слабо-желтовато-розовое	Светло- желтовато-розовое	0,5
Светло-желтовато-розовое	Желтовато-розовое	1
Сильно-желтовато-розовое	Желтовато-розовое	2
Светло-желтовато-красное	Ярко-красное	5

эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.

Нормативы приняты в соответствии с рекомендациями ВОЗ. Для воды нецентрализованного водоснабжения концентрация общего железа — 0,3 мг/л.

Т Е М А 13

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
СВОБОДНОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА
В ВОДЕ**

Цели занятия. Ознакомиться с методикой определения свободного диоксида углерода в воде.

Приборы и материалы. Склянка с притертой пробкой на 200 мл с метками на 100 и 150 мл; бюретки на 25 и 50 мл; пипетки на 1 и 20 мл; 0,1 н. раствор гидроксида натрия; 1% -ный (спиртовой) раствор фенолфталеина.

Содержание занятия. Диоксид углерода в водоемах содержится как в свободном состоянии (в виде газа, растворенного в воде), так и в виде ионов. Диоксид углерода может появляться в воде в результате различных биохимических процессов, протекающих в ней.

Определение свободного диоксида углерода основано на том, что прилитый к воде раствор щелочи (гидроксид натрия) связывает диоксид углерода. Окончанием титрования считают рН 8,3...8,4, когда количество свободного диоксида углерода практически равно нулю. Индикатором этого диапазона служит фенолфталеин, имеющий при таком рН розовую окраску.

Для анализа склянку заполняют доверху исследуемой водой, чтобы исключить возможность поглощения диоксида углерода из воздуха, и закрывают пробкой, чтобы под пробкой не оставалось пузырьков воздуха. Перед началом

исследования избыточную воду выливают и оставляют в склянке только 100 мл. К пробе добавляют 0,1 мл 1% -ного раствора фенолфталеина, закрывают пробкой и содержимое взбалтывают. После этого жидкость титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 2 мин.

Содержание свободного диоксида углерода в воде (мг/л) рассчитывают по формуле

$$x = a \cdot K \cdot 2,2 \cdot 1000/V,$$

где a — количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование, мл; K — поправочный коэффициент титра 0,1 н. раствора гидроксида натрия; 2,2 — количество диоксида углерода, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия, мг; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л; V — объем исследуемой воды, взятый для титрования, мл.

Т Е М А 14

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ЩЕЛОЧНОСТИ ВОДЫ**

Цели занятия. Изучить методы определения щелочности воды и провести анализ воды на щелочность.

Приборы и материалы. Бюретка; колбы на 250 мл; мерный цилиндр; 0,1 н. раствор соляной кислоты; 0,5% -ный раствор фенолфталеина; индикатор метилоранж (1% -ный раствор).

Содержание занятия. Под щелочностью понимают способность некоторых компонентов, содержащихся в воде, связывать эквивалентное количество соляной кислоты. Щелочность создают все катионы, которые в воде уравновешены гидроксильными ионами анионами слабых кислот (например, карбонаты, гидрокарбонаты). Щелочность воды определяют количеством соляной кислоты, необходимой для замещения этих анионов.

Определение щелочности основано на титровании воды соляной кислотой в присутствии индикаторов метилоранжа или фенолфталеина. Количество раствора, необходимое для достижения рН 8,3, эквивалентно свободной щелочности, а для достижения рН 4,5 — общей. При рН меньше 4,5 щелочность воды равна нулю.

Для анализа в коническую колбу наливают 100 мл исследуемой воды, добавляют 3...4 капли индикатора метил-

оранжа и титруют раствором соляной кислоты (на белом фоне) до перехода окраски содержимого колбы из желтого в слабо-розовый цвет. Чтобы точно уловить переход окраски, рядом ставят контрольную колбу с той же пробой воды и с добавлением в нее 3...4 капель раствора метилоранжа.

Щелочность воды (ммоль/л) вычисляют по формуле

$$x = aK \cdot 1,04,$$

где a — количество раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование 100 мл исследуемой воды, мл; K — поправочный коэффициент к титру соляной кислоты; 1,04 — поправочный коэффициент на влияние диоксида углерода (увеличивает значение щелочности на 4%).

Т Е М А 15

**ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДЫ**

Цели занятия. Ознакомиться с ветеринарно-санитарными методами исследования воды.

Приборы и материалы. Воронки Гольмана; ручной насос Шнитца; колба Бунзена; бумажные фильтры (беззольные) 20...30% -ный раствор соляной кислоты; стерильные пипетки на 1 мл; чашки Петри; питательные среды накопления; мясопептонный агар с розоловой кислотой; микроскоп; лупа; счетная пластинка; термостат; водяная баня (стерилизатор); платиновая (нихромовая) петля.

Содержание занятия. Ознакомиться с несколькими ветеринарно-санитарными методами исследования воды.

Исследование воды на яйца гельминтов

При определении степени загрязненности воды открытых водоемов (рек, озер, прудов и др.) яйцами гельминтов пробы воды для исследования необходимо брать выше и ниже места существующего или предполагаемого загрязнения, у берегов и вдали от них. Объем пробы — 10...15 л. Пробу воды надо брать постепенно: по 0,1...1,0 л через каждые 5 мин как с поверхности воды, так и с глубины 20...50 см, а также на расстоянии 50 см от дна (с помощью батометра). Пробу воды следует брать в разные часы суток

и времена года. Соблюдение этих правил отбора проб дает возможность сделать точное и объективное заключение о наличии и степени загрязнения воды яйцами и личинками гельминтов.

Исследуют пробы воды в хорошо оборудованных лабораториях с помощью специальных методов (метод Гнединой и др.) и приспособлений. Наиболее прост **модифицированный метод Васильковой**, с помощью которого можно проводить исследования в полевых условиях. Для анализа на дно воронки помещают бумажные фильтры, меняют их после пропускания через прибор 0,5...1,0 л исследуемой воды. Разрежение воздуха в колбе для ускорения фильтрации создают ручным насосом.

Бумажные фильтры с образовавшимся на них осадком осветляют в течение 3...5 мин раствором соляной кислоты и кладут на предметное стекло, соответствующее по размерам фильтру. Для обнаружения яиц гельминтов фильтры исследуют во влажном состоянии под малым увеличением микроскопа.

При отсутствии специального оборудования исследования воды на яйца гельминтов можно вести путем отстаивания ее в течение суток в высоких цилиндрах. Верхний слой из цилиндра сливают через сифон, стараясь не захватить осадок, который переносят в центрифужные пробирки и центрифугируют. Нижний слой жидкости из пробирок переносят каплями на предметное стекло и исследуют при малом увеличении микроскопа. Видовую принадлежность яиц определяют в соответствии с их описаниями в руководствах по паразитологии.

При централизованном и нецентрализованном водоснабжении яйца и личинки гельминтов не допускаются.

Микробиологическое исследование воды

Микробный состав воды — один из основных показателей ее доброкачественности и пригодности для потребления. Даже вода из подземных источников может содержать единичные экземпляры патогенных микроорганизмов. Размножение микроорганизмов может происходить в воде источника, содержащего большое количество орга-

нических веществ, в резервуарах чистой воды при несоблюдении санитарно-гигиенических правил.

Результаты микробиологического анализа воды могут иметь решающее значение при ее санитарной оценке.

При микробиологическом контроле обычно пользуются косвенным методом, определяя микробное число и коли-индекс.

При отборе проб воды для микробиологического анализа используют стерильные флаконы вместимостью 0,5 л с притертой, каучуковой или корковой пробкой.

Проба должна быть исследована не позже чем через 2 ч после ее отбора. При невозможности выполнения этих условий анализ допускается проводить не позже чем через 6 ч после отбора пробы, сохраняя при этом пробу при температуре от 1 до 5°C. Консервации вода не подлежит.

Для определения микробного числа доставленную пробу воды тщательно перемешивают, стараясь не смачивать пробку. Стерильными пипетками набирают пробы для посева в чашки Петри, желательно для каждой чашки использовать отдельную пипетку. В крайнем случае, можно пользоваться одной пипеткой при условии, что посев начинают с больших разведений.

Воду с небольшим загрязнением высевают в количестве от 1 до 0,1 мл непосредственно в чашки, а со значительным загрязнением разводят перед посевом стерильной водой. В пробирку с 9 мл стерильной воды вносят 1 мл исследуемой воды и тщательно перемешивают, получая первое разведение 1:10. После этого 1 мл воды первого разведения вносят во вторую пробирку и получают разведение 1:100. Так поступают до получения необходимого разведения (каждый раз берут новую стерильную пипетку). Из пробы исследуемой воды должно быть сделано не менее двух разведений в зависимости от степени ожидаемого загрязнения.

Отобранное количество воды вносят в чашку, слегка приподняв ее крышку. Одновременно ставят в водяную баню (45°C) пробирку с мясопептонным агаром (МПА) для расплавления и выливают в чашку с исследуемой водой. Вращательным движением смешивают воду с агаром и ста-

вят чашки на горизонтальную плоскость для застывания агара (на чашке делают пометки о пробе восковым карандашом). Чашки с застывшим агаром помещают в термостат (крышками вниз, стопками по 3...4) при 37°C на 24 ч.

Пробы воды из открытых водоемов засевают в две чашки, которые помешают во второй термостат при 20°C на 48 ч.

Подсчитывают колонии с помощью лупы по всей площади чашки. Если в чашке выросло свыше 300 колоний и нет посевов других разведений, можно вести подсчет с помощью счетной пластинки. Чашку с колониями ставят под стекло, сняв крышку, или вверх дном, считают колонии в 12 квадратах: в 4 центральных и 2 по 4 углам счетной пластинки. После этого определяют число колоний на всей площади чашки (последнюю измеряют и определяют по формуле nR^2) и рассчитывают содержание микроорганизмов в 1 мл исследуемой воды.

Пример расчета

Для посева было взято 0,5 мл воды. Площадь чашки — 78,5 см². В 12 квадратах выросло 84 колонии, т. е. на 1 см² приходится 7 колоний, а на всю площадь чашки $78,5 \cdot 7 = 549,5$. В 1 мл исследуемой воды содержится $549,5 \cdot 2 = 1099$ колоний микробов.

Подсчет лучше делать на двух чашках с посевом одной и той же воды и взять среднее арифметическое.

Для определения количества микробов в воде может быть использован **прямой метод**, основанный на использовании мембранных фильтров с последующим подсчетом микробов под микроскопом. Имеется модификация этого метода с применением фазово-контрастной микроскопии.

Ускоренный метод определения в воде кишечной палочки предполагает анализ за 24 ч. Исследования ведут в два этапа: посев исследуемой воды на среду накопления (пептонно-глюкозную) и выращивание на ней колоний в течение 12 ч при температуре 42°C; пересев со среды накопления независимо от признаков роста на агаровую среду с розоловой кислотой и выращивание в течение 12 ч при 37°C (можно при 42°C). Для пересева пользуются платиновой петлей с большим ушком.

Приготовление среды накопления: в 1000 мл водопроводной воды растворяют при нагревании 10 г пептона и 5 г поваренной соли, доводят до кипения, фильтруют и после этого добавляют 5 г (можно 2,5) глюкозы, величина рН среды должна быть 7,4...7,6. Разливают среду в пробирки с поплавками по 10 мл и стерилизуют в текуче-паровом аппарате или в автоклаве при открытом вентиле.

Приготовление МПА с розоловой кислотой: на 1 л МПА (агара около 1%) вносят 50 мл желчи, 10 г лактозы и 1 г глюкозы. Все это смешивают при подогревании. рН среды должен быть 7,4...7,6. Затем добавляют индикаторы — 2 мл 1% -ного спиртового раствора бромтимолового синего и 2 мл 5% -ного свежеприготовленного спиртового раствора розоловой кислоты. Среду разливают в агглютинационные пробирки и стерилизуют при 112°C в течение 20 мин. Перед посевами пробирки фиксируют так, чтобы получилась косая поверхность и столбик ее был достаточной высоты (полускошенный агар). Среда в готовом виде имеет коричнево-красный цвет. При отсутствии или недостатке бромтимолового синего среда будет иметь бледно-розовую окраску. Можно готовить среду и без добавления желчи, но она не будет давать четких показаний.

Для анализа сравнительно чистую исследуемую воду из водопроводов, артезианских скважин, благоустроенных колодцев высевают в пробирки по 1 и 5 мл пробы; из открытых водоемов в зависимости от предполагаемого загрязнения — по 0,01; 0,1; 0,2; 0,5; 1 мл. Содержимое пробирок перемешивают и помещают в термостат при 45°C на 24 ч.

Через 24 ч делают пересев на агаровую среду с розоловой кислотой путем укола в толщу агара и проведения штриха на скошенной поверхности агара при извлечении петли. Посевы делают из всех пробирок со средой накопления независимо от признаков роста. Пробирки с посевами ставят в термостат на 12 ч (можно на 24 ч).

При осмотре пробирок в среде накопления отмечают помутнение и образование газа в маленьких пробирочках (поплавках), в пробирках с агаром — разрыв столбика и образование пены в конденсационной жидкости.

Большинство обычных сапрофитных бактерий на агаре с розоловой кислотой не растет. Если на розоловом агаре (в случае раннего пересева) не установлен рост бактерий, а в среде накопления через 20...24 ч выявлен рост бактерий кишечной палочки (помутнение, газообразование), рекомендован дополнительный посев на розоловый агар из пробирок с признаками роста.

Для определения в воде общего числа бактерий и количества кишечных палочек (показатели фекального загрязнения) применяют мембранные ультрафильтры. При фильтровании определенного объема воды на поверхности фильтра приблизительно равномерно оседают и распределяются все микробы, находящиеся в данном объеме. Состав фильтров позволяет выращивать осевшие микроорганизмы непосредственно на поверхности фильтров. Колонии, вырастающие на поверхности фильтра, сохраняют присущие им видовые особенности. При таком анализе результат получают уже через 24 ч. По количеству выросших колоний судят о загрязнении воды.

При централизованном водоснабжении общее микробное число составляет не более 50. Превышение норматива не допускается в 95 пробах, отбираемых в точках водозабора наружной и внутренней водопроводной сети в течение 12 мес. при числе исследуемых проб воды не менее 100 за год. При нецентрализованном водоснабжении колииндекс не более 10.

Т Е М А 16

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ЭФФЕКТИВНОСТИ
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ
ХЛОРНОЙ ИЗВЕСТЬЮ**

Цели занятия. Ознакомиться с методами определения эффективности обеззараживания воды хлорной известью.

Приборы и материалы. Пипетки на 1 мл; колбы на 100 и 200 мл; химические стаканы на 1 л; 0,01 н. раствор тиосульфата натрия; 5% - и 25% -ный растворы серной кислоты; 10% -ный раствор йодида калия; 1% -ный раствор крахмала; 1...2% -ный раствор хлорной извести.

Содержание занятия. Обеззараживания воды можно достичь действием химических, физических и механических факторов. Из химических веществ для обеззараживания воды большое значение имеют хлор и его препараты, чем и можно объяснить их широкое распространение в практике водоснабжения.

Преимущества хлорирования воды:

- надежный эффект обеззараживания даже мутных и окрашенных вод, а также вод, содержащих аммиак;
- простая технология;
- снижение цветности воды за счет окисления активным хлором органических веществ и перевода их в неорганические соединения;

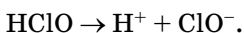
- устранение посторонних привкусов и запахов, особенно обусловленных присутствием сероводорода, а также разлагающихся веществ растительного и животного происхождения;
- отсутствие хлорфенольного запаха при наличии фенолов;
- разрушение некоторых отравляющих веществ и токсинов (ботулотоксинов);
- уничтожение микрофлоры.

Для обеззараживания воды обычно используют хлорную известь. Состав ее непостоянен, так как она содержит различные количества CaOCl_2 , CaCl_2 и Ca(OH)_2 .

При взаимодействии с водой активная часть хлорной извести гидролизуется по уравнению



Образовавшаяся хлорноватистая кислота (HClO), в свою очередь, диссоциирует в воде на соответствующие ионы:



При этом степень диссоциации определяется концентрацией водородных ионов. Установлено, что в молекулярной форме хлорноватистая кислота имеет более выраженные бактерицидные свойства, чем в ионной, а потому, чем меньше она будет диссоциирована, тем большей бактерицидностью будут обладать ее растворы. Как и любая другая кислота, она лучше диссоциирует в щелочных растворах.

Хлорная известь — вещество нестойкое, и при хранении под действием содержащегося в воздухе диоксида углерода, а также солнечного света гипохлорит кальция постепенно разлагается с выделением хлора. Поэтому перед применением хлорной извести, следует определить в ней активный хлор, которого должно быть не менее 28%.

Механизм действия хлорноватистой кислоты объясняется тем, что она легко проникает через оболочки микробной клетки и оказывает губительное влияние на обменный процесс в бактериальной клетке, в частности на фер-

менты (дегидрогеназы), которые катализируют окислительно-восстановительные процессы, обеспечивающие клетку энергией.

Йодометрический метод определения активного хлора в хлорной извести

Суть метода состоит в том, что при действии на гипохлорид кальция серной кислоты в присутствии йодида калия выделяется хлор, который вытесняет из йодида калия эквивалентное количество йода. Выделившийся йод титруют в присутствии крахмала 0,01 н. раствором тиосульфата натрия до исчезновения синей окраски.

По количеству тиосульфата натрия, израсходованного на титрование, рассчитывают количество хлора, содержащегося в навеске хлорной извести, взятой для определения.

Для анализа пипеткой отбирают 1 мл отстоявшегося прозрачного раствора хлорной извести и переносят в чистую колбу. Добавляют 50 мл дистиллированной воды, 1 мл 5%-ного раствора серной кислоты и 2 мл раствора йодида калия. Колбу закрывают, содержимое хорошо перемешивают и через 5 мин при наличии интенсивного желтого окрашивания приступают к титрованию раствором тиосульфата натрия. Вначале титруют до слабо-желтого окрашивания, после чего добавляют 1 мл раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски.

Содержание активного хлора (%) в хлорной извести рассчитывают по формуле

$$x = a \cdot 0,355 \cdot 100 \cdot 100/1000,$$

где a — количество 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование жидкости, мл; 0,355 — количество активного хлора, соответствующее 1 мл 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, мг; 100 — коэффициент перевода содержания хлора в 100 мл приготовленного раствора хлорной извести; 100 — коэффициент перевода содержания хлора в 100 г хлорной извести; 1000 — коэффициент перевода мг в 1 г.

Определение остаточного активного хлора в хлорированной воде

Остаточный активный хлор в хлорированной воде относится к числу критериев оценки хлорирования воды. Чаще всего остаточный хлор в воде после ее обеззараживания представляет собой сумму свободного и связанного хлора (связанный активный хлор образуется тогда, когда он вступает в соединение с аммиаком). Метод основан на окислении йодида калия активным хлором до йода, который оттитровывают тиосульфатом натрия.

В коническую колбу наливают 200 мл хлорированной воды, добавляют 2 мл 25%-ного раствора серной кислоты, 1 мл раствора йодида калия и 5 капель раствора крахмала. После того как жидкость окрасится в синий цвет, ее титруют раствором тиосульфата натрия до обесцвечивания (очень медленно).

Содержание остаточного активного хлора (мг/л) вычисляют по формуле

$$x = aK \cdot 0,335 \cdot 5,$$

где a — количество 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование, мл; K — поправочный коэффициент нормальности раствора тиосульфата натрия; 0,355 — количество активного хлора, соответствующее 1 мл 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, мг; 5 — коэффициент пересчета на 1 л.

При централизованном водоснабжении полное обеззараживание воды происходит при содержании остаточного свободного хлора в концентрации 0,3...0,5 мг/л и времени контакта 30 мин или 0,8...1,2 мг/л остаточного связанного хлора и времени контакта 60 мин. Бактерицидный эффект (99,98%) отмечается уже при дозе связанного остаточного хлора 0,8 мг/л.

Упрощенный метод определения хлорпотребности воды

Под хлорпотребностью понимают минимальное количество активного хлора, необходимое для надлежащего обеззараживающего эффекта воды.

Берут 4 стакана вместимостью до 1 л, наполняют их водой, подлежащей хлорированию. В каждый стакан добавляют определенное количество приготовленного отстоявшегося прозрачного 1...2% -ного раствора хлорной извести: в 1-й стакан — 0,1 мл, во 2-й — 0,2, в 3-й — 0,5, в 4-й — 1 мл. Растворы в стаканах перемешивают и оставляют в покое на 30 мин. Затем в каждый стакан добавляют по 5 капель серной кислоты, по 2 мл раствора йодида калия и по 1 мл раствора крахмала. После перемешивания интенсивность окраски будет зависеть от количества оставшегося свободного хлора.

Для хлорирования берут дозу раствора хлорной извести того стакана, где вода окрашена в наиболее слабый синий цвет, т. е. в этой воде хлора для обеззараживания достаточно. Например, если слабо-синее окрашивание раствора произошло во втором стакане, то для обеззараживания 1 л воды достаточно 0,2 мл приготовленного раствора хлорной извести, а для 1 т (1000 л) воды потребуется 200 мл приготовленного раствора хлорной извести. Если использовали 1% -ный раствор хлорной извести, то необходимо 2 г извести-порошка.

Дехлорирование воды

Уничтожение излишнего хлора в воде может быть произведено тиосульфатом натрия. Количество тиосульфата, необходимое для дехлорирования (мг/л), определяют по формуле

$$x = (a \cdot 5 \cdot 0,355) - 0,5 / (0,355 \cdot 2,48),$$

где a — количество 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование остаточного хлора в 200 мл хлорированной воды, мл; 5 — коэффициент перевода расхода тиосульфата натрия на 1 л воды; 0,355 — количество активного хлора, эквивалентное 1 мг 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, мг; 0,5 — количество активного хлора, которое необходимо оставить после дехлорирования воды, мг; 2,48 — количество сухого тиосульфата натрия, находящегося в 1 мл 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, мг.

Обеззараживание воды в колодце

Необходимость обеззараживания воды в колодцах устанавливает Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора для предупреждения распространения среди населения (и животных) инфекций через колодезную воду.

Обеззараживают воду в колодце после дезинфекции самого колодца с помощью различных методов, приемов и хлорсодержащих препаратов. В процессе обеззараживания воды в колодце хлорсодержащими препаратами содержание остаточного активного хлора должно быть не ниже 0,5 мг/л.

Для расчета дебита колодца (D , л/ч) определяют объем воды в колодце. С этой целью быстро откачивают воду (3...10 мин) и отмечают время, в течение которого восстанавливается уровень воды в колодце. Расчет проводят по формуле

$$D = V \cdot 60/t,$$

где V — объем воды в колодце до откачки, л; 60 — коэффициент; t — время, за которое восстанавливается уровень воды, плюс время, в течение которого откачивали воду.

Хлорпоглощаемость воды

Для определения хлорпоглощаемости воды в сосуд отбирают 1 л колодезной воды и добавляют 1% -ный раствор хлорной извести. Содержимое сосуда перемешивают, закрывают пробкой, оставляют на 30 мин, после чего определяют остаточный активный хлор в воде. Хлорпоглощаемость воды определяют по разнице между количеством внесенного в сосуд активного хлора и количеством его в воде после 30-минутного контакта.

ТЕМА 17

**КОМПЛЕКСНАЯ
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ**

Цели занятия. Оработать методики зоогигиенического обследования водоснабжения животноводческой фермы. Составить ветеринарно-санитарное заключение по результатам исследования воды.

Содержание занятия. Занятие проводят в хозяйстве. Заключение по качеству воды должно основываться на данных обследования водоисточника, метода взятия пробы воды и исследования ее в лаборатории кафедры или непосредственно на животноводческой ферме (комплексе), в помещении ветеринарной аптеки или лаборатории.

В полевых условиях, а также в лабораториях применяют тест-комплекты — это комплекты химических расходных материалов с принадлежностями и документацией, отличающиеся простотой в использовании и достаточные для выполнения количественных и полуколичественных анализов воды.

При обследовании водоисточника используют следующую примерную схему.

1. Общие сведения: название хозяйства, водоема, из которого была взята вода для исследования; дата взятия пробы воды; санитарно-топографическое описание водоема; для каких целей используют воду на ферме.

2. Исследование органолептических и физических свойств воды: запах, вкус и привкус, прозрачность, цвет, наличие взвешенных частиц, сухой остаток, температура, рН.

3. Химические свойства воды: окисляемость, наличие минерального и альбуминоидного азота, нитритов, нитратов, общего железа, жесткость, растворенный кислород, БПК воды.

4. Ветеринарно-санитарное исследование воды: микробное число (коли-индекс), наличие яиц и личинок гельминтов.

5. Заключение о качестве и пригодности воды для питьевых и технологических целей.

На основании результатов обследования водоема предлагают меры и методы по улучшению качества воды: отстаивание, коагуляцию, фильтрацию, а при неблагоприятном санитарном состоянии воды — ее обеззараживание.

Другой вариант проведения данного занятия заключается в том, что каждый студент получает индивидуальное задание (результаты анализа воды), делает заключение о качестве воды, дает рекомендации по использованию воды для поения животных и приготовления кормов.

Пример расчета

Вода для анализа взята 15 июня 2012 г. в 12:00 из пруда, расположенного на территории животноводческого хозяйства «Доброселье» Смоленской области.

Получены следующие результаты:

Запах, баллов — 3.

Вкус (привкус), баллов — 3.

Цветность, градусов — 52.

Прозрачность (по шрифту), см — 22.

Мутность, мг/л — 2,9.

рН — 9,8.

Окисляемость, мг/л — 12,1.

Хлориды, мг/л — 400.

Сульфаты, мг/л — 580.

Минеральный азот, мг/л — 0,7.

Альбуминоидный азот, мг/л — 0,3.

Нитриты, мг/л — 3,9.

Нитраты, мг/л — 96,0.

Общее железо, мг/л — 0,8.

Растворенный кислород, мг/л — 2,1.

БПК₅, мг/л — 8,5.

Общая жесткость, мг-экв/л — 14,2.

Коли-индекс — 28,0.

Яйца гельминтов (в 1 л) — 1,0.

Выводы. На основании результатов санитарного осмотра водоисточника, органолептической оценки и лабораторных исследований воду нельзя считать доброкачественной в ветеринарно-санитарном отношении.

Содержание большого количества азотсодержащих соединений, повышенная окисляемость и высокая концентрация хлоридов указывают на загрязнение водоема органическими веществами, высокий коли-индекс свидетельствует о бактериальном загрязнении, а наличие яиц гельминтов — о паразитарном загрязнении водоема.

Заключение. Исследуемую пробу воды следует признать неудовлетворительной в эпизоотологическом отношении. Принять меры по очистке и недопущению загрязнения водоема. Воду для поения животных можно использовать после очистки и обеззараживания.

После обеззараживания необходимо провести повторное исследование воды. Поскольку вода из пруда берется для поения животных и приготовления кормов, она должна находиться под строгим санитарным контролем со стороны ветеринарных специалистов хозяйства.

При идентификации бактерий в водной среде используют методики, указанные в теме 9.

РАЗДЕЛ IV
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
КОРМОВ

ТЕМА 1

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОРМОВ

Цели занятия. Ознакомиться с показателями, по которым оценивают корма.

Приборы и материалы. Нормативные документы по методам исследования кормов и их оценке.

Содержание занятия. Кормовые средства подразделяют на естественные и синтетические. К первым относят корма растительного и животного происхождения, ко вторым — продукты химического и микробиологического синтеза. По своему составу, свойствам и физиологическому действию корма должны соответствовать не только анатомо-физиологическим особенностям пищеварительного аппарата животных, но и в целом всему организму, сложившемуся в процессе эволюции.

Качество кормов оценивают по следующим показателям:

- питательность;
- безвредность или безопасность;
- доброкачественность;
- биологическая активность.

Принципы оценки питательности кормов и нормирования кормления основаны на представлении о корме как сложном комплексе различных элементов питания, необходимых для удовлетворения определенных потребностей организма. Последние обусловлены физиологическим состоянием животного, его живой массой, возрастом, уровнем и направлением продуктивности.

Питательность

Для удовлетворения потребности животных в нутриентах и реализации их генетически обусловленной продуктивности при нормировании необходимо учитывать в кормах (в определенном количестве и соотношении, обменную энергию, сухое вещество, сырой протеин, переваримый протеин, лизин, метионин + цистин), сахар, крахмал, сырую клетчатку, жир, кальций, фосфор, калий, натрий, хлор, магний, серу, железо, медь, цинк, марганец, кобальт, йод, каротин, витамины: А (ретинол), D (кальциферол), Е (токоферол), В₁ (тиамин), В₂ (рибофлавин), В₃ (пантотеновая кислота), В₄ (холин), В₅ (никотиновая кислота), В₆ (пиридоксин), В₁₂ (циан-кобаламин). Также следует принимать во внимание общебиологические закономерности обмена веществ: чем выше уровень кормления, тем выше продуктивность животных и ниже затраты корма на единицу продукции, и наоборот: для получения высокой продуктивности, обеспечения здоровья и высоких воспроизводительных функций в рационах животных должны содержаться все без исключения питательные вещества, в которых они нуждаются. Чем выше продуктивность животных, тем выше должна быть концентрация энергии в расчете на 1 кг сухого вещества рациона.

При оценке питательности и нормировании кормов учитывают широкий комплекс факторов кормления, что позволяет повысить эффективность использования кормов, приблизить уровень трансформации питательных веществ в продукцию и проявить физиологические возможности организма животных.

В существующих нормах кормления потребность в питательных веществах определяют их суммированием на поддержание жизнедеятельности животных, образование продукции и репродукцию.

Безвредность (безопасность)

Данный показатель обеспечивается тогда, когда отсутствуют вредные вещества, способные вызывать заболевания с нарушением обмена веществ, интоксикацию, токсикоинфекцию, аллергию, гормональную дисфункцию,

злокачественные новообразования, ослаблять иммунобиологическое состояние организма и т. п.

Предприятия, учреждения, организации и граждане — владельцы животных обязаны обеспечивать животных кормами и водой, безопасными для их здоровья и окружающей природной среды.

Ветеринарно-санитарные требования и нормы по безвредности кормов и кормовых добавок утверждаются в установленном порядке и пересматриваются в соответствии с требованиями международных организаций, участником которых является Российская Федерация.

Корма, кормовые добавки, в том числе нетрадиционные, допускают к производству и применению только при наличии сертификата, выданного специально уполномоченным органом. Требования, предъявляемые к ним, должны быть не ниже соответствующих требований международных стандартов.

Корма, кормовые добавки, в том числе нетрадиционные, не соответствующие установленным ветеринарно-санитарным требованиям и нормам, снимают с производства или изымают из реализации по решению Главного государственного ветеринарного инспектора или его заместителя.

Сертификацию кормов проводят в соответствии с требованиями, направленными на обеспечение безопасности жизни, здоровья людей, животных и охрану окружающей среды, установленными в законодательных актах, государственных стандартах, нормативных документах Министерства сельского хозяйства Российской Федерации.

Корма, подлежащие обязательной сертификации на безопасность, подразделены на 4 группы однородной продукции (табл. 42).

Безвредность кормов оценивают по отсутствию токсичности и токсигенности, эмбриотоксичности, тератогенности, морфогенности, канцерогенности, мутагенности, аллергенности, иммунодепрессивности.

Токсичность кормов может быть обусловлена наличием ядовитых химических веществ, попавших из окружающей среды (минеральные удобрения, пестициды и т. д.) и

Таблица 42

Корма и токсичные элементы в них

Группы корма	Токсичные элементы
I. Сено, сенаж, корнеклубнеплоды и кормовые бахчевые, зеленые корма, силос из зеленых растений	Медь, цинк, кадмий, ртуть, мышьяк, пестициды, нитраты, нитриты, масляная кислота, ядовитые растения
II. Зерно злаковых и бобовых культур для кормовых целей	Медь, цинк, кадмий, ртуть, мышьяк, пестициды, нитраты, нитриты, металломагнитная примесь, микроспорические и головневые грибы, спорынья, микотоксины (афлатоксин В ₁ , зеараленон, Т-2 токсин, дезоксиниваленон, охратоксин А)
III. Отруби, жмыхи, шроты, дрожжи, мука витаминная из древесной зелени, корма травяные искусственно высушенные	Медь, цинк, кадмий, ртуть, мышьяк, пестициды, нитраты, нитриты, металломагнитная примесь, синильная кислота, активность уреазы, госсипол, зола, нерастворимая в соляной кислоте, бактерии рода сальмонелла, массовая доля остаточного растворителя, полициклические ароматические углеводороды, микотоксины (афлатоксин В ₁ , зеараленон, Т-2 токсин, дезоксиниваленон, охратоксин А)
IV. Комбикорма, премиксы, белково-витаминные добавки	Медь, цинк, кадмий, ртуть, мышьяк, пестициды, нитраты, нитриты, металлическая и металломагнитная примесь, спорынья, споры головневых грибов, поваренная соль, массовая доля карбамида, микотоксины (афлатоксин В ₁ , зеараленон, Т-2 токсин, дезоксиниваленон, А)

образующихся в самих кормах (ядовитые растения и т. д.), а также присутствием токсичных метаболитов, выделяемых бактериями, грибами и другими организмами.

Токсигенными называют такие корма, которые могут постепенно накапливать токсин (бродильные процессы, развитие микроорганизмов и т. д.). При этом возможно возникновение хронической (накапливающейся, кумулятивной) токсичности.

Некоторые вещества, присутствующие в кормах, могут оказывать отрицательное действие на оплодотворенное яйцо, эмбрион, плод, вызывая эмбриотоксичность или тератогенность (уродства).

Известно большое количество веществ с канцерогенными или онкогенными свойствами, приводящими к образованию различных бластом (новообразований, опухолей). К химическим канцерогенам относят соединения азота (нитриты, нитрозамины и др.), бензапирен, 7-, 12-диметилбензотрацен, некоторые метаболиты грибов (афлатоксин, стеригматоцистин и др.); формальдегид и др.

Мутагены — это физические, химические и биологические факторы внешней среды, вызывающие мутации (изменения в наследственности). К высокоактивным химическим мутагенам относят алкирующие агенты — эпоксиды, этиленамин, иприт, формальдегид и др.

Аллергенность кормов обусловлена наличием в них аллергенов, способных изменять иммунобиологическую реакцию организма животных в сторону повышения (гиперэргия, анафилаксия и т. д.) или понижения (гипоэргия, аллергия и др.). Аллергенами могут быть вещества растительного, животного, искусственно синтезированного, микробного и грибного происхождения. Известно, что корма могут вызывать аллергическую болезнь под названием «сенная лихорадка», «крапивница» и т. д.

У животных можно наблюдать **иммунодепрессию** из-за особенностей химического состава отдельных кормов и их некоторых свойств в результате техногенных воздействий.

Некоторые растения характеризуются и иммуностимулирующими адаптогенными свойствами (элеутерококк, золотой корень и т. д.).

Доброкачественность

Для определения доброкачественности кормов руководствуются требованиями, указанными в ГОСТах (сено, травяная мука, силос, сенаж, зерновые корма, комбикорма, жмыхи, шроты и т. д.). Государственными стандартами РФ регламентируются и многие методы определения качества кормов.

Биологическая активность

Данный показатель характеризует способность кормов стимулировать процессы обмена веществ в организме, что проявляется в ускорении роста и созревания. Чем выше

биологическая активность корма, тем меньше его нужно добавлять в рацион для улучшения его питательности и повышения продуктивности животных, исключения излишней аллергизации и перенапряжения физиологических механизмов жизнедеятельности.

Для определения качества кормов существуют различные методы исследования.

Органолептические — определение внешнего вида кормов, цвета, запаха, целостности, видового (ботанического) состава, сохранности и фазы вегетации. Применяют в производственных условиях (на фермах, комплексах, птицефабриках и т. д.) и в лабораторной практике. Любые отклонения показателей корма от нормы свидетельствуют о его недоброкачественности. Недостаток метода: очень приблизительная оценка качества кормов; достоинства: доступность и простота определения качества.

Физико-механические — определение массовой доли сухого вещества или влажности корма, степени измельчения, сыпучести, наличия примесей (песка, земли, угля, шпата, стекла, металла и т. д.).

Химические — определение рН, кислотности, щелочности, различных токсинов, ядов, вредных веществ (удобрений, пестицидов, алкалоидов, гликозидов, поваренной соли и т. д.) для уточнения причины кормовых отравлений или нарушения обмена веществ.

Ветеринарно-биологические — проведение анализов на наличие микробов, грибов, гельминтов, насекомых, клещей и т. д. и установление их влияния на качество кормов и этиологию болезней животных.

Часто при оценке качества и исследовании новых или неизвестных кормов наряду с ранее описанными проводят алиментарные пробы непосредственно на изолированной группе лабораторных или сельскохозяйственных животных.

Т Е М А 2

**ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ
НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ
К КАЧЕСТВУ КОРМОВ
ДЛЯ НЕПРОДУКТИВНЫХ
ЖИВОТНЫХ**

Цели занятия. Ознакомиться с нормами и требованиями к качеству кормов для непродуктивных животных.

Приборы и материалы. Нормативные документы, ГОСТы.

Содержание занятия. Ветеринарно-санитарные нормы и требования распространяются на корма для непродуктивных животных — собак, кошек, декоративных птиц, аквариумных рыб.

Корма для непродуктивных животных *по содержанию в них воды и методу консервации* разделяют на сухие (5...12% воды), полувлажные (15...20% воды), консервированные (72...85% воды) и замороженные (60...70% воды).

Сухие корма выпускают в виде гранул, хлопьев, печенья, порошка; консервированные — в виде фарша, гомогенной массы, кусочков в соусе или желе.

По содержанию питательных веществ корма разделяют на полнорационные, в том числе диетические, лечебные и используемые как дополнительное питание («лакомства»).

Полнорационными называют такие корма, использование которых полностью обеспечивает физиологические потребности животных.

Лечебные корма применяют только по назначению ветеринарного врача.

Дополнительное питание — «лакомство» — не предназначено для использования в качестве единственного продукта в рационе, так как может быть не сбалансировано по содержанию питательных веществ.

Основные требования, предъявляемые к кормам для непродуктивных животных: их безопасность (отсутствие острых токсических свойств и возможных негативных последствий после их применения) и питательность, обеспечивающая физиологические потребности организма животных (для полнорационных кормов).

К органолептическим показателям относят: внешний вид, цвет, запах, размер гранул. Они должны характеризовать специфичность корма, удовлетворять привычкам и виду животных. Корм не должен иметь посторонних (не свойственных данному корму) запахов, включений и других видимых дефектов.

Органолептические показатели каждого вида корма определяют в соответствии с нормативной документацией или спецификацией производителя (для импортных кормов).

К показателям безопасности относят: токсичность, микробиологические показатели (общая бактериальная обсемененность, наличие условно патогенной и патогенной микрофлоры), содержание солей тяжелых металлов, пестицидов, микотоксинов, нитритов, вредных примесей, способных вызвать негативные последствия после их воздействия на организм животных.

В таблице 43 приведены максимально допустимые уровни (МДУ) содержания потенциально опасных веществ в кормах для непродуктивных животных, в пересчете на 12% влажность корма.

Питательность кормов определяется содержанием в них питательных веществ (белков, жиров, углеводов, макро- и микроэлементов, витаминов и др.) и должна полностью

Таблица 43

**Содержание потенциально опасных веществ в кормах
для непродуктивных животных**

Вещество	Содержание (мг/кг)
Ртуть:	
корма, за исключением кормов для собак и кошек	0,1
корма для собак и кошек	0,4
Кадмий:	
все корма, за исключением кормов для собак и кошек	0,5
корма для собак и кошек	1,0
Свинец	5,0
Мышьяк:	
все корма, за исключением кормов для аквариумных рыб	2,0
корма для аквариумных рыб	4,0
Медь	80,0
Цинк	250,0
Афлатоксин В ₁	0,010
Альдрин (один или в сумме с дильдрином)	0,01
Хлордан (сумма цис-, трансизомеров и оксихлордана)	0,02
Эндосульфан (сумма альфа-, бета-изомеров и эндосульфан сульфата):	
все корма, за исключением кормов для аквариумных рыб	0,1
корма для аквариумных рыб	0,005
Эндрин (сумма эндрина и дельтакетоэндрина)	0,01
Гептахлор (сумма гептахлора и гептахлорэпоксида)	0,01
Гексахлорбензол	0,01

Продолжение табл. 43

Вещество	Содержание (мг/кг)
Гексахлорциклогексан (сумма изомеров)	0,2
Нитриты (в консервированных кормах)	100,0
Токсичность	Не допускается
Микробиологические показатели:	
общая бактериальная обсемененность:	
консервированные корма	Должны быть стерильными
сухие корма	Не более 500 тыс. м. т. в 1 г корма
сальмонеллы	Не допускаются в 25 г корма
энтеробактерии	Не более 300 колоний в 1 г корма при отсутствии энтеропатогенной кишечной палочки
токсинообразующие анаэробы	Не допускаются в 1 г корма

Таблица 44

Декларированные значения показателей питательности кормов для непродуктивных животных

Показатель	Декларированное значение, %	Допустимые отклонения от декларированного значения	
		Ниже	Выше
Сырой протеин	≥ 20	3,2 абс. ед.	6,4 абс. ед.
	12,5– < 20	16%	32%
	< 12,5	2 абс. ед.	4 абс. ед.
Сырой жир	Не зависит	2,5 абс. ед.	2,5 абс. ед.
Сырая клетчатка		3 абс. ед.	1 абс. ед.
Влажность	≥ 40	Не регламентируется	3 абс. ед.
	20– < 40		7,5%
	< 20		1,5 абс. ед.

Продолжение табл. 44

Показатель	Декларированное значение, %	Допустимые отклонения от декларированного значения	
		Ниже	Выше
Зола	Не зависит	4,5 абс. ед.	1,5 абс. ед.
Кальций и фосфор	≥ 16	1,2 абс. ед.	3,6 абс. ед.
	12– < 16	7,5%	22,5%
	6– < 12	0,9 абс. ед.	2,7 абс. ед.
	1– < 6	15%	45%
	< 1	0,15 абс. ед.	0,45 абс. ед.
Витамины D ₂ , D ₃	> 4000 МЕ/кг	30%	30%
	< 4000 МЕ/кг	50%	50%
Витамины А, Е	Не зависит	30%	Не регламентируется

Таблица 45

**Нормы содержания питательных веществ
в кормах для собак и кошек***

Показатель	Собаки		Кошки	
	Для роста и размножения	Для поддержания организма	Для роста и размножения	Для поддержания организма
Белок, %	22,0	18,0	30,0	26,0
Жир, %	8,0	5,0	9,0	9,0
Линолевая кислота, %	1,0	1,0	1,0	0,5
Арахидоновая кислота, %	Не нормируется	Не нормируется	0,1	0,02
Таурин: сухие корма, г	Не нормируется	Не нормируется	0,1	0,1
Консервы, %	Не нормируется	Не нормируется	0,2	0,2
Кальций, %	1,1	0,6	1,0	0,6

Продолжение табл. 45

Показатель	Собаки		Кошки	
	Для роста и размножения	Для поддержания организма	Для роста и размножения	Для поддержания организма
Фосфор, %	0,9	0,5	0,8	0,5
Калий, %	0,6	0,6	0,6	0,6
Натрий, %	0,3	0,06	0,5	0,2
Хлор, %	0,45	0,09	0,3	0,3
Магний, %	0,04	0,04	0,08	0,04
Железо, мг/кг	80	80	100	80
Медь, мг/кг	7,3	7,3	5,0	5,0
Марганец, мг/кг	5,0	5,0	10,0	7,5
Цинк, мг/кг	120	120	75	75
Йод, мг/кг	1,5	1,5	1,0	0,35
Селен, мг/кг	0,1	0,1	0,1	0,1
Витамин А, МЕ/кг	5000	5000	10 000	5000
Д, МЕ/кг	500	500	1000	500
Е, МЕ/кг	50	50	80	30
К, Мг/кг	Не регламентируется	Не регламентируется	0,1	0,1
В ₁ , мг/кг	1,0	1,0	5,0	5,0
В ₂ , мг/кг	2,2	2,2	5,0	4,0
В ₃ , мг/кг	10	10	10	5,0
В ₄ , мг/кг	1200	1200	2400	2400
В ₅ (РР), мг/кг	11,1	11,4	60	60
В ₆ , мг/кг	1,0	1,0	4,0	4,0
В ₇ (Н), мг/кг	0,18	0,18	0,07	0,07
В ₁₂ , мг/кг	0,02	0,02	0,02	0,02
В _с , мг/кг	0,18	0,18	1,0	0,8

Примечание. * Рацион с энергетической ценностью 3,5...4 ккал обменной энергии в 1 кг сухого вещества корма.

обеспечивать физиологические потребности организма животных (для полнорационных кормов).

Содержание питательных веществ в корме должно соответствовать декларированным значениям в рамках допустимых отклонений, приведенных в таблице 44.

Для контроля полноценности кормов на стадии разработки, а также идентификации полнорационных кормов при оценке их соответствия рекомендуется учитывать пищевые потребности собак и кошек (см. табл. 45).

Т Е М А 3

ОТБОР ПРОБ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ

Цели занятия. Ознакомиться с порядком отбора проб. Ознакомиться с приемами органолептического анализа кормов.

Приборы и материалы. Химический стакан; горячая вода (60...70°C); фарфоровая чашка; водяная баня; нормативные документы.

Содержание занятия. Образцы корма отбирает комиссия, в состав которой входят ветеринарные врачи и зоотехники, представители администрации хозяйства (предприятия) и заинтересованных служб, а в конфликтных случаях — представители организации.

Перед взятием пробы пастбищных растений устанавливают примерный их ботанический состав, определяют господствующие в травостое растения. Затем выделяют несколько участков, каждый размером 1 м². Траву с этого участка скашивают или срезают ножницами все части растения — листья, цветы, плоды, стебель. Затем траву сушат в помещении.

После этого пробу помещают в чистую банку и направляют в лабораторию.

Часто в больших партиях кормов в местах максимального увлажнения могут развиваться грибы в виде гнезд

(сено, солома) или комков (отруби, комбикорм и т. д.). Пробы из этих мест высылают отдельно.

Для пересылки и хранения пробы кормов с повышенной влажностью досушивают при температуре 40...45°C до влажности, предусмотренной соответствующими нормативными документами.

Независимо от типа силосных сооружений пробы силоса в количестве не менее 1 кг отбирают из различных мест, помещают в чистые банки с плотно закрывающимися пробками.

Отобранные пробы кормов с сопроводительной запиской направляют в ветеринарные лаборатории для анализа.

Органолептический анализ кормов проводят в соответствии с требованиями нормативных документов.

Определение запаха. Для определения запаха пробы зерна, сена или соломы помещают в стакан и заливают горячей водой (60...70°C). Прикрыв стакан стеклом, оставляют его на 2...3 мин. Затем воду сливают и улавливают запах корма.

Пробы комбинированных, мучнистых кормов, жмыхов и шротов насыпают в фарфоровую чашку (навеска не менее 20 г), закрывают стеклом, ставят в предварительно доведенную до кипения водяную баню и прогревают в течение 5 мин.

Определение цвета. Небольшое количество корма (грубые корма, зерно, продукты его переработки, жмыхи и шроты) на белой бумаге исследуют при рассеянном свете.

На грубых кормах могут быть выявлены потемнение, побурение, плесневый налет различного цвета (черный, зеленый и др.), слежавшиеся пласты, что свидетельствует о наличии грибов. Зерновые корма (ячмень, овес, пшеница и др.) могут содержать легковесные, морщинистые, щуплые, тусклые, иногда розовато-красного цвета или потемневшие зерна в результате поражения грибами из рода *Fusarium*. При развитии грибов родов *Aspergillus*, *Penicillium* зерно часто приобретает зеленый, серый, сизый оттенки.

При органолептическом анализе особое внимание уделяют **оценке сочных кормов** и, в частности, силоса.

Нормально заквасившийся силос имеет зеленовато-желтый или оливковый цвет с различными оттенками, т. е. напоминает цвет растений, из которых он приготовлен.

Зеленый цвет свидетельствует о том, что силос в процессе закладки не подкислили.

Преобладание *желтого оттенка* указывает на высокое содержание органических кислот.

Коричневый, темно-бурый или даже *черный цвет* свойствен силосу, который в процессе приготовления сильно прогревался (горячее силосование).

При порче у силоса появляется *матовый оттенок*, особенно на поверхности листьев.

Силос хорошего качества имеет приятный аромат, напоминающий запах моченых яблок, хлебного кваса. Запах меда, свежее испеченного ржаного хлеба свидетельствует о том, что силосованная масса подвергалась сильному самосогреванию. Неприятный запах, долго сохраняющийся на руке, говорит о присутствии в силосе масляной кислоты и продуктов разложения белка.

Органолептический анализ не всегда дает возможность определить, что корм испорчен. Часто пораженные токсическими грибами корма внешне не отличаются от доброкачественных. Поэтому все поступившие для анализа корма необходимо исследовать на зараженность грибами и токсинами.

На основании органолептического анализа считают недоброкачественными корма со следующими признаками:

- зерно первой степени порчи — солодовый запах, цвет внешних покровов зерна без изменений, эндосперм с нормальным оттенком;
- зерно второй степени порчи — плесенно-затхлый запах, внешний покров зерен без блеска, потемневший, эндосперм и зародыш темные (при поражении их микроорганизмами);
- зерно третьей степени порчи — плесенно-гнилостный запах, цвет внешних покровов серо-черный, эндосперма — кремовый, зародыш поражен;
- зерно четвертой степени порчи — гнилостный запах, цвет эндосперма коричневый;

- комбинированные корма, отруби, мучка кормовая — затхлый или плесенный запах, комковатость (в подвергшихся самосогреванию);
- мякина, жмыхи и шроты — затхлый, плесенный или гнилостный запах, часто изменение цвета;
- корма животного происхождения — плесенный или гнилостный запах, комковатость;
- силосованные корма — наличие плесневых налетов различного цвета в зависимости от вида гриба — красный (*Fusarium*), зеленый различных оттенков (*Aspergillus*, *Penicillium*), черный;
- сено и солома — в непрессованном виде более 10% горелых, заплесневелых, с затхлым запахом участков, а в прессованном — более 10% кип с прослойкой плесени и затхлым запахом участков.

Зерно первой и второй степени порчи подвергают дальнейшим санитарно-микологическим исследованиям для определения его пригодности к скармливанию животным.

Запрещается использовать для кормления животных:

- солому, сено с затхлым запахом, пораженные плесенью более чем на 10%;
- зерно третьей степени порчи (только на технические цели);
- зерно четвертой степени порчи (уничтожают);
- корма животного происхождения, шрот и жмых с затхлым, плесенным и гнилостным запахом.

Корма, подлежащие уничтожению или идущие на технические цели по результатам органолептического исследования, токсико-микологическому анализу не подвергают.

Т Е М А 4

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОРМОВ
НА БЕЗВРЕДНОСТЬ**

Цели занятия. Ознакомиться с показателями безвредности кормов, их характеристиками и методами определения.

Приборы и материалы. Термостат; микроскоп; рН-метр; весы аналитические; водяная баня; фарфоровые ступки; штативы; камера Фукса — Розенталя; колбы Кьельдаля; конические колбы Эрленмейера; бактериологические пробирки; пипетки мерные на 0,1...10 мл; пастеровские пипетки; предметные и покровные стекла; вата; марля; пептон бактериологический; 5% -ный спиртовой раствор йода; экстракт дрожжевой; глюкоза; морская соль аптечная; флаконы пенициллиновые с резиновыми пробками, у которых срезана часть внутреннего валика; культура инфузорий; цыплята; оплодотворенные куриные яйца.

Содержание занятия. Отбор проб и составление среднего образца проводят согласно ГОСТам, действующим на период проведения оценки.

Зерно, комбикорма, жмыхи, шроты и прочие корма измельчают на электрической мельнице, растирают в ступке и просеивают через сито, пропускающее частицы не более 225 мкм.

Экспресс-метод определения интегральной безвредности кормов

Данный метод служит для ориентировочной оценки безвредности испытуемых проб. За 10...15 сут до анализа во флаконы, содержащие 2 мл углеводно-солевой дрожжевой среды (УСД), вносят 0,04 мл 7...10-дневной культуры *Tetrachimena periformis*, выращенной на пептоновой среде. Флаконы затем используют в опыте, поэтому данную операцию надо проводить заранее, за 10...15 сут до анализа.

Продукт вносят во флаконы с инфузорией из расчета по общему азоту 0,15; 0,3; 0,6; 1,2; 1,5 мг на 1 мл среды УСД. Контролем в анализе служат флаконы, содержащие среду с инфузорией, но без исследуемого продукта, а также содержащие заведомо нетоксичный продукт (при его наличии).

Флаконы выдерживают при комнатной температуре (18...25°C) в течение 1 сут. За этот период через 1, 4, 8, 24 ч пастеровской пипеткой или бактериологической петлей берут каплю содержимого флакона и переносят на предметное стекло. Определяют наличие инфузорий, оценивают их морфологию и подвижность. Спустя 24 ч во флаконы поочередно вносят по капле 5% -ного спиртового раствора йода, тщательно встряхивают, берут каплю на предметное стекло, покрывают его покровным и просматривают 10 полей зрения по диагонали с использованием объектива 10 и окуляра 10. Для последующего расчета берут среднее число клеток в одном поле зрения при всех навесках.

Продукт считают нетоксичным при отсутствии достоверных различий в интенсивности прироста клеток на контрольном и исследуемом продукте при увеличении уровня навесок. Если нет контрольного продукта, исследуемый образец считается нетоксичным, если нет снижения или остановки роста с увеличением навесок, а также при более высоком количестве клеток на среде с исследуемым продуктом по сравнению с одной УСД средой. Гибель клеток или постепенное снижение их прироста при увеличении уровня навесок испытуемого продукта свидетельству-

ет о его токсичности. Снижение роста инфузорий или их гибель, сопровождающаяся наличием в поле зрения микрофлоры, хорошо видимой при использовании в качестве фиксатора и красителя 5% -ного спиртового раствора йода, позволяет также сделать предварительное суждение о возможной микробной токсичности исследуемого продукта.

В случае, если установлена токсичность продукта экспресс-методом, проводят более подробные исследования.

Определение токсичности кормов

Величины навесок испытуемых образцов равны 0,3 и 0,6 мг по азоту 1 мл среды УСД. После внесения образцов в чистые сухие флакончики туда же добавляют 2 мл среды УСД. Флакончики закрывают пробками, встряхивают и помещают в кипящую воду на 20...80 мин для инактивации посторонней микрофлоры. После охлаждения до комнатной температуры флакончики засевают (0,04 мл) 7...10-дневной культурой *Tetrachimena periformis*, выращенной на пептонной среде. Флакончики закрывают пробками, встряхивают вместе со штативом и ставят в термостат при температуре 20°C на 4 сут, периодически (2...5 раз в день) встряхивая штатив для взмучивания пищевого субстрата и лучшей аэрации среды.

Через 1, 6, 8, 24, 48, 72 и 96 ч берут стерильной пипеткой или бактериологической петлей каплю взмученной среды и оценивают внешний вид, подвижность, степень роста инфузорий в сравнении с контролем или исходным количеством особей во взятой культуре.

Через 4 сут из каждой пробы отбирают по 0,5...1 мл субстрата в бактериологические пробирки, фиксируют каплей 5% -ного спиртового раствора йода, разводят в 3 раза водой и подсчитывают число клеток в камере Фукса — Розенталя в 10 квадратах.

Для последующего расчета берут среднее число клеток в одном квадрате.

Из оставшегося количества субстрата делают посев на новую среду с такими же навесками изучаемых образцов. Инкубируют в течение 4 сут и вновь оценивают результаты.

Затем делают третий пересев и на основании совокупности данных по трем посевам делают общий вывод.

При наличии или подозрении на наличие в исследуемом образце термолабильных токсинов из схемы опыта исключается стерилизация в кипящей воде, которая заменяется холодной стерилизацией путем добавления антибиотиков — тетрациклина (100 ед/мл) или стрептомицина (1000 мкг/мл). Остальные действия аналогичны вышеописанным.

Кроме ростовой реакции инфузорий учитывают показатели, дополнительно характеризующие токсические свойства исследуемых образцов.

Морфологические показатели — внешняя форма инфузорий (нормальная, округлая, наличие выпячиваний, вакуолизация, сморщивание). Изменение морфологии свидетельствует о возможной мутагенной или тератогенной токсичности исследуемых продуктов и кормов. Более детально морфологические изменения можно изучить при фиксации инфузорий, что делается следующим образом: каплю взвеси инфузорий смешивают на стекле с каплей красителя (3 мл 2,5% -ного водного раствора пиронина и 5,3 мл 2% -ного водного раствора метиленовой сини смешивают в 20 мл 1 М ацетатного буфера с рН 4,8, полученный раствор доводят до 100 мл), фиксируют покровным стеклом, удаляют влагу фильтровальной бумагой, герметизируют смесью растопленного вазелина, ланолина, парафина (2:2:1). Эффект учитывают описательно по тем морфологическим изменениям, какие выявляются во внешней и внутренней форме инфузорий, а также по распространенности его в популяции путем подсчета нормальных и измененных форм особей.

Функциональные показатели — подвижность, характер движения (нормальное, замедленное, вращательное, маятникообразное, броуновское, резкое изменение направления движения). Нормальную подвижность и характер движения инфузорий устанавливают при микроскопии контрольных образцов. Замедленное движение свидетельствует о снижении их жизненной активности в результате наличия в среде токсических веществ.

Резкое изменение характера движения (вращательное, маятникообразное и т. п.) сопровождается зачастую изменением морфологии инфузорий, появлением аномальных форм. Кроме того, этот показатель наиболее характерен в начальной стадии интоксикации (первые часы опыта).

Отмечают время остановки 50% особей в первые 4 ч после начала опыта. Оно служит показателем максимальной переносимой концентрации и дополнительной токсикологической характеристикой продукта.

Перед микроскопией визуально определяют оседание инфузорий на дно, которое служит показателем ослабления жизненной активности особей или наркотического действия изучаемого материала. Расположение инфузорий преимущественно в верхней половине среды говорит о возбуждающем действии комплекса веществ, выделяемых из продукта. Наличие делирующих форм в 96-часовой экспозиции по периодам наблюдений служит показателем хорошо переносимой концентрации.

Проверка токсичности и токсигенности кормов на цыплятах

Пробу корма (5...20 г) растирают в ступке до размера частиц, свободно проходящих через толстую иглу шприца. Часть корма переносят в химический стакан и разводят водой до консистенции сметаны. Шприцем набирают 1...3 мл полученной суспензии и вводят внутривентриально цыплятам недельного возраста (5 голов) 1-й опытной группы. То же количество охлажденной суспензии корма, но предварительно прокипяченной в течение 20...30 мин или автоклавированной вводят 2-й опытной группе цыплят (5 голов).

Цыплятам контрольной группы вводят аналогичное количество кипяченой воды.

Каждого цыпленка помещают в отдельную клетку, обеспечивая свободный доступ к воде, но лишают корма на 1...2 сут, в течение которых отмечают общее состояние птицы.

Случаи гибели выражают в процентах к общему числу цыплят, которым вводили исследуемый корм.

Каждые 20% гибели оценивают в 1 балл:

- 100% -ная гибель (5 баллов) — корм очень высокотоксичен;
- 80% (4 балла) — корм высокотоксичен;
- 60% (3 балла) — корм токсичен;
- 40% (2 балла) — корм среднетоксичен;
- 20% (1 балл) — корм малотоксичен.

Если гибель цыплят отмечают после введения предварительно нагретого корма, то корм считают токсигенным, т. е. токсичным из-за наличия в нем термолабильных микроорганизмов и их токсичных продуктов метаболизма.

Отсутствие острой токсичности кормов еще не дает полной гарантии их безвредности, так как в них могут присутствовать вредные вещества, которые начинают действовать постепенно по мере их накопления (кумуляции) в организме. С этой целью исследуют корм на подострую (длительность опыта — 2 нед.) или хроническую (длительность опыта — более 4 нед.) токсичность. Корм скармливают птице без ограничения и при свободном доступе к воде.

В качестве контроля в зависимости от целей исследования берут стандартный полноценный рацион, вареное рубленое яйцо или дробленую пшеницу.

За время опыта учитывают общее состояние птицы, выживаемость, прирост живой массы, затраты кормов на единицу продукции.

Определение аллергенности на инфузориях

Принцип и суть метода заключаются в известной реакции «антиген — антитело», где антителом выступают антитела сыворотки крови теплокровных лабораторных животных (крыс, кроликов), иммунизированных культурой *Tetrachimena periformis*, а антигеном — сами инфузории. На сенсibilизированную культуру воздействуют антисывороткой, содержащей антитела против самой инфузории.

Под ее действием инфузории постепенно гибнут и лизируются. По силе активности этих реакций на фоне контроля судят о наличии аллергенного действия, его характере и степени.

Определение морфогенности на инфузориях

Инфузории четко реагируют на морфогенные (мутагенные, тератогенные, бластомогенные) факторы. При этом обращают внимание на форму инфузорий и характер их движения. Продолжительность опыта — 7 сут.

Инфузории выращивают в среде с добавлением исследуемого субстрата (500 мг на 1 мл среды). Концентрация субстрата не должна вызывать гибели инфузорий, т. е. быть токсичной и токсигенной. Один раз в сутки из инкубируемого субстрата берут по капле и просматривают ее под микроскопом для выявления измененных форм (выпячиваний, вздутий и др.) инфузорий. При наличии инфузорий отмечают примерное их число.

Показатель аномалии развития выражают в баллах (или процентах):

- 0 — нормальные формы;
- 1 — слабоизмененные;
- 2 — среднеизмененные;
- 3 — сильноизмененные.

Также определяют характер их движения (быстрое, замедленное) и изменения, произошедшие во внутренних структурах (величина, цвет вакуолей).

Определение эмбриотоксичности и тератогенности на куриных эмбрионах

В оплодотворенное яйцо на 9...13 сут инкубации с соблюдением всех правил асептики вводят 0,1...0,5 мл экстракта с токсином. В контрольный образец вместо токсина вводят такое же количество растворителя, воды или масла.

Учитывают число проклюнувшихся цыплят и погибших эмбрионов. Если отмечен высокий процент гибели, опыт повторяют с меньшими дозами токсина, которые не вызывали бы гибели, с тем чтобы можно было четко разделить токсический эффект от тератогенного. Выживших цыплят осматривают, отмечая наличие возможных деформаций скелета, ног, крыльев, клюва, твердого неба.

Полученные результаты в опыте и контроле сравнивают между собой и делают соответствующие выводы о наличии и степени тератогенности исследуемых кормов.

Т Е М А 5

**АНАЛИЗ КОРМОВ
НА ЗАРАЖЕННОСТЬ ГЕЛЬМИНТАМИ
И АМБАРНЫМИ ВРЕДИТЕЛЯМИ**

Цели занятия. Ознакомиться с качественными и количественными методами выявления гельминтов, а также явных и скрытых форм амбарных вредителей.

Приборы и материалы. Микроскоп; предметные и покровные стекла; стеклянные палочки; скальпель; препаровальная игла; лупа; фильтровальная бумага; лабораторные весы; сита с диаметром отверстий 1,5 и 2,5 мм; разборная доска; белое и черное стекло; сетка в жестяной оправе; стеклянная чашка; насыщенные растворы хлорида натрия (плотность 1,18 г/см³), или сульфата магния (плотность 1,35 г/см³), или гипосульфита натрия (плотность 1,37...1,41 г/см³), или нитрата натрия (плотность 1,4 г/см³); 1% -ный раствор перманганата калия; 1% -ный раствор серной кислоты; 3% -ный раствор пероксида водорода; вода; глицерин.

Гельминтологические исследования

С помощью качественных гельминтологических исследований можно установить, какими гельминтами заражены корма; на основании количественных можно приблизительно судить о степени инвазии.

При **качественном методе** на предметное стекло наносят каплю жидкости (состоящую из равных частей воды и глицерина) и соскоб с исследуемого корма, тщательно перемешивают стеклянной палочкой, накрывают покровным стеклом и исследуют под микроскопом.

Большинство качественных методов основано на разнице удельной массы яиц личинок гельминтов, с одной стороны, и жидкости, в которой взвешены исследуемые корма, с другой. В зависимости от соотношения удельной массы этих компонентов различают методы флотации, осаждения и комбинированные. Используют растворы: насыщенный поваренной соли (плотность — $1,18 \text{ г/см}^3$), сульфата магния (плотность — $1,35 \text{ г/см}^3$), гипосульфита натрия (плотность — $1,37...1,41 \text{ г/см}^3$ в зависимости от температуры окружающей среды) и нитрата натрия (плотность — $1,4 \text{ г/см}^3$), удельная масса которых больше массы яиц гельминтов.

Количественные методы по технике выполнения наподобие качественных. Однако имеется ряд особенностей: должны быть определены навески кормов и время отстаивания взвесей фекалий, а также использована посуда одного объема. Достоверность результатов повышается при увеличении количества и кратности исследований.

Амбарные вредители (краткая характеристика)

Среди амбарных вредителей встречаются представители отрядов паукообразные (клещи), жесткокрылые (долгоносики и хрущаки), чешуйчатокрылые (моль), а также грызуны (крысы, мыши).

Амбарный долгоносик (*Calandra granaria* L.) — широко распространенный опасный вредитель зерна. Длина тела — $2,5...4,7 \text{ мм}$. Молодые жуки коричневого цвета, старые — черного. Голова жуков вытянута в головотрубку, которая приспособлена для пробуравливания, выгрызания и измельчения зерна и твердых продуктов. Грудь в крупных точечных ямках, верхние крылья с глубокими продольными бороздками. Нижние крылья отсутствуют, не летает. Личинка белого цвета размером $3...4 \text{ мм}$.

Амбарный долгоносик повреждает зерна колосовых культур, кукурузы, сорго, различные крупы и макаронные изделия. От зерна пшеницы, ржи, из которого вышли жуки, остается обычно одна оболочка. Амбарный долгоносик не переносит высоких температур, избегает света, поэтому водится больше всего в темных, плохо вентилируемых, сырых помещениях. Наиболее благоприятная для его развития температура — 20...25°C, влажность зерна — 16...18%. При температуре ниже 12°C и выше 34°C и влажности зерна ниже 12% долгоносик не размножается. При температуре 3°C жуки впадают в оцепенение, при 0°C гибнут через 67 сут, при -15°C — через 19 ч. Зимует долгоносик во всех стадиях развития. В средней полосе при низких температурах открытоживущие жуки не выживают. В южных районах, а также в отопливаемых помещениях жук может дать до 5 поколений в год, в районах с более умеренным климатом — до 3, в средних широтах — до 2. Жук живет при благоприятных условиях 200...250 дней. Самка в течение своей жизни может отложить до 300 яиц, по 2...3 шт. в сутки, по одному яйцу на зерне в сделанные ею отверстия. Весь цикл развития от яйца до появления молодого жука протекает внутри отдельных зерен (скрытая зараженность).

Рисовый долгоносик (*Calandra oryzae* L.) — самый опасный вредитель зерна в районах его распространения (Средняя Азия, Крым, Закавказье, Поволжье). Длина тела — 2,1...3,5 мм. Окраска молодых жуков коричневая, старших возрастов — бурая с четырьмя рыжеватыми пятнами на надкрыльях. Рисовый долгоносик внешне и по циклу развития очень напоминает амбарного долгоносика, но обладает способностью летать и, кроме того, более теплолюбивый и плодовитый. Благоприятная температура для его развития — 28...30°C. При температуре 30°C и влажности зерна 18% весь цикл развития долгоносика от яйца до жука длится 26 дней. При температуре ниже 13°C и влажности зерна менее 10% он не развивается. При температуре 0°C погибает через 17 сут, при -15°C — через 7,5 ч. Плодовитость самки рисового долгоносика — до 570 яиц. В южных районах, а также в отопливаемых по-

мещениях долгоносик может дать 7...8 поколений, в районах средней полосы — до 4. В полевых условиях повреждает зерновые культуры на корню, при уборке и обмолоте нового урожая.

Рисовый долгоносик зимует как в закрытых помещениях, так и в поле, в местах скопления самосогревающихся растительных остатков. Такие места могут стать источниками заражения при обмолоте нового урожая. Кроме того, жуки из этих мест могут залетать в зернохранилища и заражать семена и другие продукты.

Большой мучной хрущак (*Tenebrio molitor* L.) — один из опасных вредителей муки. Распространен повсеместно. Жук крупный, длиной 13...16 мм, от смоляно-бурого до черного цвета с блестящей поверхностью тела. Голова втянута в переднегрудь. Крылья развиты, вечером и ночью жуки летают. Самка откладывает на пищевые продукты или тару до 550 яиц. Личинка упругая, длиной 25...30 мм, темно-желтого цвета.

Жуки питаются мукой, крупой, отрубями, хлебом, сухарями, битыми зернами, сушеными овощами, табачными изделиями и т. д. Личинка прежде всего повреждает зародыш зерна, особенно при его высокой влажности. Зимует хрущак в стадии личинки. Благоприятная температура для хрущака — 20...25°C. Он развивается медленно в неотапливаемых помещениях и в течение года дает одно поколение, а в отапливаемых помещениях — 2. Встречается в подпольях зерноскладов, где повышенная влажность, на мельницах, в хлебопекарнях, на макаронных и кондитерских предприятиях и т. д.

Темный мучной хрущак (*Tenebrio obscurus* F.) повреждает разнообразные зернопродукты. Распространен на юге и в ряде центральных районов страны. Жук крупный, длиной 14...18 мм, внешне похож на большого мучного хрущака. Спинная сторона матовая, усеяна густыми точечными ямочками. Переднеспинка у основания имеет два широких вдавливания. Последний членик усика по ширине больше, чем по длине. Жук летает вечером и ночью. По образу жизни и вредоносности темный мучной хрущак почти не отличается от большого мучного хрущака, водится

на мельницах, хлебных и крупианых заводах. Плодовитость самки — до 970 яиц, в течение года дает одно поколение.

Малый мучной хрущак (*Tribolium confusum* Duv.) — один из опаснейших вредителей. Длина тела жука — 3...3,5 мм, цвет — красновато-коричневый. Голова, верхняя сторона переднегруди у некоторых экземпляров несколько темнее остальной части тела. Последние 4...5 члеников усиков постепенно утолщаются к концу. Переднегрудь сверху похожа на четырехугольник с закругленными передними углами, усеяна мелкими точками. Жуки ползают быстро, но, имея крылья, не летают. Взрослая личинка слегка желтоватая с двумя крючкообразными выростами на брюшке. Благоприятная температура для развития жука — 25°C. При температуре 14°C самка прекращает яйцекладку.

Малый мучной хрущак теплолюбив, в отапливаемых помещениях встречается почти повсюду — на мельницах, складах и в других помещениях с зерном и продуктами его переработки. Жук и личинка питаются мукой, крупой, отрубями, комбикормами и многими другими продуктами. При повышенной влажности хрущак может повреждать и цельное зерно. Зараженная хрущакком мука непригодна в пищу из-за загрязнения продуктами жизнедеятельности жука. Плодовитость самки достигает 1000 яиц. Хрущак в неотапливаемых помещениях дает за год 2...3, а в отапливаемых — до 4 поколений.

Булавоусый мучной хрущак (*Tribolium castaneum* Herbst) распространен преимущественно в южных районах. По внешнему виду, размеру и образу жизни жук напоминает малого мучного хрущака, отличаясь от него тем, что три последних членика усиков утолщены в виде булавы. Жук летает. Жуки и личинки многоядны, значительно повреждают муку, крупу, отруби, комбикорм, семена подсолнечника, арахис, кунжут, сухие фрукты и другие продукты. Благоприятная температура для развития хрущака — 27...30°C. В отапливаемых помещениях развивается в течение круглого года. В неотапливаемых помещениях жуки живут до 2 лет и более. Плодовитость самки — до 1000 яиц. К холоду менее устойчив, чем малый мучной хрущак, в течение года дает 2...3 поколения.

Рогатый хрущак (*Gnathocerus cornutus* Fabr.) распространен в основном в южных районах страны. Жук длиной 3,5...4,5 мм внешне похож на малого мучного хрущака. Спинка блестящая, в мелких точках, цвет ржаво-желтый или красновато-коричневый. Верхние челюсти самца длинные и загнутые сверху в виде рогов, у самки короткие. Жуки и личинки повреждают кукурузу, рис, крупу, отруби, муку, сухари, печенье и многие другие продукты. Хрущак водится в хранилищах, на мельницах, крупяных и хлебопекарных заводах, кондитерских и макаронных фабриках, предпочитая сырые места. Благоприятная температура для жизни хрущака — 24...30°C. При температуре ниже 15°C и выше 32°C хрущак не размножается. Плодовитость самки — до 400 яиц. В течение года хрущак дает до 2 поколений.

Малый черный хрущак (*Tribolium destructor* Uvtti Charp.) — вредитель продуктовых запасов, который в последние годы широко распространился в торговых помещениях и домах. Жук длиной 5,1...5,5 мм, от темно-коричневого до черного цвета, ноги и брюшко более светлые, усики 4...5-члениковые, постепенно утолщающиеся к вершине. При раздавливании жук издает резкий запах креозола. Образ жизни напоминает малого мучного хрущака. Жук и личинка питаются мукой, крупой, сушеными фруктами, овощами и многими другими продуктами. Сильно зараженные хрущакком продукты приобретают неприятный запах креозола, становятся горьковатыми и непригодными для употребления в пищу. Жуки живут до 3 лет, теплолюбивы и очень чувствительны к холоду. Благоприятная температура для развития — 25°C, при температуре 10°C и ниже жуки не размножаются. Плодовитость самки — до 1000 яиц, которые она откладывает на пищевые продукты, в трещины полов, стен и другие места. За год хрущак дает 2...3 поколения.

Суринамский мукоед (*Oryzaephilus surinamensis*) распространен на юге России. Жук продолговатый, приплюснутый, длиной 1,8...3 мм, темно-бурого цвета с матовым оттенком. Переднеспинка с двумя продольными желобками и шестью зубчиками по краям. Усики 3-члениковые,

укороченные, с булавой на конце. Жук и личинка очень подвижны. Водится в зернохранилищах, продовольственных, фуражных складах, на мельницах, а также предприятиях общественного питания. Питается поврежденным зерном (а при повышенной влажности может повреждать и цельное зерно), мукой, крупой, сухофруктами и другими продуктами и изделиями. Суринамский мукоед теплолюбив, оптимальная температура для развития — 25...27°C. При температуре 15°C и ниже жуки не размножаются. При 0°C жук погибает через 22 сут, при -5°C — через 13 сут, при -10°C — через 3 сут, при -15°C — через 24 ч. Плодовитость самки — до 600 яиц. В год мукоед дает 4...5 поколений, а в отапливаемых помещениях — 6...7.

Рыжий мукоед (*Laemophloeus testaceus* F.) распространен на юге, в центральной полосе России и на Дальнем Востоке. Жук узкотелый, плоский, удлинённой формы, длиной 1,5...2 мм, ржаво-рыжевато-го цвета. Усики равны длине тела. Рыжий мукоед очень подвижный, хорошо летает, более холодостойкий, чем суринамский. При 0°C жук погибает через 12 сут, при -15°C — через 24 ч. В благоприятных условиях (20...23°C) жук в течение года дает до 4 поколений. Обитает в зернохранилищах, на мельницах, хлебозаводах, макаронных и кондитерских фабриках, где питается мукой, крупой, поврежденными зернами и отходами от них. Предпочитает пищу повышенной влажности. Мукоед хорошо размножается в муке и крупе, хуже — в зерне. Плодовитость самки — в среднем 270 яиц, дает до 3...4 поколений. При массовом размножении мукоеды вызывают повышенную влажность и самосогревание зерна, а также его загрязнение.

Хлебный точилицик (*Stegobium paniceum* L.) распространен повсеместно. Жук длиной 1,7...3,7 мм, овальной формы, ржаво-красного, бурого или светло-коричневого цвета, летает. Личинка длиной до 5,5 мм, дугообразная, белого цвета, очень подвижна, питается мукой, крупой, хлебом и другими мучными изделиями. В твердых продуктах личинки выгрызают длинный ход, в котором и живут. В результате пища и другие твердые предметы, поврежденные хлебным точилициком, оказываются внут-

ри сплошь изъеденными, хотя снаружи это обнаружить трудно. В рыхлых продуктах личинка при развитии склеивает колыбельку в виде шарика. Для развития жука благоприятной температурой считается 18...24°C. Плодовитость самки — до 140 яиц, которые она откладывает на продукты. За год дает до 4 поколений.

Зерновой точильщик (*Rhizopertha dominica* F.) распространен в Средней Азии и Закавказье. Жук длиной 2,5...3 мм, сверху — рыжевато-красного, снизу — черного цвета. Голова маленькая, втянута в переднегрудь, которая прикрывает ее в виде капюшона. Личинка белого цвета, с маленькой головой, передняя часть тела утолщена, задний конец подогнут книзу. Точильщик летает, теплолюбив, благоприятная для его жизни температура — 25...30°C. При температуре 15°C жуки не размножаются, при температуре 0°C погибают через 13 сут, при -15°C — через 24 ч. Плодовитость самки — до 580 яиц. Она откладывает их на поверхность пищи по одному или кучками. Точильщик за год дает 4...5 поколений. После выхода из яйца личинка вгрызается в зерно и питается мучнистой ее частью, там же окукливается. Предпочитает зерно влажностью 11%. Из куколки выходит жук, который прогрызает отверстие в зерне и выходит наружу. Зерновой точильщик сильно повреждает зерно, превращая его в мучную пыль. Встречается в зернохранилищах, элеваторах, мельницах, крупяных заводах и т. д. Предпочитает питаться пшеницей, кукурузой и рисом.

Притворяшка-вор (*Ptinus fur* L.) распространен повсеместно. Жук — серьезный вредитель зернопродуктов, особенно крупы. Внешне напоминает паука. Длина тела 2,7...4,3 мм. Самка имеет темно-коричневую окраску с четырьмя белыми пятнами на надкрыльях, брюшко овальной формы. Самцы летают, самки не летают. Зимуют в стадии личинки и куколки. Плодовитость самки — до 160 яиц, которые она откладывает по 1...2 на пищевые продукты. За год дает 1...3 поколения. Благоприятная температура для жизни жука — 18...22°C. Он стоек к холоду: при температуре 0°C может жить 210 сут, сохраняя подвижность в течение 15...17 сут. Притворяшка-вор всеяден, питаясь зер-

ном злаковых культур, выедает прежде всего зародыш зерна. Жуки и личинки обитают только в верхнем слое зерна.

Шелковистый притворяшка (*Niptus hololeucus* Fald.) распространен повсеместно. Жук длиной 4...4,5 мм, переднеспинка и брюшко почти шаровидные, волоски на теле блестящие, золотисто-желтые. Жуки не летают, днем прячутся в темных местах, выходят в сумерки и ночью, живут до 7 мес. Плодовитость самки — до 35 яиц, которые она откладывает (по 1...3 в день) на пищевые продукты, в трещинах пола, стен. Шелковистый притворяшка водится в зернохранилищах, на мельницах, крупных и хлебных заводах, в продуктовых магазинах, архивах и других местах. Личинка желтоватого цвета, полусогнутая, длиной 6...9 мм. Жуки и личинки многоядные, питаются зерном, отрубями, крупами, макаронными изделиями и многими другими продуктами растительного и животного происхождения. В твердых продуктах личинки делают ходы, там же окукливаются и превращаются в жуков. При питании сыпучими продуктами личинки живут открыто и лишь перед окукливанием делают колыбельку. В средней полосе в течение года шелковистый притворяшка дает 1...2 поколения.

Мавританская козявка (*Tenebrioides mauritanicus* L.) распространена в Средней Азии, Закавказье, на Северном Кавказе, в Поволжье. Жук длиной 6,5...11 мм, тело продолговатое и слегка приплюснутое, в задней части груди имеется перетяжка. Цвет со спины блестяще-черный, с брюшной — ржаво-желтый. Усики укороченные, расходятся в разные стороны и назад. Личинка грязно-бурого цвета, очень подвижна. Жук и личинка питаются разнообразной пищей растительного и животного происхождения. У зерна поедают зародыш. Встречается в зернохранилищах, на мельницах, элеваторах, крупных и хлебопекарных заводах. Самка откладывает до 1300 яиц по одному или кучками в продукты, щели полов, на мешки и т. д. Мавританская козявка зимует в стадии личинки или жука и дает одно поколение в год.

Ветчинный кожеед (*Dermestes lardarius* L.) распространен повсеместно. Жук длиной 7...9 мм, переднеспинка

и брюшко черного цвета, вершинная половина крыльев и надкрыльев черная, передняя часть ржаво-бурая, с тремя округлыми черными пятнами на каждом надкрылии. Жуки летают, живут до года, водятся в зернохранилищах, местах переработки зерна, кондитерских, колбасных и других предприятиях. Жуки и личинки всеядные: питаются зерном, мукой, макаронами, а также мясом, салом, кожей и другими запасами растительного и животного происхождения. Ветчинный кожеед зимует в стадии жука. Плодовитость самки — до 200 яиц, которые она откладывает небольшими кучками на пищевые продукты и сырье. За год кожеед дает 1...2 поколения, в отапливаемых помещениях — до 4.

Гороховая зерновка (*Bruchus pisorum* L.) — очень опасный вредитель гороха. Распространена повсеместно. Жук длиной 4...5 мм, темного цвета, покрыт рыжевато-серыми волосками, на конце брюшка имеет характерный белый крестообразный рисунок. Летает. Плодовитость самки — в среднем 130 яиц, которые она откладывает на молодые стручки гороха по одному. Личинка, вылупившись, вгрызается в горошину, выедает содержимое, развивается, постепенно линяя, и превращается в куколку, а затем в жука. Перед окукливанием личинка изнутри подгрызает кожуру горошины в виде правильного круга диаметром около 3...3,5 мм. Жук при выходе из горошины легко разрывает эту кожуру головой. По таким круглым пленочкам хорошо обнаруживается зараженность гороха зерновками. Поврежденный горох теряет всхожесть, пищевые свойства его ухудшаются. Зерновка во всех зонах страны зимует в стадии жука внутри горошины в основном в зернохранилищах, а часть — в падалице гороха в поле. На юге России зерновка развивается значительно быстрее, и поэтому жуки во второй половине августа — начале сентября в большом количестве вылетают из горошин, перезимовывают на воле (в сухих стеблях растений, под корой деревьев и в других местах). Все перезимовавшие жуки концентрируются на посевах гороха в период цветения и снова его заражают. За год гороховая зерновка дает одно поколение.

Фасолевая зерновка (*Acanthoscelides obtectus* Say) — опасный вредитель фасоли. Распространена преимущественно в Закавказье, Краснодарском крае. Длина жука — 2...5 мм, окраска медно-бурая, на надкрыльях имеются десять точечных продольных бороздок и по пять неясных темных пятнышек. Жук летает. Плодовитость самки — до 200 яиц, которые она откладывает группами до 20 яиц в одно место: в трещины высохших створок бобов или в специально просверленные ямки, а в складах — на семена фасоли. Личинка вгрызается в зерно, и в одном зерне иногда бывает по 10...12 личинок. Там они развиваются, окукливаются и превращаются в жуков. Поврежденные зернобобовые культуры, кормовые бобы, нут, чина, чечевица и соя теряют всхожесть и пищевые качества.

Фасолевая зерновка весьма чувствительна к низкой температуре, жуки при -17°C погибают в течение одной ночи, при -10°C — через 12 ч. Яйца менее стойки к минусовым температурам, чем жуки и личинки. За год на юге России развивается 3...4 поколения фасолевой зерновки, из них 2 — в хранилищах.

Амбарная моль (*Nemogon granellus* L.) распространена на Северном Кавказе, в Закавказье и Средней Азии. Бабочка с размахом передних крыльев 9...15 мм. Крылья серебристо-серые с поперечными темно-коричневыми пятнами неправильной формы. Гусеница длиной 7...10 мм, желтовато-кремовая с коричневой или бурой головой. Плодовитость самки — 50...100 яиц, которые она откладывает по 1...2 яйца на поверхности зерна. Молодые гусеницы вгрызаются в зерно и питаются им. Гусеницы старших возрастов питаются зерном, при этом они снаружи его соединяют паутиной, вследствие чего верхний слой насыпи превращается в комья и становится непригодным для пищевых целей. Обитает на зерноскладах, элеваторах, мельницах и в других местах хранения зернопродуктов. Часто гнездится в подпольях, в россыпях зерна (кукуруза, ячмень, пшеница). Гусеницы повреждают верхний слой зерна до 8...10 см. Зимует моль в стадии гусеницы в коконах, забираясь в помещениях в щели пола, стен и т. д. За год дает 1...3 поколения.

Зерновая моль (*Sitotroga cerealella* Olir) распространена в Средней Азии, Закавказье, районах с теплым, жарким летом. Бабочка с размахом крыльев 11...19 мм, передние крылья блестящие, серовато-желтоватого или коричневого цвета, у некоторых с тонкой продольной полосой и с точкой у конца. Задние крылья — заостренные, светло-серые, с широкой бахромой. Гусеницы очень подвижные, развиваются внутри зерна пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы и других культур, питаются его содержимым, там же окукливаются и превращаются в бабочек. Перед окукливанием гусеница прогрызает оболочку, оставляя тонкую пленку, которую бабочка свободно продавливает при выходе наружу. Таким образом, весь период развития стадий личинки и куколки зерновой моли проходит внутри зерна, как у долгоносиков и зернового точильщика. Зерновая моль может откладывать яйца и развиваться при температуре 15...36°C. Моль при влажности зерна ниже 12% не развивается. Плодовитость самки — до 200 яиц, которые она откладывает кучками по 3...30 штук на зерно, хранящееся в складах, и на зерна, находящиеся в колосьях растущих культур в поле. При этом чаще всего повреждает ячмень и яровую пшеницу. В закрытых помещениях гусеница зерновой моли повреждает только поверхностный слой зерна глубиной до 20 см. В полевых условиях дает за год до 2 поколений.

Мельничная огневка (*Ephestia kuhniella* Zeller) — типичный обитатель мельниц, распространена в Средней Азии, Закавказье, Приморском крае. Бабочка с размахом крыльев 17...27 мм. Передние крылья серого цвета со свинцовым оттенком, со слабовыраженными поперечными извилистыми полосками и точками черного цвета на краях. Задние крылья несколько светлее, с более темным полем вблизи края. Гусеницы длиной 20...25 мм, окраска варьирует в зависимости от рода пищи — светло-желтая, зеленоватая и розовая, с шестью продольными рядками буроватых точек с одним коротким волоском в каждом. Зимуют гусеницы в коконах. Мельничная огневка обитает в закрытых помещениях, особенно на мельницах и крупных заводах. Это теплолюбивое насекомое, оптимальная

температура для ее существования — 26°C. Развитие одного поколения в зависимости от температуры может длиться от 39 до 100 сут. Гусеницы питаются зерном и различными зернопродуктами, а также сушеными овощами и фруктами, скрепляя пищу паутиной и образуя комя. Зараженные и загрязненные продукты непригодны в пищу. Плодовитость самки — до 500 яиц, которые она откладывает по одному и группами в щели и трещины помещений, на зерно, муку, тару и т. д. За год огневка в южных районах может дать до 7 поколений, а в средней полосе — 2...4.

Зерновая огневка (*Ephestia elutella* Hb.). Широко распространена на Кавказе, в Средней Азии и центральных областях России. Бабочка с размахом крыльев 12...17 мм. Передние крылья серо-пепельные с двумя беловатыми перевязями, задние бело-серые. Встречаются бабочки и темноокрашенные. Гусеницы длиной 13...17 мм, в молодом возрасте имеют красновато-розовую окраску, в старшем — желтоватую. На спине расположены в два ряда черные пятна с длинными волосками, что и отличает их от гусениц мельничной огневки. Гусеницы повреждают в основном зерно и зернопродукты, сушеные кондитерские изделия, семена различных садовых, овощных и лесных растений. Молодые гусеницы питаются зародышевой частью зерна, старшие — надкусывают зерно, обгрызают его, опутывая паутиной и образуя комя. Зимуют гусеницы в коконах группами, в швах мешков, трещинах, щелях и углах помещений и в небольшом количестве в повреждаемых продуктах.

Плодовитость самки — до 280 яиц, откладывает она их на поверхность продуктов или на тару. За год огневка дает 2...4 поколения.

Южная амбарная огневка (*Plodia interpunctella* Hb.) распространена в Закавказье, на Северном Кавказе. Бабочка с размахом крыльев 13...20 мм. Передние крылья у основания беловато-желтые, у вершины — ржаво-желтые с бурым оттенком. У сидящей бабочки крылья сложены кровлеобразно. Гусеница длиной 12...16 мм, бледно-розового цвета. Гусеницы многоядные, питаются разнообраз-

ными продуктами растительного происхождения. Сильно повреждают сухофрукты, пшеницу, кукурузу, семена подсолнечника. При массовом заражении огневка оплетает паутиной поверхность пищевых продуктов, образуя комья. За свою жизнь бабочка откладывает до 400 яиц на поверхность зерна. Огневка — очень теплолюбивое насекомое, благоприятная температура для ее жизни 24...30°C. За год дает до 6 поколений.

Мучная огневка (*Plutalis farinalis* L.) распространена на Дальнем Востоке, в Закавказье. Бабочка с размахом крыльев 15...28 мм, основание и вершина передних крыльев лилово-коричневого цвета с широкой поперечной пепельно-желтой полоской посередине. Задние крылья темно-серые с извилистыми линиями. Гусеница длиной 18...20 мм, желтовато-белая, покрыта редкими короткими волосками. Гусеницы повреждают муку, зерно, отруби, фураж, сено, солому, сухофрукты и др. Зимует гусеница в коконах. Самка за свою жизнь откладывает до 250 яиц кучками на поверхность пищевых продуктов, тару, стены и т. д. Гусеницы живут группами внутри цилиндрической трубочки, которую сообща устраивают из зерен, муки или других продуктов, соединяя их густой сетью паутины. Там же, закончив свое развитие, в коконах, окукливаются. Обитает мучная огневка в зернохранилищах, на мельницах и в других местах на поверхности зерен и зернопродуктов. Продукты, зараженные гусеницами и густо пронизанные их паутиной, в пищу непригодны. За год дает 6 поколений.

Мучной клещ (*Tyroglyphus farinae* L.) широко распространен. Тело клеща прозрачное, длиной 0,4...0,7 мм, блестящее. Конечности и ротовые органы розоватые или красновато-коричневые. У самца передние конечности утолщены. Клещ многояден: повреждает зерно, муку, крупу, отруби и продукты животного происхождения (сушеное мясо, яичный порошок и др.). Кроме зернохранилищ, мельниц и других закрытых помещений, встречается и в кучах соломы, в зернах падалицы на полях и др. Клещ легко переносит холод, однако при температуре 4...5°C развитие его замедляется. Наиболее благоприятная тем-

пература для развития — 20...25°C, влажность зерна — 16...17%. При этих условиях развитие одного поколения клешей продолжается 14...16 сут. Клещ гибнет при температуре воздуха 40°C и влажности зерна ниже 13%. Клещ очень плодовит: одна самка откладывает до 200 яиц на пищевые продукты, полы и стены хранилища, инвентарь, тару и т. д. Из яйца выходит шестиногая личинка, которая превращается в восьминогую нимфу (двух форм), а затем — во взрослого клеща. При неблагоприятных условиях нимфа I может превратиться в подвижный или неподвижный гипопус — форму, устойчивую к длительному воздействию неблагоприятных погодных условий. При благоприятных условиях гипопус превращается в нимфу II, а потом — во взрослого клеща. При массовом размножении клеща происходит самосогревание зерна и его порча, при этом появляется специфический запах.

Удлиненный клещ (*Tyrophagus poxius* Zach) повреждает те же продукты, что и мучной. Наиболее распространен в южных районах страны и других местах с теплым климатом. Светлое тело длиной 0,23...0,43 мм. Самка несколько крупнее самца, по внешнему виду похожа на мучного клеща, отличаясь от него более удлиненным телом и наличием 14 длинных щетинок в конце брюшка. Удлиненный клещ теплолюбив, по сравнению с мучным хуже переносит низкие температуры. Благоприятной температурой для него является 25...30°C. При этих условиях самка может откладывать до 150 яиц на пищевые продукты. Продолжительность развития одного поколения клеща в зависимости от внешних условий — от 3 до 7 нед. При температуре ниже 9°C и влажности зерна менее 12...13% клещ не развивается. В отапливаемых помещениях клещ встречается повсюду.

Волосатый клещ (*Glycyphagus destructor* Schink) распространен повсеместно. Тело продолговатое, беловатое, длиной 0,34...0,55 мм, с торчащими в разные стороны волосками.

Клещ многояден, он чаще встречается в зерне злаковых культур, крупах, семенах подсолнечника и др. Лучше всего развивается в зерновых пленчатых культурах —

овсе, ячмене; в муке и крупе обитает только в верхнем слое. Развитие волосатого клеща проходит подобно мучному клещу, имеется неподвижный гипопус. Для развития клеща наиболее благоприятны температура 24...29°C и влажность зерна не ниже 14%. При этих условиях самка может отложить до 100 яиц; на развитие одного поколения уходит 25...27 сут.

Серая крыса, или пасюк (*Rattus norvegicus* Berkenhout) — самый крупный из грызунов-вредителей запасов, распространен повсеместно. Длина тела — 18...30 см, окраска сверху серовато-буроватая, снизу грязно-серая. Хвост длинный (15...20 см), голый, покрытый кольцеобразными чешуйками, между которыми имеются редкие волоски. Уши короткие, направлены вперед. Продолжительность жизни крысы — 3...3,5 года. Беременность длится 20...25 сут. В течение года крыса может дать 4...7 пометов по 2...12 детенышей в каждом. Молодые крысы уже после 3...4 мес. жизни способны к размножению. Крыса устойчива к холодам, может жить даже в холодильных камерах. Очень прожорлива, поедает в складах и зернохранилищах зерно, муку, крупу и многие продукты растительного и животного происхождения и загрязняет их, портит постройки и оборудование. Крысы очень осторожны, поэтому для борьбы с ними следует тщательно подбирать приманки, разрабатывать специфические мероприятия.

Домовая мышь (*Mus musculus* L.) — сравнительно мелкий грызун, распространен повсеместно. Тело длиной до 9 см покрыто густой, короткой и мягкой шерстью на спине серого, а на животе несколько более светлого цвета. Ноги и пальцы желтовато-серой окраски. Голова овальная, морда заостренная, глаза маленькие, уши короткие и округлые. Домовая мышь живет 2...3 года, по образу жизни сходна с серой крысой. Беременность длится 19...24 дня. В течение года дает 4...5 пометов по 4...6 детенышей в каждом. Домовая мышь — многоядный грызун и питается теми же продуктами, что и серая крыса. В отличие от серой крысы домовая мышь менее осторожна и менее разборчива в пище, легко идет на разные отравленные приманки и ловушки.

Меры борьбы с амбарными вредителями

Меры борьбы с амбарными вредителями направлены на создание условий, благоприятных для хранения зерна и других продуктов и в то же время неблагоприятных для вредных насекомых, клещей и грызунов, а также на предотвращение заноса и проникновения вредителей в места хранения.

Склады и зернохранилища должны быть герметичными, сухими, светлыми, оборудованы системой активного вентилирования. Двери следует делать двойными: наружные — сплошные и обитые снизу жестью, внутренние — с натянутой на каркас густой металлической сеткой, не допускающей во время проветривания залетов насекомых и птиц и препятствующей проникновению грызунов. Окна должны быть закрыты сеткой, стены и пол — легко очищаемые от пыли и просыпей.

Необходимо соблюдать следующие правила:

- помещать в склад зерно и другие продукты только чистые, незараженные, с кондиционной влажностью;
- строго выполнять установленные режимы хранения;
- влажное зерно сушить на солнце, на установках активного вентилирования или зерносушилках;
- во время хранения зерна и зернопродуктов склады держать в чистоте, после каждой выполненной операции проводить уборку, а мусор сжигать или закапывать в землю на глубину 0,5 м, предварительно залив отходы раствором хлорной или свежегашеной извести;
- все объекты подвергать систематическому обследованию на вредителей запасов и в случае обнаружения не допускать их размножения и принимать меры к уничтожению;
- подвергать тщательной механической очистке и химической дезинсекции зернохранилища после каждого освобождения от зерна и других продуктов, после ремонта, перед приемом нового урожая, а очистительные машины, мелкий инвентарь, транспортные средства — после каждого использования;
- асфальтировать или цементировать и содержать в чистоте тока и места переработки кормов;

- при слабом заражении очищать зерно и другие зернопродукты на зерноочистительных машинах с подбором сит для удаления насекомых и клещей, при этом машины необходимо оборудовать пылеуловителями;
- с наступлением похолодания продовольственно-кормовое зерно и другие продукты и семена, прошедшие послеуборочное дозревание при кондиционной влажности, подвергать охлаждению и промораживанию путем активного вентилирования или устраивать сквозняки в помещении, пропускать через зерноочистительные машины в ясную и холодную погоду (при этих условиях вредители перестают размножаться и постепенно погибают).

Химические препараты в борьбе с вредителями запасов применяют в виде:

- растворов, эмульсий, суспензий для влажной дезинсекции зернохранилищ, прикладской территории, транспортных средств, машин, складского инвентаря и т. п.;
- аэрозолей для обработки незагруженных зернохранилищ;
- фумигантов для обеззараживания всех объектов, находящихся в хорошо герметизированном помещении и под пленочными или брезентовыми укрытиями, а также газации нор грызунов;
- порошковидных препаратов для опудривания семенного материала и обработки подполий;
- отравленных приманок для уничтожения грызунов.

При **влажной дезинсекции** для обработки продовольственных складов и мельниц применяют фосфорорганические, хлорорганические препараты и синтетические перитроиды последних поколений. Во всех случаях расход рабочего раствора — $0,3...0,5$ л/м², при опрыскивании подполий и прикладской территории — $0,5...0,8$ л/м².

Что касается **аэрозольной дезинсекции**, то герметичные зернохранилища семенного назначения обрабатывают аэрозолями, состоящими из 15% -ного раствора технического ГХЦГ в зеленом масле (15 мл/м³) или 4% -ного раствора технического ГХЦГ в дизельном топливе (20 мл/м³)

с помощью аэрозольного генератора АГ-УД-2, шашек Г-17 (на юге — $2...3 \text{ г/м}^3$, в средней полосе $4...6 \text{ г/м}^3$) или «Гамма» (для дезинсекции всех видов складов, включая продовольственные, с расходом $0,5 \text{ г/м}^3$ в складе хорошей герметичности и 1 г/м^3 — средней герметичности).

При газовой дезинсекции зернохранилища, мельницы, машины, мешкотару и небольшие партии зерна фумигируют пассивным способом путем испарения фумигантов со смоченных ими мешков при температуре и влажности, определяемой инструкцией.

При этом используют:

- хлорпикрин для обеззараживания зерновых и бобовых культур продовольственного и кормового назначения, а также семян бобовых (при высоте насыпи не более $0,75 \text{ м}$);
- дихлорэтан для обеззараживания семян зерновых и зернобобовых культур (при высоте насыпи не более 1 м);
- металлилхлорид для обеззараживания зерновых и зернобобовых культур семенного, продовольственного и кормового назначения (при высоте насыпи не более 2 м).
Нормы расхода при газации зерна колосовых:
- хлорпикрина в складах под пленками — $25...30 \text{ г/м}^3$, под брезентом — $40...45 \text{ г/м}^3$;
- дихлорэтана в складах — 300 г/м^3 , под брезентом — $420...450 \text{ г/м}^3$;
- металлилхлорида в складах — 50 г/м^3 , под пленкой и брезентом — 60 г/м^3 .

Нормы расхода при газации бобовых культур:

- хлорпикрина в складах и под пленками — $25...30 \text{ г/м}^3$, под брезентом — $37...45 \text{ г/м}^3$;
- металлилхлорида при влажности 16% — 50 г/м^3 , при влажности $17...20\%$ — 7 г/м^3 .

Большие партии зерна и продукты его переработки обрабатывают теми же фумигантами с помощью машин 2 АГ. Газацию бромидом метила проводят из баллонов в соответствии со специальной инструкцией под строгим контролем специалистов.

В борьбе с мышевидными грызунами применяют всевозможные ловушки, капканы, верши, давилки, крысо-

и мышеловки и т. д. В теплое время года используют бактериальные препараты (вызывающие болезни грызунов) в смеси с различными пищевыми приманками. Отравленные приманки готовят из хлеба, зерна, мяса, рыбы, овощей, творога, сыра, семян подсолнечника, тыквенных культур и других — с учетом времени года, вида грызунов, их биологических особенностей. Продукты примешивают с одним из зооцидов к массе приманки в следующем количестве:

- фосфидом цинка — 3% для крыс (на одну нору 15...25 г), 1% для мышей и полевок (на одну нору 1...3 г);
- крысидом — 1% для крыс (на одну нору 10...12 г), 0,5% для мышей (на одну нору 2...3 г);
- зоокумарином или ратинданом — 3% для всех грызунов (на одну нору для крыс — 25 г, для мышей — 5 г).

Пропыливание нор грызунов проводят зоокумарином, ратинданом или крысидом из расчета: 1 г яда — против мышей, 3 г — против крыс.

Водные отравленные приманки с использованием крысида, фосфида цинка и ратиндана применяют из расчета 30 г препарата на 1000 см² водной поверхности; зоокумарина — 50 г или крысида — 10 г.

Для газовой дератизации используют хлорпикрин (2...3 г на одну нору) или дихлорэтан (10...30 г на одну нору).

Лучших результатов в борьбе с вредителями запасов достигают в том случае, когда применяют комплексные меры. Основное внимание необходимо обращать на организационно-хозяйственные и санитарно-профилактические мероприятия.

В течение всего года следует проводить обследование на обнаружение вредителей, включая и места, которые могут служить источником заражения.

Определение зараженности и поврежденности зерна амбарными вредителями

Чтобы определить качество корма, необходимо выявить явную и скрытую формы зараженности, а также степень зараженности или поврежденности зерна амбарными вредителями.

Для определения явной формы зараженности среднюю пробу зерна просеивают через сита (нижнее — с диаметром ячеек 1,5 мм и верхнее — с диаметром ячеек 2,5 мм). Если температура проверяемого на зараженность зерна ниже 5°C, его прогревают при температуре 25...30°C примерно 10...20 мин с тем чтобы вызвать активность впавших в оцепенение насекомых. По окончании просеивания определяют зараженность зерна крупными насекомыми (большой мучной хрущак, амбарный долгоносик и др.), тщательно просматривая остаток на сите с диаметром ячеек 2,5 мм на белом стекле вручную, а с диаметром ячеек 1,5 мм — под конической лупой с увеличением в 4...4,5 раза на черном стекле.

Выбирают живых вредителей (мертвых вредителей относят к сорной примеси и при определении степени зараженности их не учитывают), устанавливают их вид и число экземпляров в 1 кг зерна.

При обнаружении долгоносиков или клещей устанавливают степень зараженности ими зерна (табл. 46).

Для определения скрытой формы зараженности зерна вредителями из средней пробы корма отбирают 50 зерен и раскалывают их кончиком ножа или препаровальной иглой вдоль по бороздке. Расколотые зерна рассматривают под лупой для выявления наличия личинок и куколок жука. Дефектные зерна подсчитывают, и это число выражают в процентах к количеству отобранных для анализа.

Скрытую форму зараженности зерна, например долгоносиком, можно выявить по внешнему виду зерна, а именно наличию на поверхности зерен проточек — отвер-

Таблица 46

Степень зараженности зерна амбарными вредителями

Степень зараженности	Содержание в 1 кг, экз.	
	долгоносиков	клещей
I	От 1 до 5	От 1 до 20
II	От 6 до 10	Свыше 20
III	Свыше 10	Клещи образуют сплошной войлочный слой

стий, которые просверливают жуки. Берут 15 г зерна, освобождая от сорной и зерновых примесей, помещают на чистую металлическую сетку в жестяной оправе. Сетку опускают на 1 мин в чашку с водой для набухания зерна, а затем переносят в 1% -ный раствор перманганата калия на 20...30 с. При этом в черный цвет окрасятся не только проточки, но и поврежденные места оболочки зерна. Излишки краски с поверхности зерна удаляют путем погружения сетки в холодную воду или раствор серной кислоты с пероксидом водорода (на каждые 2 мл 1% -ного раствора серной кислоты берут 1 мл 3% -ного пероксида водорода) на 20...30 с. При этом зерно приобретает первоначальный цвет, а черная выпуклая проточка размером 0,5 мм остается.

К подсчету зараженных зерен приступают немедленно, особенно после обработки их серной кислотой с пероксидом водорода, не давая им подсохнуть, иначе окраска проточек исчезнет. Анализ обработанного зерна проводят на фильтровальной бумаге.

Скрытую зараженность долгоносиком в 15 г навески пересчитывают на 1 кг, для чего полученное число зараженных зерен делят на 3 и умножают на 200.

Т Е М А 6

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
КОРМОВ**

Цели занятия. Ознакомиться с методами санитарно-микробиологического анализа кормов.

Приборы и материалы. Лабораторные весы; термостат; шуттель-аппарат; эксикатор; стерильные пробирки; пипетки; чашки Петри; фарфоровые ступки; ватно-марлевые фильтры; питательные среды (мясопептонные бульон, агар, желатин, пептонная вода, висмут-сульфит-агар, селенитовый бульон, магниевая среда, среды с мочевиной, глюкозой и сульфатом железа, углеводами и индикатором Андраде в сочетании с тимоловым синим, цитратно-аммонийная среда, среды Вильсона — Блера, Киллиана, Китта — Тароцци, Кларка, Левина, Плоскирева, Ресселя, Эндо, Эйкмана, кровяной агар по Цейслеру, бульон Хоттингера, молоко, печеночный бульон); физиологический раствор; индикаторные бумажки; лабораторные животные (белые мыши, морские свинки).

Содержание занятия. От каждой партии корма отбирают две средние пробы массой не менее 500 г, одну направляют в лабораторию, другую сохраняют в хозяйстве до окончания исследования. Для упаковки проб используют стерильную пластмассовую или стеклянную тару.

В пробах корма определяют общую микробную обсемененность, наличие сальмонелл, энтеропатогенных типов кишечных палочек, анаэробов.

Определение микробной обсемененности

В стерильную пробирку помещают 1 г корма, взятого из средней пробы, добавляют 9 мл физиологического раствора и тщательно встряхивают (получают разведение 1:10). Из взвеси готовят последующие разведения: 1:100, 1:1000, 1:10 000 и т. д.

После осаждения взвешенных частиц для посевов берут жидкость из верхнего слоя.

Для количественного учета микробов в стерильные чашки Петри вносят по 1 мл (из пробирок с разным разведением) и доливают 10...15 мл стерильного, расплавленного и охлажденного до температуры 44...45°C мясопептонного агара (МПА). Осторожно покачивая чашки, засеянный материал равномерно распределяют в агаре. После застывания среды чашки помещают (вверх дном) в термостат при температуре 37°C на 24...48 ч. После этого подсчитывают выросшие колонии. Полученные результаты умножают на степень разведения, суммируют и определяют количество микробов в 1 г корма.

Пример расчета

В первой чашке обнаружено 200 колоний, во второй — 21, в третьей — 1. В эти чашки посевной материал брали из пробирок с разведениями соответственно 1:10 000, 1:100 000, 1:1 000 000.

Следовательно, в 1 г корма будет содержаться

$$(200 \cdot 10\,000 + 21 \cdot 100\,000 + 1 \cdot 1\,000\,000) / 3 = 1\,700\,000 \text{ микробов.}$$

Микробную обсемененность мясокостной муки можно определить экспресс-методом с применением резазурина.

В одну стерильную пробирку помещают 1 г средней пробы мясокостной муки, добавляют 10 мл мясопептонного бульона (МПБ) и встряхивают, а в другую пробирку (для контроля) вносят только 10 мл МПБ.

Пробирки помещают в термостат при 40°C на 3 ч. После этого в них добавляют по 1 мл 0,01% -ного раствора резазурина и вновь выдерживают в термостате 2 ч.

Результаты реакций учитывают через каждые 30 мин. По восстановлению резазурина (изменению окраски из синей в розовую) определяют общую микробную обсемененность мясокостной муки. Если в пробирке с мясокостной мукой розовое окрашивание наступает позднее чем через 2 ч, это говорит о том, что в 1 г продукта содержится до 500 тыс. микробов, а при окрашивании в розовый цвет до 2 ч — более 500 тыс. микробов.

Контролем служит пробирка с 10 мл МПБ и 1 мл 0,01% -ного раствора резазурина, выдержанная в термостате при том же температурном режиме и экспозиции и без изменения цвета содержимого.

Исследование на сальмонеллы

Для анализа берут 50...200 г исследуемого корма, измельчают его в стерильной фарфоровой ступке и переносят в колбу со средой предварительного обогащения (пептонная вода, МПБ с содержанием 5% маннита) при соотношении материала и среды 1:5. Содержимое колбы тщательно перемешивают и помещают в термостат при температуре 37°C. Через 16...18 ч материал высевают в чашки Петри на твердые дифференциально-диагностические среды (висмут-сульфит-агар, среда Плоскирева или Левина) и на 2 основные среды обогащения (селенитовый бульон, среда Киллиана в соотношении 1:1).

После 16...18 ч выдержки в термостате при 37°C из сред обогащения делают вторично посевы в чашки с висмут-сульфит-агаром и в чашки со средами Плоскирева и Левина (по выбору) и ставят их в термостат при 37°C. Чашки просматривают через 16...24 и 48 ч.

На висмут-сульфит-агаре *S. typhi* и *S. paratyphi* A растут в виде мелких, нежных, серовато-зеленых колоний с черным центром, *S. cholerae suis* — в виде зеленых колоний. Колонии всех других сальмонелл значительно крупнее, темно-коричневого цвета, с металлическим блеском, окруженные светлым ореолом, участок среды под коло-

нией черный. На среде Плоскирева вырастают прозрачные или нежно-розовые колонии, на среде Левина — прозрачные, бледные, нежно-розовые или розовато-фиолетовые.

В случае обнаружения колоний, похожих на сальмонеллы, 3...5 из них высевают на комбинированную среду Ресселя или скошенный агар с мочевиной и бульон Хоттингера для определения индола и сероводорода (под пробирки с бульоном подкладывают специальные индикаторные бумажки). Для определения подвижности культуры делают посев уколом в полужидкий агар (0,3...0,5%).

На среду Ресселя и скошенный агар посевы делают сначала штрихом на скошенной поверхности, а затем уколом в глубину столбика. Если в скошенном агаре разлагается мочевина, то окраска среды меняется на оранжевую при индикаторе ВР и на коричнево-фиолетовую при индикаторе тимоловый синий в сочетании с индикатором Андраде.

Морфологию культуры изучают в мазках, окрашенных по Граму, подвижность — в висячей или раздавленной капле или полужидком агаре. Культуры, представляющие граммотрицательные подвижные палочки, ферментирующие глюкозу с образованием газа, не ферментирующие лактозу и сахарозу, не разлагающие мочевину и не образующие индол, исследуют серологически — испытывают в реакции агглютинации (РА) на предметном стекле с набором агглютинирующей адсорбированной поливалентной сальмонеллезной О-сыворотки (группы А, В, С, О, Е).

Для РА с О-сыворотками культуру следует брать из верхней части скошенного агара, а для агглютинации с Н-сыворотками — из нижней части (конденсационной воды), где микробы наиболее подвижны. По групповой О-сыворотке устанавливают принадлежность культур к той или иной серологической группе.

Исследования на энтеропатогенные типы кишечной палочки

50 г корма помещают в колбу, содержащую 500 мл стерильного физиологического раствора, встряхивают на шуттель-аппарате в течение 20 мин. Из полученной взве-

си стерильными пипетками готовят разведения 1:100, 1:1000, 1:10 000, 1:100 000, 1:1 000 000. По 1 мл каждого разведения вносят в пробирки со средой Эйкмана. Посевы помещают в термостат при температуре 43°C. Через 24 ч учитывают рост по помутнению среды и образованию газа. Титр кишечной палочки устанавливают по наибольшему разведению, в котором еще наблюдался ее рост.

Из пробирок, где наблюдается рост микробов, делают посев на плотные дифференциальные среды (Эндо, Левина, Плоскирева), разделенные на секторы для каждого разведения.

Типичные колонии *E. coli* круглой формы, гладкие, выпуклые или слегка приподнятые в центре с ровными краями розового, красного или малинового цвета, с металлическим блеском или без него на среде Эндо или черного цвета на среде Левина.

Выросшие изолированные колонии S-формы (не менее 4) пересевают на МПБ, выдерживают в термостате при температуре 37°C в течение 16...24 ч.

Далее часть пробирок используют для приготовления мазков, посевов на дифференциальные диагностические среды, заражения мышей; часть — для приготовления автоклавированного антигена, если кипяченный антиген не будет агглютинироваться поливалентными (комплексными) колисыворотками.

У выделенных культур определяют морфологические и культурально-биохимические свойства для установления их родовой принадлежности. Морфологию бактерий изучают в мазках, окрашенных по Граму, их подвижность определяют по характеру роста в 0,3% -ном полужидком МПА.

Для определения культурально-биохимических свойств бактерий используют набор питательных сред (с углеводами и индикатором Андраде, цитратно-аммонийную, мясопептонный желатин, МПБ или бульон Хоттингера и агар с глюкозой и сульфатом железа).

Патогенные свойства кишечной палочки определяют путем постановки биологической пробы на белых мышах: 3 особям массой 14...16 г внутрибрюшинно вводят смывы

с суточных агаровых культур в дозе 500 млн микробов. Культуру признают патогенной в случае гибели одного или более животных в первые 4 сут после заражения.

Исследования на анаэробы

50 г корма растирают в стерильной ступке, разводят физиологическим раствором и засевают в несколько пробирок со средой Китта — Тароцци, Вильсона — Блера, молоком и в две чашки со средами и кровяным агаром по Цейслеру. Для уничтожения вегетативных форм микробов по одной пробирке с жидкими средами нагревают при температуре 80°C в течение 20 мин. Посевы помещают в термостат при температуре 37°C. Чашки должны находиться в специальных аппаратах для анаэробных культур или в эксикаторе, куда заранее вносят тот или иной поглотитель кислорода.

Результаты посевов регистрируют в тот же день. Почернение среды Вильсона — Блера в течение 1...3 ч после посева, свертывание молока с образованием ноздреватогубчатого сгустка и прозрачной сыворотки в течение 6 ч, а также быстрое начало роста на среде Китта — Тароцци (через 4...5 ч) при обильном газообразовании — характерные признаки присутствия возбудителей *Cl. perfringens*.

Рост *Cl. botulinum*, наблюдаемый обычно на 2...3-е сут, характеризуется помутнением среды Китта — Тароцци, образованием осадка и появлением запаха прогорклого масла.

При обнаружении роста на среде Китта — Тароцци проводят микроскопическое исследование и выделение чистой культуры посевом в 2...3 чашки с кровяным агаром по Цейслеру. Последние выдерживают в анаэробных условиях при температуре 37°C в течение 24...48 ч, после чего просматривают рост в чашках и отбирают культуры, которые классифицируют по морфологическим и биохимическим свойствам.

Биологическую пробу ставят на морских свинках или белых мышах, вводя внутрибрюшинно бульонную культуру. При положительном результате подопытные животные погибают через 12...48 ч.

Для идентификации отдельных возбудителей или типов одного вида проводят опыт нейтрализации токсина со специальной сывороткой: минимальную смертельную дозу культуры в смеси с 0,2...0,5 мл соответствующей типоспецифической сыворотки выдерживают в термостате 45 мин и вводят мышам внутрибрюшинно. С целью контроля испытываемую культуру или фильтрат применяют без сыворотки. Вид и тип микроба определяют по выживаемости мышей.

Исследование кормов на ботулизм (наличие токсинов)

В качестве подопытных животных используют белых мышей. При этом могут быть применены два способа.

1. Нейтрализация токсина противоботулиновой сывороткой (антитоксином). Корм предварительно растирают в стерильной ступке, добавляют физиологический раствор (1:4) и настаивают в течение 1...2 ч при комнатной температуре. После этого настой центрифугируют и фильтруют через ватно-марлевый фильтр. К 0,5 мл фильтрата добавляют 0,2 мл поливалентной противоботулиновой сыворотки. Смесь выдерживают 1 ч при комнатной температуре, затем одному животному вводят подкожно 0,5 мл фильтрата, другому — смесь фильтрата с сывороткой в той же дозе. Аналогичные испытания могут быть проведены чистой культурой, выращенной в течение 6...7 сут на печеночном бульоне. В этом случае пастеровской пипеткой отсасывают верхний слой культуры и пропускают через ватно-марлевый фильтр. Далее поступают, как указано выше.

2. Разрушение токсина кипячением фильтрата. Фильтрат готовят, как указано в 1-м способе. Половину фильтрата кипятят в течение 30 мин. Затем одному животному внутрибрюшинно вводят 0,5...1 мл некипяченого фильтрата, другому — такую же дозу кипяченого.

Положительным результатом биологической пробы по первому и второму способам считают гибель мышей, наступившую как от фильтрата, не обработанного противоботулиновой сывороткой, так и от некипяченого фильтрата.

При идентификации микроорганизмов в кормах используют методы ДНК- и иммунодиагностики, указанные в теме 9.

Т Е М А 7

**МИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
КОРМОВ**

Цели занятия. Ознакомиться с приемами микологического анализа кормов.

Приборы и материалы. Чашки Петри; агаровая среда Чапека; вата; фильтровальная бумага; стерильная вода; пинцет; лабораторная мельница; шуттель-аппарат; пробирки; градуированные пипетки на 1 мл; термостат; лабораторные весы; физиологический раствор; предметные и покровные стекла; микроскоп; микологическая игла; мальц-агар; сусловый агар; среда Билай; фиксирующая жидкость; лактофенол Аммана; 0,1% -ный раствор поверхностно-активного вещества (ОП-7, ОП-10, твин-80); 70% -ный этиловый спирт; среда Ван-Интерсона; 3% -ный раствор формалина; 5% -ный раствор аммиака.

Содержание занятия. Для выявления наличия грибов корма сеют на питательные среды, получают чистые культуры из первичных посевов, проводят их количественный учет, изучают морфологию, определяют токсичность. Если на кормах отмечают поверхностные поражения, грибной налет, проводят микроскопические исследования для установления рода, а иногда и вида гриба.

Морфологические характеристики некоторых сапрофитных грибов

Класс фикомицеты (Phycomycetes). Мукоровые грибы (*порядок Mucorales, семейство Mucoraceae*). Мицелий обычно хорошо развит, многоядерный, без перегородок. К субстрату прикрепляется с помощью ризоидов. В этом случае он часто развивается в виде дугообразно изогнутых гифов — столонов. Если ризоиды отсутствуют, то мицелий развивается внутри субстрата. Иногда гифы распадаются на оидии и могут образовывать хламидоспоры. Спорангии со столбиком, оболочка некутинизированная (целиком растворяется в воде) или кутинизированная в слабой степени (в значительной степени растворяется в воде, оставаясь у основания столбика в виде так называемого воротничка). Спорангиеносцы могут быть простыми или разветвленными. Споры имеют различную форму.

Род Mucor. Бесплодный воздушный мицелий имеется или отсутствует. Спорангиеносцы прямостоячие, или поникающие, или спутанные (наподобие войлока), или разветвленные, или простые. Спорангии шаровидные, без апофизы (расширения спорангиеносца у основания спорангия), с растворяющейся в воде оболочкой, оставляющей у спорангиеносца более или менее заметный воротничок. Столбик имеет различную форму, большей частью бесцветный, иногда окрашенный, гладкий или с придатками. Споры обычно многочисленные, гладкие, бесцветные или слабоокрашенные, различной формы, чаще более или менее округлые, эллиптические или яйцевидные (рис. 9).

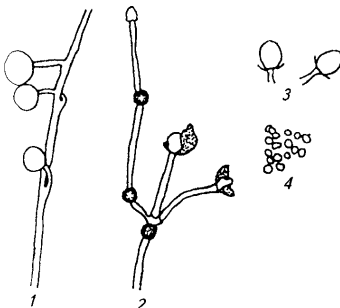


Рис. 9
Mucor racemosus:

1 — спорангиеносец с незрелыми спорангиями; 2 — спорангиеносец со зрелыми спорангиями; 3 — столбик; 4 — спорангиоспоры.

Столбик имеет различную форму, большей частью бесцветный, иногда окрашенный, гладкий или с придатками. Споры обычно многочисленные, гладкие, бесцветные или слабоокрашенные, различной формы, чаще более или менее округлые, эллиптические или яйцевидные (рис. 9).

Род Rhizopus. Воздушный мицелий представлен дугообразно изогнутыми столонами, прикрепляющимися к субстрату с помощью ризоидов.

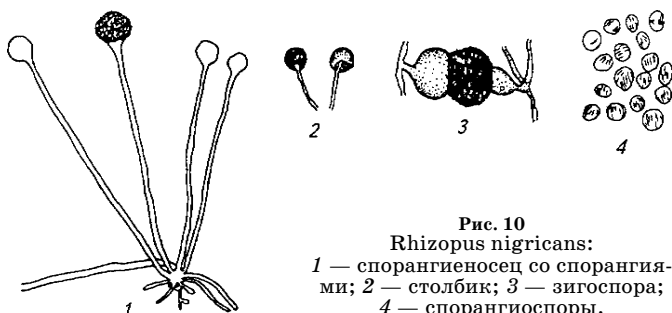


Рис. 10

Rhizopus nigricans:

- 1 — спорангиеносец со спорангиями; 2 — столбик; 3 — зигоспора; 4 — спорангиоспоры.

Иногда имеется бесплодный воздушный мицелий. Спорангиеносцы обычно образуются в месте прикрепления столонов к субстрату, реже на концах столонов или в виде их боковых ответвлений, обычно неразветвленные. Спорангии крупные, имеют шаровидную или приплюснутую форму. Столбик часто с апофизой, кутинизированный. Споры шаровидной, эллиптической или неправильной формы, обычно с продольной исчерченностью. Зигоспоры образуются на суспензорах без придатков (рис. 10).

Под Lichtheimia. Бесплодный воздушный мицелий имеется или отсутствует. Спорангиеносный аппарат состоит из неясно обособленных, чаще — сильно разветвленных столонов, образующих спорангии на конце ответвлений, являющихся спорангиеносцами. Ветвление симподиальное или моноподиальное, зонтиковидное или кистевидное, иногда почти мутовчатое. Ризоидов в месте соприкосновения столонов с субстратом нет. Спорангии со столбиком и апофизой. Споры шаровидной, эллиптической или неправильной формы.

Под Absidia. Имеется резкая дифференциация на столоны, ризоиды и спорангиеносцы. Столоны правильно изогнутые, образуют одинаковые дуги, на вершине которых поодиночке или пучками (по 2...5) расположены спорангиеносцы. Спорангиеносцы простые, расширяющиеся у вершины в апофизу, переходящую в конический или полушаровидный столбик, при созревании вдавливающийся в апофизу. Спорангии грушевидной формы, с обо-

лочкой, растворяющейся в воде и оставляющей у апофизы воротничок. Споры эллиптической или шаровидной формы, бесцветные, гладкие, иногда со щетинками. Зигоспоры образуются на столонах, окружены мутовчатыми придатками.

Класс (группа) несовершенные грибы (Fungi imperfecti)

Род Aspergillus (порядок Moniliales, семейство Moniliaceae/Mucedinaceae) (рис. 11).

Мицелий у представителей этого рода бесцветный или светлоокрашенный, у некоторых с возрастом буреющий, иногда образующий шаровидные склероции. Конидиеносцы прямостоячие, большей частью неветвящиеся, несептированные или со слабо заметными перегородками в нижней части. Боковые стенки конидиеносцев утолщены, бесцветные или окрашенные, гладкие или шероховатые. На конце конидиеносца находится конусовидной, грушевидной, шаровидной или полушаровидной формы вздутие (верхушечный пузырь), несущее стеригмы. Стеригмы расположены радиально на поверхности всего вздутия или лишь в верхней его части и тогда отходят параллельно оси конидиеносца (одно- или двухъярусные). В последнем случае различают первичные стеригмы, ближайшие к вздутию, и сидящие по несколько на их свободных концах

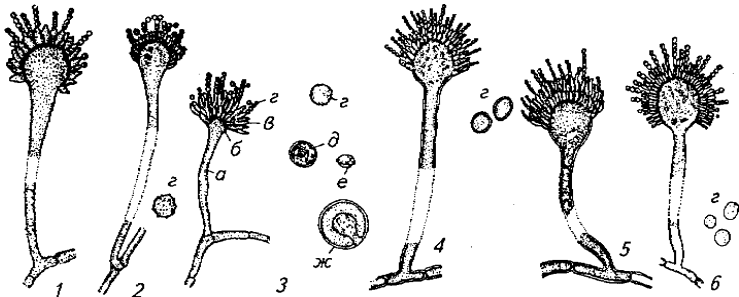


Рис. 11

Конидиеносцы и конидии видов рода *Aspergillus*:
1 — *A. flavus*; 2 — *A. fumigatus*; 3 — *A. nidulans*; 4 — *A. candidus*;
5 — *A. terreus*; 6 — *A. niger*: а — ножка конидиеносца; б — верхушечное вздутие; в — фиалиды; г — конидии; д — сумка; е — аско-спора; ж — клетка обертки (клеистотеция).

вторичные стеригмы с цепочками конидий. Совокупность вздутия конидиеносца, стеригм и цепочек конидий образует головку, характерную для аспергиллов. Она имеет или радиальное строение с радиально расходящимися стеригмами и цепочками конидий, или нерадиальное со стеригмами, прижатыми кверху и большей частью со сближенными в плотную колонку цепочками конидий на вершине вздутия. Конидии одноклеточные, шаровидной, яйцевидной или эллиптической формы, гладкие, шероховатые или с шипиками. Цвет конидий у большинства видов зеленоватых оттенков, но бывает и желтый, бурый, черный, иногда они бесцветные. Он определяет общую окраску головок и, следовательно, спорообразующей поверхности колоний.

У некоторых видов грибов известны сумчатые спороношения, представленные клейстотециями в виде мелких, большей частью светлоокрашенных тел, внутри которых развиваются округлые или эллиптические сумки с аскоспорами дисковидной формы, иногда с заметной бороздкой или гребнями посередине.

Среди видов аспергиллов наиболее распространены и имеют важное значение в патологии животных *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*.

Колонии *Aspergillus fumigates*, Fres на агаре Чапека широко разрастающиеся, бархатистые, иногда пушисто-войлочные, зеленого цвета, с возрастом темнеющие. Обратная сторона колонии бесцветная или окрашена в желтовато-коричневатые тона. Конидиеносцы короткие, гладкие, часто более или менее зеленые, особенно в верхней части. Возникают прямо из погруженных гифов или в виде коротких ответвлений воздушных гифов, имеют перегородки или лишены их. Вздутия колбообразные, спороносящие обычно только в верхней части; стеригмы одноярусные, окрашенные, скученные. Конидии в массе темно-зеленые, шиповатые, округлые до полушаровидных.

Колонии *Aspergillus flavus*, Link на агаре Чапека широко разрастающиеся, спороношение обильное, молодые конидиальные головки часто желтых оттенков, с возрастом становящиеся темно-желто-зелеными. Мицелий белый

или желтый, обратная сторона бесцветная или розовато-тускло-желтоватая. Многие штаммы образуют склероции, сначала белые, затем коричневые, обильные, твердые, иногда редкие. Конидиеносцы с бесцветной шероховатой оболочкой, образующие на верхушке у молодых культур продолговатые, позже полукруглые или круглые вздутия. На маленьких вздутиях, как правило, образуются немногочисленные одноярусные стеригмы, на больших — либо одноярусные, либо двухъярусные. Конидии шаровидной или яйцевидной формы, но большей частью с неравномерно утолщенной шероховатой оболочкой, иногда почти гладкие.

Колонии *Aspergillus niger* v. *Tiegh* быстрорастущие, с обильным бесцветным, иногда более или менее желтоватым субстратным мицелием и слаборазвитым, иногда обильным воздушным мицелием, в некоторых случаях образующим шаровидные склероции. Конидиеносцы крупные. Ножка конидиеносца чаще желтая, ближе к вершине — коричневая. Вздутие толстостенное, шаровидной формы. Имеет радиально расположенные стеригмы, одноярусные в молодых и мелких головках большинства форм (для некоторых форм вообще свойственны одноярусные стеригмы) или в типичных случаях двухъярусные.

Стеригмы первого яруса тесно скученные, различных размеров, второго яруса — более однообразные коричневые или почти черные. Зрелые конидии шаровидной формы, с тонкой либо несколько утолщенной оболочкой, гладкие, коричневые или бурые, иногда шероховатые или шиповатые. Головки бурые, черновато-коричневые или угольно-черные.

Под Penicillium (порядок Moniliales, семейство Moniliaceae Mucedinaceae) (рис. 12).

Мицелий бесцветный, светлоокрашенный, у старых культур может быть темным. Конидиеносцы бесцветные, обычно имеют перегородки, прямостоячие или приподнимающиеся, отходят от гифов субстратного или воздушно-го мицелия, в верхней части один или несколько раз мутовчато разветвленные, образуют характерно построенную кисточку, несущую на конечных разветвлениях цепочки

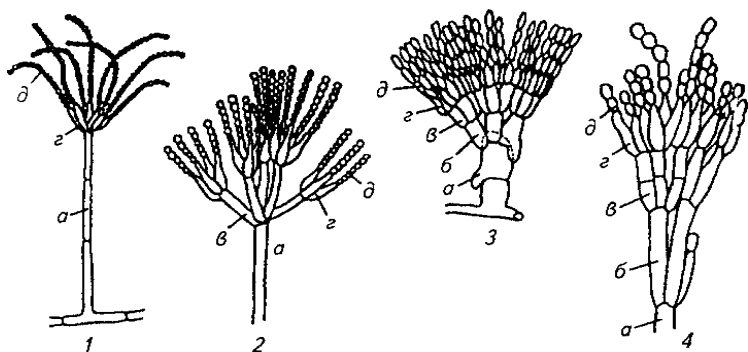


Рис. 12

Типы конидиеносцев у *Penicillium*:

1 — одноярусный; 2 — двухъярусный; 3 — многоярусный; 4 — несимметричный; а — ножка конидиеносца; б — веточки; в — метелки; з — фиалиды; д — конидии.

конидий. Конидиеносцы свободные или, реже, соединенные в пучки, или коремии. Конидии одноклеточные, круглой или овальной формы, в массе чаще зеленоватого цвета. Строение кисточек у различных видов пенициллов различно, оно положено в основу систематики рода.

Различают следующие типы кисточек:

- одноярусные (одномутовчатые, моновертициллятные) кисточки, состоящие из одной мутовки фиалид (стеригм), расположенных непосредственно на вершине конидиеносца;
- двухъярусные (двумутовчатые, бивертициллятные) симметричные кисточки, имеющие мутовки фиалид, образованных на концах цилиндрических ответвлений (метул), расположенных мутовчато непосредственно на вершине конидиеносца;
- многоярусные (многомутовчатые, поливертициллятные) симметричные кисточки, состоящие из яруса мутовок фиалид, мутовок метул, расположенных на концах веточек, образующихся также мутовчато непосредственно на вершине конидиеносца.

Как двумутовчатые, так и многомутовчатые кисточки могут быть симметричными и несимметричными: в симметричных кисточках метелки и веточки расположены

мутовчато; в несимметричных кисточках редуцированы до двух элементов — одной центральной и одной боковой. Двумутовчатые кисточки большей частью симметричные, многомутовчатые, как правило, несимметричные. Поэтому пенициллы, имеющие несимметричные кисточки, выделяются в отдельную группу.

Несимметричные кисточки состоят из 2 или (чаще) 3 ярусов (фиалид, метул, веточек). При этом нижний ярус элементов (веточки у многоярусных или метулы у двухъярусных) не в мутовках, а обычно редуцирован до 2 элементов — центрального и бокового.

Неправильные кисточки часто редуцированы до небольших пучков фиалид, непосредственно сидящих сбоку на гифах мицелия.

В зависимости от возраста культуры и других причин у одного и того же вида могут встречаться кисточки разных типов.

У немногих видов известны сумчатые спороношения в виде клейстокарпиев.

В роде *Penicillium* насчитывают около 900 видов, среди которых встречаются представители, являющиеся возбудителями заболеваний.

Под Stachybotrys (порядок Moniliales, семейство Dematiaceae) (рис. 13).

Среди представителей этого рода наибольшее значение имеет *Stachybotrys alternans* Bonord, который вызывает заболевание стахиботриотоксикоз.

Вначале мицелий бледно-оливковый или почти бесцветный, с возрастом становящийся оливково-бурым. Гифы шероховатые или мелкобородавчатые. Спороносные гифы, как правило, симподиально разветвлены. Конидиеносцы вначале бледно-оливковые, потом оливково-бурые, более темные вверху, у вершины имеют пучок стеригм. Стеригмы чаще по 7 в пучке, удлинненно-обратнойцевидной формы,

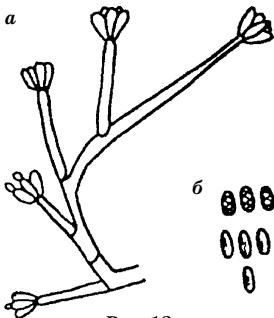


Рис. 13
Stachybotrys alternans:
а — конидиеносец;
б — конидии.

сросшиеся между собой у основания. Конидии вначале бледно-оливковые, гладкие, с возрастом темнеющие, мелкошиповато-бородавчатые, затем бородавчатые, продолговато-яйцевидно-эллиптической или почти цилиндрической формы. Зрелые конидии непрозрачные, черные, бугорчатые, округлой или округло-эллиптической формы. На каждой стеригме образуется по 3 конидий, собирающихся в головку на пучке стеригм.

Под Dendrodochium (порядок Moniliales, семейство Tuberculariaceae) (рис. 14).

Наиболее известный представитель этого рода — *Dendrodochium toxicum* Pidopl. et Bilai. Мицелий белый. Конидиеносцы скучены плотным слоем на плектенхиматическом сплетении гифов, образующих спороложе, или спородохий. Спородохии округлой или неправильной формы, поверхностные, вначале с белым пушистым мицелиальным краем, с оливково-черным или черным слоем конидий, при высыхании лоснящиеся, иногда сливающиеся. Конидиеносцы неправильно или древовидно разветвленные, конечные ответвления обычно мутовчатые. Конидии одноклеточные, продолговато-эллиптической формы, в массе имеют темно-зеленый и темно-оливково-зеленый цвет.

Под Fusarium (порядок Moniliales, семейство Tuberculariaceae). Воздушный мицелий обычно хорошо развит, белого, красного, розового, лилового или фиолетового цвета. Конидии более или менее удлиненные, разнообразно согнутые, обычно дорсовентральные (вогнутая сторона менее изогнута), иногда почти прямые, редко — цилиндрические (рис. 15). Мелкие конидии (микрokonидии) боль-

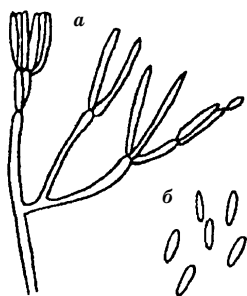


Рис. 14
Dendrodochium toxicum:

a — конидиеносец; *b* — конидии.

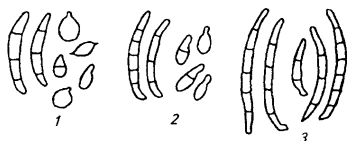


Рис. 15
Конидии видов рода *Fusarium*:

1 — *F. poae*; 2 — *F. tricinctum*;
3 — *F. graminearum*.

шей частью одноклеточные, редко с одной или двумя перегородками; образуются на воздушном мицелии в ложных головках, иногда в цепочках на простых или разветвленных конидиеносцах. Крупные конидии (макроконидии) многоклеточные, чаще веретеновидно-серповидной формы, у основания с более или менее выраженной ножкой, редко без нее; с верхней клеткой, имеющей ту или иную форму, характерную для вида. Образуются на воздушном мицелии или сплошным слоем в спородохиях или пионнотах — слизистых скоплениях на сплетении гифов, или непосредственно на субстрате. Имеются хламидоспоры, бесцветные или окрашенные в желто-бурые тона, одиночные или в цепочке, интеркалярные или терминальные. Иногда развиваются склероции — шаровидные, с толстостенными клетками; коричневые, красноватые, темно-синие.

Виды рода *Fusarium* весьма многочисленны, объединены в 12 секций. Наиболее опасными и распространенными представителями этого рода являются виды секции *Sporotrichiella*, а также *F. graminearium* (секция *Discolor*).

У видов секции *Sporotrichiella* имеются как микроконидии, так и макроконидии. Микроконидии в основном одноклеточные, реже с 1...3 перегородками, грушевидной, лимоновидной, шаровидно-яйцевидной, иногда веретеновидно-эллиптической формы. Образуются на воздушном мицелии. Макроконидии веретеновидно-серповидной формы, с постепенно суживающейся, не удлинненной верхней клеткой и с более или менее выраженной ножкой или с сосочковидным основанием, обычно с 3...5, реже 7 перегородками. Воздушный мицелий обычно хорошо развит, высокий, паутинистый, иногда порошистый, белого, розового или желтоватого цвета. Хламидоспоры обычно обильны.

В секции *Sporotrichiella* входят виды: *F. sarcochroum*, (Desm) Sass. и *F. sporotrichiella*, Bilai, имеющий четыре варианта: *Sporotrichiella Bilai* var. *Poae* (Pk.) Bilai, *F. Sporotrichiella*, Bilai var. *Anthophilum*, (A. Br) Bilai comb. Nova, *F. sporotrichiella*, Bilai var. *tricinctum* (Corda) Bilai, *F. sporotrichiella Bilai* var. *sporotrichioides* (Scherd.) Bilai.

У вида *Fusarium graminearum* (Schwabe) воздушный мицелий хорошо развит, хлопьевидно-пушистый, пушистый, белого, бело-розового, кроваво-красного цвета. Микроконидии отсутствуют. Макроконидии образуются в спородохиях, пионнотах, в воздушном мицелии, веретеновидно-серповидной формы, эллиптически изогнутые с постепенно и равномерно суживающейся конической, удлиненной верхней клеткой, с четко выраженной ножкой у основания, как правило, с пятью перегородками. Склероции, если имеются, розовые до темно-красных. Хламидоспоры иногда имеются, необильные, промежуточные.

Первичные посевы

Для первичного выделения грибов из мучнистых, зерновых кормов используют обычно агаровую среду Чапека, а для выделения грибов из грубых кормов — влажные камеры. С целью дифференциации видов и разновидностей грибов в каждом отдельном случае применяют специальные методы и приемы культивирования. Заражение зерна грибами может быть поверхностным (заспорение) и глубинным (поражение). Для выявления глубинного поражения проводят дезинфекцию зерна 3% -ным раствором формалина (за основу берут 40% -ный формальдегид) или водным раствором сулемы (1:1000).

Зерна (50 шт.), завернутые в марлевую салфетку, помещают в стаканчик с дезинфицирующим раствором. Через 1...2 мин их переносят в стаканчик со стерильной водой, к которой для нейтрализации формалина добавляют 2...3 капли 5% -ного раствора аммиака. Затем воду сливают и стерильным пинцетом переносят зерна на питательную среду (агар Чапека) так, чтобы они не соприкасались. Мелкие зерна (пшеница, овес, ячмень, рожь, просо и др.) раскладывают по 10 шт. на чашке, крупные (кукуруза, бобы, горох) — по 5. Крупные зерна рекомендуется после дезинфекции разрезать пополам или расщепить. Число чашек при посеве мелких зерен должно быть не менее 5, а при посеве крупных — не менее 10.

Выявление поверхностной микрофлоры, необходимое для контроля зерна на зараженность патогенным грибом,

проводят путем раскладывания зерен по поверхности среды без предварительной поверхностной дезинфекции. Число посеянных зерен должно быть не менее 20.

Если имеется подозрение на поражение зерна грибами-целлюлозоразрушителями (*Dendrodochium toxicum*, *Stachybotrys alternans* и др.), их сеют дополнительно во влажные камеры со средой Ван-Итерсона (или стерильной водой).

Для выделения грибов *Dendrodochium toxicum*, *Stachybotrys alternans* из грубых кормов применяют влажные камеры. На дно чашки Петри кладут тонкий слой ваты и на нее помещают кружок фильтровальной бумаги (по диаметру чашки), затем чашки стерилизуют и перед посевом фильтровальную бумагу увлажняют небольшим количеством стерильной среды Ван-Итерсона (или стерильной воды).

Солому или сено нарезают кусочками по 2 см и переносят стерильным пинцетом в три чашки Петри с агаризированной средой, раскладывают по 10 кусочков в каждую чашку, а в три влажные камеры помещают не менее 90 кусочков из той же пробы (по 30 в каждую чашку).

Чтобы выделить гриб *Dendrodochium toxicum*, развивающийся внутри стебля растения, стебель предварительно расщепляют или разрезают вдоль.

Нарезанный силос и измельченный жмых для выделения грибов раскладывают по 10 кусочков на поверхности агара Чапека.

Для выделения грибов из муки, отрубей, комбикорма, шротов, мясокостной муки пользуются методом разливки. Образец гранулированного или брикетированного корма предварительно размалывают на лабораторной мельнице. Корм (10 г) помещают в колбу со 100 мл стерильного 0,1%-ного раствора поверхностно-активного вещества (ОП-7, ОП-10, твин-80) в дистиллированной воде. Затем пробу встряхивают на шуттель-аппарате в течение 20 мин. Из полученной взвеси № 1 (1:10) готовят последующие разведения, используя также стерильные растворы выше-названных поверхностно-активных веществ (ПАВ), следующим образом: 1 мл взвеси переносят стерильной гра-

дуированной пипеткой (конец пипетки следует обрезать для свободного прохождения частиц комбикорма, после чего пипетка должна быть откалибрована на 1 мл) в пробирку с 9 мл раствора ПАВ и получают взвесь № 2 (1:100). Из взвеси № 2 готовят аналогичным образом взвесь № 3 (1:1000) и, если необходимо, взвесь № 4 (1:10 000). Перед взятием очередной порции взвеси как для получения дальнейшего разведения, так и для посева необходимо тщательно перемешивать взвесь пипеткой, а также промывать пипетку во взвеси не менее 5 раз.

Корм с нормальными органолептическими показателями разбавляют до разведения 1:1000, а подвергавшийся порче — 1:10 000.

Посев проводят сразу после приготовления последней взвеси (№ 3 или № 4), не давая ей отстояться. При этом 1 мл взвеси равномерно распределяют по всей поверхности питательной среды. Число чашек, необходимых для посева, зависит от разведения: при разведении 1:1000 требуется 5, 1:10 000 — 8.

Культивирование посевов

Чашки Петри с посевами закрывают в стерильную бумагу, помещают в термостат и выдерживают при температуре 22...25°C в течение 7...10 сут. Рост и спороношение грибов становятся заметными уже через 3 сут. Однако для идентификации грибов необходимо большее время культивирования — 5...7 сут.

Для выявления гриба *A. fumigatus* в комбикормах пробу (10 г) взвешивают с точностью до 0,01 г и тщательно перемешивают. Корм высевает в разведении 1:1000. Выявление *A. fumigatus* в зерне проводят путем посева зерен без предварительной дезинфекции, однако для количественного учета гриба необходимо предварительно измельчить зерна и сделать посев изложенными ранее способами.

Показателем степени засоренности корма грибом служит число диаспор (грибных зародышей) в 1 г исследуемого корма, которое определяют после подсчета выросших колоний с учетом количества посеянного материала и степени разведения.

Количественный учет грибов

В мучнистых кормах подсчет колоний после посева начинают на 2...3-е сут. Для облегчения подсчета дно чашки размечают карандашом на секторы или используют счетную камеру Вольфюгеля.

Проводят 2...3 последовательных подсчета. Общее число колоний данного вида гриба определяют в пересчете на 1 г исследуемого корма.

Пример расчета 1

Комбикорм в разведении 1:1000 посеян в 5 чашках. Количественный и качественный учет показал, что в 5 чашках выросло 7 колоний *A. fumigatus*. Число спорышей этого вида гриба в 1 г комбикорма равно $7 \cdot 1000/5 = 1400$.

В зернофураже определение степени глубинного поражения зерна проводят ориентировочно, выводя процентное соотношение выросших колоний каждого вида гриба к общему числу посеянных зерен.

Пример расчета 2

50 зерен пшеницы посеяно в 5 чашках с агаром. Во всех 5 чашках выросло 3 колонии *Fusarium sporotr.*, что составляет 6% числа посеянных зерен.

Более точный учет грибов в зернофураже (а также в грубых кормах) можно провести, предварительно измельчив корм и посеяв так же, как мучнистые корма.

Выделение чистых культур грибов из первичных посевов

Родовую, а в ряде случаев и видовую принадлежность грибов устанавливают в первичном посеве, однако часто вид гриба определяют после выделения его в чистую культуру. С этой целью применяют два метода: метод непосредственного пересева и метод разделения. Получение чистых культур необходимо для дальнейшего изучения их токсигенности.

Метод непосредственного пересева. Иглой, загнутой под тупым углом, осторожно захватывают кусочек мицелия и помещают его на поверхность питательной среды. При этом следует избегать комкания, скручивания или прочих деформаций подхваченного кусочка мицелия. В слу-

чае обильного спороношения у гриба сухой иглой переносят минимальное количество спор (метод сухой иглы).

При работе с грибами нельзя производить посевы штрихом, а тем более — зигзагообразным штрихом. Допускается только легкое касание иглой в одном месте (если посев проводится в пробирку, то посередине ее) поверхности среды.

Метод непосредственного посева возможен только тогда, когда в чашке с первичными посевами имеются достаточно чистые колонии или когда необходимо возобновить чистую культуру с целью длительного поддержания культуры гриба.

Метод разделения применяют в двух случаях:

- если колонии загрязнены другими грибами или бактериями, что устанавливают обычно визуально, готовя 3...4 последовательных разведения взвеси спор гриба в стерильном 0,1% -ном растворе твина-80 в воде, и высевая из 1...2 последних разведений по 1 мл на поверхность агара в чашки Петри, распределяя взвесь шпателем или наклоня чашку в разные стороны;
- при наличии обильного спороношения разделение проводят с помощью посева — коснувшись стерильной влажной иглой (или крючком) ограниченного участка спороносящей поверхности, проводят штрихом по поверхности агаровой пластинки в чашке Петри.

Культивируют посевы при 22...25°C — сроки культивирования в зависимости от рода и вида гриба различны — до образования характерного спороношения.

По истечении срока культивирования гриба проводят макроскопическое изучение колоний. При этом обращают внимание на:

- цвет и форму;
- характер роста (распростертые или компактные);
- растущий край колонии (гладкий или извилистый);
- окраску субстратного мицелия;
- наличие или отсутствие пигмента, выделенного в субстрат;
- цвет пигмента;
- степень развития воздушного мицелия;
- наличие или отсутствие склероцитов.

Микроскопическое исследование грибов

Исследование проводят непосредственно в чашках, пользуясь только малым увеличением микроскопа (МБС-1, МБС-2). При этом выявляют наличие мицелиальных тяжёлых склероцитов плодовых тел, строение и характер ветвления спорангиеносцев или конидиеносцев, форму спорангия мукоровых грибов или головки аспергиллов, расположение конидий (цепочками или одиночно) и т. д. Затем готовят препараты для детального изучения морфологии гриба. Частицы гриба в зависимости от вида берут из различных мест колонии: в старых частях колонии из центра, в более молодых по краям. Далее на предметное стекло наносят каплю фиксирующей жидкости, иглой осторожно берут небольшое количество мицелия гриба, стараясь не повредить его, и вносят в каплю жидкости, аккуратно снимая его другой иглой. Препарат накрывают покровным стеклом, оттянув избыток жидкости кусочком фильтровальной бумаги.

Фиксирующей жидкостью, наиболее пригодной для приготовления препаратов грибов из родов *Aspergillus*, *Penicillium* и ряда других, служит лактофенол Аммана (дистиллированная вода — 1 часть, молочная кислота — 1 часть, глицерин — 2 части, фенол — 1 часть). Прежде чем поместить материал в эту жидкость, его следует кратковременно обработать 70% -ным этиловым спиртом.

Для изучения грибов из рода *Fusarium* и некоторых других используют жидкость, состоящую из равных частей дистиллированной воды, этилового спирта и глицерина. При этом исследуемый материал не обрабатывают 70% -ным этиловым спиртом. Для улучшения видимости контуров конидий и перегородок в них к 100 мл указанной жидкости добавляют 0,5...1 мл 0,01% -ного водного или спиртового раствора метилового синего. Оба выше-названных фиксатора позволяют хранить препарат в течение долгого времени.

С помощью малого ($\times 8$, $\times 10$), а затем большого ($\times 40$, $\times 90$) увеличения микроскопа изучают препараты и, пользуясь специальными определителями с микроскопическими ключами, идентифицируют грибы.

Т Е М А 8

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ТОКСИЧНОСТИ КОРМОВ
И КУЛЬТУР ГРИБОВ**

Цели занятия. Ознакомиться с методами определения токсичности кормов и культур грибов; дать оценку корма по результатам исследований.

Приборы и материалы. Вытяжной шкаф; водяная баня; шуттель-аппарат; ножницы; шприц на 1 мл; лабораторная мельница; стеклянная лопатка; выпаривательная чашка; автоклав; колбы с притертой пробкой на 500 и 1000 мл; делительная воронка; бумажный фильтр; химические стаканы на 500 мл; предметные стекла; лабораторные животные (кролики, мыши, рыбки гуппи, культуры простейших); ацетон; хлороформ; медицинский эфир, стерильное растительное масло; гексан; 70% -ный этиловый спирт; физиологический раствор; 0,1% -ный раствор твин-80 или ОП-7.

Содержание занятия. Существует несколько методов определения токсичности кормов и культур грибов.

Методы определения токсичности кормов

Кожная проба на кролике. Метод основан на дермо-некротическом действии токсических веществ микогенного происхождения. Пробу зерна или продуктов его переработки измельчают на лабораторной мельнице. В банку

или колбу на 500 мл с притертой пробкой помещают 50 г измельченного корма, доливают 150 мл медицинского эфира или ацетона и экстрагируют 3 ч на шуттель-аппарате. Если слой экстрагента над пробкой будет менее 1 см, его объем увеличивают.

После окончания процесса экстракции жидкость фильтруют через бумажный фильтр в выпаривательную чашку. Оставшуюся в колбе или в банке пробу корма дополнительно промывают небольшой порцией экстрагента (не менее 20 мл), которую пропускают через тот же фильтр.

Экстракт концентрируют до получения маслянистого остатка желтоватого или коричневатого оттенка. Для ускорения процесса выпаривательную чашку с экстрактом помещают в водяную баню с температурой 30...40°C. Экстракт, оставшийся на стенках чашки, смывают экстрагентом и выливают в ту же чашку. После этого снова концентрируют. Все операции, связанные с использованием экстрагента, проводят в вытяжном шкафу.

У кролика массой 2...2,5 кг в области бедра, лопатки или бока в день постановки пробы тщательно выстригают волосяной покров на участке кожи размером 6×6 см (до полного оголения), не допуская повреждения кожи. Пигментированная кожа непригодна для проведения опыта. На одном кролике можно ставить не более 4 кожных проб.

На выстриженный по центру участок кожи стеклянной лопаткой наносят, слегка втирая, экстракт. Если экстракта недостаточно для двух нанесений, его предварительно разбавляют подсолнечным маслом, чтобы общее количество экстракта составляло не менее 1 г.

Для предупреждения слизывания экстракта кролику на шею надевают защитный воротник, который снимают по окончании опыта.

Учет кожной реакции ведут на следующий день после повторного нанесения экстракта и в течение 3...5 сут в зависимости от степени токсичности корма.

О токсичности корма судят по развитию воспалительной реакции:

- отсутствие воспалительной реакции или наличие гиперемии, сохраняющейся не более 2 сут после нанесе-

- ния экстракта и не сопровождающейся шелушением кожи, — зерно, продукты его переработки нетоксичны;
- гиперемия, сохраняющаяся 2...3 сут после нанесения экстракта, заканчивающаяся шелушением кожи, или гиперемия, болезненность и отечность, проявляющаяся в незначительном утолщении кожи с последующим образованием отдельных корочек, — зерно, продукты его переработки слаботоксичны;
 - резкая гиперемия, болезненность, складчатость, отек, проявляющийся в сильном утолщении кожи, по всей поверхности участка появляются язвы, затем сплошной струп — зерно, продукты его переработки токсичны.

Результаты испытаний заносят в журнал и/или оформляют акт экспертизы, в котором указывают степень токсичности корма и возможность его применения:

- нетоксичный — используют по назначению;
- слаботоксичный — подвергают специальной обработке согласно правилам, утвержденным в установленном порядке, и повторному испытанию на токсичность, а также направляют на микологические и химико-токсикологические исследования;
- токсичный — не используют.

Подкожное введение экстракта белым мышам. Метод основан на свойстве микотоксинов, извлеченных из комбикормов ацетоном, вызывать воспалительную реакцию тканей или гибель мышей при введении им экстрактов под кожу. Для исследования берут 2 группы мышей — опытную и контрольную.

Мышам опытной группы массой по 18...20 г (4 особи) стерильным шприцем вводят под кожу с внутренней стороны бедра 0,2 мл подготовленного экстракта. Затем их помещают в клетку. Мышам контрольной группы (в том же количестве и той же массы) вводят под кожу вместо экстракта 0,2 мл стерильного масла.

Кожный покров до и после инъекций обрабатывают 70%-ным этиловым спиртом. За мышами наблюдают в течение 3 сут. Токсичность исследуемой пробы определяют по наличию воспалительного процесса в месте инъекций или гибели мышей:

- все мыши живы, на месте инъекции отсутствие воспалительного процесса — корм нетоксичен;
- все мыши живы, но у 2...4 отмечен воспалительный процесс — корм слаботоксичен;
- гибель хотя бы одной мыши и наличие воспалительного процесса у всех оставшихся в живых мышей — корм токсичен.

Введение экстракта в желудок белым мышам. Методика основана на извлечении токсических веществ из протов, жмыхов и кормовых дрожжей ацетоном и однократном введении концентрированного экстракта в желудок белым мышам.

Для приготовления экстракта берут навеску корма (100 г), помещают в колбу с притертой пробкой, заливают ацетоном (300 мл) и экстрагируют при встряхивании на шуттель-аппарате в течение 2...3 ч. При отсутствии шуттель-аппарата корм, залитый ацетоном, оставляют при комнатной температуре на 24 ч и периодически встряхивают. Экстракт фильтруют через бумажный фильтр в чашки для выпаривания, добавляют 2,5 мл растительного масла (кроме экстракта из жмыхов). Ацетон выпаривают в водяной бане при температуре 45...50°C под вытяжным шкафом до исчезновения запаха.

Для опыта берут пять мышей массой 20...25 г, выдерживают без корма 4...5 ч, после чего шприцем с тупой иглой (3...4 см) вводят однократно внутрь 0,5 мл экстракта.

За мышами наблюдают в течение 3 сут, не ограничивая их в кормлении и поении.

В качестве контроля пяти мышам вводят то же количество растительного масла, которое использовали для разведения экстракта.

Учет токсичности ведут по выживаемости мышей и патологоанатомическим изменениям (при вскрытии):

- мыши живы, при вскрытии убитых мышей патологических изменений не обнаружено — корм нетоксичен;
- мыши живы, при вскрытии выявлено геморрагическое воспаление желудочно-кишечного тракта, чаще очаговое, — корм слаботоксичен;
- погибли все или хотя бы одна мышь, при вскрытии павших и убитых мышей отмечены геморрагическое

воспаление пищеварительного тракта, дегенерация печени, почек или кровоизлияния в паренхиматозных органах — корм токсичен.

Алиментарные пробы проводят в случае, когда вышеуказанными методами трудно выявить токсичность корма при наличии отравлений в хозяйстве. Для установления токсичности подозреваемый корм (концентрированный или комбинированный) дают лабораторным животным: цыплятам в возрасте 10...15 сут, утятам в возрасте 10 сут, белым мышам массой 20...25 г; грубый корм — молодым морским свинкам, кроликам.

Суточную норму кормов заменяют исследуемым кормом и скармливают его подопытным животным не менее 10 сут подряд. Токсикоз проявляется быстрее, если пораженный корм дают подопытным животным на голодный желудок, выдерживая их перед опытом 5...6 ч без корма (дачу воды не ограничивают).

Для опыта берут 3...6 животных, за которыми ведут ежедневное клиническое наблюдение.

Если корм слаботоксичен, то у мышей, морских свинок, кроликов отмечают потерю живой массы, расстройство желудочно-кишечного тракта (понос, запор) и центральной нервной системы (дрожь, угнетение, нарушение координации движений, судороги, параличи); у цыплят и утят — цианоз гребня и сережек, сонливость, нередко понос, развитие анемии, судороги, паралич; у голубей — рвоту.

Токсичные корма могут вызвать гибель подопытных животных без проявления клинических признаков.

В зависимости от степени токсичности и количества съеденного корма заболевание и гибель подопытных животных могут наступать в различные сроки.

Если после скармливания исследуемого корма или выпаивания экстракта из него гибель подопытных животных в сроки наблюдения (10 сут) не наступает, то их убивают и вскрывают.

При вскрытии павших или убитых подопытных животных обнаруживают чаще катаральное воспаление пищеварительного тракта, иногда кровоизлияния, а также

дегенеративные изменения в паренхиматозных органах. Кроме этого у птиц отмечают токсический гепатит различной интенсивности (цвет печени — оранжевый, желтый и др.) в зависимости от степени токсичности корма.

При выявлении неизвестных токсических грибов, которыми поражен корм, для опыта берут животных тех видов, у которых было замечено отравление.

При постановке биопробы непосредственно в хозяйстве подопытным животным (3...5 особей) скармливают подопытные корма в количестве, предусмотренном суточным рационом, в течение 10 сут.

За подопытными животными ведут ежедневные клинические наблюдения и учитывают температуру тела, пульс, дыхание, деятельность желудочно-кишечного тракта, состояние слизистых оболочек (особенно ротовой полости), общее поведение животных. Одновременно фиксируют количество съеденного животным корма за сутки.

При отравлении токсическими грибами у животных отмечают снижение массы, расстройство желудочно-кишечного тракта (понос, запор, атония с тимпанией или без нее), скрежетание зубами, стоматит, пониженный аппетит (может быть нормальный), нарушение координации движений, дрожь, угнетение, аборт. Температура тела при этом может быть нормальной или повышенной на 1...1,5°C.

Определение токсичности фуражного зерна, продуктов его переработки и комбикормов на рыбках гуппи. Концентрированные корма необходимо исследовать на токсичность, которая может быть обусловлена наличием в них химических соединений и микотоксинов. С этой целью определяют общую токсичность и возможное присутствие микотоксинов.

Метод определения общей токсичности основан на извлечении из зерна, продуктов его переработки и комбикормов ацетоном жиро- и водорастворимых фракций токсических веществ и последующем воздействии этих фракций на аквариумных рыбок гуппи. С помощью этого метода можно определить токсичность концентрированных кормов в течение суток.

Пробу зерна (ячмень, овес, пшеница, горох, кукуруза, просо) в количестве 50 г тщательно измельчают на лабораторной мельнице (отруби и комбикорма экстрагируют без измельчения), помещают в плоскодонную колбу с притертой пробкой, доливают 150 мл ацетона и экстрагируют при встряхивании на шуттель-аппарате в течение 2 ч.

Экстракт фильтруют через бумажный фильтр в фарфоровую чашку и выпаривают под тягой в водяной бане (55...60°C). Сухой остаток растворяют в 5 мл ацетона и переносят его в химический стакан (емкостью 700...800 мл и диаметром 11...15 см) с 500 мл воды комнатной температуры (17...20°C), взятой из аквариума.

Экстракты из комбикормов, кукурузы, гороха и проса после растворения в воде помещают в бытовой холодильник на 40...45 мин при 6...7°C. По истечении срока экстракты фильтруют через небольшой слой ваты, подогревают до исходной температуры (17...20°C), помещают в них пять рыбок (независимо от пола, возраста), за которыми ведут наблюдение. Если экстракт содержит токсины, рыбки погибают в течение 24 ч (табл. 47).

Для извлечения микотоксинов из концентрированных кормов пробу зерна (50 г) тщательно измельчают на лабораторной мельнице (отруби и комбикорма экстрагируют без измельчения), помещают в плоскодонную колбу с притертой пробкой, доливают 150 мл ацетона и экстрагируют при встряхивании на шуттель-аппарате в течение 2 ч. Экстракт фильтруют через бумажный обеззоленный фильтр в фарфоровую чашку и упаривают под тягой в водяной бане (55...60°C) до объема 45...50 мл. Сухой остаток переносят в делительную воронку, в которую добавляют 10 мл

Таблица 47

Степень токсичности концентрированных кормов

Степень токсичности корма	Число погибших рыбок	Время гибели
Нетоксичный	Не более 1	В течение 24 ч
Слаботоксичный	2...4	
Токсичный	5	

воды. Чашку ополаскивают 5 мл ацетона и содержимое сливают в делительную воронку. Затем в воронку вносят 50 мл гексана и встряхивают 1...2 мин. После разделения слоев нижний сливают в другую делительную воронку и дважды экстрагируют 40 мл хлороформа (в каждом случае встряхивают 2 мин). Гексановую фракцию при необходимости исследуют на хлор- и фосфорорганические соединения. После разделения слоев хлороформные фракции (нижний слой) сливают в фарфоровую чашку и упаривают под тягой в водяной бане (55...60°C) до испарения хлороформа. Сухой остаток растворяют в 5 мл ацетона и переносят его в химический стакан с 500 мл воды (17...20°C), взятой из аквариума. Далее поступают так же, как при определении общей токсичности.

В качестве контроля используют 1% -ный водный раствор ацетона, в котором рыбки в течение суток должны остаться живыми. Контроль ставят для определения качества ацетона.

Корма слаботоксичные реализуют в соответствии с методическими указаниями по санитарно-микологическому исследованию кормов.

Определение токсичности кормов биопробой на инфузориях *Tetrachimena periformis*. Метод основан на экстракции ацетоном из испытуемой пробы токсичных веществ, в основном микогенного происхождения, и последующем воздействии водных растворов этих фракций на инфузорий.

Для анализа готовят пептоновую среду. К 100 мл дистиллированной воды добавляют 2 г пептона, 0,5 — глюкозы, 0,1 — дрожжевого экстракта, 0,1 г морской соли. Доводят рН полученного раствора до 7...7,5 раствором гидроксида натрия молярной концентрации эквивалента 0,1 или 0,01 моль/л; рН проверяют на рН-метре. Стерилизуют кипячением 30 мин.

Для приготовления 5% -ного раствора глюкозы в колбу вместимостью 100 мл помещают 5 г глюкозы и доводят до метки дистиллированной водой.

Для хранения маточной культуры инфузорий в бактериологические пробирки приливают по 2 мл или в плос-

кодонные конические колбы по 10 мл пептоновой среды и стерилизуют кипячением 30 мин.

Пересев культуры инфузорий проводят через каждые 4...5 сут стерильной пипеткой. При использовании конических колб берут 0,2 мл инокулята, а при использовании пробирок пересев проводят бактериологической петлей. Конические колбы или пробирки с культурой инфузорий хранят при температуре от 22 до 24°C.

Для консервирования культуры инфузорий в плоскодонные конические колбы разливают 5% -ный раствор глюкозы слоем не более 1 см, стерилизуют кипячением 30 мин и охлаждают до комнатной температуры. Затем вносят от 0,5 до 1 мл культуры *Tetrachimena periformis*, выращенной на пептоновой среде в течение 3 сут. Хранят колбы в затемненном месте при комнатной температуре не более 2 мес.

Можно консервировать инфузории в пептоновой среде с применением от 5 до 10 мг фармакопейного липоцеребрин, растворенного в 100 мл пептоновой среды. С этой целью липоцеребрин добавляют в среду, кипятят 30 мин, охлаждают и делают посев инфузорий. Инкубируют их 4 сут при комнатной температуре, а затем ставят в холодильник, где хранят в пробирках не более 3 мес., в колбах — не более 6 мес. без потери жизнеспособности инфузорий.

Среднюю пробу корма при необходимости измельчают и просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 мм.

Навеску исследуемого корма около 50 г (зерно измельчают, комбикорма, отруби и другие рассыпные корма используют без измельчения) высыпают в плоскодонную колбу со шлифом, приливают 100 мл ацетона и экстрагируют на аппарате для встряхивания жидкостей в течение 1 ч. Затем раствор осторожно сливают через бумажный фильтр в колбу или чашку для выпаривания. Повторное экстрагирование проводят 50 мл экстрагента (ацетона) в течение 30 мин.

Жидкость сливают через бумажный фильтр, промывают его от 10 до 20 мл экстрагента. Экстракты объединяют и выпаривают в водяной бане (50...60°C) в вытяжном

шкафу до полного испарения экстрагента. После выпаривания вносят 1...2 мл экстрагента, чтобы смыть маслянистый экстракт со стенок чашки, и приливают 10 мл пептоновой среды. Содержимое перемешивают и выпаривают до полного удаления запаха растворителя. Затем фильтруют во флаконы и доводят до pH 7...7,5.

Параллельно для определения качества растворителя и среды готовят контрольный экстракт: выпаривают растворитель (без навески корма), вносят среды, доводят pH вышеизложенным способом.

Исследование каждой пробы корма проводят 3 раза. В 3 флакона для антибиотиков вносят по 1 мл экстракта, приливают 1 мл 3...5-суточной культуры инфузорий *Tetrahymena periformis* и оставляют при комнатной температуре.

Через 30 и 60 мин подсчитывают эффект биопробы в капле, взятой пастеровской пипеткой. На предметном стекле под микроскопом ($\times 7...10$) просматривают весь объем капли и всех ее слоев. В исследуемых пробах подсчитывают наличие живых и погибших инфузорий, что зависит от степени токсичности корма. Наблюдение проводят на фоне контроля — в пептоновой среде все инфузории в контроле должны быть живыми.

В случае гибели инфузорий контроль повторяют на новых среде и культуре.

Степень токсичности корма определяют по количеству живых инфузорий через 30 и 60 мин от начала испытаний:

- нетоксичный — гибели и никаких морфологических изменений в инфузориях не наблюдается в течение 60 мин;
- слаботоксичный — морфологические изменения и частичная (25...30%) гибель инфузорий в течение 60 мин;
- токсичный — гибель всех инфузорий в течение 60 мин.

Результаты испытаний заносят в экспертный журнал и/или оформляют акт экспертизы, где указывают степень токсичности корма и возможность его использования.

Нетоксичный корм дальнейшему исследованию не подлежит, его используют по назначению. Слаботоксичный и токсичный корма направляют на повторные испытания

основным методом, а также на микологические и химико-токсикологические исследования.

Определение токсичности кормов биопробой на инфузориях *Stilonichia mytilus*. Метод основан на извлечении из исследуемых продуктов различных фракций токсичных веществ ацетоном и последующем воздействии водных растворов этих фракций на инфузории *Stilonichia mytilus*.

Перед исследованием изготавливают луночные микроаквариумы из пластины органического стекла размером $15 \times 9 \times 1,3$ см. В пластине высверливают с последующей полировкой 5 рядов по 11 лунок. Диаметр каждой лунки 1,4 см — верхний, 0,8 см — нижний, 0,7 см — глубина; рабочий объем каждой лунки — 0,4 мл.

Затем чашки Петри, блоки микроаквариумов моют мыльным раствором и ополаскивают водопроводной проточной водой.

Блоки из органического стекла сушат только на воздухе, чашки Петри просушивают в сушильном шкафу при температуре $150 \dots 180^\circ\text{C}$.

Не допускается использование посуды и проведение испытаний в помещениях, предназначенных для проведения химических анализов.

Культуру инфузорий транспортируют в стеклянной посуде, не допуская перегрева и переохлаждения. Период акклиматизации к лабораторным условиям — 24 ч. Средой для культивирования стилонихий служит водопроводная вода, которую отстаивают в закрытых ватным тампоном колбах в течение недели и стерилизуют, нагревая 1 ч в кипящей водяной бане.

Для кормления инфузорий используют свежие пекарские прессованные дрожжи (60 г измельчают и высушивают до постоянной массы в бытовом холодильнике). Хранят их в чистой банке с притертой пробкой. Срок хранения — 12 мес.

Для культивирования стилонихий в чашку Петри вносят 25 мл питательной среды, 0,003 г сухих пекарских дрожжей и приливают 0,1...0,2 мл культуры инфузорий. Пересев культуры проводят 2 раза в неделю.

При пересадке инфузорий носик пипетки необходимо опускать непосредственно в водную среду, находящуюся в чашке Петри.

Культивируют инфузории при температуре 18...23°C в естественном освещении, избегая прямых солнечных лучей. Допускается в случае низкой комнатной температуры использовать лампу дневного освещения, устанавливая ее на высоте 1 м от стола, на котором находятся стилонихии.

Для поддержания необходимой температуры лампу вместе с чашками Петри со стилонихиями накрывают полиэтиленовой пленкой (подобие теплички).

Перед анализом среднюю пробу исследуемого корма измельчают и просеивают через сито с отверстиями диаметром 1 мм, а затем готовят водный раствор ацетонового экстракта исследуемого корма: навеску корма массой 10 г помещают в пробирку на 25 мл с пришлифованной пробкой, заливают ацетоном в количестве, зависящем от вида испытуемого продукта (табл. 48), и экстрагируют при энергичном встряхивании не менее 2 мин.

Пробирку помещают в штатив и дают отстояться в течение 15 мин. При необходимости допускается увеличение количества ацетона, но не более чем на 2 мл (при высокой разбухаемости исследуемого корма и невозможности получения отстоявшегося экстракта в нужном количестве), и вновь экстрагируют в течение 2 мин. Экстракт в количестве 0,5 мл осторожно отбирают с помощью шприца с длинной иглой и переносят в химический стакан с отстоянной в течение недели и декантированной водой комнатной температуры (допускается изменение цвета смеси).

Таблица 48

Соотношение воды и ацетона при исследовании кормов, мл

Корм	Ацетон	Вода
Комбикорм для рыб	14	50
Комбикорм для сельскохозяйственных животных	15	40
Зерно, отруби	15	40
Мука пшеничная	10	40

Экстракцию сырья с малой объемной массой (мучка, отруби) следует проводить в конических колбах вместимостью 50...100 мл с шлифованными пробками, а отстоявшийся в них экстракт для удобства отбора шприцем переливают в пробирку вместимостью 5 мл, дают отстояться еще 5 мин, а затем 0,5 мл экстракта переносят также в химический стакан с водой.

При биотестировании корма используют суточную культуру инфузорий. С этой целью инфузории за сутки до постановки опыта пересаживают на новую среду с кормом (на 25 мл среды не более 0,003 г пекарских сухих дрожжей, избыток корма может привести к гибели инфузорий) и культивируют при температуре 24...26°C. При этом инфузории концентрируются вокруг корма.

Далее приступают к исследованию корма. Изучение одного образца корма проводят 5 раз (5 микроаквариумов). Пастеровской пипеткой собирают инфузории, сконцентрированные вокруг корма в чашке Петри, и переносят их в микроаквариумы, в каждый по 1 капле (от 10 до 20 инфузорий). Определяют численность инфузорий в каждом микроаквариуме под микроскопом ($\times 8$). Если их слишком много в одном и недостает в других, то инфузорий по возможности равномерно распределяют в микроаквариумах той же пипеткой.

После распределения инфузорий в каждый микроаквариум другой пастеровской пипеткой для тестирования вносят по 2 капли пробы. Через 5 мин подсчитывают инфузории в каждом микроаквариуме и отмечают их численность в журнале, травмированных не учитывают. После подсчета инфузорий объемы содержимого в микроаквариумах доводят до 1/2 их вместимости внесением той же пробы и регистрируют время в журнале. При внесении экстракта исследуемой пробы в микроаквариумы носик пипетки следует вытирать ватой во избежание попадания в микроаквариумы жира с наружной стороны пипеток.

Параллельно с целью определения качества ацетона и воды проводят контрольный опыт: в 5 микроаквариумов помещают вышеуказанным способом инфузории и водным раствором ацетона массовой долей 1% доводят объем со-

Таблица 49

Степень токсичности кормов

Степень токсичности исследуемого корма	Выживаемость инфузорий, %	
	Комбикорма для свиней	Комбикорма для других видов сельскохозяйственных животных, птицы и рыб; фуражное зерно и продукты его переработки
Нетоксичный	90...100	81...100
Слаботоксичный	50...89	50...80
Токсичный	0...49	0...49

держимого каждого микроаквариума до 1/3 его вместимости. Численность инфузорий в каждом микроаквариуме регистрируют в журнале. Через 1 ч экспозиции вторично подсчитывают численность инфузорий. Инфузории в контроле должны остаться живыми. В случае токсичности продукта инфузории в опыте подвергаются распаду и лизису. Число погибших или лизированных организмов зависит от степени токсичности корма. Степень токсичности исследуемого корма определяют по выживаемости инфузорий (%) в вытяжке исследуемого корма по формуле

$$N = (N_2/N_1) \cdot 100,$$

где N_1 — среднеарифметическое (из пяти исследований) количество инфузорий в начале опыта, млн; N_2 — среднеарифметическое (из пяти исследований) количество инфузорий через 1 ч экспозиции, млн.

Также используют данные таблицы 49.

Результаты испытаний вносят в экспертный журнал и/или оформляют акт экспертизы, где отмечают степень токсичности корма и возможность его использования. Слаботоксичный и токсичный корма направляют на повторные испытания основным методом (кожной биопробой), а также на микологические и химико-токсикологические исследования.

Определение токсичности кормов биопробой на инфузориях *Colpoda succulus*. Метод основан на извлечении из исследуемых продуктов различных фракций токсических

веществ водой и последующем воздействии экстрактов на инфузории *Colpoda succulus*.

Сухую культуру инфузории колподы в комплексе с питательной средой приобретают на биофабрике, биокомбинате или в производственном отделе ветеринарной лаборатории. Срок годности культуры — 1 год от даты выпуска препарата. Препарат хранят при комнатной температуре в защищенном от света месте.

Для проведения одного исследования не ранее чем за 12...24 ч до использования открывают 2 флакона с культурой колподы и 1 флакон с питательной средой. В каждый флакон с культурой колподы наливают по 2 мл питательной среды.

Питательную среду готовят по рецепту: пептон — 0,12 г, дрожжевой экстракт — 0,006, глюкоза — 0,03 г, раствор Лозина-Лозинского — до 1 л (состав минерального раствора Лозина-Лозинского: NaCl — 0,01, KCl — 0,001, CaCl₂ — 0,001, MgCl₂ — 0,001, NaHCO₃ — 0,002).

Полученный раствор автоклавируют в течение 30 мин и разливают во флаконы, закрывают резиновыми пробками и закатывают алюминиевыми колпачками. Непосредственно перед применением необходимо убедиться в активности культуры колподы: ее исследуют методом висячей или раздавленной капли под микроскопом (от $\times 80$ до $\times 150$), колподы в количестве не менее 6 клеток в поле зрения должны активно двигаться. Все предметные и покровные стекла, пипетки, колбы и т. п., которые используются для испытания, должны быть чистыми и употребляться только для этих целей.

Перед исследованием среднюю пробу испытуемого корма измельчают (до прохода через сито с ячейками диаметром 0,2 мм) и готовят из него водный экстракт: навеску корма массой $20 \pm 0,1$ г вносят в колбу на 250 мл и заливают 100 мл дистиллированной воды. Колбу с содержимым встряхивают на аппарате со скоростью 120 \pm 2 мин в течение 20 мин. После этого смесь фильтруют через бумажный фильтр.

Для исследования корма 2 мл его водного экстракта вносят во флакон (пробирку) с активной культурой кол-

поды и перемешивают. В контрольный флакон (пробирку) с активной культурой колподы вносят 2 мл питательной среды. Через 10 мин, а потом через 3 ч из опытного и контрольного флаконов соответственно отбирают по одной капле смеси и просматривают их под микроскопом (от ± 80 до ± 150), используя метод висячей или раздавленной капли. В исследуемых пробах учитывают наличие и погибших инфузорий.

Критерием определения токсичности служит время от начала воздействия экстракта испытуемого корма до гибели большинства (более 90%) инфузорий. В контрольной пробе все колподы должны оставаться подвижными.

Результаты испытаний вносят в экспертный журнал и/или оформляют акт экспертизы, где указывают степень токсичности корма:

- исследуемый корм считается токсичным, если гибель колпод наступила за 10 мин до исследований;
- слаботоксичным — если гибель наступила в интервале до 3 ч исследований;
- нетоксичным — если через 3 ч исследований все колподы остаются подвижными.

Нетоксичный корм дальнейшему исследованию не подлежит, и его используют по назначению; слаботоксичный и токсичный направляют на повторные испытания основным методом, а также на микологические и химико-токсикологические исследования.

Методы определения токсичности культур грибов

Токсичность культур грибов, выделенных из проб корма, необходимо устанавливать в следующих случаях:

- если скармливание подозрительного по качеству корма вызвало заболевание или гибель подопытных животных;
- если отмечена положительная воспалительная реакция на коже кролика;
- для выяснения роли выделенного из корма гриба в этиологии заболевания.

Токсичность культур грибов определяют на парамециях, кроликах и другими методами.

Определение токсичности культур грибов на парамециях (*Paramecium caudatum*). Метод применяют для ориентировочного определения токсичности грибов, прежде всего *Stachybotrys alternans*, *Dendrodochium* и *Fusarium*. Из культуры гриба на агаризованных средах (на среде Чапека, сусловом агаре и др.) готовят водные экстракты: пленки грибов снимают с поверхности агара, измельчают, помещают в пробирку и заливают дистиллированной водой в соотношении 1:1, встряхивают и оставляют при температуре 4...10°C на 24 ч. Затем 2 капли экстракта из культуры гриба наносят на предметное (часовое) стекло и добавляют 1 каплю среды с парамециями. Все 3 капли должны быть одинаковыми по объему, поэтому их наносят градуированной пипеткой. Предметное (часовое) стекло помещают в чашки Петри с фильтровальной бумагой, смоченной водой.

Критерием чувствительности служит время от начала воздействия испытуемого экстракта до гибели парамеций, которую определяют по прекращению их движения и распаду.

Для быстрого определения токсичности грибов, таких как *Stachybotrys alternans*, *Fusarium sporotrichiela*, *Dendrodochium*, берут кусочки колонии гриба, выросшего в чашке Петри при первичном посеве корма, переносят на предметное стекло шпателем или петлей, измельчают, заливают несколькими каплями дистиллированной воды и смешивают. Через 2 ч пленку гриба удаляют или отодвигают в сторону, вносят каплю среды с простейшими и ведут наблюдение.

Многие метаболиты с острой токсичностью вызывают гибель простейших в течение 1...30 мин, со слабой — 1...2 ч.

Определение токсичности культур грибов методом кожной пробы на кролике. В коническую колбу на 1 л помещают 200 г раздробленного зерна (кукуруза, рис, ячмень, пшеница и др.) или 30...50 г грубого корма, увлажняют водой (к зерну добавляют 100 мл для культивирования *Aspergillus*, *Fusarium* и 200 мл для культивирования *Penicillium*) и стерилизуют в автоклаве в течение 30 мин. Приготовленную питательную среду засевают суспензией

спор испытуемого гриба, предварительно выделенного в чистую культуру из первичного посева. Суспензию получают путем добавления в пробирку с культурой 3...5 мл физиологического раствора, содержащего 0,1% твина-80, или ОП-7, или ШП-10, и встряхивают для отделения спор.

Культивируют грибы при температуре 25...27°C в течение 10 сут.

Для накопления микотоксинов (Т-2) грибами из рода *Fusarium* культуры дополнительно выдерживают при пониженной температуре (5...7°C) в течение 15...30 сут. Накопление токсических веществ в среде идет параллельно с ростом и развитием грибов. По окончании сроков культивирования культуру извлекают из сосудов, помещают в пакеты из фильтровальной бумаги и подсушивают при температуре 40...45°C, после чего измельчают.

Кожную пробу на кролике ставят и учитывают так же, как при определении токсичности кормов.

Заключительная оценка кормов

По результатам исследований кормов намечают пути их использования. Грубые корма (сено, солома, полова), если они оказались токсичными, запрещается использовать для кормления животных и в качестве подстилки. Если их токсичность обусловлена грибом *Stachybotrys alternans*, разрешается использовать корма только после обезвреживания при условии отрицательного результата в повторных исследованиях на токсичность; грибами *Fusarium* и *Dendrodochium* — запрещается использовать; грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* или другими, исключая вышеперечисленные, — разрешается скармливать после переработки и просушивания крупному и мелкому рогатому скоту, кроме лактирующих и беременных маток, в количестве 25% нормы грубых кормов.

Запрещается использовать для кормления животных токсичные комбинированные и концентрированные корма.

Слаботоксичные комбинированные и концентрированные корма, токсичность которых обусловлена грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* и другими, кроме *Fusarium*, дают животным на откорме (крупно-

му рогатому скоту и овцам) в количестве 25% нормы комбикормов, свиньям, лошадям и птице — в том же количестве после обезвреживания и получения отрицательного результата при повторном исследовании на токсичность; корма, пораженные грибами рода *Fusarium*, используют для кормления крупного рогатого скота на откорме после обезвреживания в количестве 25% суточной нормы комбикормов.

Слаботоксичное зерно и продукты его переработки, токсичность которых обусловлена грибами родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* и другими, дают животным на откорме (крупному рогатому скоту и овцам) в количестве 25% суточной нормы комбикормов, свиньям, лошадям и птице — в том же количестве после обезвреживания и получения отрицательного результата при повторном исследовании на токсичность; грибами рода *Fusarium* — скармливают после обезвреживания крупному рогатому скоту на откорме в количестве 25% суточной нормы комбикормов.

Слаботоксичные шроты и жмыхи разрешается скармливать только крупному рогатому скоту на откорме в количестве, не превышающем зоотехнические нормы. Слаботоксичный шрот, выработанный из дефектных семян подсолнечника, пораженных склеротинией, может быть использован для приготовления комбикормов, предназначенных для крупного рогатого скота на откорме, свиней на откорме; ремонтного молодняка птицы промышленного стада яичных пород старше 60 сут, кур-несушек промышленного стада. Запрещается давать такой шрот свиноматкам, лактирующим и беременным маткам крупного рогатого скота, овцам, молодняку сельскохозяйственных животных и птице раннего возраста.

Т Е М А 9

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ВЫЯВЛЕНИЯ МИКОТОКСИНОВ**

Цели занятия. Ознакомиться с методами определения микотоксинов.

Приборы и материалы. Термостат; сушильный шкаф; лабораторная мельница; выпаривательная чашка; шуттель-аппарат; вытяжной шкаф; градуированные пипетки на 0,1 мл; пробирки; диски фильтровальной бумаги; чашки Петри; этиловый спирт; хлороформ; бактериальные тест-штаммы.

Содержание занятия. Физико-химические методы определения токсинов.

Определение афлатоксинов В₁ и G₁

Афлатоксины могут накапливаться в зернофураже, чаще в кукурузе, пораженном грибами *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus*, подвергшемся самосогреванию. Из шротов и кормов, прошедших термическую обработку, эти грибы могут не выделяться, но афлатоксины сохраняются.

Метод основан на экстракции токсинов из кормов водным ацетоном при шугтелировании, очистке первоначального экстракта от сопутствующих примесей гексаном с дальнейшей переэкстракцией токсинов в хлороформ или бензол и очисткой на хроматографической колонке с силикагелем и оксидом алюминия. Идентификация и коли-

чественное определение основано на методе хроматографии экстракта в тонком слое с использованием пластинок «Силуфол». Чувствительность метода составляет 10 мкг/кг, время анализа — 3 ч.

Определение микотоксина Т-2

Токсин Т-2 — один из остротоксических метаболитов рода *Fusarium*. Показанием к исследованию на наличие токсина служит положительный результат при проверке токсичности корма по кожной пробе на кролике.

Отравление животных всегда сопровождается острым катаральным воспалением желудочно-кишечного тракта. Специфический клинический признак при отравлении птицы токсином Т-2 — наличие изъязвлений в ротовой полости.

Метод определения основан на извлечении токсина ацетоном, очистке экстракта от липидов и растительных пигментов гексаном, переэкстракции токсина в хлороформ с последующей дополнительной очисткой хлороформного экстракта на хроматографической колонке, концентрировании его на пластинке «Силуфол».

Определение зеараленона F-2

Зеараленон наиболее часто обнаруживают в кукурузе, пораженной различными видами грибов рода *Fusarium*, чаще *F. graminearum* и *F. moniliforme*.

С диагностической целью целесообразно анализировать остатки кормов, использовавшихся для кормления в 2...3-недельный период, предшествующий заболеванию.

Метод определения микотоксина F-2 в кормовом зерне и комбикормах основан на извлечении его ацетоном, очистке экстракта на колонке оксидом алюминия, элюировании токсина 0,005% -ным водным раствором щелочи с последующим хроматографированием элюата в тонком слое силикагеля и обработкой хроматограмм красителем прочным красным ЖЖ. Чувствительность определения F-2 на пластинках «Силуфол» составляет 250 мкг/кг. Минимально определяемое количество F-2 в исследуемом материале — 0,1 мкг/кг.

Определение охратоксина А

Способ основан на извлечении микотоксина смесью хлороформа и 0,1% -ного раствора ортофосфорной кислоты, переэкстракции микотоксина из хлороформа в 0,1% -ный раствор бикарбоната натрия, отделении щелочного раствора от хлороформа, подкислении его муравьиной кислотой до pH 2...3, реэкстракции микотоксина в новую порцию хлороформа, концентрировании его и разделении методом хроматографии в тонком слое. Хроматограммы просматривают в ультрафиолетовых лучах (УФЛ) с длиной волны 365 нм. Минимальное количество охратоксина А, определяемое на хроматографических пластинках «Силуфол», составляет 0,001 мкг/кг. Чувствительность метода — 10 мкг/кг.

Определение стеригматоцистина

Метод основан на извлечении микотоксина смесью хлороформа и 4% -ного водного раствора хлорида калия, концентрировании хлороформенного остатка, разделении его в тонком слое силикагеля, просматривании хроматограмм в УФЛ с длиной волны 365 нм до и после обработки их раствором хлорида алюминия. Минимальное количество стеригматоцистина, определяемое на хроматографических пластинках «Силуфол», составляет 0,003 мкг/кг. Чувствительность метода — 30 мкг/кг.

Микробиологический метод выявления комплекса микотоксинов

Метод основан на использовании селекционных, чувствительных к токсическим метаболитам грибов дрожжевых и бактериальных тест-культур, что позволяет в течение 24...48 ч выявлять комплексы микотоксинов, образуемых грибами *Fusarium sporotrichiella*, *Aspergillus fumigatus*, *Dendrodochium toxicum*, *Myrothecium verrucaria*, *Myrothecium roridum* и *Penicillium urticae*.

В качестве тест-культур для определения комплекса микотоксинов, образуемых *Fusarium sporotrichiella*, используют культуру *Saccharomyces fragilis* штамм Д-25; *Dendrodochium toxicum* и грибами рода *Myrothecium* —

Saccharomyces vini штамм «Феодосия»; *Aspergillus fumigatus* — *Staphylococcus aureus* штамм 209; *Penicillium urticae* — *Escherichia coli* штамм 1749.

Чувствительность метода для комплекса токсинов, образуемых грибами родов *Dendrodochium*, *Myrothecium* — 10...20 мкг/кг, *Penicillium* и *Aspergillus* — 25, *Fusarium* — 50...100 мкг/кг. Микробиологический метод позволяет обнаружить наличие указанных токсических метаболитов в зерне, отрубях и муке в течение 24...48 ч.

Для анализа из средней пробы отбирают 50 г корма, измельчают на лабораторной мельнице, помещают в колбу с притертой пробкой и заливают 200 мл хлороформа. Содержимое экстрагируют на шуттель-аппарате в течение 2 ч. Экстракт фильтруют через два слоя марли и бумажный фильтр в выпаривательную чашку, которую выдерживают под тягой до исчезновения запаха растворителя. Затем в чашку добавляют 2 мл этилового спирта и, перемешивая легкими круговыми движениями, растворяют осадок. Спиртовым раствором, содержащим растворимые метаболиты, пропитывают диски фильтровальной бумаги (по 2 на каждую индикаторную культуру) и подсушивают их на воздухе.

Диски готовят из фильтровальной бумаги с помощью канцелярского дырокола и стерилизуют их в сушильном шкафу в течение 2 ч при температуре 100...120°C.

Индикаторные культуры выращивают в бактериологических пробирках в течение 24 ч на следующих средах: *Sacch. fragilis* и *Sacch. vini* — на скошенном сусло-агаре или среде Ридера при 26°C; *Staph. aureus* и *E. coli* — на скошенном мясопептонном агаре при 37°C. Выращенные таким образом суточные культуры смывают физиологическим раствором хлорида натрия (3...5 мл) до получения однородной суспензии бактериальных культур с концентрацией 10 ед. по оптическому стандарту мутности, дрожжевых культур — 5 ед.

Суспензии индикаторных культур вносят по 0,1 мл в пробирки с 10 мл расплавленной и охлажденной до 45°C среды, тщательно перемешивают и выливают в чашки Петри, подогретые до 40...50°C.

После застывания среды с индикаторными культурами на их поверхности размещают диски, пропитанные экстрактами из различных исследуемых кормов. В качестве контроля используют диск, пропитанный спиртом и подсушенный на воздухе. На одной чашке Петри можно исследовать 4 пробы кормов в 2 повторностях (8 дисков).

Чашки с индикаторными культурами *Sacch. fragilis* штамма Д-25 и *Sacch. vini* штамма «Феодосия» выдерживают в термостате при температуре 37°C в течение 12...18 ч, *Staph. aureus* штамма 209 и *E. coli* штамма 1749 — при температуре 37°C в течение 12...18 ч. Чашки помещают в термостат дном вверх.

Отсутствие или задержка роста индикаторных культур свидетельствует о том, что используемые пробы кормов не содержат токсических метаболитов грибов *F. sporotrichiella*, *A. fumigatus*, *D. toxicum*, *M. roridum* и *P. urticae*. Такой корм можно использовать для кормления животных.

Появление зон задержки роста хотя бы одной из индикаторных культур указывает на наличие в исследуемых кормах токсических метаболитов грибов.

Пробы корма, давшие положительные результаты по микробиологическому методу, исследуют способами, предложенными методическими указаниями по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов, и в зависимости от полученных результатов решают вопрос об использовании корма.

Иммуноферментный метод определения микотоксинов

Этот метод распространяется на зерновые корма, зернобобовые кормовые культуры, искусственно высушенные и грубые корма, продукцию комбикормовой промышленности (комбикорма полнорационные, комбикорма-концентраты), сырье для производства кормов и кормовые добавки, за исключением кормовых добавок минерального происхождения и продукции органического синтеза.

Иммуноферментный метод основан на измерении содержания микотоксинов в пробах с помощью непрямого

твёрдофазного конкурентного ИФА рабочих растворов экстрактов.

Непрямой ИФА основан на способности микотоксинов взаимодействовать со специфичными антителами (АТ) в условиях конкуренции с белковым конъюгатом микотоксина, нанесённым на поверхность ячеек планшета твёрдофазным антигеном (АГ).

Аналитический сигнал (регистрируемое значение оптической плотности), измеряющий степень взаимодействия АТ с АГ, обратно пропорционален массовой концентрации микотоксина в рабочем растворе.

Иммуноферментный метод по выявлению микотоксинов (афлатоксина В₁, роридина А, ократоксина А, стеригматоцистина, Т-2 токсина, зеараленона и фумонизина В₁) определяется по ГОСТ Р 52471-2005.

ТЕМА 10

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КАЧЕСТВА КОРМОВОГО ЗЕРНА**

Цели занятия. Ознакомиться с методами оценки качества кормового зерна.

Приборы и материалы. Технические и аналитические весы; лабораторная мельница; комплект сит; металлическая сетка № 08; конические колбы на 100 и 250 мл; часовые стекла; скальпель-пинцет; лупа; термометр; подковообразный магнит; литровая пурка с разновесом; мерные цилиндры; химический стакан на 0,5...1,8 л; стеклянная палочка; бумажная воронка; металлические бюксы с крышками; банка с притертой пробкой; фарфоровая чашка диаметром 8...10 см; электрический сушильный шкаф; эксикатор; вода дистиллированная; 0,1 н. раствор гидроксида натрия; 1%-ный раствор фенолфталеина; сухой хлорид кальция или серная кислота (плотность 1,84 г/см³).

Содержание занятия. Для оценки доброкачественности кормового зерна из различных мест всей партии заготовленного или купленного корма составляют среднюю пробу массой не менее 1 кг и отправляют в лабораторию.

Кормовое зерно оценивают по физико-механическим (влажность, натура, засоренность) и химическим (кислотность) свойствам (табл. 50).

Таблица 50

Нормативы доброкачественности кормового зерна

Показатель	Овес	Рожь	Ячмень	Кукуруза	Кормовые бобы	Пшеница
Влажность, %, не более	19	19	17	16	20	19
Содержание сорной примеси, всего, %	8	5	8	5	5	5
в том числе, %:						
головни	1	1	1	1	1	1
спорыньи	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
горчачка розового, сфоры	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
мышатника	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
вязеля	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
гелиотропа опушенноплодного	0,1	0,1	0,1	—	0,1	0,1
триходесмы седой	—	—	—	—	—	—
Содержание зерновой примеси, всего, %	15	15	15	15	15	15
в том числе проросшего зерна, %	5	5	5	5	5	5

Примечание. Заражение амбарными вредителями не допускается, кроме заражения клещом I степени.

Определение влажности

Ориентировочно влажность зерна определяют в местах его хранения. Сухое зерно при раскусывании распадается на две части (примерная влажность — 15%), а влажное расплющивается (примерная влажность — 20%). Сухое зерно, если его взять в ладонь, соскальзывает с ладони, влажное — остается в ней.

Высушивание навесок — основной метод определения влажности зерна. Из пробы зерна отделяют около 30 г, размалывают на лабораторной мельнице и помещают в банку с притертой пробкой. Перед взятием навесок размолотое зерно тщательно размешивают в банке. Затем отбирают порции немногим более 5 г каждая и насыпают в 2 металлических предварительно взвешенные чашечки (бюксы) с крышками. Бюксы с пробами переносят на весы

Таблица 51

Характеристика зерна по влажности, %

Состояние зерна	Рожь, ячмень, овес, кукуруза	Кормовые бобы
Сухое	До 14	До 14
Средней сухости	14,5...15,5	14...16
Влажное	15,5...19	16...20
Сырое	19 и более	20 и более

и отвешивают точно по 5 г. При температуре 140°С в сушильный шкаф быстро помещают пробы зерна в бюксах вместе со снятыми с них крышками. При этом температура сушильного шкафа обычно падает, на что указывает включение сигнальной лампы. Высушивание пробы в сушильном шкафу длится 40 мин с момента отключения сигнальной лампы. По истечении этого времени бюксы с навесками вынимают из шкафа тигельными щипцами, закрывают крышками и переносят в эксикатор до полного охлаждения примерно на 15...20 мин. В нижнюю часть эксикатора должен быть насыпан слой сухого хлорида кальция или налита крепкая серная кислота (плотность — 1,84 г/см³).

После охлаждения бюксы снова взвешивают и по разности масс до высушивания и после определяют потерю влаги. Взвешивания при определении влажности зерна проводят с точностью до 0,01 г. Влажность выражают в процентах, для чего при навеске в 5 г массу испарившейся влаги умножают на 20. Из двух определений берут среднее значение влажности, которое и принимают за влажность пробы зерна (табл. 51).

Определение природы зерна

Натура — масса 1 л зерна, выраженная в граммах. Ее определяют в литровой пурке с падающим грузом, а также упрощенным методом.

Для определения природы зерна с помощью литровой пурки предварительно ее собирают и устанавливают на столе с горизонтальной поверхностью. Пробу просеивают через сито с диаметром ячеек 6 мм и тщательно переме-

шивают. К коромыслу весов подвешивают с правой стороны мерку с опущенным в нее падающим грузом, с левой — чашку для гирь и проверяют, уравновешивают ли они друг друга. При отсутствии равновесия пурка признается непригодной для работы. Затем падающий груз вынимают из мерки и устанавливают мерку в специальном гнезде на крышке ящика пурки. В щель мерки вставляют нож, на который кладут падающий груз, затем на мерку надевают наполнитель в виде цилиндра. После этого зерно насыпают в цилиндр до метки. Если в цилиндре такой метки нет, то зерно насыпают так, чтобы между поверхностью зерна и верхним краем цилиндра остался промежуток в 1 см. Нож быстро, без сотрясения прибора, вынимают из щели и после того, как груз и зерно упадут в мерку, нож вновь вставляют в щель. Далее наполнитель с остатками зерна снимают, удаляют задержавшиеся на ноже зерна и вынимают нож из щели, а мерку с зерном переносят на весы и устанавливают на нуль.

Необходимо провести два определения. Расхождения не должны превышать 5 г для всех зерновых культур, кроме овса (не более 10 г).

Взвешивание зерна при определении натурной массы в литровой пурке проводят с точностью до 0,5 г.

Для определения натурной массы зерна **упрощенным методом** берут химический стакан на 0,5...1 л и взвешивают его с точностью до 0,5 г. Затем до краев заполняют его водой комнатной температуры и вновь взвешивают. Путем вычитания первой массы из второй узнают вместимость стакана. Стакан высушивают и заполняют зерном через бумажную воронку. Излишки зерна удаляют стеклянной палочкой (проведя ею по краям стакана). Стакан взвешивают с точностью до 0,5 г и получают массу зерна в стакане.

Натуру зерна (г/л) вычисляют по формуле

$$x = m \cdot 1000/V,$$

где m — масса зерна в стакане, г; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л; V — вместимость стакана, мл.

Натура пшеницы составляет 700...800 г/л, ржи — 650...750, ячменя — 500...650, овса — 380...520 г/л.

Определение засоренности зерна

Различают следующие виды примесей: сорную, зерновую, вредную.

К **сорной** относят мелкие примеси, проходящие через сито с отверстиями диаметром 0,15 мм:

- минеральную примесь (песок, земля, пыль, галька);
- органическую примесь (части стеблей, стержни колоса, ость, мякина, пленки);
- сорные семена (семена дикорастущих, а также культурных растений, не относимые к зерновой примеси и к основному зерну);
- загнившие, заплесневевшие, обуглившиеся, все явно испорченные зерна овса, пшеница, ржи, ячменя, вики, гороха, чины, сои, фасоли и конских бобов и зерна, изъеденные вредителями.

К **зерновой** примеси (кроме одноименных культур) относят:

- зерна всех других зерновых, битые и изъеденные вредителями, если осталось меньше половины зерен;
- недоразвитые, щуплые;
- проросшие, с вышедшим наружу корешком или ростком;
- поврежденные самосогреванием или сушкой (поджаренные), с явно измененным цветом оболочки;
- раздутые при сушке;
- плесневелые;
- раздавленные.

К **вредной** примеси относят головню, спорынью, семена вяза, софоры, горчица розового, плевела опьяняющего, мышатника, гелиотропа опушенноплодного и триходесмы седой. Морфологические признаки семян ядовитых растений приведены в таблице 52.

Засоренность зерновых кормов определяют после выделения из средней пробы остатков соломы, комков почвы, колосьев — крупных примесей — с помощью сита с отверстиями диаметром 6 мм.

В дальнейшем при определении засоренности крупные примеси, выраженные в процентах, добавляют к соответствующим фракциям сорной примеси.

Таблица 52

Характеристика семян ядовитых растений

Название растения	Форма семян	Средние размеры, мм	Окраска	Другие особенности
Куполь	Округлая, несколько угловатая (почковидная)	5×2, 5×2	От темно-коричневой у незрелых до черно-матовой у зрелых	Поверхность покрыта частыми зубчиками, расположенными правильными и параллельными рядами, идущими от большой кривизны
Плевел опьяняющий	Напоминает зерно овса	(6...7)×(2...2,5)	Чешуйки светло-зеленого цвета	Чешуйки переходят на верхушке зерна в тонкую ость, превышающую длину плода в 1,5...2 раза. Плод, освобожденный от чешуек, имеет морщинистую поверхность светло-коричневого цвета. При погружении в воду семена быстро всплывают
Софора	Овальная, яйцевидная, суженная к одному концу; семена похожи на зерна пшеницы	(5...7)×3,5×3,5	Темно-коричневая	—
Горчак обыкновенный	Овальная, почти круглая	(5,7...8)×(3...5)	Темно-бурая	Семена очень твердые, горькие
Горчак розовый	Овальная, слегка сплюснутая	(3...3,5)×2×(1,0...1,8)	Темно-бурая	Поверхность семян продольно-нобородчатая, с продольным каналом посередине

Продолжение табл. 52

Название растения	Форма семян	Средние размеры, мм	Окраска	Другие особенности
Вязель	Боб четковидной формы, разламывается на односеменные продолговатые сплюснутые членики	Длина отдельного членика — 4...8, ширина — 1,5...2. Семена овальные, 3,5×1,25	Красно-коричневая, маговая	Семенной рубчик круглый, белопленчатый, окружен темноватой полоской
Мешитник	Почковидная	3×2,5×5	Черная или темно-коричневая	—
Белена черная	Почковидная или четырехугольная, с сильно закругленными краями	1,5×1,2×0,8	Желто-серая или серовато-бурая	Поверхность семян покрыта сетчато-петлистым рисунком
Болитолов крапчатый	Удлиненно-яйцевидная	3,5×1,5×1,5	Светло-коричневая	Семя с 5 ребрами белого цвета, неровными, слегка выдающимися; семена пахнут мышами
Василек-горчак	Яйцевидная	3,3×2×1,8	Зеленовато-коричневая	Поверхность семян голая, продольнобороздчатая, с рубчиками в центре основания
Молочай обыкновенный	Яйцевидная	2,5×1,5×1,5	От серой до светло-коричневой с бурными пятнами	На одной стороне семени имеется шов темно-серого цвета. Сверху находится семенной придаток
Молочай песочный	Яйцевидная, слегка приплюснутая	2,5×1,5×1,5	Темно-коричневая	Поверхность точечно-бугристая, имеет сверху светлоокрашенный семенной придаток и на одной стороне семени шов

Живокость посевная	Трехгранная. Внешняя грань полукруглая, внутренняя почти плоские, вершина тупая, основание заостренное	2,2×1,2×1,5	Черно-серая со слабо-блестящими чешуйками	Поверхность покрыта черепитчато расположенными чешуйками и снабжена продольными бороздками
Потремкок	Овальная, плоская, окаймленная тонким волнистым краем	4,5×3×3,7	Темно-серая; семенное крыло светло-коричневое	Поверхность мелкобугорчатая
Марьянник	Продолговатая, кверху притупленная, крючковагоизогнутая	4×5×2,5×3	Темно-коричневая у свежих семян; черная — у старых	Поверхность гладкая. Семенной рубчик пленчатый, более узкий, чем само семя, с продольными бороздками
Паслен черный	Шаровидная, заостренная у основания	4×(1,5...1,6)	Соломенно-желтая	Поверхность мелкосетчатоямчатая, с матовым блеском
Чернушка полевая	Слегка удлиненная, трехгранная	2,5×(1,5...2)	Черная	Поверхность семян мелкобугорчатая, как бы покрытая мелкими чешуйками
Гречиха вьюнковая	Резко трехгранная, в верхней части семя заострено	3×2×2	Черная	Поверхность мелкопродольно-бороздчатая
Бутень одуряющий	Продолговатая	6...11×1...1,25××0,75	Семя желтоватобурое, каналы черно-коричневые	Семя имеет 5 ребрышек, сильно выдавленных с внутренней поверхности
Бутень луковчатый	Продолговатая	4,5...5×1,25××0,75	Желтоватая, каналы черно-коричневые	Семя с пятью тупыми широкими ребрами, между которыми продолговатые бороздки

Продолжение табл. 52

Название растения	Форма семян	Средние размеры, мм	Окраска	Другие особенности
Горчица черная	Шаровидная	Диаметр 1...1,25	Темно-коричневая	Поверхность семян сетчатоячеистая
Горчица белая	Шаровидная	Диаметр 2...2,5	Светло-желтая, у рубчика более темная	Поверхность мелкосетчатая
Горчица полевая	Шаровидная	Диаметр 1,25...1,5	От коричнево-красной до черно-коричневой	Поверхность мелкогочечная, слаблестящая
Рыжик яровой	Округло-яйцевидная, слегка сплюснутая	2×1×1,1	Бурая, желтовато-бурая	Поверхность при увеличении мелкогочечная
Рыжик мелко-плодный	Удлиненно-яйцевидная, слегка сплюснутая	1×0,55×0,65	Светло-коричневая	Поверхность мелкобугорчатая
Гулявник-софьянник	Овальная, сжатая с боков, непрявильно треугольная	0,8×0,4×0,5	Желтовато-бурая	Поверхность мелкобугорчатая
Дурман обыкновенный	Почковидная или округлая	3,5×1,4	Черная	Поверхность семян сетчатоямчатая, морщинистая

Колосья после извлечения из них зерна относятся к сорной примеси.

В зависимости от видов зерновой культуры и примесей установлены следующие массы навесок, г:

- бобы — 200;
- кукуруза, горох, фасоль, чина, нут — 100;
- пшеница, рожь, овес, ячмень — 50;
- просо — 25.

Навеску массой 25 г и более взвешивают на технических весах с точностью до 0,5 г.

Чтобы определить засоренность, навеску просеивают на лабораторных ситах.

Для облегчения разборки применяют дополнительные сита с пробивными продолговатыми или круглыми отверстиями разных диаметров (табл. 53).

При просеивании вручную набор сит с навеской помещают на стол с гладкой поверхностью или на стекло, проводя продольно-возвратные движения. Зерно раскладывают на кучки (фракции) и определяют их процентное содержание.

Кроме вышеперечисленных примесей в зерно могут попадать металлические частицы при перевозке его в вагонах насыпью, небрежной выгрузке, транспортировке

Таблица 53

Сита для определения засоренности зерновых кормов

Корм	Диаметр отверстий сит, мм		
	для разбора навески	для мелких зерен	для сорной примеси
Пшеница	2,5	1,7	1
Рожь	2,5	1,4	1
	2,2	—	—
	1,8	—	—
Ячмень	—	—	1,5
Овес	—	—	1,5
Кукуруза (в зерне)	—	3,5...4,5	1,5

Таблица 54

Категория засоренности зерна, %

Категория зерна	Овес		Ячмень		Кукуруза		Просо	
	Примеси							
	сорная	зерновая	сорная	зерновая	сорная	зерновая	сорная	зерновая
Чистое	До 1	До 2	До 2	До 2	До 1	До 2	До 1	До 1
Средней чистоты	1...3	2...4	2...4	2...5	1...3	2...5	1...4	1...4
Сорное	3 и выше	4 и выше	4 и выше	5 и выше	3 и выше	5 и выше	4 и выше	4 и выше

и т. д. Наличие такой примеси определяют в пробе массой 1 кг. Зерно рассыпают на стекле или гладкой доске ровным слоем толщиной не более 0,5 см и проходят по нему (2...3 раза) подковообразным магнитом. Приставшие к магниту металлические частицы собирают в чашку, затем взвешивают с точностью до 0,0002 г на аналитических весах и выражают в миллиграммах на 1 кг зерна.

Категории засоренности зерна приведены в таблице 54.

Определение спорыньи в зерне

Из навески зерна (400 г) отбирают вручную все склероции («рожки»), как целые, так и их частицы, взвешивают на теххимических весах с точностью до 0,01 г и определяют процентное содержание (рис. 16).



Рис. 16

Спорынья пурпуровая (*Claviceps purpurea*) и стадии ее развития:

1 — колос ржи со склероциями; 2 — склероций, проросший головчатыми строматами; 3 — разрез стромы с перитециями; 4 — перитеций в строме; 5 — сумка с аскоспорами; 6 — конидиальная стадия.

Определение головневых мешочков в зерне

Пораженные зерна (мешочки) вручную отделяют из навески зерна (400 г), взвешивают на теххимических весах с точностью до 0,01 г и определяют их процентное содержание.

Определение спор головневых грибов в зерне

Суть метода заключается в отмывании спор головни от зерна с последующим осаждением их на бумажном фильтре, фильтровании под вакуумом, взвешивании и вычислении их процентного содержания (рис. 17).

Фильтрацию проводят с помощью модифицированного прибора Зейтца. В нижнюю треть цилиндрической части прибора вставляют кольцо из стальной проволоки диаметром 1...2 мм. На кольцо помещают металлическую сетку с размером ячеек 2...4 мм, а на сетку — два кружка из полотна сита № 0105. Размер кольца, сетки и кружков из полотна сита должны соответствовать внутреннему диаметру цилиндрической части прибора.

Кружок, из фильтра «синяя лента», диаметром 3 мм, превышающим внешний диаметр прибора Зейтца, обез-

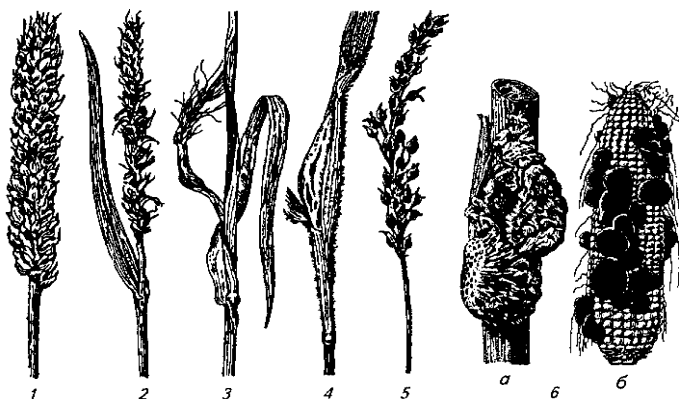


Рис. 17

Виды головни зерновых злаков (пораженные растения):

1 — твердая головня пшеницы; 2 — пыльная головня пшеницы; 3 — стеблевая головня ржи; 4 — головня проса; 5 — головня овса; 6 — пузырчатая головня кукурузы; а — стебель; б — початок.

жирируют в диэтиловом эфире в течение 20...30 мин и после высушивания взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г.

Фильтр помещают в разъемную часть прибора на резиновую прокладку по размеру внешнего диаметра прибора, которую предварительно 2...3 ч выдерживают в эфире. Под резиновую прокладку укладывают металлическую сетку (дана в комплектации к прибору). Затем винтами соединяют цилиндрическую и конусовидную части прибора.

Прибор Зейтца, собранный указанным способом, вставляют в отверстие пробки, которой закрыта колба Бунзена. Колбу Бунзена соединяют шлангом с водоструйным насосом или с вакуум-насосом Камовского.

После подготовительных операций приступают к анализу. Навеску исследуемого зерна (50 г), взвешенную на теххимических весах, помещают в коническую колбу на 250 мл, заливают 100 мл диэтилового эфира, взбалтывают в течение 1 мин, после чего жидкость сливают в прибор Зейтца. Такую промывку зерна проводят до получения бесцветной жидкости в колбе с навеской. После окончания фильтрации прибор разбирают, извлекают фильтр, выдерживают его 5 мин в вытяжном шкафу и затем взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г.

Содержание спор головневых грибов (%) определяют по формуле

$$x = (m_1 - m_2)/2,$$

где m_1 — масса фильтра после фильтрации, г; m_2 — масса фильтра до фильтрации, г.

Допускаемые расхождения между результатами контрольных испытаний не должны превышать 0,01%.

Определение кислотности зерна

Под действием микроорганизмов в зерне разрушаются белки, жиры и углеводы и накапливаются органические кислоты, которые и обуславливают кислотность зерна. Из средней пробы отбирают 50 г зерна, очищают его от сорной примеси и размалывают на лабораторной мельнице так, чтобы частицы прошли при просеивании через ме-

Таблица 55

Характеристика зерна по кислотности

Градусы кислотности	Характеристика зерна	Вывод
3,5...4,5	Начинается процесс порчи	Необходимо улучшить условия хранения
4,5...5,5	Хранить зерно опасно	Необходима реализация
7,5	Зерно не подлежит хранению	Требуется срочная реализация
9,5	Зерно испорчено	Скармливать животным после соответствующей обработки

таллическую сетку № 08. Из размолотого зерна берут навеску 5 г, высыпают в сухую коническую колбу на 100... 150 мл и доливают 50 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы перемешивают до исчезновения комочков. В полученную «болтушку» добавляют 5 капель 1% -ного раствора фенолфталеина, перемешивают и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до получения розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин. Кислотность выражают в градусах, определяемых количеством миллилитров 1 н. раствора гидроксида натрия, требующимся для нейтрализации кислот в 100 г зерна (табл. 55).

Расчет ведут по формуле

$$x = 100 \cdot a \cdot K / (10m),$$

где 100 — навеска зерна; a — количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование, мл; K — поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора гидроксида натрия; 10 — коэффициент пересчета на нормальную щелочность; m — масса навески, взятой для исследования, г.

ТЕМА 11

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КАЧЕСТВА КОМБИКОРМОВ**

Цели занятия. Ознакомиться с методами лабораторного анализа комбикормов.

Приборы и материалы. Прибор для выделения металломагнитной примеси марки ПВФ-2; прибор для измерения величины частиц металломагнитной примеси марки ПИФ-2; магнит подковообразный; весы технические и аналитические; стекло часовое; бумага миллиметровая; палочка стеклянная; тигель фарфоровый; лупа; сита с отверстиями диаметром 3...5 мм; бумага белая и черная; прибор Лисенко; 10% -ный раствор соляной кислоты; спирт этиловый (ректификат); углерод четыреххлористый плотностью 1,59 г/см³ или хлороформ плотностью 1,48 г/см³; 10% -ный раствор хромата калия; 10% -ный раствор азотной кислоты; насыщенный раствор железосаммонийных квасцов; 0,05 н. раствор нитрата серебра; 0,05 н. раствор хлорида калия; 0,05 н. раствор хлорида натрия; 0,05 н. раствор роданида аммония; 1% -ный спиртовой раствор фенолфталеина; 0,1 н. раствор гидроксида натрия.

Содержание занятия. Комбикорма представляют собой смесь концентрированных кормов и различных видов кормовых добавок. Разработаны рецепты комбикормов,

которые используют для кормления животных разных видов и птицы. Кроме органолептических показателей (внешний вид, запах, цвет) устанавливают крупность помола комбикорма, содержание металломагнитных примесей, песка, поваренной соли, определяют общую кислотность.

Таблица 56

Требования к комбикормам

Влажность, %, не более:	
рассыпных кормов	15
кормов, предназначенных для перевозок на большие расстояния, и вырабатываемых в теплое время года	13
Кислотность, градусы	5
Содержание, %, не более:	
неразмолотых зерен	1
песка	2
металлических частиц величиной 0,5 мм	0,01
металлических примесей с режущими краями	Не допускается
крупных металлических примесей, кусочков шпата, угля, стекла и пр.	Не допускается
Семян сорных растений:	
куколя	0,25
белены	0,01
болиголова	0,01
собачьей петрушки	0,01
василька	0,01
погремка	0,01
плевела опьяняющего	1,0
корониллы	0,1
чернушки	0,1
паслена черного	0,1
спорыньи (в кормах, не предназначенных для беременных животных) головни	0,05
Пораженность амбарными вредителями	Не выше I степени
Наличие плесени и признаков брожения	Не допускается

В таблице 56 приведен перечень требований, которым должны соответствовать комбикорма.

Содержание поваренной соли в полнорационных комбикормах, определенное химическим путем, не должно превышать предельно допустимые нормы (%) для:

- молодняка птицы в возрасте 5...60 сут — 0,3;
- молодняка старше 60 сут и взрослой птицы — 0,6;
- поросят-сосунов до 2-месячного возраста — 0,3;
- поросят-отъемышей — 0,5;
- ремонтного молодняка свиней в возрасте 4...8 мес. — 0,6;
- взрослых свиней, в том числе племенных, — 0,8.

Определение крупности помола

Комбикорма в зависимости от назначения могут быть мелкого, среднего и крупного помола. Степень помола определяют по остаткам на ситах:

- мелкий (тонкий) — остаток на сите с отверстиями диаметром 2 мм не более 5%;
- средний — остаток на сите с отверстиями диаметром 2 мм не более 12%;
- крупный — остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм не более 35%;
- остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм не более 5%;
- остаток на сите с отверстиями диаметром более 5 мм не допускается.

Для контроля состояния помола комбикормов для поросят-сосунов используют сита с отверстиями диаметром 1,25 мм; поросят-отъемышей — 1,5 мм; хряков, супоросных и подсосных маток и молодняка на откорме — 2 мм, при помоле минеральных веществ — 1,25 мм.

Определение металломагнитных примесей

Перед анализом гранулированные и брикетированные комбикорма измельчают в ступке, слегка раздавливают и доводят до состояния исходного продукта.

При **ручном способе** среднюю пробу комбикорма массой 1 кг распределяют ровным слоем не выше 0,5 см на

чистом сухом стекле. Затем полюсами подковообразного магнита медленно проводят вдоль и поперек рассыпанного продукта таким образом, чтобы он весь был захвачен полюсами магнита (ножки магнита должны проходить в самой толще продукта, слегка касаясь поверхности стекла).

Частицы металломагнитной примеси снимают над листом белой бумаги и рассматривают в лупу. Частицы, вызывающие сомнение, помещают в тигель и раздавливают стеклянной палочкой, затем, высыпав на бумагу, проверяют магнитом.

Извлечение металломагнитной примеси из пробы производят трижды. Собранную металломагнитную примесь помещают на часовое стекло и взвешивают на аналитических весах. Крупные металлические частицы переносят на миллиметровую бумагу и, пользуясь лупой, определяют максимальный размер в миллиметрах. Металлические частицы размером 0,5...2 мм взвешивают.

При **механическом способе** среднюю пробу комбикорма массой 1 кг засыпают в питатель включенного прибора ПФФ-2. После того как весь комбикорм пройдет через магнитное поле, прибор выключают. Задержанные частицы металломагнитной примеси снимают с экрана и переносят на бумагу. Взвешивание и определение металломагнитной примеси проводят так же, как и при ручном способе. Размер частиц определяют с помощью прибора ПИФ-2. Для этого выделенные металлические частицы раскладывают на предметном стекле и помещают в прибор. Измерение проводят на увеличительном экране, имеющем сетку с ценой деления 0,05 мм. Содержание металломагнитной примеси выражают в миллиграммах на 1 кг комбикорма.

Определение песка

Используют специальный прибор с углублением в краине. Навеску комбикорма массой 5 г помещают в сухой прибор, доливают 50 мл четыреххлористого углерода, закрывают пробкой и встряхивают в течение 5 мин. После этого поворачивают кран углублением вверх и оставляют в покое на 15 мин. Затем кран поворачивают на 90°, открывают верхнюю пробку и сливают жидкость. Собранную в уг-

лублинии крана минеральную примесь переносят в химический стакан.

Если нет специального прибора, то навеску комбикорма помещают в химический стакан и заливают 50 мл четыреххлористого углерода. Содержимое размешивают стеклянной палочкой. Затем стакан закрывают часовым стеклом и оставляют на 15 мин, после чего четыреххлористый углерод вместе с частицами комбикорма осторожно выливают из стакана.

В химический стакан с осажденным песком приливают 10 мл 10% -ного раствора соляной кислоты и нагревают в водяной бане в течение 15 мин, после чего кислоту выливают, а к осадку вновь приливают соляную кислоту и повторяют указанную обработку до тех пор, пока жидкость над осадком не обесцветится. Осадок переносят на фильтровальную бумагу и промывают его горячей водой.

Фильтр с осадком помещают в предварительно прокаленный и взвешенный фарфоровый тигель, подсушивают, а затем осторожно озоляют и прокаливают в течение 20 мин. Тигель с прокаленным осадком ставят в эксикатор на 20...30 мин для охлаждения до комнатной температуры, после чего взвешивают.

Содержание песка в комбикорме (%) рассчитывают по формуле

$$x = (m_1 \cdot m_2) / m \cdot 100,$$

где m — масса тигля с песком, г; m_1 — масса пустого тигля, г; m_2 — навеска комбикорма, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты.

Определение поваренной соли

Суть метода заключается в осаждении белковых веществ раствором азотной кислоты и титровании хлоридов в кислой вытяжке по Фольгарду. Предварительно устанавливают титры раствора нитрата серебра и роданида аммония.

Титр раствора нитрата серебра. В коническую колбу на 100 мл отмеривают бюреткой 20 мл 0,05 н. раствора хлорида натрия (калия), добавляют 4 капли 10% -ного ра-

створа хромата калия и титруют раствором нитрата серебра (при постоянном энергичном помешивании) до изменения цвета раствора со взмученным в нем осадком от лимонного до слабо-оранжевого. Поправку к титру 0,05 н. раствора нитрата серебра (T_1) вычисляют по формуле

$$T_1 = (a \cdot T)/a_1,$$

где a — количество 0,05 н. раствора хлорида натрия (калия), мл; T — титр 0,05 н. раствора хлорида натрия (калия), равный 1; a_1 — количество 0,05 н. раствора нитрата серебра, израсходованное на титрование, мл.

Титр раствора роданида аммония. В коническую колбу на 250 мл отмеривают 25 мл 0,05 н. раствора нитрата серебра, добавляют 2 мл насыщенного раствора железоаммонийных квасцов, 50...100 мл дистиллированной воды и титруют раствором роданида аммония до слабо-оранжевой окраски.

Поправку к титру раствора роданида аммония (T_2) вычисляют по формуле

$$T_2 = a_1 \cdot T_1/a_2,$$

где a_1 — количество 0,05 н. раствора нитрата серебра, мл; T_1 — поправка к титру 0,05 н. раствора нитрата серебра; a_2 — количество 0,05 н. раствора роданида аммония, израсходованное на титрование, мл.

Затем навеску комбикорма массой 2 г переносят в мерную колбу на 200 мл и наливают в нее 20 мл 10% -ного раствора азотной кислоты. Содержимое встряхивают, чтобы оно пропиталось кислотой, и приливают 100...120 мл дистиллированной воды. Раствор в колбе периодически взбалтывают в течение 5 мин, доводят до метки, перемешивают и затем дают раствору отстояться не менее 1 мин. Пипеткой на 50 мл отбирают 50 мл раствора над осадком и переносят в коническую колбу на 100 мл. К раствору добавляют 2 мл насыщенного раствора железоаммонийных квасцов и избыточное количество (5 или 10 мл) титрованного раствора нитрата серебра. Избыток нитрата серебра титруют 0,05 н. раствором роданида аммония при энергичном помешивании содержимого колбы до окраши-

вания раствора в слабо-оранжевый цвет, который не исчезает 10...15 с.

Содержание хлоридов (%) рассчитывают по формуле

$$x = (aT_1 - a_1T_2) \cdot 0,002922V \cdot 100 / (a_2m),$$

где a — количество 0,05 н. раствора нитрата серебра, добавленное к испытуемому раствору, мл; T_1 — поправка к титру нитрата серебра, 0,05 н. раствора; a_1 — количество 0,05 н. раствора роданида аммония, израсходованное на титрование, мл; 0,002922 — количество хлорида натрия, соответствующее 1 мл 0,05 н. раствора нитрата серебра, г; V — объем жидкости в мерной колбе, мл; 100 — коэффициент пересчета в проценты; a_2 — количество раствора, взятое для титрования, мл; m — масса навески, г.

Определение общей кислотности

Отвешивают 25 г комбикорма и вносят его в колбу на 500 мл, приливают 250 мл дистиллированной воды, содержимое взбалтывают в течение 10 мин, после чего оставляют в покое на 35 мин. Жидкость фильтруют через сухой фильтр. Первые порции фильтрата сливают, затем 25 мл фильтрата переносят в колбу на 100 мл и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина до слабо-розового окрашивания. При исследовании темноокрашенных растворов при титровании можно пользоваться в качестве индикатора 1%-ным раствором фенолфталеина.

Кислотность выражают в градусах и рассчитывают по формуле

$$x = 4 \cdot aK,$$

где 4 — коэффициент пересчета на 100 г комбикорма; a — количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованное на титрование, мл; K — поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора гидроксида натрия.

Определение неразмолотых семян культурных, сорных и ядовитых растений. Навеску комбикорма просеивают через сита с отверстиями 2 и 1 мм. Часть навески, оставшейся на ситах, переносят на стекло и отделяют целые

зерна культурных растений, плоды и семена сорняков и ядовитых растений.

Каждую из отобранных групп неядовитых семян, плодов и культурных растений взвешивают с точностью до 0,01 г, а семена и плоды ядовитых растений — с точностью до 0,001 г и вычисляют процентное содержание каждой группы в навеске.

Определение числа спор головни

Споры головни представляют собой коричневые, иногда сероватые шарообразные клетки, имеющие гладкую (у *Tilletia laevis*, *Ustilago lensenti*, *U. laevis*) или сетчато утолщенную (у *T. caries*) поверхность (рис. 18).

Навеску комбикорма в 10 г, измельченную до размера частиц в 1 мм, сушат при 100°C и тщательно распределяют в фарфоровой ступке.

Для равномерного распределения спор во время растирания добавляют в ступку небольшое количество эфира.

Берут 0,1 г растертого комбикорма в пробирку, приливают 10 мл 0,5% -ного раствора КОН, взбалтывают и нагревают на пламени горелки или спиртовки до получения прозрачного клейстера. В коллоидальном растворе крахмала споры головни распределяются равномерно, причем под влиянием раствора гидроксида калия темноокрашенные частицы просветляются.

Пробирку охлаждают под струей водопроводной воды. После тщательного взбалтывания берут пастеровской пипеткой каплю раствора, наносят ее на сетку счетной камеры Горяева, покрывают стеклом и рассматривают под микроскопом.

Подсчитывать споры головни необходимо при хорошем освещении по всей сетке при увеличении в 300 раз, пользуясь вогнутым зеркалом. После подсчета пробу из камеры смывают водой, вытирают камеру мягкой отбеленной тряпочкой (батист, полотно); отламывают у пипетки



Рис. 18

Споры головни:

1 — *Tilletia caries*; 2 — *Tilletia laevis*;
3 — *Ustilago lensenti*.

кончик с остатками крахмала и набирают новую пробу из пробирки.

Споры подсчитывают в 10 препаратах и выводят среднее число спор, приходящихся на один подсчет. Содержание спор головни (%) рассчитывают по формуле

$$x = (0,1A)/0,9,$$

где А — число спор в пересчете на одну сетку; 0,1 и 0,9 — коэффициенты для пересчета, установленные опытным путем при добавлении 0,1% спор головни к корму, свободному от них.

Определение частиц спорыньи

В пробирку помещают 1 г образца комбикорма, измельченного до размера частиц 1 мм, приливают 7 мл хлороформа (уд. вес 1,48) и 2 мл 95% -ного этилового спирта.

После отстаивания подсчитывают число всплывших частиц почти черного и сероватого цвета и определяют содержание спорыньи (табл. 57).

Принадлежность этих частиц к спорыньи проверяют под микроскопом, исследуя их в капле глицерина; при увеличении в 100...300 раз при наличии спорыньи под микроскопом видно характерное строение войлочной, или ложной, паренхимы, которая образуется сплетением грибных нитей. В поперечном разрезе можно видеть ложную паренхиму в виде тонкостенных или продолговатых клеток различной величины. Эти клетки — перерезанные гифы, между которыми имеются свободные межклеточ-

Таблица 57

Определение примеси спорыньи

Содержание спорыньи, %, до	Число всплывших частиц
1,0	30
0,5	15...18
0,25	8...10
0,12	4...6
0,06	2...3

ные пространства разных размеров. По периферии бывают заметны 1...2 ряда клеток фиолетового цвета. Под действием слабых кислот (соляной или серной) этот цвет переходит в красный.

Определение примеси семян ядовитых растений

Определить наличие семян ядовитых растений в комбикормах трудно, так как большинство семян и плодов при изготовлении комбикорма размельчается; поэтому проводят микроскопическое исследование комбикормов.

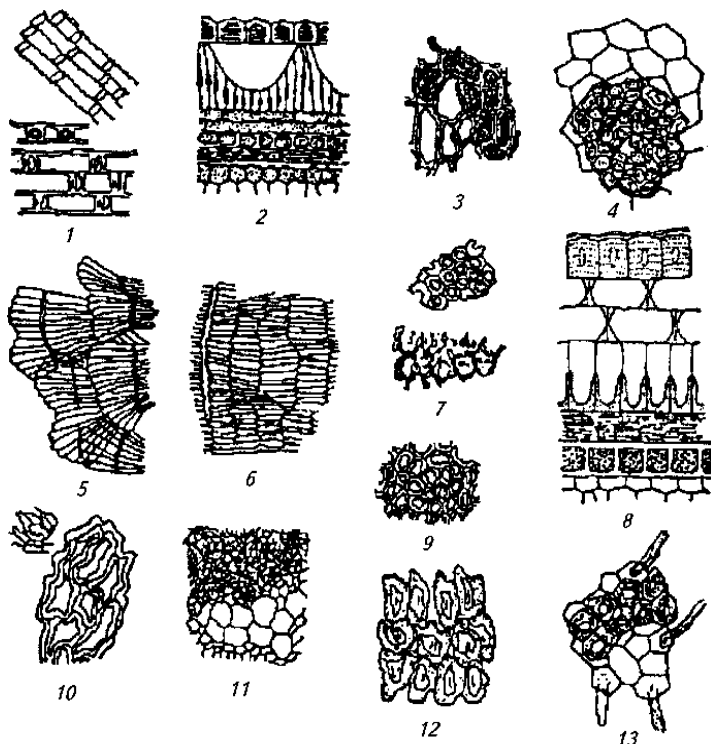


Рис. 19

Микроскопическое строение семенных оболочек сорных и ядовитых растений:

1 — плевел опьяняющий; 2 — горчица черная; 3 — белена черная; 4 — молочай; 5 — живокость; 6 — болиголов крапчатый; 7 — марьянник полевой; 8 — горчица белая; 9 — вязель разноцветный; 10 — паслен черный; 11 — чернушка полевая; 12 — куколь; 13 — рыжик.

С этой целью 5 г комбикорма, измельченного и просеянного через сито с отверстиями диаметром 1 мм, помещают в фарфоровую чашку, обливают 50 мл 10% -ного раствора азотной кислоты и нагревают до кипения. Жидкость осторожно сливают, а остаток несколько раз промывают горячей водой. Затем на остаток наливают 50 мл 1% -ного раствора КОН, нагревают до кипения, сливают щелочь и промывают остаток горячей водой.

На предметное стекло наносят каплю глицерина; препаратальной иглой в каплю вносят несколько частичек из обработанного кислотой и щелочью остатка, разравнивают и покрывают покровным стеклом. Препарат рассматривают под микроскопом при увеличении в 150...300 раз. Таких препаратов готовят десять. Устанавливают вид растения по частицам семенных оболочек (см. рис. 19).

ТЕМА 12

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КАЧЕСТВА МУЧНИСТЫХ КОРМОВ**

Цели занятия. Ознакомиться с методами оценки доброкачественности отходов мукомольной и крупяной промышленности.

Приборы и материалы. Лабораторные весы; пробирки; колбы конические на 100 и 250 мл; муфельная печь; фарфоровые тигли и чашки; воронки; водяная баня; обратный холодильник; шпатель; беззольные фильтры; газовая горелка или автоклав; 10% -ный раствор гидроксида натрия; 10% -ный раствор соляной кислоты; 0,1-ный раствор гидроксида натрия (калия); концентрированная серная кислота (плотность 1,84 г/см³); разведенная серная кислота в соотношении 1:2; 35% -ный и 96% -ный этиловый спирт; хлороформ; дистиллированная вода.

Содержание занятия. К мучнистым кормам относят побочные продукты (отходы) мукомольной и крупяной промышленности: муку, отруби (пшеничные, ржаные, ячменные, рисовые и др.), мучнистую пыль, гречневую и пшеничную мучку, просяной мучель. Основные показатели качества мучнистых кормов приведены в таблице 58.

Оценку качества мучнистых кормов начинают с осмотра на месте хранения. При этом оценивают такие показатели, как цвет, запах, вкус, влажность, а также отбирают среднюю пробу для лабораторного исследования.

Таблица 58

Требования, предъявляемые к качеству мучнистых кормов

Показатель	Отруби	Мука ржаная	Мука кормовая
Цвет и внешний вид	Коричнево-сероватый	Серовато-белый с заметными частицами оболочек	Коричнево-серый
Запах	Свойственный продукту		
Вкус	Без горьковатого или кисловатого привкуса	Слегка сладковатый без горького или кислого привкуса	Без горьковатого или кисловатого привкуса
Влажность, %, не более	15	15	15
Кислотность, градусов, не более	5	6	5
Зараженность амбарными вредителями	Не допускается		

Определение влажности муки

Влажность муки определяют приблизительно при осмотре на месте. Сухая мука, сжатая в горсть, слегка хрустит и в руке сжимается в комок, который легко распадается при надавливании пальцами; влажная мука также образует комок, однако не рассыпающийся при надавливании.

Влажность мучнистых кормов в лабораториях определяют теми же методами, что и влажность зерна или комбикормов.

Определение свежести муки

В широкую пробирку насыпают около 2 г муки и приливают 5 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия (калия). Через 10 мин слегка подогревают пробирку (не более 30°C) для разжижения образовавшегося клейстера и

приливают по каплям серную кислоту, разведенную водой в соотношении 1:2.

Свежая мука пахнет клейстером и имеет кислотность не выше 5°, испорченная мука пахнет сероводородом.

Определение сорной примеси в мучнистых кормах

Сорные примеси в отрубях и муке бывают минеральными (песок, земля, известь и др.) и растительными (спорынья, куколю, головня, плевел опьяняющий, горчак); все они вредны для животных.

Содержание **минеральной примеси** в мучнистых кормах определяют по нерастворимой в соляной кислоте части золы: навеску отрубей или муки (2...3 г) помещают в фарфоровый тигель и сжигают в муфельной печи при температуре 550...600°C. Зола заливают 10% -ным раствором соляной кислоты для удаления минеральных составных частей отрубей или муки. Остаток переносят на беззольный фильтр, который помещают в фарфоровый тигель, подсушивают, сжигают, прокачивают и взвешивают.

Содержание минеральной примеси (%) определяют по формуле

$$x = m_1 \cdot 100/m,$$

где m_1 — масса остатка после прокачивания, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты; m — масса навески корма, г.

В мучнистых кормах минеральных примесей должно содержаться не более 0,8%. При содержании примесей в больших количествах корма необходимо очищать, а если сделать это невозможно, то количество кормов животным следует ограничить.

Для определения **куколя** берут навеску 10...20 г и обрабатывают горячей смесью из 4 частей хлороформа и 1 части спирта. Полученную вытяжку фильтруют, а фильтрат испаряют. При наличии куколя на дне чашки остается белый осадок. Если прибавить к осадку несколько капель химически чистой серной кислоты плотностью 1,84 г/см³, осадок окрасится в желтый цвет, переходящий в коричневый или слабо-розовый, а затем в буро-красный.

При определении **плевела опьяняющего** в колбу помещают 10 г исследуемой муки, приливают 100 мл 35%-ного спирта и, присоединив колбу к обратному холодильнику, нагревают ее в водяной бане при температуре воды 75... 85°C. Через 1 ч жидкость фильтруют. Вытяжка из муки с примесью плевела опьяняющего будет иметь зеленоватый цвет, неприятный запах и горький вкус.

Определение плесеней в мучнистых кормах

В коническую колбу на 100 мл наливают 50 мл воды, закрывают ватной пробкой, кипятят или помещают на 30 мин в автоклав при 130°C. После охлаждения в колбу обожженным шпателем или ложкой всыпают пробу муки или отрубей до получения густой кашицы. Колбу закрывают обожженной ватной пробкой и оставляют при комнатной температуре. Если в пробе содержится большое количество спор плесеней, через 24 ч появляются неприятный затхлый или кислый запах, ясно ощутимый при открывании колбы, и налет плесени на поверхности корма.

Т Е М А 13

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КАЧЕСТВА ГРУБЫХ КОРМОВ**

Цели занятия. Ознакомиться с методами определения качества грубых кормов — сена, соломы, мякины.

Приборы и материалы. Весы технические и аналитические; сушильный шкаф; эксикатор; бюксы стеклянные или металлические; ножницы (нож); водяная баня; печь муфельная лабораторная; палочка стеклянная с оплавленным концом; стаканы стеклянные лабораторные на 200 и 1000 мл; мерные цилиндры на 50 и 550 мл; пипетка мерная на 10 мл; колба мерная на 1000 мл; воронка стеклянная диаметром 5 см; промывалка стеклянная лабораторная; тигель фарфоровый; бумага фильтровальная; фильтр беззольный диаметром 7 см; вытяжной шкаф; набор сит; лупа; хлорид кальция; четыреххлористый углерод (плотность — 1,59 г/см³) или хлороформ (плотность — 1,48 г/см³); 10% - ный раствор соляной кислоты; нитрат серебра; кислота азотная; вода дистиллированная.

Содержание занятия**Предварительное исследование качества сена**

Проводят непосредственно на месте его хранения, обращая внимание на следующие показатели.

Однородность. Часто в одном месте хранят сено разного качества из разных партий и разных мест. Дать общую

оценку такого сена невозможно. В этих случаях оценивают каждую партию отдельно.

Влажность можно определить органолептически при известном навыке с точностью до 1%, чего вполне достаточно для практической работы.

Сухое сено (влажностью не более 15%) при скручивании в жгут издает своеобразный треск, кажется жестким, рукой не ощущается влажность или прохлада, при сгибании и разгибании пучка он быстро переламывается.

Сено средней сухости (влажностью не более 17%) при скручивании в пучок не трещит и на ощупь кажется мягким. При сжатии сена ладонью ощущается некоторая прохлада, при скручивании пучок разламывается не целиком.

Влажное сено (влажностью 17...20%) при скручивании в пучок не издает никакого звука; свитый жгут выдерживает многократные перекручивания и сгибания; при сжатии пучка в ладони ощущается свежесть.

Сырое сено (влажностью 20...23%) при скручивании в пучок выделяет влагу.

При определении влажности прессованного сена обращают внимание на боковые поверхности тюка. У тюка сена повышенной влажности они не пушатся и кажутся сглаженными. Оттянутая проволока на сухом тюке возвращается при отпуске на прежнее место; на влажном тюке натяжение проволоки уменьшается и на месте ее прилегания бывает виден ржавый след.

Тюк сухого сена, сброшенный со скирды или с воза, подскакивает, как мяч; тюк сырого сена ложится пластом.

Цвет. Сено, убранное по всем правилам, имеет зеленый цвет; сено с преобладанием злаков — сероватый оттенок; пырейное и житняковое — синевато-желтый; бобовое — буровато-зеленый; люцерновое — ярко-зеленый. Цвет прессованного сена определяют во внутренних слоях кипы.

Запах. При оценке запаха прессованного сена тюк ставят на узкое ребро и распиливают его между упаковочными проволоками. В доброкачественном сене запах опилок приятный; в плесневелом, мокром — неприятный.

Время уборки. Об этом судят по наличию в сене цветков или семян, а отчасти — по цвету. У сена, убранного вовремя (неперестоявшего), в цветочных пленках у злаков и в цветках у бобовых встречаются тычинки. Если сено скошено с небольшим запозданием, в нижних колосках соцветий находят несформировавшиеся семена, а у бобовых семена обнаруживают лишь в одном-двух нижних соцветиях. Своевременно убранное осоковое сено не содержит семенных мешочков. Перестоявшее сено имеет вполне созревшие семена злаков, нижняя часть стеблей их бывает соломенно-желтого или бурого цвета. От перестоявшего сена важно отличать сено, высохшее на корню. Такое сено светло-желтого цвета, с легкими ломкими стеблями, без листьев. Кормовая ценность высохшего на корню сена такая же, как у соломы.

Для установления периода уборки можно руководствоваться еще следующими признаками:

- сено *весеннего укоса* ярко-зеленого цвета, приятного запаха, содержит цветы весенней флоры (лютики, незабудки), злаки в фазе колошения и стебли имеют зеленый цвет;
- сено *позднего весеннего укоса* содержит отцветшие части бобовых соцветий у разнотравья и вполне распустившиеся соцветия у злаков, желтовато-зеленого цвета, отличается меньшей ароматностью;
- в сене *летнего укоса* стебли и листья злаков бледно-желтого цвета (соломистого), имеются вполне зрелые семена, запаха нет;
- *отавное сено* состоит исключительно из листьев, стебли встречаются редко, желтовато-зеленого или зеленого цвета, без цветущих растений, лишено запаха, вследствие большого содержания влаги плохо сохраняется.

Взятие средней пробы сена

После осмотра на месте отбирают среднюю пробу сена для лабораторного анализа. Средняя проба должна полностью отражать качество исследуемого сена. Нельзя брать среднюю пробу из разнородного сена.

Среднюю пробу однородного сена следует брать из каждой партии. От каждых 25 т непрессованного сена однородной партии отбирают пробу массой не менее 5 кг, которую составляют из отдельных выемок по 200...250 г, взятых из 20 различных участков скирды.

Образец прессованного сена берут в партии до одного вагона (платформы) из 3% кип, в больших партиях — из 1% кип. Для взятия образца проволоку с кипы осторожно снимают и, стараясь избегать разрыва трав и образования трухи, отбирают из каждой кипы по пласту; при этом из первой кипы берут пласт с края, из второй — рядом с крайним, из третьей — следующий пласт и т. д.

Пучки или пласты сена, взятые из разных мест, складывают на брезенте тонкими слоями один на другой. Затем сено осторожно перемешивают и выбирают крупные стебли растений, комки земли или навоза.

При этом устанавливают, являются примеси такого рода случайными или они характерны для всей партии сена. Случайные примеси отбрасывают, а если их много, взвешивают и включают в несъедобную часть сена.

Из разных мест перемешанного образца берут не менее 500 г сена для определения ботанического состава. Образцы берут не менее чем из 10 мест по 50...70 г так, чтобы под взятым пучком не оставалось частиц сена и трухи.

Образец осторожно, не перегибая по длине и не надавливая, закатывают в бумагу или полотно — его нельзя упаковывать в мешок. Одновременно из разных мест среднего образца помещают не менее 300 г сена в плотно закрывающуюся стеклянную банку для определения влажности лабораторным путем.

Пересылка проб и образцов сена

Пробы или образцы сена, пересылаемые с нарочным или почтовыми посылками, должны быть в упаковке, предохраняющей сено от переламывания и превращения в труху. Лучше всего упаковывать завернутую трубкой пробой или образец в дощатый или фанерный ящик соответствующей длины. Туда же помещают банку с пробой для определения влажности.

К каждой пробе сена, посылаемой для исследования, прикладывают сопроводительную записку, в которой указаны:

- вид корма;
- когда, кем и откуда взят корм;
- почему образец или пробу посылают на исследование;
- какая клиническая и патологоанатомическая картина наблюдалась у животных, заболевших после поедания посылаемых кормов;
- каковы условия хранения корма;
- почтовый и телеграфный адрес отправителя;
- дата, должность и подпись лица, направляющего корм на анализ.

Определение влажности сена

Доставленную пробу сена быстро измельчают острыми ножницами на кусочки длиной 0,5...1 см.

Резку перемешивают, отвешивают 3 раза по 5 г и помещают в высушенные, охлажденные и взвешенные бюксы.

Навески высушивают в сушильном шкафу при температуре 130°C в течение 40 мин. После этого бюксы взвешивают и узнают количество испарившейся влаги.

Разница в определении влаги в параллельных пробах не должна превышать 1%.

За величину влажности принимают среднюю из трех параллельных проб.

Для вычисления содержания влаги (%) используют формулу

$$x = (m - m_1) \cdot 100/A,$$

где m — масса навески до высушивания, г; m_1 — масса навески после высушивания, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты.

Определение сорной примеси сена

Образец сена осторожно взвешивают (с точностью до 1 г), затем встряхивают над брезентом или плотной бумагой. Частицы размером 2...3 см отбирают руками. Оста-

ток на брезенте или бумаге просеивают через сито с круглыми отверстиями диаметром 3 мм.

Собранную под ситом сорную примесь (из глинистых частиц, песка и измельченных растительных частиц) взвешивают на технических весах с точностью до 0,1 г и выражают в процентах к массе образца.

Ботанический состав сена

Оставшуюся после отделения сорной примеси часть образца массой 100...300 г (в зависимости от крупности сена) разбирают на группы:

- злаковые растения;
- бобовые растения;
- прочие съедобные растения;
- несъедобные растения;
- ядовитые и вредные растения.

Каждую группу взвешивают отдельно и выражают в процентах к массе общей навески, причем при определении ядовитых и вредных растений доли процентов до 0,05 отбрасывают, доли больше 0,05 приравнивают к 0,1; по остальным группам доли процентов до 0,5 отбрасывают, доли более 0,5 приравнивают к единице.

Зная ботанический состав сена, можно определить его тип, подтип и класс в соответствии с требованиями.

Отличительными особенностями злаков являются:

- стебель (соломина) в поперечном разрезе круглый или слегка сжатый с боков, внутри полый, с узлами;
- листья узкие, с влагалищем в пазухе, на границе листа с влагалищем у большинства злаков находится пленчатый придаток;
- цветки — колос и метелка; у колоса цветки сидят непосредственно на стержне, а у метелки — на веточках;
- плод — семя.

Для бобовых растений характерны:

- толстые ветвистые, иногда вьющиеся стебли;
- мелкие, короткие, но широкие листья, расположенные в виде колосьев, кистей, головок;
- плоды — бобы.

При ботаническом анализе сена определяют прежде всего количество несъедобных растений. К ним относят: бодяк (*Cirsium* L.), колючие виды, вахту трилистную (*Menyanthes trifoliata* L.), зверобой (*Hypericum* L.), зюзник (*Lycopus* L.), камыши (*Scirpus* L.), ключник (*Onopordon acanthium* L.), льянку обыкновенную (*Linaria vulgaris* Mill.), лук, чеснок (*Allium*), мытник (*Pedicularis* L.), мхи (*Musci*), осоку пузырчатую (*Carex vesicaria* L.), осоку береговую (*C. riparia* Curt.), осоку дернистую (*C. claspitosa* L.), осоку нитевидную (*C. lasiocarpa* Ehrh), полынь мелкую (*Artemisia* L.), папоротники (*Polypodiaceae*), таволгу вязолистную (*Filipendula ulmaria* Max.), чертополох (*Carduus* L.), щавель (*Rumex* L.), хвощ (*Equisetum* L.).

Особое значение при оценке доброкачественности сена и травостоя пастбища придают ядовитым и вредным растениям.

Для удобства изучения, быстрого и точного определения морфологических особенностей ядовитые растения группируют по клинической картине вызываемых ими отравлений (по Гусынину).

Растения, вызывающие преимущественно поражение центральной нервной системы

Белена черная (*Hyoscyamus niger* L.) (рис. 20). Стебель толстый, пушистый, ветвистый, клейкий от железистых волосков, высотой 25...30, иногда до 80 см. Листья крупные, продолговато-яйцевидной формы, крупновыемочные, верхние сидячие, охватывающие стебель, нижние черешковые, покрыты волосками с обеих сторон. Цветки крупные, почти сидячие. Плод — двухкамерная кувшинообразная коробочка с открывающейся наверху крышечкой. Семена почковидной, иногда округло-четырехугольной формы, желтовато-серого или серовато-черного цвета. Встречается на лугах вблизи жилья. Ядовиты все части растения.



Рис. 20
Белена черная



Рис. 21
Дурман
обыкновенный

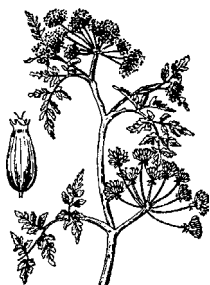


Рис. 22
Вех ядовитый



Рис. 23
Омежник

Дурман обыкновенный (*Datura stramonium* L.) (рис. 21). Стебель вильчато-ветвистый, снизу округлый, вверху угловатый, полый, высотой до 1 м. Листья большие, с черешками, яйцевидной формы, крупнозубчатые, заостренные, с более светлоокрашенной нижней стороной. Цветки крупные (длиной до 8... 10 см), кувшинообразные, с глубокой пятигранной чашечкой, на коротких ножках, расположены в развилинах стебля. Плод — четырехстворчатая коробочка, покрытая шипами. Семена почковидной формы, сплюснутые, с поверхности мелкосетчатые. Встречается на пустырях, по запущенным полям. Ядовиты все части растения.

Вех ядовитый (*Cicuta virosa* L.), или цикута (рис. 22). Стебель высотой до 1 м, полый в междоузлиях, наверху ветвистый, у самого основания резко утолщенный, переходит в короткое цилиндрическое корневище с характерными поперечными камерами на разрезе. Листья крупные, дважды и трижды рассеченные, на круглых полых черешках, при высыхании коричневого цвета. Все растение издает своеобразный запах, напоминающий запах петрушки. Цветки мелкие, собраны в 10...15 зонтиков на концах лучей зонтика. Плод мелкий, двойная семянка шаровидной формы. Встречается на сырых и болотистых участках. Ядовиты все части растения.

Омежник (*Oenanthe aquatica* L.), или конский укроп (рис. 23). Стебель высотой до 1 м, сильноветвистый, с широко раздвинутыми ветвями; междоузлие и черешки дугообразно изогнуты. Воздушные листья дважды и трижды разделен-

ные, с мелкими перистонадрезными долями; подводные листья длинные, нитевидные. Цветки мелкие, белые, собранные в зонтики, которые сидят против листьев. Встречается в болотном сене.

Растения, вызывающие возбуждение центральной нервной системы и одновременно действующие на сердце, пищеварительный тракт и почки

Полынь таврическая (*Artemisia taurica* L.) (рис. 24). Стебель высотой 20... 40 см, опушенный. Листья дважды перисторассеченные на линейные или нитевидные доли, нижние стеблевые — черешковые, средние — сидячие, самые верхние — цельнокрайние. Соцветие — длинная узкопирамидальная, направленная вверх метелка. Цветочные корзинки очень мелкие, одиночные, яйцевидные. Встречается в степном сене, главным образом Прикаспийской низменности и Дагестана.

Лютик острый (*Ranunculus acer* L.) (рис. 25). Стебель высотой 20...80 см, прямой, ветвистый, покрыт волосками. Нижние листья пятиугольные, пальчатораздельные, с ромбическими долями, черешковые; верхние листья трехраздельные, с линейными долями; при высыхании принимают буро-зеленую окраску. Цветки золотисто-желтые, на длинных цветоножках, с пятилистной чашечкой и пятью лепестками. Плоды — голые семянки, чечевицеобразные или сжатые с боков. Встречается в сене с сырых, заболоченных лугов и лесных полян.

Лютик ползучий (*Ranunculus repens* L.) (рис. 26). Стебель ветвистый, длиной 20...60 см, со стелющимися и укореняющимися в узлах побегами. Листья нижние черешковые, с тремя обратнойцевидными долями; верхние про-



Рис. 24
Полынь
таврическая



Рис. 25
Лютик
острый



Рис. 26
Лютик
ползучий

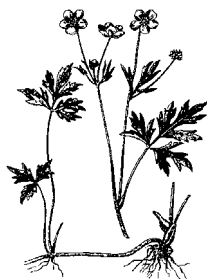


Рис. 27
Лютик ядовитый

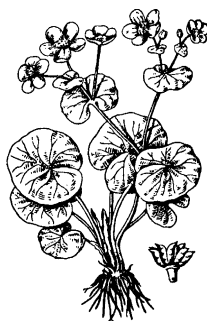


Рис. 28
Калужница
болотная



Рис. 29
Ветреница-сон

долговатой формы, цельные, сидячие. Цветки желтые, на длинных цветоножках, с пятью лепестками. Плод — семянка с длинным носиком. Встречается в сене с сырых лугов.

Лютик ядовитый (*Ranunculus sceleratus* L.) (рис. 27). Стебель прямой, полый, бороздчатый, ветвистый, высотой до 50 см. Листья узкие, ланцетовидные, сверху острошероховатые. Соцветие — сложный колос, как у пырея, с колосками 1...1,5 см и с остями такой же длины. Колосок обращен к стеблю ребром и имеет лишь одну (наружную) колосковую чешуйку. Плод — зерновка длиной 5...6 мм, заключен в чешуйку. Ядовиты семена. Встречается в сене посевных злаков, особенно в дождливые годы.

Калужница болотная (*Caltha palustris*) (рис. 28). Стебель высотой 15...50 см, часто слегка стелющийся. Листья почковидные и сердцевидные, прикорневые на длинных черешках, верхние почти сидячие. Цветки крупные, желтые, пятилепестковые (похожи на цветки лютиков, но без чашечек). Ядовиты все части растения. Встречается в сене с сырых участков.

Ветреница-сон (*Anemone patens* L.) (рис. 29). Стебель высотой 10...20 см, мохнато-пушистый. Листья прикорневые дланевиднорассеченные, появляются после цветения; вместо стеблевых листьев имеются узкие дольки, расположенные вокруг стебля и сросшиеся при основании. Цветки в виде шестилепестковой чашечки, сине-фиолетовые. Ядовиты все части растения. Встречается в лесном сене.

Растения, вызывающие угнетение и паралич центральной нервной системы

Мак-самосейка (*Papaver rhoeas* L.) (рис. 30). Стебель высотой 30...50 см, круглый, покрыт волосками. Листья перистораздельные, с пильчатыми краями, покрыты волосками, сохраняют зеленую окраску и при высыхании. Цветки ярко-красные, крупные, одиночные из четырех свободных лепестков на длинных цветоножках. Плод — шарообразная коробочка с лучистой крышкой. Ядовиты зеленые и спелые коробочки с семенами, листья и стебель. Встречается на полях в залежном сене.



Рис. 30
Мак-самосейка

Плевел опьяняющий (*Lolium temulentum* L.) (рис. 31). Стебель — соломина высотой 30...100 см, в верхней части прямой, а в нижней части коленчато-изогнутый, довольно толстый. Листья узкие, ланцетовидные, вверху острошероховатые. Соцветие — сложный колос, как у пырея, с колосками 1...1,5 см и с остями такой же длины. Колосок обращен к стеблю ребром и имеет лишь одну (наружную) колосковую чешуйку. Плод — зерновка длиной 5...6 мм, заключен в чешуйку. Ядовиты семена. Встречается в сене посевных злаков, особенно в дождливые годы.



Рис. 31
Плевел
опьяняющий

Чистотел большой (*Chelidonium majus* L.) (рис. 32). Стебель высотой до 60 см, ветвистый, с редкими волосками. Листья нижние перистые, верхние — перистораздельные, с округлыми или яйцевидными участками. Цветки собраны зонтиком, некрупные, с двулистной чашечкой и четырехлепестковым вен-



Рис. 32
Чистотел большой

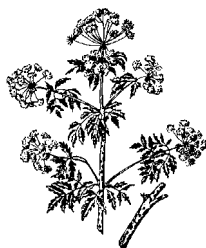


Рис. 33
Болиголов
крапчатый



Рис. 34
Бутень

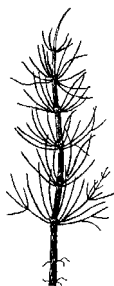


Рис. 35
Хвощ
топяной



Рис. 36
Хвощ
болотный

чиком. Плод длиной до 5 см. Встречается в сене с сырых лугов и лесных полян (порубок).

Болиголов крапчатый (*Conium maculatum* L.) (рис. 33). Стебель высотой 1...2 м, полый, у основания — краснопятнистый. Листья тройкоперисторассеченные; нижние — черешковые; верхние — сидячие, с влагалищами. Цветки мелкие, белые, собраны в сложные зонтики. Плод двойной, яйцевидно-шаровидной формы, с извилистыми ребрышками. Ядовиты листья, стебли и особенно семена.

Бутень (*Chaerophyllum temulum*) (рис. 34). Стебель высотой 40...120 см, полый, сверху с гранями, под узлами утолщенный, с обращенными книзу волосками. Листья треугольные, двояко- и тройкоперистые, с перисторассеченными листочками, при высыхании сохраняют светло-зеленую окраску. Соцветие — сложный 6...12-лучевой зонтик. Цветки белые, мелкие. Плод двойной, линейный, длиной 2...6 мм, голый. Встречается в сене с пустырей и иногда — в лесном.

Хвощ топяной (*Equisetum limosum* L.) (рис. 35). Стебель высотой 30...100 см, маловетвистый, толщиной около 5...6 мм, с 15...30 неясными бороздками. Вместо листьев 6...7 кольчато расположенных ветвей, направленных вверх. Спорангии в виде тупоконечного колоса. Ядовит для лошадей. Встречается в сене с заболоченных и затопляемых участков.

Хвощ болотный (*Equisetum palustre* L.) (рис. 36). Стебель ветвистый,

высотой 20...60 см, толщиной до 4 мм, с 8...10 глубокими бороздами. Вместо листьев — кольчато расположенные ветви. Встречается в сене с заливных лугов.

Растения, вызывающие угнетение и паралич центральной нервной системы и одновременно действующие на пищеварительный тракт и сердце

Безвременник (*Colchicum autumnale* L.), или осенник, зимовник (рис. 37). Стебель подземный, короткий (до 15 см), при основании утолщен в клубень и окружен влагалищами старых листьев. Листья широкие, ланцетные и ланцетно-линейные, охватывающие влагалищами друг друга, при высыхании буро-желтой окраски. Цветки воронковидные, из шести лепестков, расположены в пазухах листьев, при высыхании грязно-желтого цвета. Плод — трехгнездная коробочка коричневого цвета. Ядовиты семена и цветущие части растения. Встречается в луговом сене.



Рис. 37
Безвременник

Живокость (*Delphinium* L.), или рогатый василек (рис. 38). Стебель высотой 15...45 см, ветвистый. Листья темные, разделены на 2...3 линейные заостренные доли. Цветки фиолетово-синие, довольно крупные, неправильные, один лепесток вытянут в длинную шпору. Семена обратно яйцевидной формы, серо-черного цвета, покрыты чешуйками. Ядовиты семена. Встречается в залежном сене на полях, чаще в озимых посевах.

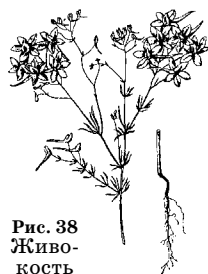


Рис. 38
Живокость

Термопсис ланцетовидный (*Thermopsis lanceolata* R.) (рис. 39). Стебель высотой 25...30 см, прямой. Листья пальчато-тройчатые, на коротких че-



Рис. 39
Термопсис ланцетовидный



Рис. 40
Чемерица белая



Рис. 41
Чемерица черная



Рис. 42
Борец

решках. Цветки крупные, желтые, собраны в верхушечную рыхлую кисть. Плод — боб, продолговатый или слегка изогнутый. Семена почковидные, темно-коричневого цвета, длиной до 3 мм. Встречается в сене с низких мест и с заливных лугов, а также в пшеничной соломе.

Чемерица белая (*Veratrum album* L.) (рис. 40). Стебель высотой до 1 м, толстый, круглый, полый, в верхней части пушистый. Листья в нижней части стебля широкоовальные. Цветки с шестью лепестками на короткой цветоножке, собраны в длинное метельчатое соцветие на верхушке растения. Плод — коробочка. Ядовито все растение, особенно корневище. Встречается в луговом (с влажных участков) и лесном сене.

Чемерица черная (*Veratrum nigrum* L.) (рис. 41). Стебель такой же, как и у чемерицы белой. Листья нижние широкоовальные, верхние — линейно-ланцетные, голые. Цветки собраны в такое же соцветие, как и у чемерицы белой, но посажены более тесно, темно-коричневого цвета. Плод — коробочка. Ядовиты все части растения. Встречается в лесном, горном и луговом сене.

Борец (*Aconitum* L.) (рис. 42). Стебель высотой до 150 см, округлый, голый, простой или ветвистый, покрыт волосками. Листья крупные, черешковые, трижды рассеченные, средняя доля трехраздельная, боковые — двураздельные. Соцветие — кисть. Цветки крупные, с темно-фиолетовой чашечкой неправильной формы: верхний ее лепесток крупный, в виде шлема, прикрывающе-

го более мелкие средние обратно яйцевидные листки. Венчик состоит всего из двух лепестков, превращенных в узкие рожки-нектарники, глубоко спрятанные в шлеме. Плод — листовка. Ядовиты все части растения. Встречается повсюду.

Растения, вызывающие преимущественно поражение органов дыхания и пищеварительного тракта

Гулявник ядовитый (*Sisymbrium tohorphyllum*) (рис. 43). Стебель высотой 15...45 см, нижняя часть покрыта пушком, верхняя часть голая. Прикорневые и нижние листья продолговатые, выемчато-зубчатые, суженные в черешок; стеблевые листья сидячие, ланцетные, остроконечные. Цветки мелкие, белые, собранные в кисть. Плод — узколинейный сплюснутый стручок. Семена мелкие, яйцевидные, красновато-бурого цвета. Ядовиты все части растения. Встречается повсюду.



Рис. 43
Гулявник
ядовитый

Жеруха лесная (*Nasiurcium silvestre* R. Br.) (рис. 44). Стебель высотой 50 см и более. Листья перистые, рассеченные на крупные доли. Цветки желтые. Плод — линейный (вытянутый) стручок. Семена округлой формы, мелкие, слегка сплюснутые, с мелкобугорчатой поверхностью, серовато-бурого цвета. Встречается в сене с сырых лугов.

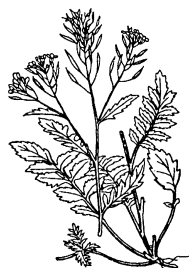


Рис. 44
Жеруха лесная

Растения, вызывающие преимущественно поражение желудочно-кишечного тракта

Молочай обыкновенный (*Euphorbia esula* L.) (рис. 45). Стебель одиночный, высотой 20...50 см. Листья очередные, обратно линейно-ланцетные. Цветки голые, без околоцветников. Плод — коро-



Рис. 45
Молочай
обыкновенный



Рис. 46
Молочай
кипарисовый



Рис. 47
Паслен
сладко-горький



Рис. 48
Паслен
черный



Рис. 49
Белокрыльник

бочка с бугорчатой поверхностью. Ядовиты надземные части растения. Встречается в луговом и лесном сене.

Молочай кипарисовый (*Euphorbia cyparissias* L.) (рис. 46). Многолетнее растение. Стебель высотой 15...30 см, с многочисленными бесплодными веточками. Листья очередные, узколинейные, при основании немного суженные, сидящие на верхней части стебля. Соцветие — метелка, ветви ее заканчиваются полузонтиком с двумя верхушечными листьями у каждого разветвления. Встречается в степном, залежном и лесном сене.

Паслен сладко-горький (*Solanum dulcamara* L.) (рис. 47). Стебель длиной от 50 см до 3 м, деревенеющий. Листья продолговатые, цельные, с одной, чаще с двумя дольками при основании. Цветки фиолетовые. Плод — удлинённая ягода красного цвета. Встречается в сене, собранном среди кустарников; на берегах рек, прудов, ручьев.

Паслен черный (*Solanum nigrum* L.) (рис. 48). Стебель высотой 20...50 см, ветвистый, травянистый, с гранями, голый или слабоопушенный. Листья черешковые, яйцевидные, цельнокрайние или выемчато-зубчатые. Цветки мелкие, собраны по 3...5 в завитки, с венчиком из 5 лепестков, свободных почти до основания. Плод — круглая ягода величиной с горошину, черного цвета. Встречается в сене.

Белокрыльник (*Calla palustris* L.) (рис. 49). Стебель высотой 15...50 см. Листья крупные, яйцевидные и яйцевидно-сердцевидные. Цветки мелкие, собраны в виде початка с покрывалом,

внутри белого, а снаружи зеленого цвета. Плод — сухая красная ягода. Ядовиты все части растения. Встречается в болотном сене.

Пролеска многолетняя (*Mercurialis perennis* L.) (рис. 50). Стебель высотой 20...30 см, прямой, цилиндрический, снизу безлистный, сверху со сближенными парами листьев. Листья супротивные, продолговато-яйцевидной формы, с ланцетными прилистниками и черешками, городчато-пильчатые. Цветки мелкие, собраны в колосья на длинных цветоножках, с трех-, четырехразделенными околоцветниками. Плод — коробочка. Встречается в лесном сене.



Рис. 50
Пролеска
многолетняя

Растения, вызывающие преимущественно поражение печени

Крестовник Якоба (*Senetrio Jacobeae* L.) (рис. 51). Стебель высотой 20...60 см, прямой, сверху ветвистый, паутинисто-шерстистый. Листья нижние с черешками, лировидно-перистонадрезные; стеблевые сидячие, перистораздельные или шерстистые при основании. Цветки мелкие, желтые, собраны в головки, образующие метелку. Встречается в луговом сене и в сене с открытых полей.



Рис. 51
Крестовник Якоба

Горчак (*Centaurea picris*) (рис. 52). Стебель высотой 30...50 см, ветвистый, густооблиственный, покрыт волосками. Имеется длинное ползучее корневище. Листья сидячие, ланцетные или линейно-ланцетные; верхние цельнокрайние, нижние зубчатые, полустеблеобъемлющие. Соцветия — головки, собранные в щитовидную метелку. Ядовиты для ло-

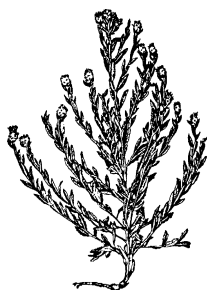


Рис. 52
Горчак

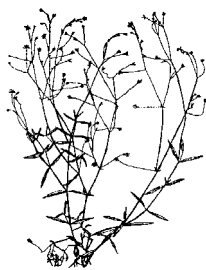


Рис. 53
Звездчатка



Рис. 54
Авран аптечный



Рис. 55
Чистец прямой

шадей. Другие виды животных поедают горчак без вреда. Встречается в сене с солонцовых участков, с залежей в южных, юго-восточных районах России, в Средней Азии.

Звездчатка (*Stellaria*) (рис. 53). Стебель длиной 15...60 см, тонкий, слабый, стелющийся, четырехгранный, сохраняет в сене зеленый цвет. Листья супротивные, цельные, цельнокрайние, мелкие, ланцетовидные, при основании реснитчатые. Цветки мелкие, собраны в виде полусонтика, с 5 двураздельными лепестками. Плод — продолговатая коробочка из 3 створок. Ядовиты надземные части растения. Встречается в луговом сене.

Авран аптечный (*Gratiola officinalis* L.) (рис. 54). Стебель высотой 50...60 см, прямой, вверху четырехгранный. Листья супротивные, ланцетовидные, нижние с пятью жилками, верхние с тремя; редко пильчатые. Цветки одиночные, на длинных цветоножках, с пятираздельной чашечкой. Плод — острая яйцевидная коробочка. Ядовиты надземные части растения. Встречается в сене с сырых лугов.

Чистец прямой (*Stachys recta* L.) (рис. 55). Стебель высотой до 75 см, ветвистый, покрыт волосками. Листья верхние яйцевидно-лапчатые, остроконечные, сидячие; нижние — продолговато-ланцетные, с черешками. Цветки мелкие, длиной 1...2 см, двугубые, собраны по 6...12 в длинный колос. Плод ореховидный. Встречается в степном и горном сене.

Чистец однолетний (*Stachys anna* L.) (рис. 56). Стебель высотой до 40 см, тон-

кий, голый или слабоволосистый в верхней части. Листья нижние черешковые, продолговато-эллиптические; верхние — ланцетные, острые, сидячие, мягковолосистые. Цветки на коротких цветоножках, с маленькими волосистыми прицветниками, двугубые. Плод ореховидный. Встречается в степном и горном сене. Ядовиты все надземные части растения. Особенно ядовиты для лошадей.

Кокорыш (*Aethusa cynapium* L.), или собачья петрушка (рис. 57). Стебель высотой 40...100 см, прямой, ветвистый, круглый, почти гладкий, полосатый, с мучнистым налетом. Листья двояко- и тройкоперистые, как у обыкновенной петрушки; при высыхании темно-зеленые. Цветки очень мелкие, собраны в зонтики, у основания которых по три листочка, обращенных в одну сторону и более длинных, чем цветки (это отличие от обыкновенной петрушки). Плоды мелкие, яйцевидно-шаровидные, с острыми ребрами. Встречается на сорных местах, в бурьянистом сене и в сене с лесных полей. Ядовиты все надземные части растения.

Мордовник (*Echinops ritro* L.) (рис. 58). Стебель высотой 30...60 см. Листья сидячие, очередные, с губокопильчатыми краями. Цветки в виде корзинки. Ядовиты главным образом плоды. Встречается в степном сене.

Определение спорыньи, ржавчины и головни в сене

Пробу или образец сена в лаборатории встряхивают над листом белой бумаги, выпавшие мелкие частицы перебирают скальпелем или шпателем.



Рис. 56
Чистец
однолетний

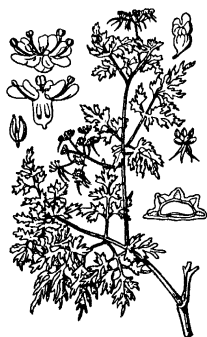


Рис. 57
Кокорыш



Рис. 58
Мордовник

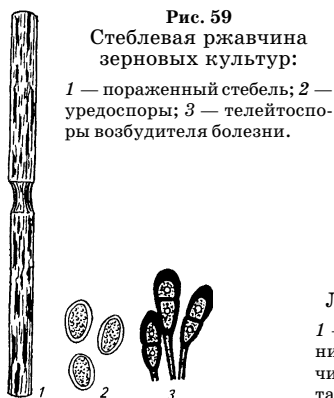


Рис. 59
Стеблевая ржавчина
зерновых культур:

1 — пораженный стебель; 2 —
уредоспоры; 3 — телейтоспо-
ры возбудителя болезни.

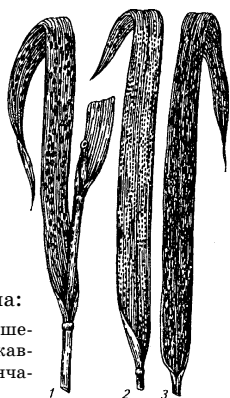


Рис. 60

Листовая ржавчина:

1 — бурая ржавчина пше-
ницы; 2 — желтая ржав-
чина злаков; 3 — коронча-
тая ржавчина овса.

Спорынья поражает чаще такие растения, как кост-
рец безостый, лисохвост, рожь, пшеница, овес, мятлик и
некоторые другие, развиваясь на колосках злаков этих
растений. Вместо семян в колосках вырастают большие
рожки (склероции), которые имеют снаружи темно-фио-
летовую, а внутри белую окраску. При анализе сена на их
присутствие обращают особое внимание.

Ржавчина поражает надземные части растений (боль-
шинство злаков), на которых появляются красные, чер-
ные и желтоватые пятна и полосы; стебли в местах пора-
жения ржавчиной кажутся изъеденными (рис. 59). При
осмотре невооруженным глазом или с помощью лупы на
кормовых растениях, пораженных ржавчиной, можно
увидеть точки и полосы (рис. 60).

Головня (*Ustilaginales*) поражает различные растения.
Их можно узнать по почерневшим колоскам или метел-
кам. Семена этих растений превращаются в черную массу
с неприятным селедочным запахом.

Определить головню можно и так: небольшой пучок
сена сильно растирают ладонями. Появление черной пы-
ли, пачкающей руки, свидетельствует о том, что сено по-
ражено головней.

Присутствие головни в образце сена можно установить
также и с помощью микроскопа. Пробу сена встряхивают
над листом глянцевой бумаги. Выпавшую пыль осторож-

но собирают, помещают небольшое количество ее на предметное стекло в каплю воды или глицерина, накрывают покровным стеклом и рассматривают под микроскопом при малом увеличении. В препарате можно обнаружить характерные споры головни.

Определение пыльности сена

Содержание пыли можно определить встряхиванием навески сена над листом глянцевой бумаги с последующим сбором и взвешиванием пыли, а также по водной вытяжке.

Определение минеральной примеси в сене

Навеску сена массой 5 г помещают в химический стакан на 200 мл и заливают 50 мл четыреххлористого углерода. Содержимое стакана тщательно размешивают стеклянной палочкой. Приставшие к палочке частицы корма смывают в стакан тем же количеством (50 мл) четыреххлористого углерода. Стакан закрывают стеклом и оставляют на 15 мин, после чего четыреххлористый углерод осторожно выливают из стакана. Осевшие на стенках стакана частицы сена удаляют фильтровальной бумагой.

В стакан с осажденными минеральными веществами приливают 10 мл 10% -ного раствора соляной кислоты и, накрыв стеклом, помещают в кипящую водяную баню, где нагревают в течение 15 мин. Надосадочную жидкость сливают через беззольный фильтр, а к осадку вновь добавляют 10 мл разбавленной соляной кислоты. Осадок обрабатывают раствором соляной кислоты до тех пор, пока раствор над осадком не будет совершенно бесцветным. После каждой обработки осадка раствор сливают через один и тот же фильтр. После окончания последней обработки осадок без потерь переносят на тот же фильтр, осторожно смывая его со стакана горячей водой из промывалки.

Фильтр с осадком помещают в предварительно прокаленный и взвешенный фарфоровый тигель, подсушивают, а затем озоляют и прокаливают в течение 10 мин. Тигель с полученным после прокаливания остатком помещают в эксикатор на 20...30 мин для охлаждения до комнатной температуры, после чего взвешивают.

Содержание минеральной примеси (%) вычисляют по формуле

$$x = (m_1 - m_2) \cdot 100/m,$$

где m_1 — масса прокаленного тигля с песком, г; m_2 — масса пустого тигля, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты; m — масса навески корма, г.

Определение содержания соли в сене

Для лучшего сохранения и улучшения поедаемости животными в некоторых хозяйствах сено посыпают солью при складывании в скирды и стога. Наличие соли в сене узнают пробой с нитратом серебра.

Около 10 г измельченного сена помещают в колбу и заливают 50...100 мл дистиллированной воды, не содержащей хлоридов, и 2 мин взбалтывают. После этого вытяжке дают отстояться, а затем фильтруют. К фильтрату добавляют небольшое количество раствора AgNO_3 ; появление белого осадка хлорида серебра указывает на содержание соли в сене.

Определение классности сена

Каждый вид сена подразделяют на три класса (табл. 59). Нормы установлены с учетом того, что класс сена определяют не ранее 30 сут после закладки его на хранение и не позднее, чем за 10 сут до реализации (начала скармливания животным).

Таблица 59

Требования, предъявляемые к качеству сена

Показатель	Нормы для сена											
	сеяного бобового			сеяного злакового			сеяного бобово-злакового			естественных сенокосов		
	Класс											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Массовая доля в сухом веществе сырого протеина, %, не менее	16	13	10	13	10	8	14	11	9	11	9	7

Продолжение табл. 59

Показатель	Нормы для сена											
	сеяного бобового			сеяного злакового			сеяного бобово-злакового			естественных сенокосов		
	Класс											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Питательность 1 кг:												
сухого вещества, не менее	9,2	8,8	8,2	8,9	8,5	8,2	9,1	8,6	8,2	9,9	8,5	7,9
обменной энергии, МДж/кг корм. ед.	0,68	0,62	0,54	0,64	0,58	0,54	0,67	0,60	0,54	0,64	0,58	0,50

Определение качества соломы

Оценку соломы начинают с осмотра ее на месте хранения.

Цвет соломы определяют при дневном освещении по пробам, взятым внутри стога, омета или кипы. Он зависит от вида растений, условий уборки и хранения. Доброкачественная пшеничная яровая и овсяная солома светло-желтая с узлами светло-бурого цвета; просяная солома — от зеленого до темно-зеленого с узлами темно-бурого цвета; солома озимой пшеницы или ржи — такого же цвета, как и яровой, но несколько бледнее, со светло-бурыми узлами.

Убранная при нормальных условиях и хорошо сохраненная солома обладает **характерным блеском**. Солома, бывшая во время уборки или при хранении под дождем, теряет блеск и изменяет цвет, приобретая более темные (желтые, темно-серые) оттенки. Солома, находившаяся длительное время под дождем, значительно теряет питательную ценность и чаще поражается различными грибами.

Свежая солома обладает известной **упругостью**, неломкая, но по мере ее хранения эти качества теряются.

Доброкачественная солома каждого вида отличается **своеобразным запахом**. Солому с затхлым и плесенным запахом считают недоброкачественной. При определении

запаха его можно усилить, замачивая небольшую порцию соломы горячей водой.

Среднюю пробу соломы для лабораторного исследования в количестве 1,5...2 кг берут так же, как и пробу сена.

Для определения **влажности** из разных мест средней пробы берут 100 г соломы и помещают в стеклянную банку с притертой пробкой. Влажность соломы определяют так же, как и влажность сена.

Для соломы установлены следующие нормы влажности, %:

- сухая — не более 14;
- средней сухости — от 14 до 15;
- влажная — от 16 до 20;
- сырая — больше 20.

Пыльность соломы определяют так же, как и пыльность сена.

Определение сорных и ядовитых растений в соломе. Из образца соломы берут навеску массой 100...300 г и осторожно разбирают на группы (фракции):

- чистая солома;
- сорные травы;
- грубые и несъедобные травы;
- вредные и ядовитые травы.

Каждую фракцию взвешивают отдельно с точностью до 0,1 г и результаты выражают в процентах к массе навески.

В яровой соломе чаще всего встречаются сорные травы: ярутка и жабрей — в нечерноземной полосе; будяк, осот, горчаки, васильки — в черноземной полосе; курай и щирица — в юго-восточных районах; кермек — в Западной Сибири; софора — в Средней Азии; махобель — в Закавказье.

Из вредных и ядовитых трав наиболее распространены плевел, звездчатка, тысячеголов; в нечерноземной полосе — куколь, молочай; в черноземной полосе и юго-восточных районах — мышей сизый, белена; в Средней Азии — горчак белоцветковый.

Определение зараженности соломы грибом *Stachybotrys alternans*. В скирдах на месте хранения отбирают с

потемневших участков в местах затекания воды 10 проб соломы массой по 20...30 г и упаковывают в бумагу (каждую пробу отдельно).

Для микроскопического исследования отбирают отдельные соломинки, покрытые черным налетом, чаще встречающимся на узлах. Под лупой виден небольшой налет на поверхности соломы в виде мелкого порошка, напоминающего копоть. Его соскабливают скальпелем в каплю воды на предметное стекло и накрывают каплю покровным стеклом. Препарат рассматривают под малым и большим увеличением микроскопа. В поле зрения бывают видны бесцветные нити (гифы), их конидиеносцы — от зеленовато-оливкового до черного цвета. На концах конидиеносцев имеются лепестковидные выросты в виде розетки — стеригмы. На стеригмах можно заметить отдельные конидии.

При обнаружении партии соломы, зараженной грибом *Stachybotrys alternans*, токсичность его устанавливают в соответствии с инструкцией.

Недоброкачественную солому нельзя скармливать животным. Основанием для браковки соломы может служить хотя бы один из следующих признаков недоброкачественности:

- наличие в рассыпной соломе более 10% гнилой, горелой, плесневелой, с затхлым запахом или обледенелой;
- наличие в прессованной соломе более чем в 10% кип прослоек испорченной соломы;
- наличие в яровой соломе вредных и ядовитых трав более 1% или пучков ядовитых трав, имеющих массу более 0,2 кг.

Определение качества мякины

Мякина, как и солома, обладает своеобразным запахом, зависящим от основного растения, а также от примеси сорных трав, способов ее хранения и доброкачественности. Затхлый, гнилостный или плесенный запах указывает на испорченность мякины.

Доброкачественная мякина сыпучая, легко проходит через пальцы при встряхивании ее на ладони. Комкова-

тость указывает на порчу мякины вследствие самосогревания. В связи с тем что мякина довольно гигроскопична и, впитывая влагу из воздуха, быстро портится, хранить ее в больших кучах не рекомендуют.

Для лабораторного исследования берут из различных мест 8...10 проб. Влажность мякины должна составлять 15...16%. При содержании влаги более 16% мякина быстро портится, приобретает плесенный и затхлый запах и плохо поедается животными. Влажность определяют в навеске массой 5 г, высушиваемой в сушильном шкафу обычным способом.

В мякине могут быть примеси семян сорных растений; некоторые из них ядовиты (например, полевая горчица и др.). На юге страны и в Заволжье в мякине часто встречаются головки горчачка — лугового василька (*Acroptilon picris* L.).

Свои кормовые свойства мякина теряет вследствие большого содержания минеральных примесей.

Для определения количества и характера примесей среднюю пробу мякины рассыпают на гладкой и ровной (без щелей) поверхности стола и последовательными диагональными делениями отбирают навеску массой 300...400 г. Ее пересыпают на стол, покрытый стеклом или гладкой бумагой, и вручную выбирают все частицы размером более 1 см. Оставшиеся мелкие части пропускают через сита с диаметром отверстий 5 и 3 мм. Растительные частицы, не прошедшие через сито с диаметром отверстий 5 мм, высыпают к ранее отобранной фракции. Фракции, задержавшиеся на сите с диаметром отверстий 3 мм и на глухом дне, рассматривают под лупой, отбирая семена сорных, ядовитых и вредных растений. Встречающиеся комочки земли откладывают отдельно, взвешивают и относят к минеральным примесям.

Остаток растительной трухи и землистых частиц помещают в сосуд с водой; при этом все растительные частицы всплывают, а минеральные примеси опускаются на дно. Воду сливают, на фильтре собирают осадок песка и земли, фильтр с осадком высушивают и взвешивают.

Т Е М А 14

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ
КАЧЕСТВА СОЧНЫХ КОРМОВ**

Цели занятия. Ознакомиться с методами определения качества сочных кормов — силоса, сенажа, корнеклубнеплодов, водянистых кормов.

Приборы и материалы. Весы технические и аналитические; термостат или сушильный шкаф с активным вентилярованием; чашки фарфоровые диаметром 15...20 см или кюветы с сетчатым дном; бюксы стеклянные широкие; эксикатор; воронки стеклянные диаметром 12...15 см; бюретки на 10, 50 мл; колбы круглые плоскодонные на 500 и 1000 мл со шлифами (и без них); цилиндры мерные на 250 мл; колбы мерные на 50, 100, 250 мл; колбы конические на 100, 200 мл; колбонагреватель на 300 Вт; штативы; холодильники «Либихер» прямые длиной 40 см; бумага фильтровальная; рН-метр; стаканы химические на 50, 100 мл; широкая пробирка с пробкой и проволочным крючком; индикаторы типа «Индам»; нитратомер НМ-002; лакмусовая бумага; стеклянная палочка; вода дистиллированная; силосный индикатор; реактив Эбера; реактив Несслера; хлорид кальция; 10% -ный раствор оксида кальция; 10% -ный раствор сульфата меди; раствор дихромата калия; 10% -ный раствор серной кислоты; спирт этиловый ректификат; спирт этиловый; синтетический технический; 0,1% -ный раствор гидроксида калия; 0,1% -ный раствор соляной кислоты; насыщенный раствор кальция с хлоридом калия; нейтральный керосин; лакмусовая настойка; 0,1% -ный раствор гидроксида бария.

Содержание занятия

Определение качества силоса

По органолептическим и химическим показателям силос подразделяют на три класса и неклассный (табл. 60, 61).

Таблица 60

Требования, предъявляемые к качеству силоса из однолетних и многолетних свежескошенных и провяленных растений

Показатель	Норма для классов		
	I	II	III
Массовая доля в сухом веществе сырой клетчатки, %, не менее, в силосе из:			
однолетних бобово-злаковых смесей	25	20	15
свежескошенных многолетних трав	18	16	16
подвяленных трав	30	30	30
подсолнечника	18	15	15
Массовая доля в сухом веществе сырого протеина, %, не менее, в силосе из:			
бобовых и бобово-злаковых трав	16	14	12
злаковых и злаково-бобовых трав	14	12	10
подсолнечника, сорго, других растений и их смесей	10	8	8
Массовая доля в сухом веществе сырой клетчатки, %, не более, в силосе из:			
бобовых и бобово-злаковых трав	30	33	35
злаковых и злаково-бобовых трав	28	31	34
подсолнечника, сорго, других растений и их смесей	28	31	34
pH	3,9...4,3	3,9...4,3	3,8...4,5
Массовая доля молочной кислоты в общем количестве (молочной, уксусной, масляной) кислот, %, не менее	50	40	20
Массовая доля масляной кислоты в силосе, %, не более	0,1	0,2	0,3

Примечания. 1. В силосе, приготовленном из провяленных трав, pH при определении класса не учитывается. 2. В силосе, приготовленном с применением пиросульфата натрия, pH определяют. 3. В силосе, законсервированном пиросульфитом натрия, пропионовой кислотой и ее смесями с другими кислотами, массо-

вую долю масляной кислоты не определяют. 4. Классы силоса из зеленых растений определяют не ранее 30 сут после герметичного укрытия массы, заложеной для силосования в траншею или башню, и не позднее чем за 5 сут до начала скармливания готового силоса животным. В указанные сроки определяют также энергетическую питательность готового силоса. 5. Если силос по массовым долям сухого вещества, сырого протеина и масляной кислоты соответствует требованиям I или II класса настоящего стандарта, показатели pH и массовых долей сырой клетчатки и молочной кислоты не являются основанием для браковки. 6. Силос из зеленых растений бурого или темно-коричневого цвета с сильным запахом меда или свежеепеченного ржаного хлеба независимо от других показателей качества относят к неклассному. Скармливание животным такого силоса допускается по заключению ветеринарной службы. 7. Содержание в силосе нитритов и нитратов, токсичных элементов и остаточных количеств пестицидов не должно превышать максимально допустимого уровня.

Таблица 61

**Требования, предъявляемые к качеству силоса из кукурузы
в зависимости от зоны**

Показатель	Норма для классов								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	30	28	25	25	23	21	20	18	16
pH	3,9... 4,3	3,9... 4,3	3,8... 4,5	3,8... 4,3	3,8... 4,3	3,8... 4,5	3,7... 4,4	3,7... 4,4	3,6... 4,4
Массовая доля молочной кислоты в общем количестве (молочной, уксусной, масляной) кислот, %, не более	55	50	40	55	50	40	50	50	50
Массовая доля масляной кислоты, %, не более	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3

Примечания. 1. Первая зона: республики Дагестан, Кабардино-Балкария, Северная Осетия-Алания, Краснодарский и Ставропольский края, Ингушетия, Астраханская, Волгоградская, Ростовская области. Вторая зона: Белгородская, Воронежская, Липецкая, Саратовская, Тамбовская области. Третья зона: все остальные республики, края и области РФ. 2. К неклассному относят силос бурого и темно-коричневого цвета с сильным запахом меда или свежеепеченного ржаного хлеба, соответствующий по остальным показателям требованиям ГОСТа.

Определение концентрации водородных ионов (рН) силоса

Используют два метода: с помощью рН-метра и силосного индикатора.

1. Навеску свежего силоса массой 5 г помещают в химический стакан на 50 мл, приливают дистиллированную воду, чтобы силос полностью пропитался, и настаивают в течение 1 ч. Определяют значение рН с помощью рН-метра. За окончательный результат принимают среднее арифметическое значение двух параллельных определений.

Для определения рН силоса применяют готовый специальный силосный индикатор. Однако его можно приготовить в условиях лаборатории из следующих ингредиентов.

Реактив № 1:

метил рот — 0,1 г;

спирт-ректификат — 300 мл;

дистиллированная вода — 200 мл.

Реактив № 2:

бром крезолпурпур — 0,1 г;

гидроксид натрия (0,03% -ный раствор) — 3,7 мл;

дистиллированная вода — 500 мл.

Реактивы хранят отдельно и перед употреблением их смешивают в соотношении 3 части реактива № 1 и 1 часть реактива № 2.

2. Для установления рН 10...15 г силосной массы помещают в химический стаканчик и заливают 50...60 мл дистиллированной воды, настаивают 10...15 мин, 1...2 мл настоя переносят в фарфоровую чашку и добавляют 2...3 капли силосного индикатора.

Через 2...3 мин по окраске жидкости определяют значение рН:

красная — 4,2 и ниже;

красно-оранжевая — 4,2...4,6;

оранжевая — 4,6...5,1;

желтая — 5,1...6,1;

желто-зеленая — 6,1...6,4;

зеленая — 6,4...7,2;

зелено-синяя — 7,2...7,4.

Определение кислотности силоса

В силосе хорошего качества молочной кислоты должно быть в 2...3 раза больше (1,5...1,8%), чем уксусной (0,2...0,5%). Если процесс силосования идет неправильно, то соотношение этих кислот нарушается.

Для определения общей кислотности силоса готовят вытяжку, которую титруют 0,1% -ным раствором гидроксида натрия. Среднюю пробу силоса мелко нарезают и навеску (20 г) помещают в коническую колбу, заливают дистиллированной водой (200 мл) и тщательно перемешивают. Колбу соединяют с обратным холодильником, нагревают в течение 1 ч и полученный дистиллят охлаждают. После охлаждения содержимое колбы титруют 0,1% -ным раствором гидроксида натрия. В период титрования периодически наносят одну каплю содержимого на красную лакмусовую бумагу и окончание титрования устанавливают по появлению голубого ободка от одной капли раствора.

Содержание кислот в силосе в переводе на молочную кислоту выражают в процентах: 1 мл 0,1% -ного раствора гидроксида натрия соответствует 0,009 г молочной кислоты. Кислотность определяют по молочной кислоте, потому что она обладает более высокой диссоциирующей способностью по сравнению с уксусной (в 9 раз) и масляной (в 90 раз) кислотами.

Общую кислотность силоса (%) определяют по формуле

$$x = 0,009a \cdot 100/m,$$

где 0,009 — коэффициент пересчета всех кислот на молочную кислоту; a — количество 0,1% -ного раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование, мл; 100 — коэффициент перевода в проценты; m — масса навески корма, г.

Определение аммиака в силосе

Наличие аммиака в силосе служит показателем гнилостного разложения белка. Определяют его с помощью реактивов Эбера и Несслера. Реактив Эбера можно использовать многократно.

В широкую пробирку наливают 1...2 мл реактива Эбера (1 часть крепкой соляной кислоты, 3 части 96% -ного спирта, 1 часть эфира). Пробирку закрывают пробкой с пропущенной через нее проволокой, загнутой на нижнем конце в виде крючка с насаженным на него кусочком силоса. Реакцию наблюдают в проходящем свете. При наличии в силосе свободного аммиака около кусочка образуется хорошо видимое облачко или беловатый туман из хлорида аммония.

Навеску мелко нарезанного силоса (25 г) помещают в колбу или мензурку на 250 мл и на 3/4 заливают дистиллированной или кипяченой и остуженной водой. Содержимое колбы настаивают в течение 4...5 ч при температуре 20...25°C, периодически встряхивая или размешивая стеклянной палочкой. Полученный настой фильтруют через бумажный фильтр. Появление ярко-желтого или оранжевого окрашивания указывает на присутствие аммиачных соединений, а выпадение кирпично-красного осадка — на значительное их содержание.

Оценка качества сенажа

Сенаж представляет собой полувывсохшую массу травы. По органолептическим и химическим показателям сенаж подразделяют на три класса и неклассный. Качество сенажа I...III классов устанавливают в соответствии с требованиями, указанными в таблице 62.

Сенаж влажностью более 63% напоминает силос. В нем, как правило, преобладают уксусная и масляная кислоты. Оценку кислотности в этом случае проводят так же, как и силоса.

Оценка качества корнеклубнеплодов

При ветеринарно-санитарной оценке картофеля, кормовой свеклы, репе сахарной свеклы, турнепса и кормовой моркови проводят органолептический анализ, гельминтологические исследования и специальные исследования по определению нитратов и соланина в картофеле. Кроме того, выявляют болезни и повреждения корнеклубнеплодов. Для определения безвредности пораженных кормов ставят пробу на малоценных животных.

Таблица 62

Требования, предъявляемые к качеству сенажа

Показатель	Норма для классов		
	I	II	III
Сенаж из бобовых и бобово-злаковых трав			
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	40... 55	40... 55	40... 55
Массовая доля в сухом веществе сырого протеина, %, не менее	16	14	12
Массовая доля в сухом веществе сырой клетчатки, %, не менее	30	33	35
Массовая доля масляной кислоты, %, не более	—	0,1	0,2
Сенаж из злаковых и злаково-бобовых трав			
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	40... 60	40... 60	40... 60
Массовая доля в сухом веществе сырого протеина, %, не менее	14	12	10
Массовая доля в сухом веществе сырой клетчатки, %, не менее	28	32	34
Массовая доля масляной кислоты, %, не более	—	0,1	0,2

Примечания. 1. Нормы установлены с учетом того, что классы сенажа определяют не ранее 30 сут после герметичного укрытия массы, заложённой в траншею или башню, и не позднее чем за 15 сут до начала скармливания готового сенажа животным. 2. Если сенаж по массовым долям сухого вещества, сырого протеина и масляной кислоты соответствует требованиям I или II класса настоящего стандарта, показатель массовой доли сырой клетчатки не является основанием для браковки. 3. Содержание в сенаже нитритов и нитратов, токсичных элементов и остаточных количеств пестицидов не должно превышать максимально допустимого уровня. 4. Растения для приготовления сенажа должны быть скошены в следующие фазы развития: многолетние бобовые травы — в фазе бутонизации, не позднее начала цветения; многолетние злаковые — в конце фазы выхода в трубку до начала колошения; многолетние травосмеси — в названные выше фазы преобладающего компонента; однолетние бобовые растения, бобово-злаковые и смеси — не ранее образования бобов в двух-трех нижних ярусах. 5. Сенаж должен иметь свойственный для него запах, немажущийся и без ослизлой консистенции; наличие плесени не допускается. 6. Массовая доля золы, нерастворимой в соляной кислоте, не должна превышать 3%. 7. Сенаж темно-коричневого или черного цвета, с неприятным запахом, заплесневелый к скармливанию непригоден. 8. К неклассному относят сенаж бурого и темно-коричневого цвета с сильным запахом меда или свежее испеченного ржаного хлеба, соответствующий по остальным показателям требованиям ГОСТа.

До начала исследования корнеклубнеплоды взвешивают, очищают от земли и других посторонних примесей. После взвешивания отмытого картофеля все клубни пробы тщательно осматривают, группируют на проросшие, пораженные болезнями, поврежденные вредителями, подмороженные, недозревшие и др.

При необходимости клубни очищают от кожуры, разрезают и осматривают очищенную поверхность. Каждое заболевание картофеля учитывают отдельно. При выявлении в одном и том же клубне нескольких заболеваний учитывают наиболее выраженное. Степень пораженности картофеля выражают в процентах больных и поврежденных клубней от общего числа клубней в средней пробе (по счету).

Исследование корнеклубнеплодов на яйца гельминтов. Из средней пробы берут несколько корней или клубней и помещают в сосуд с водой на 1...2 ч. Затем извлекают их оттуда и обмывают над тем же сосудом небольшим количеством свежей воды. Воду после промывки фильтруют через металлическое сито над воронкой с бумажным фильтром. На сите задерживаются крупные частицы почвы, на бумажном фильтре — мелкие частицы и яйца гельминтов (если они есть).

После фильтрования бумажный фильтр расправляют и помещают в кювету с небольшим количеством 48% -ного раствора нитрата натрия (плотность $1,39 \text{ г/см}^3$) или с насыщенным раствором поваренной соли. Предметным стеклом тщательно соскабливают все задержавшиеся частицы с фильтра. Взмученный раствор сливают из кюветы в стакан или мензурку в зависимости от количества жидкости и тщательно размешивают стеклянной палочкой. Всплывшие растительные частицы удаляют шпателем; смесь отстаивают в течение 1 ч и исследуют образовавшуюся сверху пленку.

Если жидкости мало, ее нужно центрифугировать в течение 2...3 мин. Пленку снимают металлической петлей диаметром не больше 1 см и переносят на предметное стекло для микроскопирования. Кроме пленки исследуют и осадок. В препаратах отстоя можно обнаружить яйца гельминтов.

Определение нитратов. Метод основан на извлечении нитратов из проб дистиллированной водой, восстановлении их до нитритов металлическим цинком в уксусном растворе и взаимодействии последних с реактивом Грисса. Для исследования 10 г измельченного корма помещают в мешочки для диализа и опускают в стаканы или колбы с дистиллированной водой (50 мл) на 2 ч. Затем мешочки с пробами вынимают, а объем диализата точно измеряют. 6 мл диализата отбирают для анализа на нитраты. При малом содержании нитратов в пробе диализат концентрируют до небольшого объема, фильтруют его, измеряют объем и берут 6 мл для анализа. В пробирку с анализируемым фильтратом приливают 2 мл 10% -ного раствора уксусной кислоты и вносят на кончике скальпеля смесь цинковой пыли с сульфатом марганца (1 г цинковой пыли предварительно перемешивают с 100 г сульфата марганца). Пробирку тщательно встряхивают и приливают 1 мл реактива Грисса. Содержимое пробирки перемешивают и через 10 мин колориметрируют либо проводят визуальное сравнение окраски раствора опытной пробирки со стандартной шкалой или определяют оптическую плотность раствора на ФЭК при зеленом светофильтре № 5. В кювету наливают 10 мл раствора для сравнения с дистиллированной водой. Определение оптической плотности окрашенного раствора проводят только при наличии прозрачного фильтра.

Для приготовления шкалы стандартов в химические пробирки наливают рабочий раствор нитрата калия (1 мл раствора содержит 0,2 мг нитрата калия) в количествах, указанных в таблице 63. Объем раствора в пробирках доводят до 6 мл дистиллированной водой, приливая в каждую пробирку 2 мл 10% -ной уксусной кислоты и внося на кончике скальпеля цинковую пыль с сульфатом марганца. Далее проводят все операции, как описано для опытной пробирки. Таким образом, шкала готова для визуального определения проб. Для построения калибровочной кривой определяют оптическую плотность стандартных растворов, как указано выше при анализе пробы. Затем на оси абсцисс откладывают количество нитрат-ионов

Таблица 63

Шкала стандартов

Номер пробирки	Объем рабочего раствора, мл	Содержание нитратов, мг
1	0,0	0
2	0,2	0,04
3	0,3	0,06
4	0,5	0,1
5	1,0	0,2
6	1,5	0,3
7	2,0	0,4
8	3,0	0,6

(в мг), а на оси ординат — значения оптической плотности растворов и проводят кривую через точки пересечения.

Содержание нитратов (мг/кг) рассчитывают по формуле

$$x = V_1(b - 1000)/(V_2/m),$$

где V_1 — общий объем фильтрата, мл; b — содержание нитрат-ионов, найденное путем визуального сравнения со шкалой стандартов или по калибровочной кривой, мг; 1000 — коэффициент пересчета на 1 кг корма; V_2 — объем фильтрата, взятый для анализа, мл; m — масса навески корма, г.

Определение нитритов. На поверхность свежего разреза свеклы наносят несколько капель 1% -ного раствора дифениламина, приготовленного на концентрированной серной кислоте. Интенсивное синее окрашивание указывает на наличие большого количества нитритов, розовое — на малое их содержание, отсутствие окраски — на незначительное. При малом содержании нитритов нормы скармливания свеклы в рационах свиней снижают, при большом содержании ее исключают из рациона.

Определение соланина в картофеле. Из клубня вырезают несколько пластинок толщиной 1 мм (от верхушки до половины, с боков и с участков около глазков) и помещают в фарфоровую чашку или на большое часовое стек-

ло. На срезы по каплям наносят 80%-ную уксусную кислоту, концентрированную серную кислоту (плотность 1,84 г/см³) и 5%-ный раствор пероксида водорода. При содержании соланина срезы окрашиваются в красный цвет. Особенно много соланина находится на периферии клубней и около глазков.

При скармливании картофельной ботвы следует иметь в виду возможность отравления животных соланином и другими токсическими веществами.

В целях профилактики отравлений сельскохозяйственных животных использование картофельной ботвы в сыром, высушенном и силосованном видах в корм животным допускается в ограниченных количествах (не более 3 кг на голову в сутки) и при одновременной даче им сухих грубых кормов.

Зеленые и проросшие клубни картофеля подлежат после удаления ростков обязательной проварке в течение 1 ч при температуре 100°C, после чего их без ограничения можно скармливать животным (после удаления воды, в которой варили картофель).

Болезни и повреждения картофеля

Среди болезней картофеля различают бактериозы, микозы и нематодозы, а также повреждения механического, термического происхождения и иного характера.

Бактериозы

Кольцевая гниль (возбудитель — *Corynebacterium sependonicum*). В начальной стадии поражения на разрезе клубня в зоне сосудистого кольца видны отдельные размягченные участки, постепенно образующие кольцо гнили желтоватого, сероватого, серо-бурого или черного цвета. В поздней стадии поражения сгнившие части высыхают и отделяются от центральной части, а снаружи клубня появляются трещины.

Ямчатая гниль (возбудитель — *Corynebacterium sependonicum*) выявляется при осмотре не менее 50 очищенных от кожуры клубней. При этом видны размягченные округлые пятна желтого или кремового цвета размером не менее 1 см в диаметре.

Черная ножка (возбудитель — *Erwinici phytothorum*). В начальной стадии на клубнях видны выгнившие впадины, а при разрезе — бурое или черное пятно. На более поздних стадиях болезни обнаруживаются небольшие внутренние полости, симметрично расположенные в сердцевине клубня.

Мокрая гниль (возбудитель — комплекс микроорганизмов). При надавливании клубни превращаются в кашцеобразную или тягучую слизистую массу белого, серого, желтого или черного цвета с неприятным запахом. При поражении не более 1/3 клубней обрезают гнилые части и хорошо проваривают неповрежденные части клубней. Клубни, пораженные больше чем на 2/3, бракуют.

При обнаружении поражений клубней кольцевой, ямчатой гнилью или черной ножкой в начальной стадии их можно использовать в сыром виде (не более 50% нормы неповрежденного картофеля) для кормления животных. В случаях поражения гнилостной микрофлорой до 1/3 клубней картофель можно давать животным только после проварки и удаления воды, в которой он варился.

Микозы

Фитофтора (возбудитель — *Phytophthora investans*). В начальной стадии поражения на поверхности клубней видны серовато-бурые слегка вдавленные пятна различной величины. На более поздних стадиях болезни на разрезе клубня видна побуревшая ткань, распространяющаяся в стороны в виде бурых вытянутых язычков.

Сухая гниль (возбудитель — *Fusarium solani*). В начальной стадии болезни заметны небольшие сухие пятна в местах механических повреждений. На поздних стадиях отмечают побурение и отторжение тканей на месте пятен. Около поражений образуются концентрические складки. На разрезе клубня видна темная мякоть, пронизанная нитями беловатой или розовой грибницы.

Ризоктониоз (возбудитель — *Rhizoctonia solani* Kahn). На поверхности клубня видны темно-коричневые комочки (склероции гриба) неправильной формы, напоминающие комочки земли, которые легко отделяются.

Парша обыкновенная (возбудитель — актиномицеты). На пораженном клубне видны поверхностные круглые или угловатые язвы, покрытые пробковидными пленками коричневого цвета, иногда с нежным белым налетом.

Парша порошистая (возбудитель — *Spongospora subterranea*). В начальной стадии поражения на клубнях видны гладкие твердые бугорки коричневого цвета с характерными подкорковыми жилками. На поздних стадиях оболочка клубней разрывается и становятся заметны пустилы, заполненные скоплением клубочков спор.

При обнаружении поражений клубней картофеля фитотфторой, сухой гнилью, ризоктониозом, паршой обыкновенной и порошистой с партией поступают так же, как и при поражении кольцевой гнилью.

Нематодозы

Стеблевой нематодоз (возбудитель — *Ditylenchus destructor*). В начальной стадии поражения при снятии с клубней кожицы видны мелкие, с булавочную головку, белые пятнышки. На более поздних стадиях болезни на поверхности клубня появляются коричневые или свинцово-серые пятна и образуются трещины, в которых находится коричневая трухлявая ткань. Клубни можно скармливать только в вареном виде.

Повреждения механического, термического и иного происхождения

Потемнение мякоти возникает во время уборки, при перевозках и складировании картофеля. В начальной стадии заметно лишь потемнение мякоти. Затем оно распространяется по кольцу сосудистых пучков. Партию картофеля с потемнением мякоти в начальной стадии поражения можно скармливать без ограничений.

Черная гниль развивается при хранении в помещении с высокой температурой и плохой вентиляцией. В начальной стадии поражения на разрезе клубня видна отмершая ткань черного цвета. Позже поврежденная ткань отпадает.

Мороженый картофель — результат воздействия низких температур. В начальной стадии заметна мягкость оттаявших клубней, при надавливании из них выступает сок. Позже появляются видимые на разрезе клубня пятна

коричневого цвета, которые быстро распространяются. Такой картофель с потемневшей мякотью, но без признаков гнили можно давать животным, но не более 1/3 положенной по рациону нормы.

Железистая пятнистость — результат повышенного содержания железа в почве, на которой выращивали картофель. На разрезе клубня видны коричневые, бурые или розового цвета пятна твердой консистенции без признаков гнили. Такой картофель можно скармливать в сыром виде, но в количестве, не превышающем 1/3 нормы, положенной по рациону.

Повреждения вредителями и грызунами

Повреждения *проволочником* — в мякоти клубня видны ходы. При скармливании такого картофеля следует учитывать возможность заноса вредителем в клубень возбудителей почвенных инфекций, поэтому картофель следует проваривать.

Повреждения *совкой* — на клубнях видны ямки с гладкими краями, часто покрытые необъеденной кожурой.

Повреждения *личинками жуков-хрущей* — на клубнях видны ямки с неровными краями без остатков кожуры.

Повреждения *грызунами* — на клубнях видны отпечатки зубов.

Если в партии картофеля обнаружены поражения совкой, личинками жуков-хрущей или грызунами, то для предотвращения заражения животных возбудителями инфекций (почвенных в первую очередь) картофель следует скармливать только в вареном виде.

Постановка биопробы

Безвредность нестандартного картофеля определяют путем скармливания животным. Для биопробы отбирают 2...3 подвинков 4...5-месячного возраста, которым в течение 12 дней наряду с другими кормами скармливают пораженные клубни картофеля (свеклу) в сыром виде по 3...4 кг на голову в сутки. Для контроля другим подвинкам дают этот же картофель, но в вареном виде.

Если признаки болезни (отравления) появились хотя бы у одного животного из подопытной группы, но отсут-

ствуют у животных контрольной группы, то исследуемый картофель можно скармливать животным только в вареном виде; если токсикоз установлен у животных как подопытной группы, так и контрольной, то такой картофель утилизируют.

Оценка качества водянистых кормов

Для установления качества водянистых кормов (барды, жома, мезги) проводят органолептические исследования, определяют рН, общую кислотность, содержание органических кислот.

Свежая барда светло-коричневого цвета, с хлебным запахом; рН 3,6...4,2; соотношение кислот: молочной — 80%, уксусной — 20%.

Барда, хранившаяся в открытых ямах длительное время, коричневого цвета, с гнилостным запахом; рН 4,6; соотношение кислот: молочной — 25%, уксусной — 25%, масляной — 50%. Абсолютное количество масляной кислоты достигает 0,6%. Для скармливания животным такая барда не пригодна.

Свежий жом светло-серого цвета, пресного запаха. Соотношение кислот: молочной — 50...60%, уксусной — 40...50%.

Кислый жом грязно-серого цвета, мажущейся консистенции, с запахом масляной кислоты, рН 3,4...4,4. Соотношение кислот: молочной — 20...25%, уксусной — 45...50%, масляной — 30...35%. Абсолютное количество масляной кислоты может достигать 0,5...0,6%. Санитарное качество такого жома низкое, поэтому скармливать его животным не рекомендуется.

Кукурузную мезгу в свежем виде применяют редко, так как в ней быстро накапливается уксусная кислота и она приобретает запах сероводорода.

Определение общего количества свободных кислот в сушеном жоме (барде, мезге)

Берут навеску (100 г) хорошо перемешанного измельченного корма и помещают в мерную колбу на 1000 мл, приливают туда 300...400 мл дистиллированной воды

и энергично взбалтывают. Затем доливают воды до метки, снова взбалтывают и оставляют на 4...5 ч. Жидкость фильтруют через бумажный фильтр. После этого 100 мл фильтрата титруют 0,1% -ным раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора — фенолфталеина. Общее количество свободных кислот пересчитывают на уксусную или молочную кислоту в зависимости от того, какая из них преобладает.

1 мл 0,1% -ного раствора гидроксида натрия при нейтрализации соответствует 0,006 г уксусной или 0,009 г молочной кислоты.

Определение масляной кислоты

100 мл фильтрата, оставшегося после определения кислотности, выпаривают до объема 10...15 мл. К сгущенному фильтрату приливают такое количество 0,1% -ного раствора соляной кислоты, сколько было затрачено 0,1% -ного раствора гидроксида натрия на титрование при определении общей кислотности. Жидкость переливают в узкий мерный цилиндр с притертой пробкой, добавляют туда 10 мл насыщенного раствора оксида кальция с хлоридом калия и 40 мл прозрачного нейтрального керосина. Измеряют объем полученной смеси.

Смесь фильтрата с керосином слегка взбалтывают в течение 15 мин, затем дают смеси отстояться. Из верхнего прозрачного слоя берут пипеткой 10 мл жидкости, переносят в сухую пробирку и приливают 10 капель лакмусовой настойки. Наблюдают за изменением ее цвета по образовавшемуся на дне слою. Если в исследуемом жоме (барде, мезге) имеется масляная кислота, лакмусовая настойка окрашивается в красный цвет различной интенсивности.

Для количественного определения масляной кислоты из того же верхнего слоя градуированной пипеткой переносят 20 мл в сухую колбу, добавляют 100 мл кипяченой дистиллированной воды. Содержимое колбы взбалтывают и титруют 0,1% -ным раствором гидроксида бария, 1 мл которого соответствует 0,0088 г масляной кислоты.

Содержание масляной кислоты (мг) в 100 г исследуемого корма рассчитывают по формуле

$$x = (a \cdot V \cdot 10 \cdot 0,0088)/20,$$

где a — количество 0,1% -ного раствора гидроксида бария, пошедшее на титрование, мл; V — объем, занимаемый в цилиндре смесью фильтрата, растворами оксида кальция с хлоридом калия и керосином, мл.

Определение общей кислотности водянистых кормов (барды)

Среднюю пробу корма тщательно взбалтывают, берут 100 мл, переносят в цилиндр и доводят объем до 1 л дистиллированной водой. Взвесь фильтруют через бумажный фильтр. Затем берут 50 мл фильтрата и титруют 0,005% -ным раствором гидроксида натрия. В качестве индикатора используют лакмусовую бумагу (применение фенолфталеина возможно, если смесь барды и воды имеет светло-желтый цвет). Титрование ведут до появления ярко выраженного синего венчика на красной лакмусовой бумаге (или до бледно-розового окрашивания фильтрата, не исчезающего в течение 1 мин).

Количество 0,005% -ного раствора гидроксида натрия, израсходованное на титрование, умножают на 20, чтобы определить количество щелочи, необходимое для титрования всего полученного фильтрата (соответствующее 1 л барды). Общее количество кислот переводят на уксусную или молочную в зависимости от того, какая из них преобладает.

Для определения свободных летучих кислот берут 200 мл смеси.

В перегонную колбу добавляют 100 мл дистиллированной воды и снова отгоняют до половины объема жидкости (100 мл). Дистиллят оттитровывают 0,05% -ным раствором гидроксида натрия. Так повторяют трижды. Расчет ведут по формуле, применяемой для определения летучих кислот в силосе.

ТЕМА 15

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ЖМЫХОВ, ШРОТОВ И КОРМОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Цели занятия. Ознакомиться с методами определения качества жмыхов, шротов, кормов животного происхождения.

Приборы и материалы. Весы технические и аналитические; пробирки; водяная баня; электроплитка; шкаф сушильный электрический; эксикатор; лабораторная мельница; сита (№ 0,5; 1; 2; 3); муфельная печь; тигли и чашки фарфоровые; бюксы алюминиевые с крышками; бумага белая; лупа; стеклянная палочка; магнит подковообразный; часовые стекла; стаканчики (бюксы) стеклянные с пришлифованной крышкой; термостат; стеклянные мерные цилиндры на 10 и 50 мл; колбы мерные на 25, 200, 250 и 750 мл; колбы стеклянные лабораторные на 50, 100, 200, 500 и 1000 мл; холодильник стеклянный лабораторный; парообразователь; пикриновые бумажки; фильтры беззольные; патроны из фильтровальной бумаги; аппарат Сокслета; лакмусовые бумажки; стеклянные воронки; колбы для фильтрования под вакуумом; водоструйный или масляный насос; микроскоп; предметные и покровные стекла; компаратор; пипетки цилиндрические градуированные; 50% -ный и 90% -ный спирт; концентрированная соляная и серная кислоты; 0,1% -ный раствор йода; 4% -ный раствор пикриновой кислоты; 10% -ный раствор карбоната

натрия; 1% -ный раствор виннокаменной кислоты; 0,1% -ный раствор гидроксида натрия; 0,5% -ный раствор гидроксида калия; 0,1 н. раствор нитрата серебра; 10% -ный раствор йодида калия; 10% -ный раствор аммиака; анилин; эфир серный; пиридин; бензин; реактив Несслера; насыщенный раствор хромата калия; дипиридил; ионол перекристаллизованный; хлорид кальция кристаллический; не-приготовленный 0,2% -ный раствор хлорида железа; дистиллированная вода.

Содержание занятия. Жмыхи, шроты, мясокостная, костная, рыбная мука и другие входят в группу белковых кормов — протеиновых добавок.

При использовании некоторых видов жмыхов и шротов в кормлении животных необходимо учитывать наличие в них ядовитых и вредных веществ. Так, в льняном жмыхе может содержаться циангликозид линамарин; в хлопковом жмыхе и шроте — госсипол; в сурепковом, рапсовом жмыхе или шроте — синигрин и синальбин.

Оценка качества жмыхов и шротов

Для каждого вида жмыхов и шротов характерны определенный цвет, специфический запах и вкус, физико-химические показатели.

Определение вида жмыха химическим способом. Около 1 г измельченного жмыха насыпают в пробирку, доливают 5 мл смеси, состоящей из 20 мл 96% -ного этилового спирта и 1 мл соляной кислоты плотностью 1,19 г/см³. Пробирку ставят на несколько минут в кипящую водяную баню, затем хорошо взбалтывают и дают жмыху осесть на дно. Если жмых подсолнечниковый, надосадочная жидкость окрашивается в вишневый цвет, льняной или рапсовый — в белый, хлопчатниковый — в желтый.

Определение влажности жмыхов и шротов. Нормальная влажность льняного и соевого жмыхов, хлопчатникового и кукурузного шротов должна быть не более 11%, соевого шрота — не более 10, хлопчатникового жмыха — не более 9, подсолнечникового жмыха — не более 8,5%.

Устанавливают влажность такими же методами, как для зерновых кормов.

Определение зольности жмыхов и шротов. Повышенная зольность жмыхов и шротов указывает на недостаточную очистку масличных семян от минеральных примесей, а подсолнечникового и хлопчатникового жмыхов — от лузги, что снижает их кормовое достоинство.

В предварительно прокаленный, охлажденный в эксикаторе и взвешенный тигель помещают 2 г измельченного жмыха (шрота). Навеску сжигают в муфельной печи до белого или светло-серого цвета, затем охлаждают и взвешивают. Прокаливание, охлаждение и взвешивание проводят несколько раз до получения постоянной массы.

Содержание золы (%) определяют по формуле

$$x = (m_1 - m) \cdot 100 / m_2,$$

где m_1 — масса тигля с золой; m — масса пустого тигля; 100 — коэффициент пересчета в проценты; m_2 — масса навески корма, г.

Для всех видов и сортов жмыхов и шротов установлены предельные нормы зольности, %:

Жмыхи:

- подсолнечниковый — 6...7;
- льняной — 5,5...8;
- хлопчатниковый — 7...8;
- сурепковый — 7...8;
- соевый — 4...6,5.

Шроты:

- соевый — 6;
- хлопчатниковый — 6...7;
- кукурузный — 6...7.

Определение металломагнитных примесей в шроте проводят так же, как и в комбикормах. Количество таких примесей в шроте должно быть не более 0,1%, причем размер частиц не более 2 мм в наибольшем линейном измерении, без острых режущих краев.

Общая ориентировочная проба на доброкачественность жмыха. Небольшое количество жмыха смачивают водой в стакане, закрывают сверху стеклом и ставят в тер-

мостат при 36...40°C. Через 2...4 ч определяют запах. У доброкачественного жмыха сохраняется обычный запах, который лишь несколько усиливается. Испорченный жмых пахнет гнилью.

Исследование льняного жмыха

Льняной жмых обладает диетическими свойствами за счет образования слизи.

Проба на ослизнение. Небольшое количество измельченного льняного жмыха заливают горячей водой, перемешивают и дают смеси постоять некоторое время. Из доброкачественного жмыха получается нежная студенистая масса, которая затем в течение первых 10...15 мин начинает выделять воду; последняя собирается над осевшей массой.

Проба на крахмал. Льняное семя, вызревшее и доброкачественное, не содержит крахмала; следовательно, льняные жмыхи, изготовленные из чистого льняного семени, должны давать отрицательную реакцию на крахмал. Наличие в пробе крахмала указывает на содержание в нем примесей, среди которых часто встречаются малопитательные (например, конопляное семя) или вредодействующие (семена крестоцветных).

Для анализа на крахмал измельченный льняной жмых смачивают на стекле дистиллированной водой и добавляют каплю 0,1% -ного раствора йода. Если при рассматривании через лупу замечают сине-фиолетовое окрашивание некоторых частиц, значит, в пробе присутствует крахмал.

Проба на примесь рапса. Небольшое количество мелко-размолотого или растертого в ступке льняного жмыха смешивают с теплой водой в узком высоком цилиндре и дают массе осесть на дно сосуда. Наличие в осадке черных семенных оболочек указывает на примесь рапса.

Для подтверждения результата исследования из цилиндра сливают часть жидкости в пробирку и добавляют туда несколько капель раствора гидроксида калия (натрия).

Примесь рапса распознают по лимонно-желтому окрашиванию жидкости.

Проба для дифференциации льняных жмыхов. 15 г измельченных остатков от переработки льняного семени помещают в стакан, заливают кипящей водой (100... 150 мл), размешивают и дают отстояться. Если в пробе шрот, то в течение часа на дне соберется осадок, а над ним будет чистая вода; если мука из льняного жмыха, то в стакане образуется слизистая студневидная масса.

Проба на наличие синильной кислоты. Для быстрого ее обнаружения и грубого количественного определения пользуются пикриновыми бумажками, изменяющими свой цвет в присутствии паров синильной кислоты. Для их приготовления обычную фильтровальную бумагу разрезают на полоски шириной 1 см и длиной 4...6 см. Полоски опускают в 4% -ный водный раствор пикриновой кислоты, высушивают и пропитывают 10% -ным раствором карбоната натрия. После высушивания бумажки приобретают лимонно-желтый цвет.

Для анализа 2...5 г льняного жмыха в измельченном виде помещают в пробирку и добавляют подогретой до 35...40°C дистиллированной воды, до образования тестообразной массы. Пробирку закрывают пробкой, зажимая ею пикриновую бумажку так, чтобы она не касалась корма. Пробирку выдерживают 2...4 ч в термостате при 35...38°C. При наличии в исследуемом жмыхе синильной кислоты пикриновая бумажка окрашивается в красный, красно-оранжевый или коричневый цвет в зависимости от содержания синильной кислоты.

При количественном определении синильной кислоты 50 г измельченного льняного жмыха помещают в колбу и доливают 150 мл 1% -ного раствора виннокислотной кислоты. Смесь взбалтывают и оставляют на сутки в покое. Затем в колбу быстро добавляют 150 мл воды, вставляют в нее пробку с отводной трубкой, присоединяют последнюю к холодильнику и отгоняют жидкость, нагревая колбу в парафиновой или водяной бане или же паром из парообразователя. Конец форштоса холодильника перед началом отгонки опускают в небольшое количество (15... 20 мл) воды, влитой в приемник для сбора дистиллята, с добавлением к ней 15 мл 0,5% -ного раствора гидроксида

калия. Отгонку заканчивают, когда выходящий из холодильника отгон перестанет давать реакцию на синильную кислоту по пикриновой бумажке.

Содержание синильной кислоты устанавливают с помощью 0,1 н. раствора нитрата серебра, которым титруют (в присутствии индикатора — 10% -ного раствора йодида калия) отогнанную жидкость до появления исчезающей мути. В начале титрования белый осадок цианида серебра быстро исчезает при взбалтывании. Когда вся синильная кислота соединится с серебром и калием, от первой же капли появляется исчезающая муть.

Для определения содержания в льняном жмыхе синильной кислоты (г) пользуются формулой

$$x = a \cdot K \cdot 0,318 \cdot 1000/m,$$

где a — количество 0,1 н. раствора нитрата серебра, пошедшее на титрование, мл; K — поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора нитрата серебра; 0,318 — коэффициент пересчета молекулы нитрата серебра на молекулу синильной кислоты; 1000 — коэффициент пересчета на 1 кг корма; m — масса навески жмыха, г.

Исследование рапсового и сурепкового жмыхов

Эти жмыхи могут содержать летучие вещества (например, горчичное масло), придающие им горький вкус и обуславливающие вредное воздействие на организм животного.

Проба на наличие горчичного масла. В стакане замешивают в жидкую кашу небольшое количество измельченного жмыха с водой, нагретой до 70...75°C. Стакан закрывают стеклом и оставляют на 20 мин. Если в жмыхе содержится много горчичного масла, при снятии со стакана крышки ощущается горчичный запах.

Количественное определение горчичного масла. Навеску хорошо измельченных и предварительно подсушенных жмыхов (5 г) насыпают в круглодонную колбу на 500 мл, доливают туда 100 мл воды и 10 мл 96% -ного этилового спирта. Колбу оставляют на 2 ч, предварительно плотно закрыв ее пробкой. После этого пробку заменяют

новой с отводной трубкой, которую присоединяют к холодильнику. Колбу для предотвращения вспенивания жидкости сначала нагревают медленно и осторожно, на небольшом пламени, а после закипания жидкости нагревание усиливают. Отогнанную жидкость собирают в колбу с предварительно налитыми в нее 30 мл 10% -ного раствора аммиака, в который погружают нижний конец отводной трубки холодильника.

В приемник отгоняют около половины жидкости; в него же добавляют дистиллированную воду, использованную для обмывания конца отводной трубки холодильника, и избыток 10% -ного раствора нитрата серебра. Колбу-приемник закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают в течение 1 ч в водяной бане. При этом образуется сульфид серебра. Последнему дают осесть, а не остывшую еще жидкость пропускают через беззольный фильтр. Остаток на фильтре промывают несколько раз горячей дистиллированной водой.

Фильтр высушивают сначала в сушильном шкафу, а затем сжигают в прокаленном, охлажденном и взвешенном тигле. По разнице между массой пустого тигля и тигля с золой (после охлаждения) узнают массу золы.

Содержание горчичного масла (%) определяют по формуле

$$x = (m_2 - m_1) \cdot 0,4594 \cdot 100/m,$$

где m_2 — масса тигля с золой, г; m_1 — масса пустого тигля, г; 0,4594 — количество горчичного масла, эквивалентное 1 г серебра; 100 — коэффициент пересчета в проценты; m — масса навески жмыха, г.

Исследование хлопчатникового жмыха

При длительном скармливании животным хлопчатникового жмыха может наступить отравление госсиполом.

Качественная проба. Чтобы убедиться в натуральности жмыха и установить наличие хлопчатникового жмыха в комбинированных кормах, на предметное стекло помещают небольшое количество муки из жмыха, шрота или отдельные частицы комбикорма и добавляют туда же каплю концентрированной серной кислоты.

Растительные частицы, содержащие госсипол, окрашиваются при этом в красный цвет, их удается отчетливо рассмотреть под малым увеличением микроскопа или же под сильной лупой. Из каждого образца исследуемого корма изготавливают и просматривают 5...6 препаратов.

Количественное определение госсипола. Навеску хлопчатникового жмыха (50 г), выделенную из средней пробы и измельченную, помещают в бумажный патрон аппарата Сокслета и экстрагируют серным эфиром. Аппарат нагревают в электрической водяной бане. Колбу аппарата погружают в воду приблизительно до половины высоты. Температуру в водяной бане поддерживают на уровне 45...50°C. Экстрагирование продолжают 18...20 ч.

После извлечения патрона со жмыхом из экстрактора отгоняют большую часть эфира, а жидкость из него пропускают через небольшой фильтр в колбочку вместимостью 100 мл и добавляют туда 0,5 г чистого анилина, не дающего щелочной реакции по лакмусовой бумажке. Госсипол связывается анилином. Колбочку освобождают путем отгона от остатка эфира, охлаждают, добавляют в нее 2 мл пиридина, закрывают пробкой и оставляют на 1 сут для осаждения дианилин-госсипола в виде кристаллического коричневого осадка. Этот осадок фильтруют через складчатый фильтр, предварительно выдержанный в эфире, высушенный, взвешенный и вставленный в стеклянную воронку. Во время фильтрования под фильтром разрежают воздух, для чего воронку с фильтром вставляют в пробку колбы с отводной трубкой, присоединенной к водоструйному или небольшому масляному насосу. Последние порции осадка перемещают на фильтр с помощью небольших порций чистого бесцветного бензина.

Фильтр с осадком дианилин-госсипола переносят в высушенный и взвешенный стаканчик, помещают его на 1 ч в сушильный шкаф при 50...55°C, охлаждают и взвешивают. Выдерживание в сушильном шкафу, охлаждение и взвешивание повторяют до тех пор, пока разница между двумя взвешиваниями не окажется в пределах 0,0001 г. Отняв от полученной массы массу стаканчика и фильтра, получают массу дианилин-госсипола.

Молекулярная масса дианилин-госсипола — 668, молекулярная масса свободного госсипола — 531. Чтобы определить содержание госсипола в дианилин-госсиполе, необходимо полученную массу умножить на 0,793. Массу госсипола выражают в процентах или количеством миллиграммов, содержащихся в 1 кг жмыха.

Оценка качества кормов животного происхождения

Требования, предъявляемые к качеству кормов животного происхождения, приведены в таблице 64.

Определение влажности. Влажность кормов животного происхождения характеризует их качество и определяет длительность хранения. Повышенное содержание влаги способствует развитию грибов и бактерий, что приводит к быстрой порче муки. Поэтому после 2-месячного хранения мясокостной, мясной, кровяной или рыбной муки обязательно следует проверять их качество.

Содержание влаги в муке определяют весовым методом путем высушивания навески в сушильном шкафу при температуре 130°C.

Качественное определение аммиака в мясокостной муке. Навеску корма массой 10 г помещают в колбу, добавляют 100 мл дистиллированной воды, перемешивают и настаивают в течение 10 мин, затем фильтруют. В пробирку наливают 10 мл фильтрата и добавляют 10 капель реактива Несслера. Появление желтого окрашивания свидетельствует о наличии аммиачных соединений (раствор мутный). Интенсивность окраски указывает на большее или меньшее содержание аммиака в муке.

Определение хлорида натрия в рыбной муке. Навеску муки массой 2...5 г, взвешенную с точностью до 0,01 г, помещают в колбу на 200 мл и наливают 150 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы настаивают в течение 15...20 мин, периодически взбалтывая, и фильтруют, 10...25 мл фильтрата переносят в сухую колбу, добавляют одну каплю насыщенного раствора хромата калия и титруют 0,1 н. раствором нитрата серебра до получения не исчезающей в течение 1 мин красновато-бурой окраски.

Таблица 64

**Требования, предъявляемые к качеству кормов
животного происхождения**

Показатель	Мука		
	мясокостная	кровая	рыбная
Внешний вид	Сухая рассыпчатая масса без плотных комков	Россыпью — без комков и плесени, допускается мелковолоконистость	Гранулированная — цилиндрические гранулы диаметром не более 20 мм, длиной не более 30 мм
Запах	Специфический, но не гнилостный и незатхлый		
Влажность, %	9...11	9...11	8...12
Крупность помола — остаток частиц на сите с диаметром отверстий 3 мм, %, не более	5	5	5
Содержание посторонних примесей:			
металломагнитных размером до 2 мм, мг/кг	150...200	150...200	100
металломагнитных с острыми краями, песка, стекла и т. д.	Не допускается		
хлорида натрия, %, не более	—	—	5
антиокислителя, %	—	—	0,02...0,1
Наличие патогенных микроорганизмов	Не допускается		

Содержание хлорида натрия (%) определяют по формуле

$$x = K \cdot 0,00585 \cdot V \cdot a - 100 / (V_1 \cdot m),$$

где K — коэффициент пересчета на 0,1 н. раствор нитрата серебра; 0,00585 — количество хлорида натрия, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора нитрата серебра, г; V —

объем жидкости в мерной колбе, мл; a — количество 0,1 н. раствора нитрата серебра, пошедшее на титрование, мл; 100 — коэффициент перевода в проценты; V_1 — объем водной вытяжки (филтраты), взятой для титрования, мл; m — масса навески муки, г.

Чем меньше соли и влаги в рыбной муке, тем выше ее качество.

Определение антиокислителя-ионола в рыбной муке. Перед проведением анализа подготавливают следующие растворы.

1. Раствор дипиридила: 200 мг дипиридила растворяют в 1 мл 96% -ного этилового спирта и доводят объем дистиллированной водой до 100 мл.

2. Основной стандартный раствор ионола: 4 мг перекристаллизованного ионола растворяют в 96% -ном этиловом спирте, доводят объем до метки (200 мл) и перемешивают. Раствор содержит 0,2 мг ионола в 1 мл. Основной стандартный раствор ионола можно использовать в течение 1 мес. при хранении его на холоде в темном месте.

3. Рабочий стандартный раствор ионола: 2,5 мл основного стандартного раствора ионола разбавляют 96% -ным этиловым спиртом в мерной колбе на 25 мл. Раствор готовят непосредственно перед определением.

4. Шкала стандартных растворов (эталонов) ионола: берут не менее трех пробирок, наливают в них рабочий стандартный раствор ионола и добавляют 96% -ный этиловый спирт в следующих количествах:

- пробирка № 1 — 0,8 мл рабочего раствора ионола + 3,2 мл спирта;
- пробирка № 2 — 2,4 мл рабочего раствора ионола + 1,6 мл спирта;
- пробирка № 3 — 4 мл рабочего раствора ионола.

Количество миллиграммов ионола в пробирках соответствует следующему содержанию (%) в исследуемой муке:

- пробирка № 1 — 0,02;
- пробирка № 2 — 0,06;
- пробирка № 3 — 0,1.

Далее приступают к анализу. В колбу с холодильником для отгонки помещают 3 г кристаллического хлори-

да кальция и приливают 10 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы охлаждают до комнатной температуры, затем вносят 2 г исследуемой муки. Верхнее отверстие колбы закрывают пробкой, в которую вставлена трубка для введения в колбу пара из парообразователя. В процессе отгонки колбу нагревают на электроплитке. В приемник собирают дистиллят, содержащий ионол. Когда в приемнике соберется 100 мл дистиллята, отгонку прекращают. Форштос холодильника обмывают небольшими порциями 96%-ного этилового спирта, сливая его в приемник. Общий объем дистиллята доводят до 200 мл 96%-ным этиловым спиртом. Затем в пробирку наливают 4 мл полученного дистиллята. Содержимое пробирок с дистиллятом, составляющих шкалу рабочего стандартного раствора ионола, доводят 50%-ным этиловым спиртом до объема 8 мл. После этого в каждую пробирку добавляют по 2 мл дипиридила и по 2 мл раствора хлорида железа. Содержимое пробирок перемешивают, потом пробирки ставят на 30 мин в темное место. По истечении указанного времени сравнивают окраску содержимого пробирки с испытуемой пробой с окраской эталонов, определяя, таким образом, содержание антиокислителя в муке (%). Если интенсивность окраски испытуемого раствора находится в интервале между двумя окрасками шкалы, указывают пределы содержания ионола.

Определение генномодифицированных организмов (ГМО) в кормах на основе иммунохроматографии

Конструкция иммунохроматографической тест-полоски представляет собой мембрану, на которой иммобилизованы моноклональные антитела, соответствующие трансгенным белкам. Внизу подложки располагается зона с наночастицами коллоидного золота. После диффузии белков-антигенов с коллоидным золотом, в случае специфического взаимодействия антигенов и антител, образуется окрашенный золотом конъюгат, что указывает на присутствие искомым белков (см. рис. 61).

Методика определения ГМО включает отбор проб образца, гомогенизирование, экстракцию белков, осаждение

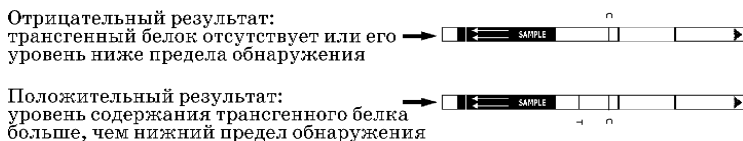


Рис. 61

Результаты иммунохроматографического определения трансгенных белков

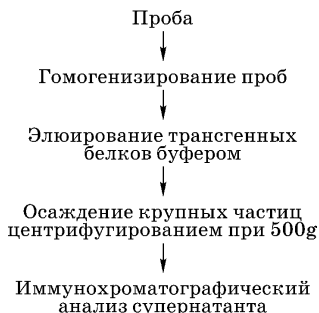


Рис. 62

Схема определения ГМО на основе иммунохроматографии

крупных частиц и контактирование тест-полоски с экстрактом трансгенных белков (рис. 62).

Методика иммунохроматографии используется для определения ГМО в различных кормах (например, в зеленых кормах, зернофураже, кормах, содержащих животные и растительные белки). Метод и тест-системы позволяют обнаруживать до 0,5% примесей ГМО. Время анализа, включая пробоподготовку, составляет не более одного часа.

РАЗДЕЛ V
ГИГИЕНА
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ
ПОМЕЩЕНИЙ

Т Е М А 1

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Цели занятия. Получить основные сведения об организации проектирования и участии в нем ветеринарного врача, зооинженера, эколога и др.

Приборы и материалы. Типовые проекты; СНиП; НТП; СанПиН; информационные бюллетени о проектной документации массового применения.

Содержание занятия. Проектирование — один из важнейших этапов капитального строительства и реконструкции. От качества проекта во многом зависят качество, сроки, экономичность строительства, а также результаты работы предприятия в дальнейшем.

Строительство объектов сельскохозяйственного назначения ведется преимущественно по типовым проектам, разрабатываемым головными проектными институтами. Эту работу координирует Государственное предприятие — Центр проектной продукции массового применения (ГП ЦПП).

При строительстве зданий и сооружений, для которых нет типовых проектов, а также при реконструкции и расширении существующих зданий проектные организации разрабатывают индивидуальные и экспериментальные проекты.

Проектная организация, выполняющая основную (технологическую) часть проектных работ, называется *генеральным проектировщиком*. Для выполнения инженерных изысканий, отдельных частей проекта по сантехнике, электротехнике и др. генеральный проектировщик на договорных началах привлекает специализированные организации — *субподрядные проектные организации*.

Проектные и изыскательные работы выполняют проектные организации на основании договоров с заказчиками проекта. При заключении договора заказчик выдает проектной организации задание на проектирование с необходимыми исходными данными.

Виды проектов.

Типизация в проектировании

Проектом на строительство называется комплекс технических и экономических документов. Различают проекты типовые, индивидуальные и экспериментальные.

Типовым называют проект, предназначенный для многократного применения при строительстве одинаковых по назначению объектов. Строительство сельскохозяйственных объектов проводят, как правило, по типовым проектам.

Типовые проекты зданий и сооружений разрабатывают для обеспечения строительства качественной проектной документацией, введения индустриальных методов строительства, достижения высоких технико-экономических показателей зданий и сооружений. Типовые проекты применяют многократно после привязки их к конкретным условиям. Это сокращает стоимость и сроки проектирования, снижает объем проектно-сметной документации, повышает ее качество.

Индивидуальный проект разрабатывают в том случае, когда на данный объект отсутствует типовой проект.

Экспериментальный проект выполняют в целях отработки в производственных условиях прогрессивных, высокоэкономичных в строительстве и эксплуатации зданий и сооружений с использованием новых материалов, изделий, оборудования.

Информация и распространение типовых проектов

На каждый типовой проект проектная организация на стадии рабочих чертежей составляет паспорт, который содержит схематические планы, разрезы, фасады здания, основные технико-экономические показатели по проекту. Эту информацию включают в Перечень типовых проектов. Изменения в этот перечень вносит Государственное предприятие — Центр проектной продукции массового применения (ГП ЦПП), который ежемесячно выпускает информационные бюллетени о проектной продукции массового применения.

Типовая проектная документация, отмеченная в графе «Поставщик» тремя звездочками (***), до поступления ее в ГП ЦПП распространяется только авторами-разработчиками. Сведения о поступлении этой типовой проектной документации (ТПД) на распространение в ГП ЦПП публикуются в информационном бюллетене.

В каталожных листах (КЛ) приводятся основные проектные решения и технико-экономические показатели, характеризующие типовую проектную документацию предприятий, комплексов, ферм, зданий и сооружений. Ежемесячные сборники КЛ на вводимую в действие типовую проектную документацию (ТПД) издаются одновременно с выпусками Информационного бюллетеня.

Проектные организации обязаны ставить в известность ГП ЦПП об изменениях, вносимых в типовой проект, замене его новым проектом или об исключении проекта из числа действующих.

Типизация имеет большое значение для повышения качества сельскохозяйственного строительства. Типовые проекты разрабатывают с обязательным учетом размеров строительных деталей и изделий, выпускаемых промышленностью. Это возможно лишь на основе действия единой модульной системы ЕМС. В России в качестве единого модуля принята величина 100 мм, обозначаемая буквой М.

Для назначения объемно-планировочных размеров применяют укрупненные модули 6000, 3000, 1500, 1200, 600,

300 и 200 мм, кратные 100 мм и обозначаемые соответственно 60М, 30М, 15М, 12М, 6М, 3М и 2М. Для назначения малых размеров (сечения колонн, балок, перемычек и пр.), а также толщины плитных и листовых материалов, ширины зазоров между элементами и допусков при изготовлении изделий применяют дробные модули: 50, 20, 10, 5, 2 и 1 мм, обозначаемые соответственно 1/2М, 1/5М, 1/10М, 1/20М, 1/50М, 1/100М.

Чтобы обеспечить единство технических решений при проектировании сельскохозяйственных зданий, разработаны на модульной системе габаритные схемы одноэтажных животноводческих помещений и птицеводческих зданий, установлены следующие унифицированные размеры:

- расстояния между продольными разбивочными осями, т. е. размеры пролетов зданий до 12 м, принимают кратными модулю 1500 мм;
- пролеты от 15 до 24 м — кратными модулю 3000 мм;
- пролеты более 24 м — кратными модулю 6000 мм.

Рекомендуемые пролеты — 24, 21, 18, 15, 12, 10, 9, 7, 5 и 6 м.

Шаг железобетонных колонн принимают по крайним рядам 3 и 6 м, по средним — 6 м. При технологическом обосновании допускается увеличение перечисленных шагов, при этом величина шага применяется кратной 3. Шаг деревянных сток принимают 4,8 м, допускается шаг, кратный 0,6 м.

Высоту помещений от отметки чистого пола до низа несущих конструкций у наружных стен назначают в пределах до 3 м с градацией, соответствующей модулю 300 мм, в пределах от 3 до 6 м — с градацией, соответствующей удвоенному модулю 600 мм, при высоте более 6 м — с градацией 1200 мм.

Привязка типовых проектов

Применяемые типовые проекты предприятий, зданий и сооружений должны быть привязаны к конкретной площадке строительства с учетом особенностей района строительства, местных цен на материалы и изделия. При привязке типовых проектов проектные организации должны:

- определять координаты и отметки частей здания и сооружения;
- определять размеры, глубину заложения фундаментов, при необходимости изменять конструктивные решения фундаментов;
- разрабатывать узлы примыкания к сетям водоснабжения, канализации, теплофикации, энергосбережения и связи;
- определять толщину наружных стен и утепляющего слоя ограждающих конструкций, а также уточнять число и тип приборов отопления и вентиляционных устройств в соответствии с климатическими условиями района строительства;
- вносить необходимые изменения в рабочие чертежи типовых проектов;
- устранять обнаруженные в типовых проектах ошибки и сообщать о них в распространяющей проект организации и разработавшей его организации.

Перечисленные мероприятия не должны приводить к ухудшению технико-экономических, эксплуатационных качеств зданий и сооружений.

Проектные организации несут ответственность за качество проекта, соответствие его современному уровню развития науки и техники, требованиям норм технологического проектирования, стандартам, строительным, санитарным правилам и нормам, а также безопасности и пожаробезопасности.

Состав проектно-сметной документации

Каждый проект состоит из графической, расчетно-текстовой и экономической частей.

В графическую часть входят схемы, эскизы, технические и рабочие чертежи, графики, диаграммы, макеты.

Расчетно-текстовая и экономическая части проекта представляют собой пояснительные записки, инженерно-технические расчеты, технико-экономическое обоснование целесообразности строительства.

Для каждого проекта составляют смету, в которой определяют как единичную стоимость работ, так и величину

ну общих и удельных капитальных вложений на проектируемое строительство.

До начала проектирования сложных предприятий и сооружений проектные организации составляют технико-экономическое обоснование (ТЭО) целесообразности проектирования и строительства данного предприятия и сооружения. Его оформляют в виде пояснительной записки с приложением необходимых расчетных, табличных и графических материалов. В ТЭО должны быть отражены следующие пункты:

1. Характеристика района строительства.
2. Определение направления и мощности предприятия.
3. Обоснование целесообразности строительства.
4. Обоснование кормовой базы.
5. Определение площадки строительства.
6. Проработка схемы генерального плана.
7. Выбор принципиальной технологической схемы.
8. Инженерные изыскания.
9. Присоединение или строительство внешних коммуникаций.
10. Обоснование основных строительных решений.
11. Обеспечение рабочей силой и энергоресурсами.
12. Экономика строительства и производства.
13. Определение мест переработки и потребления продукции.
14. Обоснование сметной стоимости строительства.
15. Общая оценка экономической целесообразности и хозяйственной необходимости проектирования.

Т Е М А 2

**ПОДГОТОВКА ЗАКАЗЧИКОМ
ИСХОДНЫХ ДАННЫХ
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.
ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

Цели занятия. Ознакомиться с документацией для проектирования: исходными данными, заданием на проектирование фермы или здания.

Приборы и материалы. Проектная документация на действующий объект (оригинал или копии); копии задания на проектирование фермы или отдельного здания.

Содержание занятия. Подготовка исходных данных для проектирования — сложная и важная задача для руководителя предприятия и специалистов. От их компетенции во многом зависят качество проекта и сроки проектирования.

Проектная документация

Заказчик представляет проектной организации следующие исходные данные.

1. Основание для строительства (постановление, решение, справка о включении в план капитального строительства).
2. Акт выбора участка с материалами согласования.

3. Решение местной администрации об отводе земельного участка.

4. Задание на проектирование, составленное заказчиком с участием проектной организации.

5. Архитектурно-планировочное задание.

6. План земельного участка, отведенного под строительство, в масштабе 1:500.

7. Выкопировку из генерального плана местности в масштабе 1:2000 или 1:5000 с нанесением на ней границ отведенного участка.

8. Материалы геодезических съемок, геологических и гидрологических изысканий на участке строительства.

9. Технические условия на присоединение фермы к источникам снабжения, инженерным сетям.

10. Характеристику строений, зеленых насаждений, подлежащих сносу.

11. Справку о необходимости включения затрат на авторский надзор.

12. Справку о необходимости строительства временно го жилья для строительных рабочих.

13. Справку районного архитектора о расстоянии до места, отведенного для сбора лишнего грунта и строительного мусора.

14. Другие документы.

Задание на проектирование составляется заказчиком совместно с главным инженером проекта. За основу проекта может быть взят типовой проект, по которому возведенные и действующие объекты показали хорошие эксплуатационные результаты в данном районе.

Чем тщательнее проработано специалистами-животноводцами задание на проектирование, тем эффективнее будет технология и результаты производства.

Примерная структура задания на проектирование.

1. Наименование объекта.

2. Место строительства.

3. Основание для строительства.

4. Объем производства (размер предприятия).

5. Название и номер типового проекта, принятые за основу проектирования.

6. Ветеринарно-санитарные объекты, система охраны здоровья животных.

7. Конструктивные элементы здания: фундаменты, стены, перекрытия, кровля, полы.

8. Требования по теплозащите ограждающих конструкций.

9. Источники теплоснабжения.

10. Источники водоснабжения.

11. Вентиляция и отопление.

12. Принятая технология содержания животных (циклограмма, система, способы).

13. Система кормораздачи.

14. Система поения животных.

15. Система навозоудаления.

16. Обработка навоза и сточных вод.

17. Оборудование стойл.

18. Тип станков, оборудование.

19. Источники комплектования животными (первичное комплектование, технологическое комплектование).

20. Источники обеспечения кормами: корма собственного производства, возможности расширения кормовой базы, покупка кормов.

21. Расчет потребности кормов, примерные рационы.

22. Первичная обработка продукции.

23. Предполагаемые источники сбыта продукции.

24. Обеспечение кадрами.

25. Необходимость строительства жилья.

26. Источники финансирования.

27. Этапы проектирования.

28. Срок ввода, этапы ввода в эксплуатацию.

Стадии проектирования

Проектирование можно выполнять в одну или две стадии. На первой стадии разрабатывают технический проект, на второй (после его утверждения) — рабочие чертежи. Проектирование в одну стадию (при совмещении разработки технического проекта с рабочими чертежами) осуществляют по объектам, строительство которых намечается по типовым проектам, а также по несложным объектам.

Технический проект разрабатывают для выявления основных проектных решений и определения сметной стоимости объекта. Он включает:

- технико-экономическую часть;
- генеральный план и транспорт;
- технологическую часть;
- строительную часть (архитектурные чертежи, решения по водоснабжению, канализации, отоплению и вентиляции, энергоснабжению);
- разделы по организации строительства и организации труда;
- свободную смету и объектные сметы.

В рабочих чертежах отражаются те же части и разделы, но с той степенью уточнения и детализации, которая необходима для производства строительно-монтажных работ. Рабочие чертежи передают заказчику в сроки, установленные графиками.

Комплектовочные ведомости составляет проектная организация на основании технических проектов или рабочих чертежей с учетом ожидаемого наличия оборудования, изделий на начало планируемого года. В них включают оборудование всех видов, приборы, кабельные изделия, серийные электродвигатели, импортное оборудование, нетиповое и нестандартное оборудование и т. д. Заявки на оборудование, приборы и материалы составляет заказчик и представляет их комплектуящим организациям.

Т Е М А 3

**НОРМАТИВНАЯ БАЗА
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Цели занятия. Ознакомиться с основными документами на проектирование и строительство животноводческих объектов.

Приборы и материалы. Нормы технологического проектирования (НТП) животноводческих предприятий; СНиП — строительная климатология; строительная теплотехника и др.

Содержание занятия. Проектные и строительные организации руководствуются:

- законами РФ, указами Президента РФ, решениями Правительства РФ по вопросам капитального строительства;
- нормами технологического проектирования (НТП);
- строительными нормами и правилами (СНиП), инструкциями по проектированию и строительству, техническими правилами и др.;
- каталогами промышленных строительных изделий, перечнем (каталогами) типовых проектов для применения в строительстве;
- стандартами на строительные материалы, детали, конструкции, санитарно-техническое оборудование;

- сметными нормативами, прейскурантами на строительство, расценками и ценниками для определения сметной стоимости строительства и др.;
- санитарными правилами и нормами, регламентирующими санитарно-защитные зоны, охрану окружающей среды от загрязнения отходами и т. д.

Нормы технологического проектирования животноводческих предприятий разрабатывают коллективы ведущих проектных, научно-исследовательских и учебных институтов на основе программы-задания Министерства сельского хозяйства РФ. Они позволяют специалистам животноводства квалифицированно готовить задание на проектирование, а затем осуществлять контроль за проектированием и строительством.

Перечень основных действующих норм технологического проектирования приведен в таблице 65.

Таблица 65

Перечень норм технологического проектирования

ВНТП 2-96	Ведомственные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий
НТП 17-99	Нормы технологического проектирования систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета
НТП 1-99	Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота
НТП АПК 1.10.01.001-00	Нормы технологического проектирования ферм крупного рогатого скота крестьянских хозяйств
НТП АПК 1.10.02.001-00	Нормы технологического проектирования свиноводческих ферм крестьянских хозяйств
НТП АПК 1.10.03.001-00	Нормы технологического проектирования овцеводческих предприятий
НТП АПК 1.10.04.001-00	Нормы технологического проектирования коневодческих предприятий
НТП АПК 1.10.06.001-00	Нормы технологического проектирования звероводческих и кролиководческих ферм
НТП АПК 1.10.11.001-00	Нормы технологического проектирования хранилищ силоса и сенажа

Продолжение табл. 65

НТП АПК 1.10.06.002-00	Нормы технологического проектирования предприятий малой мощности звероводческих и кролиководческих ферм
НТП АПК 1.10.05.001-01	Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий
НТП АПК 1.10.03.002-02	Нормы технологического проектирования козоводческих объектов
НТП АПК 1.10.04.002-02	Нормы технологического проектирования верблюдоводческих объектов
НТП АПК 1.10.07.001-02	Нормы технологического проектирования ветеринарных объектов для животноводческих, звероводческих, птицеводческих предприятий и крестьянских хозяйств
НТП АПК 1.10.07.002-02	Нормы технологического проектирования ветеринарных объектов для городов и иных населенных пунктов
НТП АПК 1.10.07.003-02	Нормы технологического проектирования станций и пунктов искусственного осеменения животных
НТП АПК 1.10.16.001-02	Нормы технологического проектирования кормоцехов для животноводческих ферм и комплексов
РД АПК 3.00.01.001-00	Порядок разработки, изложения, оформления, согласования, утверждения и регистрации норм технологического проектирования, ведомственных норм и руководящих документов

С развитием строительной индустрии, совершенствованием технологии содержания животных, научными исследованиями нормы уточняют, дополняют или пересматривают.

Задание № 1. Ознакомьтесь с примерной структурой норм технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота на примере НТП 1-99 или НТП АПК 1.10.01.001-00.

Обратите внимание на следующие разделы:

- общие указания;
- системы и способы содержания крупного рогатого скота;

- размеры и структура стада предприятий крупного рогатого скота;
- номенклатура зданий и сооружений, состав помещений и технологические требования к ним;
- нормы площадей и размеры основных технологических элементов зданий, сооружений и помещений;
- примерные нормативы потребности и запаса кормов;
- нормы потребности и запаса подстилки;
- нормы потребления воды и требования к водоснабжению;
- требования к системам удаления навоза и канализации;
- нормы выделения животными тепла, газа и водяных паров;
- нормы параметров внутреннего воздуха и требования к отоплению и вентиляции помещений;
- технологическое оборудование, механизация и автоматизация производственных процессов;
- электроснабжение и электротехнические устройства;
- приложения (примерные годовые нормы потребности кормов для крупного рогатого скота и программы кормления молодняка; показатели продуктивности животных и расхода кормов; показатели затрат труда; показатели выработки и выранжировки коров, делового выхода телят на предприятиях по производству молока).

Задание № 2. Ознакомьтесь со структурой норм технологического проектирования птицеводческих предприятий НТП АПК 1.10.05.001-01 и обратите внимание на следующие разделы:

- область применения;
- нормативные ссылки;
- общие указания;
- виды и технологические группы птицы;
- системы содержания птицы и основные нормативы и требования для технологических расчетов;
- типы, размеры и номенклатура птицеводческих предприятий;
- номенклатура зданий и сооружений;

- требования к планировке территории, расположению и взаимной связи зданий и сооружений предприятия;
- технологические требования к строительным решениям зданий и сооружений;
- нормы площадей и размеры основных технологических элементов зданий, сооружений и помещений;
- фронт поения и кормления птицы;
- нормы потребности и запаса кормов;
- нормы потребности и запаса подстилки;
- нормы потребности воды и требования к водоснабжению;
- нормы водоотведения и требования к канализации и очистным сооружениям;
- параметры внутреннего воздуха и требования к отоплению и вентиляции производственных помещений;
- технологическое оборудование и механизация производственных процессов;
- электроснабжение и электротехнические устройства;
- нормы освещения и освещенности птицеводческих зданий;
- системы удаления и подготовки помета к использованию;
- производственная санитария и техника безопасности;
- противопожарные требования;
- охрана окружающей среды;
- приложения (примерные расчеты движения поголовья ремонтного молодняка птицы для предприятий производственной зоны; выход товарной продукции птицеводства).

Т Е М А 4

**НАВЫКИ ЧТЕНИЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ
ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ
ОБЪЕКТОВ**

Цели занятия. Получить навыки чтения строительных чертежей (методы изображения объектов, нанесение размеров, масштабы, маркировка, основные условные обозначения).

Приборы и материалы. Методические указания; условные обозначения; типовой проект; альбом АС (архитектурно-строительные чертежи); кинофото-материалы.

Содержание занятия. В соответствии с должностными обязанностями ветеринарный врач, биоэколог и зооинженер участвуют в проектировании, строительстве, реконструкции и эксплуатации животноводческих объектов, обеспечивая охрану здоровья животных и устойчивую работу предприятий, защиту внешней среды от загрязнения и получение продукции высокого санитарного качества.

Ошибки и недостатки на этапе проектирования и строительства, нарушения требований ветеринарной гигиены могут привести к тяжелым последствиям, которые трудно, а иногда и невозможно полностью исправить. Поэтому специалисты должны владеть навыками чтения строительных чертежей, чтобы участвовать в подготовке задания на проектирование объектов, квалифицированно проводить экспертизу проектной документации и участвовать в приемке готовых объектов.

Состав строительных чертежей

В состав строительных чертежей входят:

- ситуационные и генеральные планы строительства;
- технические чертежи в виде планов, фасадов, разрезов, сечений и профилей объектов, чертежи фундаментов, стен, перекрытий, кровель, лестниц;
- спецификация на оборудование;
- чертежи на установку технологического оборудования и т. д.

Методы изображения проектируемых объектов

Основной метод изображения проектируемых объектов на строительных чертежах — **ортогональный (прямоугольная проекция)**. Он дает представление о предмете при рассмотрении его сверху (план) и со всех сторон (фасады). Недостаток изображения на чертежах зданий и сооружений посредством ортогональной проекции состоит в том, что изображение объектов носит плоскостной характер. Только при совместном рассмотрении чертежей всех трех видов — плана, фасада и разреза — можно получить пространственное изображение.

Косоугольная проекция обеспечивает пространственную наглядность предмета, но при этом происходит искажение действительной конфигурации предмета.

Изображение зданий на строительных чертежах имеет свои названия:

- вид на здание спереди (с улицы) — главный фасад;
- вид сзади — дворовый фасад;
- вид слева и справа — боковой, или торцовый, фасад;
- вид на здание сверху — план кровли.

Фасады и план кровли дают представление только о внешнем виде здания, расположении окон, дверей, ворот, архитектурных деталей. Для ознакомления с расположением и размерами помещений внутри здания, со строительными конструкциями, с размещением санитарно-технических устройств, технологического оборудования необходимы планы и разрезы.

Планом здания называют разрез его горизонтальной секущей плоскостью по оконным и дверным проемам. Так,

если мысленно рассечь здание горизонтальной плоскостью по оконным и дверным проемам, отбросить верхнюю его часть, а оставшуюся спроецировать на горизонтальную плоскость, то эта проекция будет планом здания.

На плане показывают расположение помещений (планировка), места, отведенные для окон, дверей, ворот, стены, перегородки и другие элементы.

Для выявления конструкций здания, высоты отдельных элементов, уровня пола служат разрезы.

Разрезом здания называют сечение здания вертикальной секущей плоскостью.

В зависимости от положения секущей плоскости различают **продольный** разрез здания, когда вертикальная секущая плоскость параллельна продольным стенам здания, и **поперечный**, когда вертикальная секущая плоскость перпендикулярна к продольным стенам здания.

Отсеченная часть здания рассматривается со стороны разреза на всю достижимую для наблюдения глубину обозрения.

Секущие плоскости могут быть прямыми (по всей длине, ширине или высоте здания) и ломаными. При использовании ломаных секущих плоскостей разрезы получаются более сложными.

Вычерчивание плана здания начинается с нанесения разбивочных осей. *Разбивочной осью* называют линию, проходящую вдоль наружных и капитальных внутренних стен. На плане разбивочные оси выносят за контуры здания и заканчивают кружками диаметром 8 мм, в которых ставят их обозначение (марки).

Продольные разбивочные оси маркируют заглавными буквами русского алфавита, снизу вверх, начиная с буквы А. Поперечные разбивочные оси маркируют цифрами слева направо, начиная с цифры 1. Система пересекающихся продольных и поперечных осей образует строительную сетку разбивочных осей.

Вынесение осей на местность называется *разбивкой здания*.

Расстояние между разбивочными осями должно быть кратным 100 мм. Все наружные и капитальные внутрен-

ние стены, а также отдельно стоящие опоры (колонны и столбы) должны иметь разбивочные оси.

К разбивочным осям привязывают все элементы и конструкции здания, а также размеры. Место расположения колонн на плане здания обозначают двумя взаимно пересекающимися перпендикулярными осевыми линиями. Эта система пересекающихся осей образует сетку колонн.

Разбивочные оси внутренних колонн и внутренних стен совпадают с их геометрическими осями. Разбивочные оси наружных стен могут совпадать с внутренней гранью стены или отстоять от нее на величину, кратную 100 мм (величина модуля).

Привязка к продольным и поперечным разбивочным осям наружных стен и колонн животноводческих зданий должна проводиться с соблюдением следующих правил:

- несущие кирпичные стены толщиной 380 мм и более, а также стены из крупных блоков толщиной 400 мм и более при опирании на них балок покрытия располагают так, чтобы продольная разбивочная ось проходила на расстоянии соответственно 250 и 300 мм от внутренней поверхности стен;
- если несущие кирпичные стены имеют пилястры толщиной 130 мм, то расстояние от продольной оси до плоскости пилястры принимают равным 200 мм;
- при опирании плит покрытия непосредственно на стены внутреннюю поверхность стены относят от разбивочной оси внутрь здания на 200 мм.

Расстояние между продольными осями сетки (рядами колонн) называют *пролетом здания*, а расстояние между поперечными осями — *шагом колонн*. Размеры пролетов и шага колонн принимают кратным 3 м. В животноводческих зданиях пролеты чаще бывают 12, 15, 18, 21 и 24 м, а шаг — 6, 9, 12 м.

Нанесение размеров на строительных чертежах

Все строительные чертежи выполняют в определенном масштабе. *Масштабом* называют отношение линейных размеров изображаемых на чертежах предметов к их действительным размерам. Масштабы могут быть числовыми и линейными.

Для строительных чертежей применяют следующие масштабы:

- для узлов строительных конструкций — 1:5, 1:10, 1:20;
- для планов, фасадов, разрезов зданий — 1:50, 1:100, 1:200;
- для генеральных планов — 1:500, 1:1000, 1:2000.

Размеры на строительных чертежах связаны с разбивочными осями. На чертежах размеры обозначают размерными числами и размерными линиями. При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным.

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения, на генеральных планах размеры проставляют в метрах. Если размеры дают в других единицах, то соответствующие размерные числа записывают с обозначением единиц измерения или указывают их в технических требованиях.

Размерные линии с обоих концов ограничивают стрелками, допускается размерные линии заканчивать засечкой под углом 45° .

Размеры проставляют над размерными линиями ближе к середине. На планах проводят 2...3 размерные линии параллельно продольным и поперечным стенам у наружных граней.

На первой размерной линии проставляют размеры оконных и дверных проемов и простенков, на второй — размеры между соседними разбивочными осями, на третьей — размер между крайними разбивочными осями. Для указания размеров внутренних помещений размерные линии чертят внутри этих помещений. Общую площадь помещений (в квадратных метрах) проставляют внутри этих помещений и числа подчеркивают или заключают в кружки. На разрезах проставляют условные числовые отметки высоты.

Отметка — это число, указывающее высоту точки над нулевой плоскостью. Для обозначения высотной отметки установлен условный знак в виде равностороннего треугольника, опирающегося вершиной на выносную линию

уровня соответствующей поверхности. Правая половина этого треугольника зачерчена. Применяются абсолютная и относительная высотная отметка. На строительных чертежах показывают относительные высотные отметки.

За нулевую отметку ($\pm 0,000$) принимают условно уровень чистого пола первого этажа. В животноводческих помещениях — уровень кормового прохода, служебного или кормонавозного прохода.

Числовые отметки ставят в метрах с тремя десятичными знаками. Каждая числовая отметка показывает высоту данного уровня от уровня чистого пола первого этажа. Если при отметке стоит знак минус, то это указывает, что расстояние откладывают вниз от уровня чистого пола первого этажа.

Маркировка рабочих чертежей

В состав проекта входят все строительные чертежи, необходимые для сооружения здания. Работы по строительству подразделяют на общестроительные и специальные, аналогично рабочие чертежи. Каждой группе чертежей присваивают марку, которую проставляют на чертеже в основной надписи, например:

- архитектурные чертежи — АР;
- архитектурно-строительные чертежи — АС;
- конструкции железобетонные — КЖ;
- конструкции металлические — КМ;
- конструкции деревянные — КД;
- конструкции строительные — КС;
- водопровод и канализация — ВК;
- отопление и вентиляция — ОВ;
- электроосвещение — ЭО;
- генеральный план — ГП;
- технологическая характеристика — ТХ;
- тепловые сети — ТС.

Маркировка позволяет быстро находить нужные чертежи. Для чтения строительных чертежей нужно знать также определенный минимум условных обозначений строительных материалов, конструкций, санитарно-технических устройств, электрооборудования и др., которые приводят в приложении.

Нумерация проектных материалов для строительства:
801 — комплексы, фермы, здания и сооружения для крупного рогатого скота;

802 — свиноводческие комплексы, фермы, здания и сооружения;

803 — овцеводческие, козоводческие комплексы, фермы, здания и сооружения;

804 — коневодческие фермы, здания и сооружения;

805 — птицеводческие комплексы, фермы, фабрики, здания и сооружения;

806 — фермы и здания для звероводческих, кролиководческих и охотничьих хозяйств;

807 — ветеринарные, зоотехнические и агрономические здания и сооружения;

808 — здания и сооружения для хлопководства, шелководства, табаководства и пчеловодства;

809 — теплично-парниковые хозяйства;

810 — силосные сооружения;

811 — предприятия по послеуборочной обработке и хранению зерновых культур, производству, хранению комбикормов и приготовлению травяной муки;

812 — здания и сооружения для хранения продукции сельскохозяйственного производства;

813 — предприятия по первичной обработке и переработке сельскохозяйственной продукции;

814 — навозохранилища и навозосборники;

815 — предприятия по ремонту, техническому обслуживанию, хранению и обеспечению горюче-смазочными материалами сельскохозяйственной техники;

816 — склады минеральных удобрений и химических средств защиты растений;

817 — разные сельскохозяйственные здания и сооружения.

Т Е М А 5

**ИЗУЧЕНИЕ ПРОЕКТА
ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО
ПОМЕЩЕНИЯ**

Цели занятия. Изучить правила и приемы работы со строительными чертежами животноводческих помещений.

Приборы и материалы. Типовые проекты; таблицы условных обозначений на строительных чертежах.

Содержание занятия. Для оценки проекта на первом этапе требуется изучить строительные чертежи; обратите внимание на маркировку чертежей, номера страниц и принятые условные обозначения. На титульном листе проекта должны быть указаны: автор проекта, номер, название проекта, название и номер альбома, согласование, год утверждения и ввода в действие. На первом листе указаны название проекта, состав проекта, содержание альбома. После этого читают пояснительную записку. Она может быть полной, с детально проработанными разделами, или краткая.

Примерный состав пояснительной записки:

- общая часть;
- требования к размещению и участку;
- архитектурно-строительные конструкции (фундаменты, стены, перекрытия, полы, стропила, кровля, перегородки, окна, двери, отделочные работы);
- спецификация строительных изделий;

- внутреннее оборудование; отопление, вентиляция, водоснабжение, автопоение, канализация, электроосвещение, механизация технологических процессов;
- специальные указания при возведении здания, пожаробезопасность, охрана внешней среды.

Прочитав технологическую часть, обратите внимание на климатическое районирование, варианты проектных решений стен, перекрытий, уровень теплозащиты для различных климатических условий. Особого внимания требуют разделы навозоудаления, канализации, отопления и вентиляции.

Далее идут листы с маркировкой АС — архитектурно-строительные чертежи.

Чтобы получить представление о внешнем виде здания, изучите фасады. Затем рассмотрите план здания на отметке выше нулевой. Обратите внимание на конфигурацию (прямоугольное, Г-образное, П-образное, вставки) и размеры здания. Все размеры должны быть привязаны к разбивочным осям. Найдите поперечные разбивочные оси (идут снизу вверх, заканчиваются кружком с цифровым обозначением), продольные разбивочные оси (идут справа налево, обозначаются внутри кружка заглавными буквами).

Пользуясь таблицей «Экспликация помещений», изучите состав помещений: определите габариты здания (длину, ширину, шаг колонн, ширину пролета, число пролетов), найдите стены, простенки, ворота, оконные и дверные проемы (обратите внимание на обозначение дверей, окон с одним переплетом, с двумя переплетами, определите толщину стен, размер пролета окон, ворот, простенков).

Затем рассмотрите разрезы здания по плоскости I—I (поперечный разрез), II–II (продольный разрез) и др. На разрезе I—I найдите продольные оси, ширину, число пролетов, высотные отметки. Определите высоту стен, высоту до низа выступающих конструкций. Изучите конструкцию перекрытия — все элементы. Особое внимание обратите на толщину утеплителя (по таблице «Толщина утеплителя» выясните наиболее надежную теплозащиту перекрытия и рекомендуемые теплоизоляционные материалы).

Проработайте конструкцию узлов и деталей на коньке, узлы примыкания перекрытий и стен. Прочитайте чертежи на расстановку технологического оборудования, чертежи каркаса здания, монтажный план балок, плит перекрытия или покрытия.

На листах с маркировкой ТХ изучите расстановку технологического оборудования.

На листах с маркировкой ОВ найдите схемы вентиляционных установок, планы и разрезы вентиляционных систем, спецификацию вентиляционного оборудования, режим его использования в разные периоды года. Рассмотрите таблицу тепловоздушного баланса. Обратите внимание на исходные данные для расчета воздухообмена: нормы влаговыведения, параметры внутреннего и наружного воздуха, соответствие их климатическим условиям места строительства здания.

Изучите характеристики вентиляционного оборудования (ПУ — приточных установок, ВУ — вытяжных установок), естественную систему вентиляции, режим работы приточных и вытяжных установок в различные периоды года.

Дайте заключение о достоинствах данного проекта, соответствии конструктивных решений климатическим условиям места строительства, технологических решений и инженерного оборудования современному уровню развития животноводства и птицеводства. Разработайте предложения для проектировщиков с целью совершенствования проекта.

Т Е М А 6

**ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНАЯ
И ЗООГИГИЕНИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА ПРОЕКТА**

Цели занятия. Ознакомиться с нормативной документацией по ветеринарной экспертизе проекта, получить навыки зоогигиенической оценки проекта.

Приборы и материалы. Ветеринарное законодательство; нормы технологического проектирования.

Содержание занятия. Квалифицированная экспертиза проектной документации позволяет на стадии проектирования обеспечить высокий технологический уровень проектных решений, эффективную охрану ферм от заноса инфекции, профилактику незаразных болезней, использование передовых технологий, охрану окружающей среды от загрязнения, повышение продуктивности животных за счет оптимизации условий содержания и кормления. Недостатки или ошибки в проекте сложно, а зачастую и невозможно устранить после завершения строительства объекта. Поэтому ветеринарному врачу или зооинженеру необходимо владеть методикой экспертной оценки проекта животноводческих объектов. Для ее проведения используют существующую нормативную базу документов. Основной документ — Инструкция о порядке проведения ветеринарной экспертизы проектной документации на строительство и реконструкцию животноводческих ферм и предприятий по

производству молока, мяса и яиц на промышленной основе и о ветеринарно-санитарных требованиях при строительстве.

Оценить проект помогут нормы технологического проектирования (ферм крупного рогатого скота, свиноводческих, овцеводческих, птицеводческих, коневодческих предприятий, нормы технологического проектирования ветеринарных объектов, систем удаления и обработки навоза и др.), а также ветеринарно-санитарные правила для животноводческих предприятий.

Для оценки строительных решений следует использовать строительные нормы и правила (СНиП), инструкции и рекомендации по конкретному вопросу.

Оценку проектных разработок лучше проводить совместно с главным инженером проекта до утверждения проекта и передачи его заказчику, так как дальнейшие изменения внести в проект будет сложнее.

Специалист должен тщательно изучить пояснительную записку, рабочие чертежи и выяснить соответствие проекта климатической зоне. Кроме этого нужно оценить источники комплектования животными, систему и способ содержания животных, обеспеченность кормами, способ раздачи корма, систему поения и навозоудаления, нормы размещения животных, возможность реализации продукции, источники теплоснабжения, систему вентиляции, освещения, типы полов, водоотведение, утилизацию навоза, охрану внешней среды, обеспеченность кадрами и другие вопросы. Завершением экспертизы является документ, в котором должны быть отражены:

- оценка участка для строительства;
- генеральный план, размещение объектов, подъездные пути;
- санитарно-защитная зона;
- система защиты ферм от заноса инфекции (ограждение, санпропускник, дезблок, въездной дезбарьер, зонирование, целесообразность блокировки зданий, ветсанразрывы, выгульные площадки, изолятор, карантин и др.);
- соответствие проектных разработок утвержденному заданию на проектирование;

- соблюдение нормативных требований НТП (отметить отклонения);
- источники комплектования фермы или предприятия животными для ремонта стада или для откорма;
- размер и структура стада, воспроизводство стада;
- обеспечение кормами, система приготовления и раздачи кормов;
- источник водоснабжения;
- теплоснабжение, энергоснабжение;
- система обеспечения микроклимата;
- теплозащита здания;
- система навозоудаления, обработки и утилизации навоза;
- оборудование стойл, станков;
- организация доения, обработки молока, наличие необходимого оборудования;
- наличие ветеринарно-санитарных объектов согласно номенклатуре;
- ветеринарно-санитарные мероприятия и средства механизации;
- охрана окружающей среды от загрязнений сточными водами (способы спуска сточных вод от производственных помещений, от изолятора, карантина, очистка стоков, нейтрализация дезинфицирующих средств, растворов ядохимикатов);
- уничтожение или утилизация трупов животных, боенских конфискатов;
- недостатки проекта, предложения по улучшению проектных решений.

Т Е М А 7

**РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА
В ПОМЕЩЕНИЯХ ДЛЯ ЖИВОТНЫХ**

Цели занятия. Освоить методику расчета воздухообмена в животноводческих помещениях.

Содержание занятия. Количество воздуха в животноводческих помещениях, его физические свойства и газовый состав постоянно изменяются под влиянием выделения животными теплоты, влаги, диоксида углерода, в результате разложения навоза, мочи, остатков корма, изменения свойств атмосферного воздуха, поступающего в помещение. Для обеспечения нормативного микроклимата воздух помещений должен постоянно заменяться свежим с помощью приточно-вытяжной вентиляции.

При нормальном воздухообмене создается нормативный микроклимат, предупреждается конденсация водяных паров на ограждающих конструкциях и оборудовании. Заниженный воздухообмен приводит к ухудшению микроклимата, накоплению вредных продуктов обмена, влаги и теплоты. Высокий уровень воздухообмена в зимний период приводит к большому расходу теплоты, снижению температуры в помещении, повышению эксплуатационных расходов.

Для определения воздухообмена необходимо знать поступление вредных выделений (избытков теплоты, газов и водяных паров) в помещении за 1 ч и предельно допустимое количество вредных выделений в 1 м³ воздуха помещения.

Объем воздуха, подаваемого в помещение или удаляемого из него за 1 ч, отнесенный к внутреннему объему вентилируемого помещения, называют **кратностью воздухообмена (K)** и находят по формуле

$$K = \pm L/V,$$

где L — воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$; V — объем помещения, м^3 . Знаком «+» обозначают воздухообмен по притоку, знаком «-» — по вытяжке.

Если кратность воздухообмена равна +1 и -2, это означает, что в помещение за 1 ч подается однократный и удаляется двукратный объем воздуха по отношению к объему помещения.

При расчете воздухообмена, кроме кратности воздухообмена, учитывают и *норму воздухообмена* — количество чистого воздуха, которое нужно подать для удаления всех вредных примесей.

В связи с тем что в летний период в помещениях накапливается избыток теплоты, а в зимний — избыток диоксида углерода и влаги, воздухообмен рассчитывают для каждого конкретного периода.

Вентиляцию помещений в зимний период следует организовать так, чтобы удалять все вредные примеси при минимальном расходе теплоты. Холодный наружный воздух имеет низкую влажность, поэтому для удаления избытка влаги из помещений зимой его требуется значительно меньше. В зимний период воздухообмен делают минимальным.

В жаркое время вентиляцию усиливают.

Воздухообмен должен быть на таком уровне, чтобы температура в помещении не превышала наружную более чем на 5°C . В переходный период (осень/зима) воздухообмен должен быть интенсивнее, чем зимой, но медленнее, чем летом.

Более точный расчет воздухообмена проводят по отдельным видам вредных примесей.

Необходимый воздухообмен (L_{CO_2} , $\text{м}^3/\text{ч}$) при повышенной концентрации диоксида углерода определяют по формуле

$$L_{\text{CO}_2} = C / (C_1 - C_2),$$

где C — количество диоксида углерода, выделяемого всеми животными за 1 ч, $\text{м}^3/\text{ч}$; C_1 — допустимая концентрация диоксида углерода в воздухе помещений, $\text{м}^3/\text{ч}$ (от 0,002 до 0,025 $\text{м}^3/\text{ч}$); C_2 — содержание диоксида углерода в наружном воздухе, (величина постоянная и равна 0,03 $\text{м}^3/\text{ч}$).

Чтобы определить поступление диоксида углерода от животных, нужно количество диоксида углерода, выделяемое одним животным определенной массы и продуктивности, умножить на поголовье животных. Подставив в формулу найденные значения, получают воздухообмен. При обеспечении такой вентиляции в помещении концентрация диоксида углерода не будет превышать допустимую норму (0,25%).

Поступление диоксида углерода от птицы (C , $\text{м}^3/\text{ч}$) определяют по формуле

$$C = C_{\text{CO}_2} \cdot n \cdot m,$$

где C_{CO_2} — количество диоксида углерода, выделяемого на 1 кг массы птицы за 1 ч, $\text{м}^3/\text{ч}$; n — поголовье птицы в помещении; m — масса одной птицы, кг.

Количество воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), необходимое для удаления избыточной влажности, рассчитывают по формуле

$$L_{\text{H}_2\text{O}} = W / (d_{\text{в}} - d_{\text{н}}),$$

где W — поступление водяных паров от животных при испарении с мокрых поверхностей ограждающих конструкций, поилок, кормушек и пр., $\text{г}/\text{ч}$; $d_{\text{в}}$ — допустимое влагосодержание воздуха в помещении, $\text{г}/\text{м}^3$; $d_{\text{н}}$ — влагосодержание наружного воздуха, вводимого в помещение, $\text{г}/\text{м}^3$.

Норму выделения водяных паров одним животным умножают на число животных с определенными живой массой и продуктивностью.

Выделение водяных паров животными зависит от окружающей температуры, поэтому для повышения точности расчетов нужно учитывать поправочные коэффициенты.

Количество водяных паров, выделяемых птицей, находят по формуле

$$W = W_{\text{H}_2\text{O}} \cdot nmr,$$

где $W_{\text{H}_2\text{O}}$ — количество влаги, выделяемой на 1 кг массы птицы, г/ч; r — поправочный коэффициент, учитывающий изменение выделения влаги в зависимости от температуры.

Для расчета влаги, испаряющейся с мокрых поверхностей, поилок, кормушек, можно применять специальные формулы. С целью упрощения расчетов пользуются процентными надбавками к выделениям водных паров животными.

Допустимое влагосодержание воздуха в помещении (d_v) определяют расчетным путем.

Для этого нужно знать нормативную температуру и относительную влажность (ϕ) помещения. Например, в помещениях для содержания коров желательна температура 10°C, относительная влажность — 70%. По таблице максимальной упругости водяных паров находят максимальную влажность (E) при данной температуре. Она равна 9,17 мм рт. ст., 9,17 г/м³.

Тогда

$$d_v = E\phi/100 = (9,17 \cdot 70)/100 = 6,4 \text{ г/м}^3.$$

Влагосодержание наружного воздуха (d_n) зависит от климатических условий данной местности и времени года. Для расчета воздухообмена в зимний период берут значения показателя в январе, в переходный период — среднюю за ноябрь и март, в летний — за июнь.

Пример расчета

В коровнике боксового содержания на 400 коров находятся: 40 сухостойных коров живой массой 600 кг; 60 коров живой массой 500 кг с удоем 10 кг; 300 коров живой массой 500 кг с удоем 15 кг в сутки. Размеры стойлового помещения: ширина — 27 м, длина — 106 м, высота стен — 3,3 м. Коровник размещен в Челябинской области.

Расчитать воздухообмен (по диоксиду углерода, влажности) и кратность воздухообмена.

Расчет воздухообмена по диоксиду углерода начинают с расчета его поступления:

- одна сухостойная корова живой массой 600 кг выделяет 153 м³/ч, а 40 — 6120 м³/ч;
- одна корова живой массой 500 кг с удоем 10 кг выделяет 152 м³/ч, а 60 — 9120 м³/ч;
- одна корова живой массой 500 кг с удоем 15 кг выделяет 185 м³/ч, а 300 — 55 500 м³/ч.

Общее поступление диоксида углерода составит 70 740 м³/ч.

$$L_{\text{CO}_2} = 70\,740 : [(0,025 - 0,03) \cdot 100] = 32\,154 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчет объема вентиляции для удаления избыточной влажности проводят в следующем порядке. Вначале находят поступление водяных паров от животных:

- одна сухостойная корова живой массой 600 кг выделяет 0,489 кг/ч, 40 — 19,56 кг/ч;
- одна корова живой массой 500 кг с удоем 10 кг выделяет 0,455 кг/ч, а 60 — 27,3 кг/ч;
- одна корова живой массой 500 кг с удоем 15 кг выделяет 0,507 кг/ч, а 300 — 152,1 кг/ч.

Общее поступление водяных паров от животных равно 198,96 кг/ч. Поступление влаги, испарившейся с мокрых поверхностей помещения, принимаем за 10% выделяемой животными, что составит 218,856 кг/ч.

По микроклиматическим нормативам температура в коровнике зимой должна быть 10°C, относительная влажность — 70%.

Максимальная влажность воздуха при температуре 10°C равна 9,17 г/м³, а относительная влажность должна составлять 70% максимальной, т. е. $9,17 \cdot 0,7 = 6,4 \text{ г/м}^3$.

Влагосодержание наружного воздуха для Челябинска, по данным метеостанции, в январе составило 1,1 г/м³, в марте — 2, в ноябре — 2,4 г/м³. Средняя температура самого жаркого месяца — 18,8°C.

Для расчета воздухообмена в зимний период принимают влагосодержание в январе, равное 1,1 г/м³.

$$L_{\text{зимн}} = 218,856 \cdot 1000 / (6,4 - 1,1) = 41\,293 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для расчета воздухообмена в переходный период берут среднее значение влагосодержания наружного воздуха за ноябрь и март: $(2 + 2,4)/2 = 2,2 \text{ г/м}^3$.

$$L_{\text{перех}} = 218,856 \cdot 1000:(6,4 - 2,2) = 52 \text{ 108 м}^3/\text{ч}.$$

Кратность воздухообмена (объемов в час) рассчитывают по формуле

$$K = L_{\text{перех}}/V,$$

где $L_{\text{перех}}$ — воздухообмен, $\text{м}^3/\text{ч}$; V — объем здания — $27 \times 106 \times 3,3 = 9444,6 \text{ м}^3$,

или

$$K = 52 \text{ 108} : 9444,6 = 5,5.$$

В расчете на одну корову воздухообмен в зимний период составит $103,2 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($41 \text{ 293} : 400$), в переходный период — $130,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ ($52 \text{ 108} : 400$), а в расчете на 100 кг живой массы — соответственно $20,2$ и $25,5 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для обеспечения необходимого воздухообмена рассчитывают площадь вытяжных и приточных каналов и их число. Площадь (S , м^2) вытяжных шахт определяют по формуле

$$S = L/(v \cdot 3600),$$

где L — воздухообмен в переходный период, $\text{м}^3/\text{ч}$; v — скорость движения воздуха в шахтах в переходный период, м/с ; 3600 — количество секунд в 1 ч .

Скорость движения воздуха в шахте зависит от разности температур внутреннего и наружного воздуха, высоты шахты и др. В переходный период ее принимают $1,2 \text{ м/с}$.

$$S = 52 \text{ 108}/(1,2 \cdot 3600) = 12 \text{ м}^2.$$

Если проектируемая шахта имеет сечение $1 \times 1 \text{ м}$, т. е. ее площадь 1 м^2 (S), тогда их число составит

$$n = S/S_1 = 12/1 = 12.$$

Т Е М А 8

**РАСЧЕТ ТЕПЛООВОГО БАЛАНСА
ПОМЕЩЕНИЯ**

Цели занятия. Освоить методику расчета теплового баланса животноводческих помещений.

Содержание занятия. Тепловой баланс — это поступление и расход теплоты в здании. Его рассчитывают при проектировании и реконструкции зданий, выборе строительных конструкций и материалов, определении типа, мощности и числа отопительных и вентиляционных установок.

На тепловой режим здания влияет много факторов: климатические условия, объемно-планировочные решения зданий, вид, живая масса, физиологическое состояние и продуктивность животных, плотность их размещения, объем здания, мощность отопительных установок, кратность воздухообмена.

Расчет теплового баланса здания позволяет оценить теплотехнические свойства ограждающих конструкций, определить пути теплопотерь, найти способы улучшения микроклимата.

В животноводческих отапливаемых помещениях теплота поступает от животных ($Q_{ж}$), отопительных приборов, отопительно-вентиляционных установок ($Q_{от}$) и солнечных лучей; в неотапливаемых — в основном от животных.

Расход теплоты складывается из потерь через ограждающие конструкции здания ($Q_{отр}$), на нагревание возду-

ха в вентиляционных установках и поступившего в результате инфильтрации через неплотности в конструкциях ($Q_{\text{вент}}$), а также от испарения влаги с пола, подстилки, поилок, мокрых поверхностей ($Q_{\text{исп}}$).

К ограждающим конструкциям относят стены, перекрытия, покрытия, окна, двери, ворота.

Расчетную температуру воздуха в помещении ($t_{\text{в}}$) для холодного периода года принимают в соответствии с зооигиеническими нормативами для данного вида животных.

Расчетная зимняя температура наружного воздуха ($t_{\text{н}}$) зависит от климатических условий местности. Для легких ограждающих конструкций берут среднюю температуру наиболее холодных суток, для массивных — среднюю температуру наиболее холодной пятидневки, для конструкций средней массивности — полусумму этих температур.

К массивным конструкциям относят однородные стены толщиной более 0,6 м, выполненные из полнотелого кирпича, а также из сплошных бетонных камней или блоков.

Потери теплоты через ограждающие конструкции зависят от теплопроводности и толщины слоев ограждения, а также от лучистого и конвективного теплообмена у внутренней и наружной поверхностей конструкции.

Теплопроводность строительных материалов оказывает большое влияние на тепловой баланс здания и зависит от вида, влажности и структуры материала. Теплопроводность λ равна количеству теплового потока, проходящего через стену толщиной 1 м за 1 ч при разности температур на двух противоположных поверхностях в 1°C [$\text{кДж}/(\text{ч}\cdot\text{м}\cdot^\circ\text{C})$].

При увеличении объемной массы и влажности материала возрастает его теплопроводность.

Для определения теплопроводности строительных материалов пользуются данными таблицы 66.

Тепловой поток, проходя через ограждение, встречает сопротивление теплопередаче (тепловое сопротивление). Чем толще конструкция и меньше теплопроводность материала, тем выше тепловое сопротивление, т. е. тепловое сопротивление материального слоя прямо пропорционально его теплопроводности.

Таблица 66

Теплопроводность строительных материалов

Материал	λ , кДж/(ч·м·°С)
Железобетон	1,98
Бетон на гравии или на щебне из природного камня	1,80
Шлакопемзобетон	0,70
Кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича	0,76
Кирпичная кладка из силикатного кирпича	0,81
Штукатурка из цементно-песчаного раствора	0,84
Штукатурка из известково-песчаного раствора	0,76
Асфальтобетон	1,05
Дерево (сосна и ель, поперек волокон)	0,16
Стекло оконное	0,76
Асбоцементные листы	0,49
Рубероид, пергамин, толь	0,17
Битум нефтяной	0,27
Маты минераловатные	0,07
Опилки древесные	0,09
Щебень из доменного шлака	0,23
Гравий керамзитовый	0,22
Керамзитобетон на керамзитовом песке	0,20

Термическое сопротивление отдельного материального слоя выражают отношением его толщины к теплопроводности:

$$R = \sigma / \lambda,$$

где R — термическое сопротивление материального слоя, (ч·м·°С)/Дж; σ — толщина слоя, м; λ — теплопроводность материального слоя, кДж/(ч·м·°С).

При наличии в многослойном ограждении замкнутых воздушных пустот их также учитывают при расчете теплового сопротивления.

Сумму тепловых сопротивлений, преодолеваемых тепловым потоком через ограждение, называют общим тепловым сопротивлением $[R_0, (\text{ч}\cdot\text{м}\cdot^\circ\text{C})/\text{Дж}]$, его рассчитывают по формуле

$$R_0 = R_{\text{в}} + R + R_{\text{н}},$$

где $R_{\text{в}}$ — тепловое сопротивление тепловосприятию внутренней поверхности ограждения; R — сумма тепловых сопротивлений; $R_{\text{н}}$ — тепловое сопротивление теплоотдаче наружной поверхности ограждения.

При расчетах теплопотерь через плоские стены вместо общего теплового сопротивления принимают обратную ему величину, называемую коэффициентом теплоотдачи ограждений $[K, \text{кДж}/(\text{ч}\cdot\text{м}\cdot^\circ\text{C})]$:

$$K = 1/R_0.$$

Коэффициент теплоотдачи показывает, какое количество теплоты проходит через 1 м^2 поверхности ограждения за 1 ч при разности температур между внутренним и наружным воздухом в 1°C .

Теплопотери здания складываются из основных потерь (через все наружные ограждения) и дополнительных.

Основные теплопотери ($Q_{\text{огр}}$, кДж/ч) вычисляют по формуле

$$Q_{\text{огр}} = \Sigma KF(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})h,$$

где Σ — показатель, указывающий на то, что нужно учесть и сложить теплопотери через каждую ограждающую конструкцию (стены, перекрытия, пол, двери, ворота); K — коэффициент теплопередачи, кДж/ч; F — площадь каждого ограждения, м^2 ; $t_{\text{в}}$ — температура внутреннего воздуха, $^\circ\text{C}$ (расчетная); $t_{\text{н}}$ — температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$ (расчетная); h — поправочный коэффициент, зависящий от расположения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху.

Дополнительные потери теплоты зависят от расположения здания по отношению к сторонам света, продуваемости помещения, и для упрощения расчетов их принимают в размере 13% основных потерь теплоты через стены, окна, двери и ворота.

Таблица 67

Коэффициенты теплопередачи окон, дверей и полов

Конструкция окон, дверей и полов	Коэффициент теплопередачи, кДж/(ч·м·°С)
Одинарные переплеты (одинарное остекление)	5,8
Двойные переплеты спаренные (двойное остекление)	2,9
Двойные переплеты раздельные (двойное остекление)	2,57
Тройные переплеты одинарный + спаренные (тройное остекление)	1,92
Вертикальное остекление из блоков стеклянных пустотелых	2,32
Сплошные деревянные ворота:	
одинарные	4
двойные	2
Полы, расположенные непосредственно на грунте, — неутепленные, конструкция пола независимо от толщины состоит из материалов, теплопроводность которых не более 1,16 кДж/(ч·м·°С) для зон:	
I	0,4
II	0,2
III	0,1
Утепленные, конструкция пола состоит из материалов, теплопроводность которых менее 1,16 кДж/(ч·м·°С)	0,8

Коэффициенты теплопередачи окон, дверей и полов приведены в таблице 67.

Потери теплоты через полы определяют по условным коэффициентам. Так, теплотери через неутепленные полы, расположенные на грунте, определяют по зонам шириной 2 м, считая зоны от наружных стен.

Теплотери на вентиляцию ($Q_{\text{вент}}$, кДж/ч) определяют по формуле

$$Q_{\text{вент}} = G \cdot C(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}),$$

где G — количество приточного воздуха, кг/ч; C — теплоемкость воздуха, кДж/(кг·°C); $t_{\text{в}}$ и $t_{\text{н}}$ — соответственно температура воздуха помещения и наружного, °C.

Теплопотери и испарение влаги с мокрых поверхностей ($Q_{\text{исп}}$, кДж/ч) определяют по формуле

$$Q_{\text{исп}} = 2,5W,$$

где 2,5 — коэффициент теплопотерь на испарение влаги с мокрых поверхностей, кДж/кг; W — количество влаги, поступающее с мокрых поверхностей, кг/ч.

В зданиях с отопительными приборами уравнение теплового баланса будет иметь следующий вид:

$$Q_{\text{ж}} + Q_{\text{от}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{исп}}.$$

Если теплопоступление равно теплопотерям, то в помещении создастся тепловое равновесие; если меньше, температура будет снижаться; если больше — повышаться.

В неотапливаемых зданиях формула для расчета теплового баланса следующая:

$$Q_{\text{ж}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{вент}} + Q_{\text{исп}}.$$

Т Е М А 9

**ЭЛЕМЕНТЫ КАНАЛИЗАЦИИ
И СПОСОБЫ УДАЛЕНИЯ НАВОЗА**

Цели занятия. Ознакомиться с устройством канализации. Рассмотреть способы удаления навоза из животноводческого помещения.

Приборы и материалы. Методические пособия; справочные материалы; расчетные данные.

Общие сведения. При выборе способа навозоудаления необходимо учитывать размеры животноводческого помещения, способы содержания животных, климатические и гидрогеологические условия местности, а также технико-экономические особенности различных систем навозоуборочного оборудования, количество мочи и фекалий.

Содержание занятия. Удалять навоз из животноводческих помещений можно вручную или механически, самотечным и гидравлическим способами.

Удаление навоза вручную

При таком способе для стока мочи из стойла пол должен быть расположен наклонно, примерно 2 см на погонный метр в сторону навозного прохода, по краям которого имеются жижеотводные лотки. Открытые лотки по форме бывают прямоугольные, трапециевидные, овальные. Последние чаще всего применяют в конюшнях, так как в них не защемляются копыта. Глубина лотков в помещениях для крупного рогатого скота — не более 20 см, в конюшнях — 12, в свинарниках — 10 см; ширина соответственно 25, 20 и 15 см.

Стекающая по лоткам жидкость поступает в поперечно идущие подземные выводные трубы, в которых оборудуют ящики-трапы с гидравлическим затвором, препятствующим обратному проникновению в помещение вредных газов, водяных паров, микроорганизмов. Из ящика-трапа жидкость по трубам, проложенным в грунте, попадает в смотровой колодец (для наблюдения за канализационной системой, чистки и ремонта), который располагают на расстоянии не менее 2 м от наружной стены здания, а из него в жижеборник, находящийся не ближе 10 м от помещения и не менее 100 м от колодцев с питьевой водой. Жижеборники рассчитаны на накопление 300...600 л жижи за 20...30 сут.

Механический способ удаления навоза

При беспривязном содержании крупного рогатого скота с использованием глубокой подстилки значительная часть навоза накапливается на кормовых площадках и в проходах помещений, откуда через 1...2 сут его убирают бульдозером с навеской БН-1.

Грузят навоз в транспортное средство в летнее время погрузчиком ПУ-0,5, в зимнее — ПБ-35.

При использовании для уборки навоза бульдозеров в условиях боксового содержания животных проход в помещении должен иметь форму прямоугольного лотка шириной не более 2,2 м и глубиной 0,2 м, который выполняется без уклона или с уклоном 0,005...0,01° в сторону перемещения навоза.

В помещениях для привязного содержания коров в проходе устраивают два лотка глубиной 15...20 см, шириной 53 см с расстоянием между ними 1,1 м.

Скребокковые транспортеры применяют только при привязном содержании животных и двухрядном расположении стойл. Скреперные установки могут быть использованы как при привязном, так и при беспривязном способах содержания.

Скребокковые транспортеры типа ТСН и скреперные установки УС-250, УС-15 (для продольных каналов) предназначены для уборки навоза из животноводческих поме-

щений на фермах молочного направления на 400, 800 и 1200 голов и на фермах по выращиванию нетелей на 300...6000 скотомест.

Во избежание обмерзания наклонных скребковых транспортеров в северной части Нечерноземной зоны размещать их в неотапливаемых тамбурах животноводческих помещений не рекомендуется. Навозоприемный лоток при этом должен быть расширен до 0,5 м.

На свиноводческих фермах и комплексах мощностью до 12 тыс. голов в год для удаления навоза используют скребковые транспортеры и скреперные установки, при этом лотки перекрывают чугунными решетками. На таких фермах и комплексах рекомендуется применять установки УС-12 для размещения в канале шириной 80...90 см под решетчатым полом. В свинарниках-маточниках на 144 свиноматки ширина продольных каналов 45 см, из которых навоз удаляют двумя транспортерами: ТСН-3, ТС-1; в свинарниках, рассчитанных на доращивание 3000 поросят, продольные каналы шириной 97 см оборудуют транспортером ТС-1; в откормочниках на 2000 свиней предусматривают площадки дефекации 1,3×3 м, размещенные над продольным каналом шириной 1,1 м, при этом продольные и поперечные каналы оборудуют транспортером ТС-1.

Самотечный способ периодического действия

В помещениях для крупного рогатого скота навоз накапливается в продольных каналах, оборудованных шиберами, откуда удаляется при открытии шибера. Для сброса навоза продольный канал заполняют водой на высоту 10 см. В начале каналов устанавливают гидросмывные установки с баками на 100 л. Вместимость продольных каналов должна быть рассчитана на накопление навоза в течение 7...14 дней. Уклон для продольных каналов при самотечном способе периодического действия следует принимать в пределах 0,005...0,01°.

Размеры продольных каналов (м) в помещениях для крупного рогатого скота следующие.

Минимальная ширина:

- при привязном содержании — 0,8;

- при беспривязном содержании — 1,5.

Минимальная длина:

- при привязном содержании — 30;
- при беспривязном содержании — 50.

Минимальная глубина — 0,8.

При данном способе навозоудаления нормы расхода воды на одно животное составляют, л/сут:

- на фермах откорма и выращивания нетелей — 15...17;
- на фермах молочного направления — 30...32.

На свиноводческих фермах и комплексах при самотечном способе уборки навоза полы и решетки очищают скребком вручную без использования воды. Каналы различного сечения имеют ширину 0,7 и 1 м с уклоном 0,015°. Время заполнения каналов навозом составляет от 5 до 12 сут. После сброса навоза остатки его смывают из канала водой, подаваемой насосом из бака вместимостью 100 л по смывному трубопроводу через сопла под напором 0,2...0,3 МПа. Для промывки навозных каналов одного свиарника на 2000 свиней требуется до 80 л воды.

Самотечный способ непрерывного действия

Эффективность способа обеспечивается при температуре навоза более 12°C, влажности 88...92% и при исключении попадания в навозные каналы остатков грубых кормов. Он применим в помещениях для крупного рогатого скота при содержании животных без подстилки и кормлении силосом, корнеклубнеплодами, бардой, жомом и зеленой массой.

Продольные каналы выполняют без уклона, они заканчиваются герметичными порожками (съёмными или поворотными). Высота порожков — 8...15 см. При съёмных порожках допускается уклон 0,003°; высота порожка в этом случае должна перекрывать перепад глубины канала на 6...8 см. Минимальная ширина продольных каналов по верху при привязном содержании крупного рогатого скота — 0,8 м, при беспривязном — 1,5; максимальная длина при привязном содержании — 30, при беспривязном — 40. При содержании животных на сплошных решетчатых полах ширина продольных каналов должна быть до 3,5 м,

минимальная глубина — от 0,7 до 1,5 м (в зависимости от возрастных и производственных групп животных — откорм, пользовательные и т. д.).

Поперечные каналы располагают на 0,7 м глубже, чем продольные, расстояние между порожками — 2 м. Из поперечных каналов навоз поступает в навозосборник, откуда перекачивается насосами НЖН-200 в навозохранилище.

На свиноводческих фермах и комплексах самотечный способ удаления навоза непрерывного действия применяют при содержании свиней в групповых станках. Продольные каналы имеют длину до 40 м, ширину 0,7 и 1,2 м, минимальную глубину (в зависимости от длины каналов) от 0,8 до 1,3 м. При содержании животных на сплошных решетчатых полах ширину продольных каналов увеличивают до 2 м. Общий смывной поперечный канал проходит посередине свинарника. Жидкий навоз по поперечным каналам отводится к насосным станциям. Промывку поперечного канала проводят 1 раз в неделю, продольных каналов — при смене поголовья.

Гидросмыв

Этот способ удаления навоза применяют на свиноводческих предприятиях мощностью более 24 тыс. свиней в год. Для смыва навоза в каналах, перекрытых решетками, используют гидроустановки (напорные бачки), а с площадок дефекации — установки поверхностного смыва. Один напорный бачок рассчитан на длину навозного канала не более 50 м.

Установки поверхностного смыва навоза в свинарниках группового содержания животных должны обеспечивать удаление навоза с участка в зоне дефекации (ширина — 1...1,8 м, длина — до 3 м, глубина — 5...6 см, уклон — 0,005...0,01°) под напором воды 0,5 МПа в поверхностные лотки (от полутруб диаметром не менее 15 см), сбор и отведение жидкого навоза (по трубам диаметром не менее 30 см).

В конце каналов следует установить гидрозатворы или шторки для предупреждения сквозняков и проникнове-

ния вредных газов из магистральных каналов. Количество воздуха, удаляемого из навозных каналов, для свиноводческих предприятий должно составлять не менее 50% минимального воздухообмена.

Дно и стенки каналов должны быть гладкими, иметь гидроизоляцию и перед эксплуатацией апробированы на водонепроницаемость гидравлическим способом.

Поперечные каналы рекомендуется прокладывать под коридорами, разделяющими секции содержания животных. За пределами животноводческих помещений коллектор укладывают из труб диаметром не менее 50 см. Переход канала в трубу должен быть плавным. В каналах следует устанавливать вытяжные стояки диаметром 15 см через 50 м.

Рециркуляционный способ с использованием жидкой фракции навоза

Этот способ целесообразен в условиях дефицита воды. При рециркуляции уменьшается общий выход жидкого навоза в 2...2,5 раза, сокращается расход воды предприятием.

В продольных каналах размещают смывную трубу диаметром 15 см, заканчивающуюся соплом диаметром 10 см, а в конце канала — шибер. Навоз накапливается в течение 2 сут. Затем уровень навоза в каналах повышают до $1/3$ высоты за счет подачи навозной жижи насосом. Через 5 сут жидкую фракцию навоза спускают и промывают канал. Для промывки из открытого отстойника (на 500 л) насосом НФ-6 набирают навозную жижу. После промывки жидкий навоз по коллектору диаметром 70 см направляется в один из навозоаккумуляторов вместимостью 1000 л, а оттуда через дренажное устройство в отстойник.

По всей длине навозоприемные каналы закрывают решетками, в результате чего образуется щелевой пол. Он должен быть горизонтальным, ровным, без механических дефектов, плавно переходить в плоскость пола логова.

Решетки изготавливают из долговечного материала, не подвергающегося коррозии и деформации.

Т Е М А 10

**ПОДСТИЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.
РАСЧЕТ ВЫХОДА НАВОЗА**

Цели занятия. Ознакомиться с подстилочными материалами разных видов, используемых при содержании животных.

Приборы и материалы. Образцы различных подстилочных материалов (торф, солома, стружки, опилки и др.); справочные материалы; расчетные данные.

Содержание занятия. Качество подстилочных материалов оказывает существенное влияние на микроклимат помещения и, как следствие, на здоровье и продуктивность животных. Для использования пригодна подстилка с низкой теплопроводностью, большой теплоемкостью, влагоемкостью, гигроскопичностью и газопоглотительными свойствами. Она должна быть безвредной, свободной от патогенных микроорганизмов и плесневых грибов, а также не пылить и не приставать к волосяному покрову. Важно, чтобы подстилочный материал не терял ценности как удобрение. В качестве подстилочного материала используют солому, торф, древесные опилки, стружку, камыш, листья, лесной мох, тростник, осоку, дробленые стержни початков кукурузы, рисовую шелуху, подсолнечниковую лузгу, песок и др. Известны и нетрадиционные подстилочные материалы: вспученный вермикулит, цеолит, кремнезем или диатомитовая земля.

Вермикулит — один из лучших термоизоляционных материалов. Слой вермикулита толщиной 10 см по теплоизоляционным свойствам эквивалентен бетонной стене толщиной 2 м.

Установлено, что вермикулит в количестве 1...1,5 кг способен впитать то же количество выделений, что и 10 кг опилок или песка.

Подстилочные материалы применяют следующим образом:

- меняют ежедневно после удаления навоза из помещения;
- если навоз удаляют 1 раз в течение нескольких суток или недель, то часть загрязненной подстилки удаляют и добавляют чистую;
- меняют 1...2 раза за период стойлового содержания или после завершения цикла напольного выращивания птицы (несменяемая глубокая подстилка).

В первом случае обеспечивается чистота кожи животного и особенно вымени; во втором и третьем создается теплое ложе за счет происходящих в подстилке биотермических процессов, а при содержании на глубокой несменяемой подстилке, кроме того, получается хорошее удобрение.

Примерное количество навоза (кг), получаемое от животных за год в стойловый период, определяют по формулам:

$$\begin{aligned}N_{\text{ст}} &= C \cdot n \cdot H_1, \\N_{\text{г}} &= C \cdot n \cdot (H_1 + M + B)\end{aligned}$$

или

$$N_{\text{г}} = C \cdot n \cdot (H_1 + M + \Pi),$$

где $N_{\text{ст}}$ — выход навоза в стойловый период, кг; $N_{\text{г}}$ — выход навоза за год, кг; C — продолжительность накопления навоза, сут; n — число животных; H_1 — среднесуточное выделение навоза одним животным, кг; M — среднесуточное выделение мочи одним животным, кг; B — количество воды, используемое при уборке помещения, кг; Π — суточная норма подстилки на одно животное, кг.

Соотношение ширины и планок должно обеспечивать максимальную продавливаемость навоза и в то же время не затруднять перемещение животных по щелевому полу.

Для коров ширина щели должна составлять 35...40 мм, ширина планок — не менее 35; для телят 15...20-суточного возраста — 20 и 35, от 3 до 6-месячного возраста — 30...35; для откормочного молодняка свиней — 20 и 35; для поросят-отъемышей — 15 и 25; для взрослых свиней — 24 и 35 мм соответственно.

Т Е М А 11

**ХРАНЕНИЕ И МЕТОДЫ
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ
НАВОЗА И ПОМЕТА**

Цели занятия. Ознакомиться с устройством навозохранилищ. Изучить биотермическую обработку навоза и помета.

Приборы и материалы. Методические рекомендации; справочные и расчетные данные.

Содержание занятия. Для обработки, обеззараживания и хранения навоза и помета строят специальные сооружения (навозохранилища), которые размещают по отношению к животноводческому предприятию и жилой застройке с подветренной стороны, а также ниже уровня водозаборных сооружений. Полевые навозохранилища располагают в районе удобряемых полей.

Виды навозохранилищ

Конструкция навозохранилищ и пометохранилищ зависит от консистенции навоза и помета, уровня грунтовых вод; они могут быть заглубленными или наземными, открытыми или закрытыми; должны иметь ограждения и съезды для транспорта.

Навозохранилище для неразделенного жидкого навоза следует оборудовать устройствами для перемешивания. Для этих целей используют насосы, механические мешалки и др. Подачу жидкого навоза осуществляют, как пра-

вило, снизу насосами. В навозохранилищах с отдельным хранением жидкой и твердой фракций последние не перемешивают. Глубина их доходит до 5 м.

На крупных свиноводческих предприятиях мощностью 24 тыс. голов в год строительство навозохранилищ для жидкого навоза, не разделенного на фракции, не рекомендуется.

Для хранения и обезвоживания подстилочного навоза и помета с подстилкой следует предусматривать незаглубленные водонепроницаемые площадки или хранилища глубиной 1,5...2 м. В районах выпадения повышенного количества атмосферных осадков допускается устройство крытых хранилищ.

Хранилищ должно быть не менее двух. Для сброса и отвода жидкости из хранилищ следует предусматривать жижесборники. Дно хранилища должно иметь уклон 0,002...0,003° в сторону жижесборника или отводные канавки. При совмещении хранения и биотермической обработки навоза и помета высоту загрузки следует принимать не более 2 м.

Для хранения жидкой фракции навоза устраивают закрытые навозохранилища, которые должны иметь люки для проведения ремонтных работ, естественную и принудительную вентиляцию.

При размещении навозохранилища под помещениями для содержания крупного рогатого скота и птицы их высота при использовании мобильных погрузчиков не должна превышать 5 м, при использовании стационарных установок УВН-800 — 2,5...3 м. При устройстве уклонных стен угол наклона должен быть не менее 50°.

Хранилища должны быть оборудованы устройствами для отвода навозной жижи. Все бетонные и железобетонные конструкции перекрытий и стен навозохранилища и пометохранилища должны иметь защитное покрытие, обеспечивающее их долговечность.

Жидкий навоз получают при содержании крупного рогатого скота и свиней без применения подстилки при гидравлическом способе уборки. На комплексах по выращиванию 108 тыс. свиней в год образуется до 1 млн л

навозных стоков. При длительном хранении в прифермских навозохранилищах жидкий навоз разделяют на твердую и жидкую фракции.

Жидкую фракцию влажностью 97% перекачивают в полевые навозохранилища, откуда по мере надобности подают в оросительную сеть для полива сельскохозяйственных культур (в неразбавленном или разбавленном водой виде).

Твердую фракцию влажностью 75% складировуют на специальной площадке с твердым покрытием для биотермического обеззараживания, после чего вывозят на поля и запаховывают.

Жидкий навоз хранят 6 мес. в неразделенном виде влажностью до 90% в цилиндрических железобетонных емкостях на 500 л, где 1...2 раза в месяц навоз гомогенизируют гидравлическим способом. При этом способе в навозе хорошо сохраняются питательные вещества. Для обеспечения биотермического процесса при подпольном хранилище рекомендуется на его дно укладывать слой резаной соломы длиной 6...8 см на высоту до 1 м.

Для дезодорации и сбраживания навоза крупного рогатого скота при численности поголовья более 300 и влажности навоза 89...93% применяют метантенки (резервуары для сбраживания навоза).

Продолжительность сбраживания навоза в метантенках при температуре 53°C — 7 сут, при 33°C — 12 сут. Распад органического вещества — до 20%.

При хранении твердой фракции навоза в течение 6 мес. потери общего азота составляют до 20%, 12 мес. — 25%; при хранении жидкой фракции — до 15%.

Компостирование навоза с торфом следует проводить при влажности навоза не более 92...93%. Влажность торфа должна быть не более 50...60%, компостной смеси — до 70%. Допускается замена торфа другими материалами (соломой, опилками и т. п.).

Ценность компоста можно повысить за счет введения минеральных добавок (суперфосфата, гашеной извести, фосфоритной муки и калийной соли), количество которых зависит от почвенных условий.

Способы хранения навоза

Существует два способа для хранения навоза: анаэробный и аэробно-анаэробный. В первом случае навоз укладывают плотно и все время увлажняют его. Процесс брожения происходит при участии анаэробных микроорганизмов, при этом температура в навозной массе достигает 25...30°C. При втором способе навозную массу укладывают рыхло слоем 2...2,5 м. В течение 4...7 сут происходит бурное брожение при участии аэробных микроорганизмов. Температура в массе навоза поднимается до 70°C, при которой большинство бактерий (в том числе и патогенных), яиц и личинок гельминтов погибают. По истечении 5...7 сут штабель уплотняют и доступ воздуха в массу прекращают. С санитарной точки зрения этот способ хранения навоза имеет значительные преимущества перед анаэробным.

Расчет площади навозохранилища

Для расчета используют следующую формулу:

$$F = n \cdot H \cdot C / hm,$$

где F — площадь навозохранилища, м²; n — число животных; H — выход навоза от одного животного за сутки, кг; C — продолжительность хранения навоза, сут; h — высота укладки навоза, м; m — объемная масса навоза, кг/м³.

При стойлово-пастбищном содержании крупного рогатого скота выход навоза в пастбищный период принимают за 50%, при выгульном содержании — за 85% расчетного.

Нормативные данные для расчета площади навозохранилища приведены в таблице 68.

Объемная масса различных материалов, используемых при закладке в навозохранилище, приведена в таблице 69.

Пример расчета

В коровнике содержат 200 коров. Одна корова выделяет за сутки 35 кг навоза; срок хранения навоза — 180 сут; высота укладки навоза 2,5 м; объемная масса навоза 1100 кг/м³. Площадь навозохранилища составит

$$(200 \times 35 \times 180) : (2,5 \times 1100) = 458,18 \text{ м}^2.$$

Следует предусматривать площадь навозохранилища на 10% больше фактического выхода навоза.

Таблица 68

Расчетные данные при устройстве навозохранилища

Вид животных	Выход навоза от одного животного		Площадь навозохранилища на одно животное, м ²
	За сутки, кг	За год, т	
Коровы	35...40	8...12	2,5
Молодняк крупного рогатого скота	10...15	2...3	0,8
Телята	5...10	1...2	0,6
Свиноматки	6	2...2,5	0,4
Свиньи на откорме	3	1...2	0,5
Овцы	4	1...1,5	0,3
Птица		1	0,3
Лошади	25...30	8	1,75

Таблица 69

Объемная масса и влажность навоза и торфокрошки

Вид навоза	Объемная масса, кг/м ³	Влажность, %
Экскременты	1010...1100	83...85
Навоз свежий, солоmistый	400...500	75
Навоз слежавшийся*	700...1200	75
Торфонавоз с содержанием подстилки, %		
9	970	83...84
10	590	80...81
15	440	80
Торфокрошка	450...600	45...60

Примечание. *Объемная масса слежавшегося навоза от крупного рогатого скота после 2...5 мес. хранения составляет примерно 700...800 кг/м³.

Методы обеззараживания навоза и помета

Навоз может представлять большую опасность в эпидемиологическом и эпизоотическом отношениях, так как возбудители некоторых инфекционных болезней животных могут выделяться с фекалиями, мочой, слюной, маточными

истечениями и др. Навоз может быть обеззаражен физическим, химическим или биологическим методами. Для выявления эпизоотической ситуации на животноводческих предприятиях следует предусматривать возможность карантинирования всех видов навоза в течение не менее 6 сут.

К физическим методам обеззараживания относят тепловую обработку, ионизирующее и ультрафиолетовое облучение, электрогидравлический эффект и др.

Тепловую обработку применяют при обеззараживании бесподстильного жидкого навоза или сточных вод. Их собирают в резервуары большой емкости и подогревают до 130°C под давлением 0,2 МПа, при влажности 93...94% — 25 мин; 95...96% — 15; 97% и более — 10 мин.

Ионизирующее облучение эффективно при инфекционных и инвазионных болезнях. Полная дегельминтизация наступает при дозе 1,5...2 Дж/кг, скорости потока 1,8 м/с и толщине слоя жидкости 6 мм. После гамма-облучения навоз используют для полива сельскохозяйственных угодий, рециркуляции и др.

Электрогидравлический эффект состоит в том, что инфицированную фракцию жидкого навоза помещают в специальную камеру, в которой создают высоковольтный разряд. В результате жидкость подвергается сверхвысокому давлению, ультразвуковому и прочим физико-химическим воздействиям.

Из **химических методов** используют хлорирование, озонирование, обработку навоза формальдегидом.

Хлорируют навоз газообразным хлором или хлорной известью, доза активного хлора — не менее 15 мг/л. Контакт активного хлора со стоком — не менее 2 ч.

Озонирование применяют для обеззараживания жидкой фракции навоза. Однако этот метод дорогостоящий и широкого применения не получил.

При обработке *формальдегидом* жидким навозом заполняют резервуар и добавляют 40%-ный раствор формальдегида (1 л на 1 л жидкой фракции навоза). Массу в течение 3 ч периодически гомогенизируют и выдерживают сутки.

Биологическую обработку жидкой фракции свиного навоза в аэротенках с последующей передачей ее на городские очистные сооружения карантинирования проводят с учетом времени выдержки жидкой фракции на очистных сооружениях предприятия. Биологический метод обеззараживания предусматривает выдерживание жидкого навоза крупного рогатого скота в течение 6 мес., свиного — в течение 12 мес.

Ниже даны дополнительные справочные таблицы к разделу V (табл. 70...81).

Таблица 70

Нормы выделения животными теплоты, газа и водяных паров

Группа животных	Масса животных, кг	Теплота, Вт (ккал/ч)		Водяные пары, г/ч	Диоксид углерода, л/ч
		общая	свободная		
Коровы стельные (сухостойные и нетели за 2 мес. до отела)	400	607 (522)	437 (376)	250	79
	500	700 (602)	504 (433)	288	100
	600	784 (674)	565 (486)	323	120
Коровы лактирующие при уровне лактации в сутки:					
а) 5 л	400	614 (528)	442 (380)	253	82
	500	709 (610)	511 (439)	292	104
	600	797 (685)	574 (494)	328	128
б) 10 л	400	643 (553)	463 (398)	265	87
	500	736 (633)	530 (456)	303	110
	600	822 (707)	592 (509)	338	134
в) 15 л	400	716 (616)	515 (443)	295	92
	500	816 (702)	587 (505)	336	116
	600	905 (778)	651 (560)	373	139
г) 20 л	400	779 (670)	561 (482)	321	97
	500	882 (758)	635 (546)	363	121
	600	971 (835)	699 (601)	400	145

Продолжение табл. 70

Группа животных	Масса животных, кг	Теплота, Вт (ккал/ч)		Водяные пары, г/ч	Диоксид углерода, л/ч
		общая	свободная		
д) 25 л	400	847 (728)	610(525)	349	105
	500	953 (819)	686 (590)	392	129
	600	1042 (896)	750 (645)	429	154
Быки-производители	600	1038 (893)	747 (642)	427	200
	800	1227 (1055)	883 (759)	505	223
	1000	1388 (1193)	1000 (860)	572	246
Телята в возрасте до 6 мес.	40	82,1 (70,6)	59,1 (50,8)	33,8	10
	50	112 (96,3)	80,7 (69,4)	46,2	12
	60	139 (120)	100 (86,0)	57,3	16
	70	169 (145)	122 (105)	69,7	21
	80	196 (169)	141 (121)	80,9	26
	90	216 (186)	155 (133)	88,8	34
	100	230 (198)	166 (143)	94,7	38
	120	255 (219)	183 (157)	105	42
	140	276(237)	199 (171)	114	46
	160	299 (257)	215 (185)	123	50
	180	322 (277)	232 (199)	132	54
200	343 (295)	247 (213)	141	57	
Ремонтный молодняк в возрасте 6 мес. и старше	140	311 (268)	224 (193)	128	35
	160	338 (290)	243 (209)	139	38
	180	364 (313)	262 (225)	150	41
	200	388 (334)	279 (240)	160	44
	250	447 (384)	322 (277)	184	53
	300	503 (432)	362 (311)	207	62
	350	556 (478)	400 (344)	229	70
	400	607 (522)	437 (376)	250	79

Продолжение табл. 70

Группа животных	Масса животных, кг	Теплота, Вт (ккал/ч)		Водяные пары, г/ч	Диоксид углерода, л/ч
		общая	свободная		
Хряки-производители	100	343 (295)	247 (212)	141	142
	200	471 (405)	339 (292)	194	194
	300	601 (517)	433 (372)	247	250
Матки холостые, супоросные (кроме тяжело супоросных)	100	283 (243)	204 (175)	116	117
	150	327 (281)	235 (202)	134	135
	200	376 (323)	271 (233)	155	156
Матки тяжело-поросные (за 7...10 дней до опороса)	100	336 (289)	242 (208)	138	139
	150	394 (339)	234 (244)	162	164
	200	445 (383)	320 (276)	183	180
Матки подсосные с поросятами	100	679 (584)	489 (420)	280	282
	150	775 (666)	558 (480)	319	320
	200	897 (771)	646 (555)	369	370
Поросята-отъемыши	15	128 (110)	92,0 (79,1)	52,6	53,0
	20	143 (123)	103 (88,6)	58,8	59,5
	30	166 (143)	120 (103)	68,4	69,5
	40	200 (172)	144 (124)	82,1	81,0
Ремонтный и откормочный молодняк	40	200 (172)	144 (124)	82,1	81,0
	50	229 (197)	165 (142)	94,1	89
	60	252 (217)	182 (156)	104	107
	80	298 (256)	214 (184)	123	124
	90	316 (272)	228 (196)	130	132
	100	336 (289)	242 (208)	138	138
	110	351 (302)	252 (217)	144	145
Взрослые свиньи на откорме	100	369 (317)	266 (228)	152	153
	200	495 (426)	356 (307)	204	202
	300	628 (540)	452 (389)	259	267

Продолжение табл. 70

Группа животных	Масса животных, кг	Теплота, Вт (ккал/ч)		Водяные пары, г/ч	Диоксид углерода, л/ч
		общая	свободная		
Бараны	50	469	123	25	70
	80	222	160	33	98
	100	237	172	35	98
Матки холостые	40	125	90	19	52
	50	145	108	22	62
	60	185	134	28	78
Матки суягные	40	148	108	22	62
	50	169	123	25	70
	60	185	134	28	78
Матки подсосные с приплодом 2 ягненка	40	295	213	44	112
	50	317	229	47	133
	60	347	252	52	145
Крупных пород	50	155	112	23	64
Жеребцы-производители	400	761	551	113	318
	600	1050	728	150	438
	800	1220	884	181	508
	1000	1431	1037	213	597
Кобылы холостые и мерины	400	637	461	95	255
	600	836	606	124	349
	800	1018	738	152	385
Кобылы жеребые	400	761	551	113	318
	600	920	717	138	412
	800	1220	884	181	508
Кобылы с подсосным приплодом	400	1417	1026	211	590
	600	1635	1192	245	680
	800	2101	1522	312	878

Продолжение табл. 70

Группа животных	Масса животных, кг	Теплота, Вт (ккал/ч)		Водяные пары, г/ч	Диоксид углерода, л/ч
		общая	свободная		
Жеребцы-производители	400	761	551	113	318
Молодняк:					
а) рысистые породы от 6 мес. до 1,5 лет	200	574	416	86	235
	300	703	506	104	297
	400	801	655	119	335
б) рысистые породы от 1,5 до 2,5 лет	500	888	632	133	370
	600	970	710	145	403
в) тяжеловозные породы от 6 мес. до 1,5 лет	300	746	540	111	311
	400	841	609	123	350
	500	904	658	135	376
г) тяжеловозные породы от 1,5 до 2,5 лет	600	977	705	145	407
	700	1010	730	151	420
	800	1078	781	160	450

Таблица 71

Коэффициент для определения выделений тепла животными и птицей в зависимости от температуры воздуха

Температура воздуха	КРС	Свиньи	Овцы	Птица	
				Взрослая	Молодняк 1...30 сут
-10	1,31	—	—	—	—
-5	1,19	1,59	1,15	—	—
0	1,08	1,27	1,08	—	—
+5	1,05	1,08	1,04	1,14	—
+10	1,0	1,00	1,00	1,08	—
+15	0,96	0,98	1,97	1,00	—
+20	0,93	1,15	1,09	0,95	1,05
+25	0,89	1,47	1,18	0,92	1,00

Таблица 72

Коэффициент для определения выделений водяных паров животными и птицей в зависимости от температуры воздуха

Температура воздуха	КРС	Свиньи	Овцы	Птица	
				Взрослая	Молодняк 1...30 сут
-10	0,61	—	—	—	—
-5	0,67	0,72	0,90	—	—
0	0,76	0,83	0,96	—	—
+5	0,86	0,98	0,99	0,87	—
+10	1,00	1,00	1,00	0,90	—
+15	1,24	1,15	1,06	0,98	—
+20	2,04	1,53	1,13	1,05	0,95
+25	2,49	1,96	1,24	1,09	0,99

Таблица 73

Значение надбавок (к количеству водяных паров, выделенных животным) на испарение влаги с пола, из кормушек, поилок со стен и перегородок, %

Условия	Коровники, телятники, помещения для откорма	Свинарники-маточники, откормочники
Удовлетворительный санитарный режим, исправно действующая канализация, регулярная уборка навоза, применение торфяной подстилки в достаточном количестве	10	9
Те же условия, но при соломенной подстилке	10	12
Условия содержания удовлетворительные. Уборка навоза — 2...3 раза в сут. Применение недостаточных количеств подстилки	15	20
Те же условия, но бесподстилочное содержание	25	30

Таблица 74

**Метеорологические данные по некоторым пунктам России
(по СНиП)**

Наименование пунктов	Среднемесячная температура воздуха, °С		Средняя абсолютная влажность воздуха (по месяцам), г/м ³		
	самого холодного месяца	самого жаркого месяца	Январь	Март	Ноябрь
Архангельск	-12,5	15,6	1,95	2,50	3,40
Астрахань	-6,8	25,3	2,70	3,70	4,60
Барнаул	-7,7	19,7	1,10	2,00	2,25
Благовещенск	-24,3	21,4	0,60	1,65	1,50
Братск	-23,6	18,2	0,75	1,50	1,60
Брянск	-8,5	18,4	2,50	3,10	4,00
Великие Луки	-8,2	17,2	2,60	3,00	4,20
Владивосток	-14,4	20,0	1,10	2,50	3,00
Владикавказ	-5,0	19,7	2,90	4,00	4,80
Владимир	-11,4	18,1	2,30	2,70	3,50
Волгоград	-9,2	24,2	2,25	3,40	4,00
Вологда	-11,7	17,1	1,90	2,30	3,30
Воркута	-20,3	11,7	1,10	1,30	1,80
Воронеж	-9,3	19,9	2,25	3,00	3,80
Грозный	3,6	23,8	3,15	4,50	5,60
Енисейск	-22,0	18,4	0,90	1,60	1,05
Иваново	-11,8	17,4	1,95	2,55	3,40
Иркутск	-20,9	17,6	0,80	1,20	1,90
Казань	-13,5	19,0	1,65	2,30	3,15
Калининград	-3,4	17,4	3,45	3,70	5,20
Калуга	-10,0	17,6	2,20	2,35	3,70
Вятка	-14,2	17,8	1,65	2,80	2,90
Комсомольск- на-Амуре	-25,6	19,9	0,50	1,65	1,80
Краснодар	-1,8	23,2	5,25	4,50	5,40

Продолжение табл. 74

Наименование пунктов	Среднемесячная температура воздуха, °С		Средняя абсолютная влажность воздуха (по месяцам), г/м ²		
	самого холодного месяца	самого жаркого месяца	Январь	Март	Ноябрь
Курск	-8,6	19,3	2,50	3,20	4,05
Магадан	-21,0	12,6	0,80	1,10	1,40
Москва	-9,4	19,3	2,20	2,90	3,70
Мурманск	-10,0	22,4	1,90	2,25	3,30
Нижний Новгород	-12,0	18,1	1,95	3,55	3,30
Новгород	-8,6	17,3	2,50	2,70	4,10
Новороссийск	-2,6	23,7	4,70	5,00	6,80
Омск	-19,2	18,3	1,05	2,00	2,30
Оренбург	-14,8	21,9	1,50	2,50	2,75
Пенза	-12,1	19,8	1,90	2,60	3,30
Пермь	-15,1	18,1	1,50	2,20	2,60
Петрозаводск	-9,8	16,6	1,90	2,30	3,70
Ростов-на-Дону	-5,7	22,9	3,15	5,30	5,00
Рязань	-11,1	18,8	2,10	2,80	3,52
Самара	-13,8	20,7	1,65	2,60	3,15
Санкт-Петербург	-7,7	17,8	2,55	2,70	4,10
Саратов	-12,0	21,5	1,90	2,80	3,45
Смоленск	-8,6	17,6	2,40	3,00	4,00
Тамбов	-10,8	20,2	2,05	2,85	3,60
Тверь	-10,4	17,2	2,25	2,70	3,70
Тула	-10,1	18,4	2,18	2,90	3,70
Ульяновск	-13,8	19,6	1,75	2,40	3,20
Уфа	-14,1	19,3	1,60	2,25	2,60
Челябинск	-15,5	18,8	1,20	2,20	2,40
Чита	-26,6	18,8	0,50	1,31	1,35

Таблица 75

Скорость движения воздуха в вентиляционных трубах (в м/с) при разной высоте труб и разной величине разности между температурой воздуха внутри помещения и температурой наружного воздуха (Δt)

Δt внутреннего и наружного воздуха ($^{\circ}\text{C}$)	Высота трубы						
	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
6	0,64	0,73	0,80	0,87	0,92	0,98	1,03
8	0,76	0,84	0,93	1,00	1,07	1,14	1,20
10	0,85	0,95	1,05	1,12	1,20	1,28	1,34
12	0,93	1,05	1,15	1,24	1,32	1,40	1,48
14	1,01	1,13	1,24	1,34	1,43	1,52	1,60
16	1,09	1,22	1,33	1,44	1,54	1,63	1,72
18	1,16	1,29	1,42	1,53	1,64	1,74	1,83
20	1,23	1,37	1,50	1,62	1,73	1,84	1,94
22	1,29	1,44	1,58	1,71	1,82	1,94	2,04
24	1,35	1,51	1,66	1,79	1,91	2,03	2,14
26	1,41	1,59	1,73	1,87	2,00	2,12	2,24
28	1,47	1,65	1,80	1,95	2,08	2,21	2,33
30	1,53	1,71	1,87	2,03	2,16	2,3	2,42
32	1,59	1,77	1,94	2,10	2,24	2,38	2,51
34	1,64	1,84	2,01	2,17	2,32	2,46	2,60
36	1,69	1,90	2,08	2,24	2,40	2,54	2,68
38	1,75	1,96	2,14	2,32	2,47	2,62	2,77
40	1,80	2,02	2,21	2,39	2,55	2,70	2,85

Примечание. Скорость движения воздуха находится на пересечении показателей Δt и высоты вентиляционной трубы.

Таблица 76

Максимальная упругость водяного пара (мм рт. ст.)

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Десять доли градуса									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	4,60	4,63	4,67	4,70	4,73	4,77	4,80	4,84	4,87	4,91
1	4,94	4,98	5,01	5,05	5,08	5,12	5,16	5,19	5,23	5,27

Продолжение табл. 76

Температура, °С	Десятые доли градуса									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
2	5,30	5,34	5,38	5,42	5,45	5,49	5,53	5,57	6,61	5,65
3	5,69	5,73	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,01	6,06
4	6,10	6,14	6,18	6,23	6,27	6,31	6,36	6,40	6,45	6,49
5	6,53	6,58	6,63	6,67	6,72	6,76	6,81	6,86	6,90	6,95
6	7,00	7,05	7,10	7,14	7,19	7,24	7,29	7,34	7,39	7,44
7	7,49	7,54	7,60	7,65	7,70	7,75	7,80	7,86	7,91	7,96
8	8,02	8,07	8,13	8,18	8,24	8,29	8,35	8,40	8,46	8,52
9	8,57	8,63	8,69	8,75	8,81	8,87	8,93	8,99	9,05	9,11
10	9,17	9,23	9,29	9,35	9,41	9,47	9,54	9,60	9,67	9,73
11	9,79	9,86	9,92	9,99	10,05	10,12	10,19	10,26	10,32	10,39
12	10,46	10,53	10,60	10,67	10,73	10,80	10,88	10,95	11,02	11,09
13	11,16	11,24	11,31	11,38	11,46	11,53	11,61	11,68	11,76	11,83
14	11,91	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62
15	12,70	12,78	12,86	12,95	13,03	13,11	13,20	13,28	13,27	13,45
16	13,54	13,62	13,71	13,80	13,89	13,97	14,06	14,15	14,24	14,38
17	14,42	14,51	14,61	14,70	14,79	14,88	14,98	15,07	15,17	15,26
18	15,36	15,45	15,55	15,65	15,75	15,85	15,95	16,05	16,15	16,25
19	16,35	16,45	16,55	16,66	16,76	16,86	16,96	17,07	17,18	19,25
20	17,39	17,50	17,61	17,72	17,83	17,94	18,05	18,16	18,27	18,38
21	18,50	18,61	18,72	18,84	18,95	19,07	19,19	19,31	19,42	19,54
22	19,66	19,78	19,20	20,02	20,14	20,27	20,39	20,51	20,64	20,76
23	20,91	21,02	21,14	21,27	21,41	21,58	21,68	21,79	21,92	22,05
24	22,18	22,32	22,45	22,59	22,72	22,86	23,00	23,14	23,24	23,41
25	23,55	23,69	23,83	23,98	24,12	24,26	24,41	24,55	24,70	24,84
26	24,99	25,14	25,89	25,44	25,59	25,74	25,89	26,05	26,20	26,35
27	26,51	26,66	26,82	26,98	27,14	27,69	27,46	27,62	27,78	27,94

Продолжение табл. 76

Температура, °С	Десятые доли градуса									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
28	28,10	28,27	28,43	28,60	28,77	28,93	29,10	29,27	29,44	29,61
29	29,78	29,96	30,13	30,31	30,48	30,65	30,83	31,01	31,19	31,27
37	46,73	46,99	47,24	47,50	47,76	48,02	48,28	48,55	48,81	49,08
38	49,35	49,61	49,88	50,16	50,70	50,80	50,98	51,25	51,53	51,81
39	52,09	52,37	52,65	52,94	53,22	53,51	53,80	54,09	54,38	54,67
40	54,97	55,26	55,56	55,85	56,15	56,45	56,66	57,06	57,36	56,67

Таблица 77

Коэффициент теплопередачи для некоторых ограждающих конструкций

Ограждающая конструкция	Толщина ограждения, см	Коэффициент теплопередачи (K), ккал/ч/м ² /град
Окна с двойным остеклением в одном переплете	—	3
Продольные стены — сплошные деревянные	27	0,69
Торцевые стены	64	0,89
Ворота, двери — сплошные, деревянные, одинарные	4	4
Перекрытия (потолок)	27	0,39
Холодные полы — бетон	10	0,4
Теплые полы	5	0,16

Таблица 78

Техническая характеристика вентиляторов

Тип и номер вентилятора	Диаметр рабочего колеса, мм	Максимальная производительность, м/ч	Мощность электродвигателя, кВт
Осевые МЦ			
№ 4	400	650	0,3
№ 5	500	7000	0,4
№ 6	600	14 000	1,0

Продолжение табл. 78

Тип и номер вентилятора	Диаметр рабочего колеса, мм	Максимальная производительность, м ³ /ч	Мощность электродвигателя, кВт
№ 7	700	19 000	2,0
№ 8	800	27 000	3,5
№ 10	1000	35 000	3,5
№ 12	1200	48 000	3,5
06,320 № 10	1000	34 000	2,2
06,320 № 12	1200	61 000	7,0
ВО-4	400	3600	0,25
ВО-5,6	560	5500	0,37
ВО-7	700	13 000	1,1
Крышные центробежные			
КЦ 3-90 № 4	400	3200	0,4
КЦ 3-90 № 6	600	11 800	1,5
КЦ 4-84-в № 10	1000	28 500	3,0
КЦ 4-84-в № 12	1200	40 500	4,0
Крышные осевые			
ЦЗ-04 № 4	400	3500	0,6
ЦЗ-04 № 6	600	11 000	1,0
ЦЗ-04 № 8	800	17 000	1,1
ЦЗ-04 № 12	1200	44 000	4,0

Таблица 79

Максимально допустимые уровни пыли в воздухе животноводческих и птицеводческих помещений, мг/м³

Тип помещения	Концентрация пыли, мг/м ³	
	зимой	летом
Для крупного рогатого скота:		
привязное и беспривязное содержание	0,8...1	1,2...1,5
на глубокой подстилке	1,5	3
родильное отделение и профилакторий	0,5	1,5
телятник	0,8	1,5

Продолжение табл. 79

Тип помещения	Концентрация пыли, мг/м ³	
	зимой	летом
Для свиней:		
хряков и супоросных маток	0,5	1
откормочного поголовья	1	3
ремонтного молодняка	1	1,5
Для овец:		
маток и баранов	1,5...2,5	2,5
молодняка	1	1,5
Для лошадей	0,5	0,8
Для птицы:		
взрослых кур	2	4
цыплят в возрасте, сут:		
1...30	1,5	2
31...60	1,5	2,5
61...150	2	3

Таблица 80

Допустимые уровни микроорганизмов в воздухе животноводческих и птицеводческих помещений

Помещения	Уровень тыс. КОЕ/м ³
Для крупного рогатого скота:	
привязное и беспривязное содержание	70
на глубокой подстилке	100
родильное отделение и профилакторий-телятник	30
Для свиней:	
хряков и супоросных маток	60
откормочного поголовья	50
ремонтного молодняка	100
Для овец:	
маток и баранов	100
молодняка	5
Для лошадей	50

Продолжение табл. 80

Помещения	Уровень тыс. КОЕ/м ³
Для птицы:	
взрослых кур	220
цыплят в возрасте, сут:	
1...30	120
31...60	150
61...150	180

Таблица 81

**Предельно допустимая концентрация вредных газов
в помещениях для животных и птицы**

Группа животных	СО, мг/м ³	СО, %	NH ₃ , мг/м ²	H ₂ S, мг/м ²
Телята:				
до 3-месячного возраста	2	0,20	10	5
3...6-месячного возраста	2	0,25	15	5
Молодняк и взрослый крупный рогатый скот	2	0,25	20	10
Свиньи	2	0,20	20	10
Взрослые овцы, молодняк после отбивки и валухи	2	0,25	20	10
Молодняк овец до отбивки	2	0,25	10	10
Рабочие лошади	2	0,25	20	10
Племенные лошади:				
взрослые	2	0,25	20	10
молодняк в тренинге	2	0,20	20	10
жеребята-отъемыши	2	0,20	15	10
жеребята в первые дни после выжеребки в денниках	2	0,15	10	10
Птица	2	0,25	15	5
Кролики и нутрии	2	0,25	10	10

Примечание. Нормы по аммиаку и сероводороду установлены для контроля при эксплуатации зданий и не могут использоваться как удельные показатели для расчета загрязнений, выбрасываемых в атмосферу системой вентиляции животноводческих и птицеводческих помещений.

РАЗДЕЛ VI
БИОМЕТРИЯ



Т Е М А 1

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ БИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА

Ветеринария относится в большей мере к числу экспериментальных наук. Постоянно совершенствуются методы планирования и проведения ветеринарных экспериментов и применяемой при этом измерительной техники. Однако достоверность и точность результатов экспериментов зависят не только от совершенства экспериментальных методик, но и от свойств самих биологических объектов. Дело в том, что свойства биологических объектов довольно сильно различаются даже в пределах популяции. Эти отличия чаще всего вызываются случайными факторами, поэтому исключительно большое значение имеет применение в биологии и ветеринарии вероятностно-статистических методов. В то же время концентрация и интенсификация животноводства требуют постоянного и систематического контроля за состоянием здоровья животных. С этой целью ветеринарные специалисты проводят большое количество лабораторных и клинических исследований. Анализ результатов таких исследований часто представляется трудоемким и труднообозримым. В этих случаях помогают биометрические методы, которые существенно облегчают обработку лабораторных данных и способствуют выявлению связи заболеваний животных с различными причинными факторами. Это позволяет своевременно спланировать и провести необходимые лечебно-профилактические мероприятия.

Биометрические методы лежат в основе научной дисциплины — *биометрии*. Это раздел вариационной стати-

стики, содержащий методы математической обработки экспериментальных данных и наблюдений, а также методы решения задач планирования количественных экспериментов в биологических исследованиях. Начало биометрии положено в XIX веке трудами английских ученых Ф. Гальтона и К. Пирсона и продолжено в XX столетии крупнейшим специалистом в области математической статистики Р. Фишером.

Биометрический метод базируется на теоретических основах математической статистики, которая занимается методами сбора, обработки и анализа статистических данных. Под статистическими данными будем понимать результаты измерений, наблюдений и т. д., образующие совокупность однородных предметов или явлений. Можно сказать, что статистические данные — это сведения о том, какие значения принял интересующий признак в статистической совокупности.

При применении биометрических методов в ветеринарии широко используют основные понятия и категории математической статистики, но применительно к биологическим процессам. Напомним эти понятия.

Группу однородных биологических объектов (животных, растений и т. д.), представляющих собой совокупность особей, явлений и др. или возможных результатов всех мыслимых наблюдений, проводимых в неизменных условиях над одним объектом, назовем *генеральной совокупностью*. Каждый объект такой совокупности индивидуален и отличается от других рядом признаков. В свою очередь, каждый из признаков может иметь для различных объектов разную степень выраженности. Это обусловлено влиянием разнообразных факторов, которые оказывают воздействие на значение признака.

Свойство объектов отличаться друг от друга даже в однородных совокупностях будем называть их *изменчивостью* или *варьированием*, а их признаки — *варьирующими*. Эти признаки служат предметом биометрического подхода.

Следует различать признаки количественные и качественные. Если значения признака выражаются числами,

например вес, масса, объем и др., то он называется *количественным*. Если же признак характеризует некоторое свойство или состояние элементов совокупности, например профессия, тип животных, состояние здоровья животного и др., то признак называют *качественным*.

Значение признака при переходе от одного элемента к другому изменяется (варьирует), поэтому в статистике различные значения признака называют *вариантами*, а совокупность значений признака, расположенных в порядке возрастания или убывания, *вариационным рядом*.

Пусть требуется дать общую характеристику всей группе объектов (генеральной совокупности) по отдельным признакам. Исследовать всю совокупность весьма трудно, зачастую экономически нецелесообразно, а иногда и невозможно. В этом случае прибегают к исследованию ее части с помощью выборочного метода, который заключается в том, что отбирают из генеральной совокупности часть ее объектов и подвергают их изучению.

Совокупность объектов, отобранных случайным образом из генеральной совокупности, называется *выборочной совокупностью* или просто *выборкой*. Количество объектов в генеральной или выборочной совокупности будем называть их объемом и обозначать N — объем генеральной совокупности, n — выборочной совокупности. В соответствии с этим все характеристики генеральной совокупности назовем *генеральными характеристиками*, а соответствующие характеристики выборки — *выборочными*.

Выборочная совокупность должна быть однородной и по варьирующему признаку правильно отражать свойства генеральной совокупности.

При отборе объектов в выборку необходимо соблюдать следующие основные условия:

- принцип случайности отбора — в этом случае все элементы генеральной совокупности имеют равную вероятность попасть в выборку;
- достаточная численность выборочной совокупности.

Выборку объемом менее 30 ($n < 30$) будем считать при нормальном распределении генеральной совокупности и менее 100 ($n < 100$) при распределении генеральной сово-

купности, близком к нормальному, малой и в противном случае — большой, т. е. при $n > 30$, либо $n > 100$.

Многие исследования показывают, что нормальное распределение характерно для большинства признаков и свойств сельскохозяйственных животных. Как известно, при нормальном распределении признака его крайние значения встречаются редко, а чем ближе значение признака к среднему, тем оно появляется чаще, и в центре распределения находится наиболее часто встречающееся значение.

Основная цель выборочного метода заключается в том, чтобы по статистическим характеристикам выборки как можно точнее определить соответствующие характеристики (свойства) генеральной совокупности. Однако, как правило, соответствующие характеристики генеральной и выборочной совокупностей не совпадают. Причиной этих различий является наличие ошибок выборочного метода, которые могут быть двух типов: систематические и случайные.

Систематические ошибки порождаются причинами, действующими регулярно, в определенном направлении. Чаще всего эти ошибки можно изучить и определить количественно. Если они вызываются внешними условиями (изменениями температуры, сырья и т. д.), следует компенсировать их влияние.

Систематическая ошибка возникает также при неправильном образовании выборочной совокупности. Например, тогда, когда не были выполнены условия случайности отбора элементов генеральной совокупности при проведении выборки. Это может иметь место, например, при установлении урожайности опытного поля в зависимости от внесенных удобрений, когда были умышленно взяты наиболее урожайные участки поля или наименее урожайные. В результате таких операций выборка оказывается непредставительной, т. е. она не может являться характеристикой истинного состояния признака в генеральной совокупности.

Отметим, что систематические ошибки можно устранить заранее либо учесть при расчетах и выводах с помощью введения соответствующей поправки. Поэтому в даль-

нейшем будем считать, что к началу математической (статистической) обработки выборочных данных все систематические ошибки уже выявлены и устранены. Однако и после этого выборочные и генеральные характеристики не совпадают. Это объясняется случайными ошибками.

Случайные ошибки появляются нерегулярно, причины их возникновения неизвестны. Они вызываются большим количеством таких факторов, эффекты действия которых столь незначительны, что их нельзя выделить и учесть в отдельности.

Случайную ошибку можно рассматривать как суммарный эффект действия таких факторов.

Случайные ошибки являются неустраняемыми, их нельзя исключить в каждом из опытов. Но с помощью методов теории вероятностей можно учесть их суммарное влияние на оценку истинного значения исследуемой величины, что позволяет определить значение этой величины со значительно меньшей ошибкой, чем ошибки отдельных опытов. Учет влияния случайных ошибок основан на знании законов их распределения.

В качестве закона распределения случайных ошибок чаще всего принимается нормальный закон распределения (закон Гаусса). Нормальный закон распределения случайных ошибок обычно достаточно хорошо согласуется с опытом, что может быть проверено путем измерений известных величин (эталонов), когда можно точно рассчитать величины ошибок. В частности, нормальный закон отражает известное свойство симметрии случайных ошибок (случайные ошибки разных знаков встречаются примерно одинаково часто) и свойство концентрации (малые по абсолютной величине случайные ошибки встречаются чаще, чем большие).

Если в некоторой задаче возникает сомнение в нормальности закона распределения случайных ошибок (например, нарушается симметрия распределения), то результаты опытов следует подвергнуть обработке, например, по критерию χ^2 (критерий Пирсона) или приближенными методами, основанными на оценках центральных моментов третьего и четвертого порядков.

Величина статистической ошибки зависит от степени изменчивости (варьирования) признака и от объема выборки. Чем меньше изменчивость признака и больше объем выборки, тем меньше будет и случайная ошибка. При этом статистические показатели выборки будут точнее характеризовать генеральную совокупность.

Случайная ошибка, прежде всего, может быть использована для вычисления критерия достоверности t , который показывает соответствие между статистическим показателем в выборке и генеральной совокупности. По величине критерия достоверности судят о достоверности исследуемой статистической характеристики, используя связь значения величины t с заданным значением вероятности P . Так, для нормального закона распределения значению $t = 1,96$ (для больших выборок) соответствующая вероятность равна $0,95$ (95%), а значению $t = 2,58$ соответствует вероятность $P = 0,99$ (99%) и т. д. (см. Приложение 1).

Вероятность указывает на возможную частоту повторяемости объектов с тем или иным уровнем признака. Например, вероятность, равная $0,95$, означает, что в 95 случаях из 100 будем иметь такое же значение статистического показателя, какое получено в выборке. В этом случае будем называть такую величину статистически достоверной, т. е. величину, которой соответствует вероятность $0,95$, будем считать статистически достоверной.

При вероятности $P = 0,99$, когда полученная величина наблюдается в 99 случаях из 100 (т. е. в 99%), будем считать ее высоко достоверной и при $P = 0,999$ очень высоко достоверной. Заметим, что такое деление является условным, но для биологии и ветеринарии вполне удовлетворительным.

С понятием вероятности тесно связано понятие **значимости**, которое является обратным ему по смыслу. С этой целью используется понятие уровня значимости, которое обозначается α . Уровень значимости показывает, что значение варьирующего признака находится вне указанных (полученных) пределов. Так, для вероятности $0,95$ (95%) уровень значимости будет составлять $0,05$ (5%). Это озна-

чает, что случайные отклонения от установленных пределов варьирования признака будут наблюдаться в 5% случаев. Вероятности 0,99 (99%) соответствует уровень значимости 0,01 (1%), а вероятности 0,999 (99,9%) — 0,001 (0,1%). Следовательно, чем больше вероятность, тем меньше уровень значимости.

Для практических целей в ветеринарии значение вероятности 0,95 вполне достаточно. В случае повышенных требований к достоверности результатов (исследование вопросов экономического и производственного характера, по которым будут даны рекомендации, и др.) значение вероятности должно быть не менее 0,99, а при изучении вредных и ядовитых веществ — 0,999.

Т Е М А 2

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ВЫБОРКИ**

Для получения обобщенной характеристики всей группы в целом, а не отдельных элементов, определяют *среднюю величину признака* (или *среднее значение признака*). Различают несколько средних значений: среднее арифметическое, среднее геометрическое, среднее гармоническое и др.

В биологической и ветеринарной практике чаще всего применяется среднее арифметическое. Поясним это понятие, предварительно введя следующие обозначения.

Пусть $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ — значения признака X ; n — объем выборки; \bar{x} — среднее арифметическое. Тогда среднее арифметическое определяется с помощью соотношения

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

где $\sum_{i=1}^n x_i$ — суммирование всех значений x_i от 1 до n .

Можно сказать, что среднее арифметическое \bar{x} равно сумме всех n отдельных значений (результатов) x_i признака X , деленной на количество всех значений n .

Среднее арифметическое определяет среднее значение признака, это очень важная характеристика выборки. Однако следует отметить, что в одних случаях значения признака концентрируются тесно около среднего значения, а в других имеется значительное рассеивание. Поэтому для изучения степени изменчивости признака вводят показатели вариации (изменчивости, или рассеяния).

Простейшим показателем вариации является вариационный размах, который обозначается как R и определяется как разность между наибольшим и наименьшим значениями признака:

$$R = x_{\max} - x_{\min}. \quad (2)$$

Чаще всего в статистических исследованиях для измерения изменчивости (т. е. величины рассеяния) используют дисперсию.

Дисперсией называют среднее арифметическое квадрата отклонений значений выборки от ее среднего значения \bar{x} .

Обозначим дисперсию через σ^2 и тогда по определению имеем

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}). \quad (3)$$

Для практических расчетов удобно использовать формулу

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\bar{x})^2. \quad (4)$$

Выборочная дисперсия, определяемая по формуле (3) или (4), дает смещенную оценку генеральной дисперсии. Поэтому при малом объеме выборки используют другую оценку дисперсии, которую обозначают через S^2 и называют *исправленной выборочной дисперсией*.

Дисперсия S^2 определяется по формуле

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2. \quad (5)$$

Формулы (3) и (5) связаны соотношением

$$S^2 = \frac{n}{n-1} \sigma^2. \quad (6)$$

Практически σ^2 и S^2 не отличаются при больших n . В дальнейшем будем пользоваться понятием дисперсии в виде σ^2 . Корень квадратный из дисперсии, взятой с положительным знаком, называется *средним квадратическим*

отклонением, или квадратичной ошибкой, или стандартом:

$$\sigma^2 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{или} \quad S^2 = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (7)$$

Стандарт имеет размерность той величины, для которой он вычислен. Дисперсия и стандарт — это меры рассеяния (изменчивости) признака. Чем больше дисперсия и стандарт, тем больше рассеяны значения признака около его среднего значения.

Для того чтобы выяснить, характеризует ли полученное выборочное среднее арифметическое генеральную совокупность, т. е. генеральное среднее \bar{X}_G , необходимо определить ошибку δ среднего арифметического и вычислить значение критерия достоверности t . Указанные величины определяются по формулам:

$$\delta = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (8)$$

$$t = \frac{\bar{x}}{\delta}. \quad (9)$$

Рассмотрим описанные процедуры расчета характеристик выборки на примерах.

Пример 1

При лабораторном исследовании 10 проб сена с сенокосных участков хозяйства было установлено следующее содержание каротина: 10,5; 8,4; 8,3; 20,4; 18,6; 15,3; 14,8; 11,7; 15,8; 12,2 мг в 1 кг. Определить среднее содержание каротина в сене и проверить его достоверность.

Р е ш е н и е

Для вычисления среднего значения и среднего квадратического отклонения составим расчетную таблицу.

Номер пробы	Значение x_i	Значение x_i^2
1	10,5	110,25
2	8,4	70,56

Продолжение табл.

Номер пробы	Значение x_i	Значение x_i^2
3	8,3	68,89
4	20,4	416,16
5	18,6	345,96
6	15,3	234,09
7	14,8	219,04
8	11,7	136,89
9	15,8	249,64
10	12,2	148,64
	$\Sigma x_i = 136,0$	$\Sigma x_i^2 = 2000,32$

Из последней строки таблицы выпишем суммы, которые потребуются в дальнейших расчетах:

$$\sum_{i=1}^{10} x_i = 136,0 \quad \text{и} \quad \sum_{i=1}^{10} x_i^2 = 2000,32.$$

Вычисляем среднее значение \bar{x} по формуле (1), учитывая, что $n = 10$:

$$\bar{x} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i = \frac{136,0}{10} = 13,6.$$

Следовательно, среднее содержание каротина в сене:

$$\bar{x} = 13,6 \text{ мг/кг.}$$

Далее рассчитываем ошибку δ среднего арифметического. Для этого надо вычислить среднее квадратическое отклонение σ . Сначала найдем дисперсию σ^2 по формуле

$$\sigma^2 = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} x_i^2 - (\bar{x})^2 = \frac{2000,32}{10} - (13,6)^2 = 15,072.$$

Тогда исправленная дисперсия составит:

$$S^2 = \frac{n}{n-1} \sigma^2 = \frac{10}{10-1} \cdot 15,072 \approx 16,747.$$

Следовательно,

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{16,747} \approx 4,1 \text{ мг/кг.}$$

По формуле (8) определяем ошибку δ среднего арифметического:

$$\delta = \frac{S}{\sqrt{n}} = \frac{4,1}{\sqrt{10}} = 1,3 \text{ мг/кг,}$$

а по формуле (9) — значение критерия достоверности:

$$t = \frac{\bar{x}}{\delta} = \frac{13,6}{1,3} = 10,5.$$

Полученное расчетное значение критерия нужно сравнить со стандартным значением $t_{\text{ст}}$ критерия, найденным по Приложению 1 при числе степеней свободы ν (т. е. количество свободно варьирующих величин). В нашем случае $\nu = n - 1 = 10 - 1 = 9$, так как одна степень свободы использована для вычисления среднего. Тогда для всех трех значений (уровней) вероятности 0,95; 0,99 и 0,999 и при $\nu = 9$ из Приложения 1 находим соответствующие стандартные значения критерия достоверности: 2,3; 3,3; 4,8 соответственно.

Среднее арифметическое будет достоверным в том случае, если $t \geq t_{\text{ст}}$ при $\nu = n - 1$.

Так как расчетное значение критерия t , равное 10,5, больше табличных значений $t_{\text{ст}}$ на всех трех уровнях вероятности, то можно считать полученное среднее арифметическое очень высоко достоверным (так как $P > 0,999$).

Среднее квадратическое отклонение может служить как самостоятельный показатель изменчивости (вариации) признака. Это объясняется правилом сигм. Так, в интервале $[\bar{x} - \sigma, \bar{x} + \sigma]$ содержатся 68,3% всех значений признака (правило одной сигмы), в интервале $[\bar{x} - 2\sigma, \bar{x} + 2\sigma]$ — 95,5% (правило двух сигм) и в интервале $[\bar{x} - 3\sigma, \bar{x} + 3\sigma]$ — 99,7% (правило трех сигм).

Заметим, что сформулированные правила имеют место при условии нормального закона распределения случайных ошибок.

Для примера 1 полученное среднее квадратическое отклонение 4,1 означает, что в 68,3% имеющегося в хозяйстве сена содержание каротина составляет $\bar{x} \pm \sigma = 13,6 \pm 4,1$ мг/кг, т. е. находится в пределах от 9,5 до 17,7 мг/кг, в 95,5% сена содержание каротина составляет $\bar{x} \pm 2\sigma = 13,6 \pm 8,8$ мг/кг, т. е. от 5,4 до 21,8 мг/кг и т. д.

Иногда выборка содержит значения признака, сильно отличающиеся от основной массы результатов наблюдений и исследований. Если имеются подтверждения, что эти значения получены в результате грубой ошибки, то они исключаются из выборки. В остальных случаях сомнительные значения могут быть забракованы только после статистической проверки. Одним из способов такой проверки для выборок большого объема является вычисление среднего арифметического \bar{x} и стандартного отклонения σ по всем членам выборки и определение вероятности нахождения сомнительного значения в пределах $\bar{x} \pm 2\sigma$ или $\bar{x} \pm 3\sigma$. Если сомнительное значение признака выходит за пределы интервала $\bar{x} \pm 2\sigma$, то оно может быть забраковано с вероятностью 0,955, а если выходит за пределы $\bar{x} \pm 3\sigma$, то значение бракуется с вероятностью 0,997.

Для выборок малого объема проверка проводится с помощью соотношения $\bar{x} \pm tS$. При этом значение t берется из Приложения 1 для заданного значения вероятности P и числа степеней свободы $\nu = n - 1$, а S вычисляется по всем членам выборки.

При ориентировочных расчетах S можно определить по формуле

$$S = k(x_{\max} - x_{\min}),$$

где коэффициент k представлен в таблице 82.

Иногда в ветеринарной практике необходимо сравнить однотипные показатели у разных групп животных путем определения разности средних величин этих показателей.

Таблица 82

k	2...3	4...5	6...10	11...25	26...100
n	0,75	0,50	0,33	0,25	0,20

Требуется выяснить, достоверны ли эти различия и правильно ли они отражают генеральные соотношения.

В статистическом плане имеем две генеральные совокупности, из которых извлечены выборки объемом n_1 и n_2 . Выясним, одинаковы ли генеральные средние этих совокупностей. По этим выборкам выполняются следующие операции:

1) рассчитываем средние значения \bar{x}_1 , \bar{x}_2 и средние квадратичные ошибки σ_1 и σ_2 ;

2) определяем показатель разности средних величин d :

$$d = \bar{x}_2 - \bar{x}_1, \quad (10)$$

где $\bar{x}_2 > \bar{x}_1$;

3) вычисляем ошибку σ_d разности d :

$$\sigma_d = \sqrt{\sigma_1^2 - \sigma_2^2} \quad (11)$$

и критерий достоверности по формуле

$$t_d = \frac{d}{\sigma_d}; \quad (12)$$

4) для заданного значения вероятности P и при числе степеней свободы $\nu = n_1 + n_2 - 2$ по Приложению 1 находим стандартные значения критерия достоверности t_{cr} ;

5) сравниваем расчетное значение t_d критерия достоверности с найденным стандартным значением t_{cr} . Если $t_d \geq t_{cr}$, то разность следует считать достоверной.

Пример 2

На ферме с поголовьем 200 коров у некоторых новорожденных телят, полученных от этих животных, наблюдаются желудочно-кишечные расстройства. С целью выяснения причин заболеваемости телят были проведены биохимические исследования сыворотки крови от 10 коров-матерей, телята которых заболели, и от 10 коров, телята которых были здоровыми. Оказалось, что у матерей первой группы коров (n_1) содержание каротина в сыворотке крови в среднем составляет 0,34 со средним квадратическим отклонением 0,11, а у второй группы коров (n_2) среднее значение 0,52 и среднее квадратическое отклонение 0,15. Требуется определить достоверность различий средних.

Р е ш е н и е

Из условий задачи имеем:

$$\begin{aligned}\bar{x}_1 &= 0,34; & \sigma_1 &= 0,11; & n_1 &= 10; \\ \bar{x}_2 &= 0,52; & \sigma_2 &= 0,15; & n_2 &= 10.\end{aligned}$$

Находим показатель разности средних d , используя соотношение (10):

$$d = \bar{x}_2 - \bar{x}_1,$$

где $\bar{x}_2 > \bar{x}_1$, т. е.

$$d = 0,52 - 0,34 = 0,18.$$

Вычисляем ошибку σ_d разности d по формуле (11):

$$\sigma_d = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} = \sqrt{0,11^2 + 0,15^2} = 0,186$$

и критерий достоверности разности t_d по формуле (12):

$$t_d = \frac{d}{\sigma_d} = \frac{0,18}{0,186} = 0,968.$$

Определяем число степеней свободы:

$$v = n_1 + n_2 - 2 = 10 + 10 - 2 = 18.$$

Из Приложения 1 для $v = 18$ находим стандартные значения $t_{\text{ст}}$ критерия достоверности 2,1; 2,9 и 3,9 для значений вероятности 0,95; 0,99 и 0,999 соответственно.

Поскольку расчетное значение $t_d = 0,968$ меньше табличных значений $t_{\text{ст}}$ для всех трех значений вероятности, то полученная разность $d = 0,18$ недостоверна (уже при $P < 0,95$) и по ней нельзя судить в целом по стаду о наличии или отсутствии различия в показателях каротина в сыворотке крови коров обеих групп. В данном случае необходимо провести дополнительное исследование сыворотки крови от большего количества животных, т. е. увеличить объемы выборок.

Часто требуется сравнить изменчивость разнородных величин или определить разнообразие признаков, например роста и веса. Для такого сравнения дисперсии не годятся, так как в этом случае они сами являются разнородными величинами. Дисперсии являются абсолютными

мерами рассеяния. Поэтому нужна отвлеченная относительная мера, не зависящая от единиц измерения сравниваемых величин. Такую относительную меру рассеяния представляет коэффициент вариации или изменчивости, равный среднему квадратическому отклонению, выраженному в процентах от среднего значения.

Коэффициент вариации обозначают V , и в соответствии с данным понятием он определяется отношением среднего квадратического отклонения к среднему арифметическому, выраженному в процентах:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\%. \quad (13)$$

Если коэффициент вариации высок, то, как правило, это свидетельствует о неоднородности значений признака. Иными словами, чем больше величина коэффициента вариации, тем более изменчив признак. Принято считать изменчивость незначительной, если коэффициент вариации не превышает 10% средней при значении коэффициента вариации от 10% до 20% и значительной, если он составляет более 20%.

Рассмотрим примеры, поясняющие важность определения коэффициента вариации в ветеринарии.

Пример 3

Средний вес взрослых коров, по некоторым данным, составляет 400 кг и среднее квадратическое отклонение 48 кг, а средний процент жира в их молоке 4% со средним квадратическим отклонением 0,2%. Сравнить изменчивость веса коров и содержание жира в их молоке.

Р е ш е н и е

Из условия имеем:

$$\bar{x}_1 = 400 \text{ кг}; \quad \sigma_1 = 48 \text{ кг};$$

$$\bar{x}_2 = 4\%; \quad \sigma_2 = 0,2\%.$$

Вычисляем коэффициенты вариации:

$$V_1 = \frac{\sigma_1}{x_1} \cdot 100\% = \frac{48}{400} \cdot 100\% = 12\%;$$

$$V_2 = \frac{\sigma_2}{x_2} \cdot 100\% = \frac{0,2}{4} \cdot 100\% = 5\%.$$

Таблица 83

Показатель	Среднее значение \bar{x}	Стандартное отклонение σ
Каротин	8,9 мг	1,9 мг
Кальций	7,8 г	1,2 г
Фосфор	1,7 г	0,02 г

Из сравнения коэффициентов вариации видим, что изменчивость содержания жира в молоке менее изменчивости веса, т. е. содержание жира представляет более устойчивую величину.

Пример 4

При анализе результатов лабораторных исследований установлено содержание следующих показателей в 1 кг, представленных ниже в таблице 83.

Требуется определить коэффициенты вариации этих показателей и провести их анализ.

Решение

Вычисляем коэффициент вариации для указанных показателей. Для каротина он составляет

$$V_1 = \frac{\sigma_1}{x_1} \cdot 100\% = \frac{1,9}{8,9} \cdot 100\% = 21,3\%.$$

Для кальция:

$$V_2 = \frac{\sigma_2}{x_2} \cdot 100\% = \frac{1,2}{7,8} \cdot 100\% = 15,4\%.$$

Для фосфора:

$$V_3 = \frac{\sigma_3}{x_3} \cdot 100\% = \frac{0,02}{1,7} \cdot 100\% = 1,2\%.$$

Полученные результаты свидетельствуют о том, что наибольший разброс показателей (значений) связан с содержанием каротина ($V_1 = 21,3\%$), несколько меньший — по содержанию фосфора ($V_3 = 1,2\%$).

Т Е М А 3
ОЦЕНКА ДОЛИ

Отношение числа элементов генеральной или выборочной совокупности, обладающих некоторым признаком, к объему этой совокупности будем называть соответственно генеральной и выборочной долями, и обозначать w_{Γ} и $w_{\text{в}}$.

Указанные характеристики рассчитываются по формулам:

$$w_{\Gamma} = \frac{K}{N}; \quad w_{\text{в}} = \frac{m}{n}, \quad (14)$$

где N и n — объемы соответственно генеральной и выборочной совокупности; K и m — число элементов соответственно генеральной и выборочной совокупности, обладающих определенным свойством.

Таким образом, доля представляет собой относительную частоту признака или события.

При больших объемах совокупности доля приблизительно равна вероятности события p , т. е.

$$w \approx p. \quad (15)$$

Доля генеральной совокупности оценивается по доле выборочной совокупности.

В дальнейшем будем иметь дело с выборочной долей. Поэтому отличительный индекс доли указываться не будет.

При исследовании влияния различных препаратов на организм животных возникает необходимость определения эффективности их применения. Это выполняется с помощью оценки доли и определения ее ошибки и производится в следующей последовательности:

1) рассчитывается доля интересующего признака по формуле

$$p = w = \frac{m}{n}; \quad (16)$$

2) определяется средняя квадратическая ошибка доли σ_w по формуле

$$\sigma_w = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n-1}}; \quad (17)$$

3) для заданного значения вероятности (надежности) p и числа степеней свободы $\nu = n - 1$ по Приложению 1 находится стандартное (табличное) значение критерия достоверности $t_{\text{ст}}$;

4) вычисляется предельная ошибка (погрешность) выборки δ по формуле

$$\delta = t_{\text{ст}} \cdot \sigma_w; \quad (18)$$

5) определяется доверительный интервал для вероятности p :

$$p = w \pm \delta \quad \text{или} \quad p \in (w - \delta, w + \delta). \quad (19)$$

Рассмотрим оценку доли на примерах.

Пример 5

Введение препарата 80 телятам предупредило возникновение болезни у 65 голов. Однако 15 животных заболело. Требуется определить прогноз профилактического действия препарата.

Решение

1) доля незаболевших животных составляет

$$p \approx w = \frac{65}{80} = 0,81;$$

2) рассчитываем среднюю квадратическую ошибку доли δ_w :

$$\sigma_w = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,81 \cdot 0,19}{80-1}} = 0,04;$$

3) для значения вероятности (надежности) 0,99 и числа степеней свободы

$$\nu = n - 1 = 80 - 1 = 79.$$

По Приложению 1 находим стандартное значение критерия достоверности $t_{cr} = 2,6$;

4) вычисляем предельную ошибку (погрешность) выборки δ :

$$\delta = t_{cr} \cdot \sigma_w = 2,6 \cdot 0,04 \approx 0,10;$$

5) определяем доверительный интервал для вероятности:

$$p = w \pm \delta = 0,81 \pm 0,10,$$

или доверительный интервал принимает вид

$$(0,81 - 0,10; 0,81 + 0,10) = (0,71; 0,91).$$

Умножив полученный результат на 100%, найдем, что гарантированный минимум предохранения телят от заболевания составляет 7% ($0,71 \cdot 100\%$), максимум — 91% ($0,91 \cdot 100\%$). Средний уровень предупреждения заболевания по разным группам животных — 81%.

В ряде случаев требуется сравнить доли или оценить разность долей и определить ее достоверность. Сформулируем постановку задачи. Пусть имеются две независимые выборки объемами n_1 и n_2 , причем в первой выборке m_1 элементов обладают определенным признаком, а во второй m_2 элементов имеют тот же признак. Требуется установить, на сколько значимо отличаются доли этого признака в обеих выборках. Задача решается в следующей последовательности:

1) по формуле (14) определяются относительные частоты $w_1 \approx p_1$ и $w_2 \approx p_2$;

2) вычисляются средние квадратические ошибки долей σ_{w_1} и σ_{w_2} с помощью соотношения (17);

3) определяются разность долей:

$$d = w_2 - w_1; \quad (w_2 > w_1) \quad (20)$$

и средняя квадратическая ошибка разности

$$\sigma_d = \sqrt{\sigma_{w_1}^2 + \sigma_{w_2}^2}; \quad (21)$$

4) рассчитывается значение критерия достоверности:

$$t_d = \frac{d}{\sigma_d};$$

5) для заданного значения вероятности (надежности) p и числа степеней свободы $\nu = n_1 + n_2 - 3$ по Приложению 1 находится стандартное значение $t_{\text{кр}}$ критерия, которое затем сравнивается с расчетным значением t_d критерия;

6) если $t_d \geq t_{\text{кр}}$, то разность долей считается достоверной при заданном значении вероятности.

В качестве наилучшей оценки доли часто принимают величину

$$w = \frac{m_1 + m_2}{n_1 + n_2}. \quad (22)$$

Пример 6

Из 62 телят, получавших с профилактической целью препарат «Терацид Форте», у 12 наблюдались желудочно-кишечные расстройства, а из 48 телят, не получавших этот препарат, заболело 23 животных. Требуется определить эффективность применения указанного препарата.

Решение

Определяем доли w_1 и w_2 заболевших животных и их дисперсии:

$$p_1 \approx w_1 = \frac{12}{62} \approx 0,19; \quad p_2 \approx w_2 = \frac{23}{48} \approx 0,48;$$

$$\sigma_1^2 = \frac{p_1(1-p_1)}{n_1-1} = \frac{0,19 \cdot 0,81}{62-1} = 0,0025;$$

$$\sigma_2^2 = \frac{p_2(1-p_2)}{n_2-1} = \frac{0,48 \cdot 0,52}{48-1} = 0,0053.$$

Вычисляем разность долей d и среднюю квадратическую ошибку разности σ_d :

$$d = w_2 - w_1 = 0,48 - 0,19 = 0,29;$$

$$\sigma_d = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} = \sqrt{0,0025 + 0,0053} = 0,088.$$

Рассчитываем значение критерия достоверности:

$$t_d = \frac{d}{\sigma_d} = \frac{0,29}{0,088} = 3,3.$$

Определяем число степеней свободы:

$$\nu = n_1 + n_2 - 2 = 62 + 48 - 2 = 108,$$

и по Приложению 1 для значений вероятности 0,95; 0,99 и 0,999 находим стандартные значения критерия достоверности соответственно 2,0; 2,6 и 3,4.

Так как вычисленное значение критерия $t_{\alpha} = 3,3$ больше стандартного значения для вероятности 0,99, то разность долей высоко достоверна ($P > 0,99$).

Таким образом, с высокой достоверностью можно утверждать, что у телят, получавших препарат «Терацид Форте», реже наблюдаются желудочно-кишечные расстройства, чем у телят, не получавших его.

Т Е М А 4

**ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ СВЯЗИ
МЕЖДУ ПРИЗНАКАМИ**

Во многих практических задачах нужно установить зависимость двух или более признаков. Сначала рассмотрим два признака — X и Y . Между ними может существовать функциональная или статистическая зависимость. Дадим пояснение этим понятиям.

Зависимость Y от X называется *функциональной*, если каждому значению признака X соответствует определенное значение признака Y . Такая зависимость обычно имеет место при изучении законов физики, нахождении площадей фигур и объемов тел в геометрии и т. д., например, зависимость между давлением и объемом газа, между объемом шара и его радиусом и т. д.

Однако значительно чаще между переменными величинами существует не функциональная, а *статистическая* (стохастическая, или вероятностная) зависимость, когда каждому фиксированному значению независимой переменной X соответствует не какое-то определенное значение, а множество возможных значений переменной Y , причем сказать заранее, какое именно значение примет Y , нельзя. Иначе говоря, каждому значению переменной X соответствует определенное (условное) распределение переменной Y . Примером статистической связи является также зависимость урожайности от состава и количества удобрений и т. д.

Статистическая зависимость между признаками Y и X не является однозначной, поэтому часто представляет интерес усредненная по x схема зависимости, а именно,

закономерность в изменении условного среднего \bar{y}_x в зависимости от изменения величины X .

Под условным средним \bar{y}_x понимается среднее арифметическое значение признака Y , соответствующее значению x признака X , т. е. при $X = x$.

Функциональную зависимость между значениями одного признака и условным средним значением другого будем называть корреляционной зависимостью.

Для биологических процессов наиболее типична корреляционная связь. При этой связи изменение у членов совокупности одного признака — фактора (X) на определенную величину сопровождается изменениями условного среднего другого признака — результата (Y) — на различные значения. Например, введение стимулятора откормочным животным в одинаковой дозе по-разному изменит уровень привесов у животных этой группы: у одних он будет выше, у других — ниже, а у третьих привесы могут отсутствовать.

Математически корреляционная зависимость между признаками X и Y может быть представлена соотношением

$$\bar{y}_x = \varphi(x), \quad (23)$$

где \bar{y}_x — условное среднее переменной Y при фиксированном значении переменной $X = x_i$.

Уравнение (23) называется уравнением регрессии, функция $\varphi(x)$ — функцией регрессии, а график этой функции — линией регрессии.

Корреляционную связь между двумя признаками иногда называют парной корреляцией, а между тремя и большим числом признаков — множественной корреляцией.

Корреляционная связь может быть линейной, если функция регрессии $\varphi(x)$ линейная. В этом случае линией регрессии служит прямая линия, а уравнение линейной регрессии принимает вид

$$\bar{y}_x = \rho_{yx}x + b. \quad (24)$$

Уравнение (24) называют уравнением линейной регрессии Y по X , а угловой коэффициент прямой линии регрессии

рессии Y по X принято называть выборочным коэффициентом регрессии Y по X и обозначать ρ_{yx} .

Если же функция $\varphi(x)$ не является линейной, то говорят о нелинейной корреляции.

Различают также положительную и отрицательную корреляцию. При первой увеличение (или уменьшение) одного признака влечет также увеличение (или уменьшение) другого признака; при второй — с увеличением одного признака уменьшается другой и наоборот.

Для определения направления и количественного измерения связей используется корреляционно-регрессионный анализ. Он обычно начинается с теоретического анализа изучаемого явления и определения формы связи. С этой целью значения факторного признака X располагают в ранжированный ряд (по возрастанию или убыванию значений признака), а значения результативного признака Y — в соответствии со значениями x_i признака X .

Если встречается несколько одинаковых значений x_i признака X , то в пределах одного и того же значения x_i определяется среднее арифметическое значений y_i , соответствующих данному значению x_i (т. е. определяется условное среднее \bar{y}_x). Далее строится график, по оси абсцисс откладывают значения факторного признака X , а по оси ординат — значения результативного признака Y . Получим на плоскости набор точек (x_i, y_i) соединив эти точки линией, будем иметь представление о наличии и форме связи.

Для измерения силы и определения направления линейной связи используется характеристика, которая обозначается r и называется *коэффициентом корреляции*.

Коэффициент корреляции принимает значения от -1 до 1 , т. е.

$$-1 \leq r \leq 1.$$

Если $r = 0$, то признаки X и Y не связаны линейной корреляционной зависимостью, но могут быть связаны нелинейной зависимостью. Если коэффициент корреляции $r = \pm 1$, то корреляционная связь между X и Y представляет собой линейную функциональную зависимость.

При $r > 0$ существует положительная корреляционная связь, а при $r < 0$ — отрицательная.

В зависимости от того, насколько коэффициент корреляции по абсолютной величине (т. е. $|r|$) приближается к единице, различают слабую, умеренную и сильную связь, т. е. чем ближе $|r|$ к 1, тем сильнее связь. В биологии связь считается сильной при коэффициенте корреляции (по абсолютной величине) от 0,7 и выше. Значение коэффициента корреляции от 0,3 до 0,7 (по абсолютной величине) соответствует умеренной связи или среднему уровню зависимости, а при значении коэффициента корреляции от 0,3 (по абсолютной величине) и ниже имеется слабая связь или низкий уровень зависимости.

Существуют различные формулы для расчета коэффициента парной корреляции.

В ветеринарии для определения связи между количественными признаками наиболее приемлемой является следующая формула, которая в математической статистике используется применительно к негруппированным данным:

$$r = \frac{\overline{X \cdot Y} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sqrt{\bar{X}^2 - (\bar{X})^2 \cdot \bar{Y}^2 - (\bar{Y})^2}}, \quad (25)$$

где

$$\begin{aligned} \overline{X \cdot Y} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i; & \bar{X} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; & \bar{Y} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i; \\ \bar{X}^2 &= \sum_{i=1}^n x_i^2; & \bar{Y}^2 &= \sum_{i=1}^n y_i^2. \end{aligned}$$

Из приведенной формулы видно, что коэффициент корреляции является симметричной функцией значений признаков X и Y и количественно выражает взаимозависимость между этими признаками.

При вычислении коэффициента корреляции по формуле (25) обычно составляется таблица, с помощью которой легко вычисляются следующие суммы:

$$\sum x_i, \sum y_i, \sum x_i y_i, \sum x_i^2, \sum y_i^2.$$

Кроме значения коэффициента корреляции, необходимо определить ошибку и достоверность нахождения его. Ошибка δ_r определения коэффициента корреляции r находится по формуле

$$\delta_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}}, \quad (26)$$

а критерий достоверности представляется отношением

$$t_r = \frac{r}{\delta_r}. \quad (27)$$

Достоверность определения коэффициента корреляции находится в результате сравнения расчетного значения t_r со стандартным значением $t_{\text{ст}}$ критерия, которое находится по Приложению 2 при числе степеней свободы $\nu = n - 2$ и заданному значению вероятности $P = 0,95; 0,99$ или $0,999$.

Коэффициент корреляции будет достоверен, если $t_r \geq t_{\text{ст}}$.

В Приложении 2 находим то n , при котором коэффициент корреляции будет достоверен.

Для измерения степени нелинейной связи применяется корреляционное отношение, которое обозначается η , в то же время оно может служить и для оценки линейной связи. Корреляционное отношение не выявляет направление связи и всегда имеет положительный знак, его величина изменяется от 0 до 1, т. е. $0 \leq \eta \leq 1$. Следует заметить, что расчет этого показателя несколько громоздкий, однако его можно определить косвенно.

Рассмотрим пример расчета коэффициента корреляции.

Пример 7

Определить коэффициент корреляции между показателями дезинфекции животноводческих помещений и заболеваемости животных стригущим лишаем.

Исходные данные по учету заболеваемости животных и дезинфекций помещений за 7 лет представлены ниже в таблице 84, где X — показатель дезинфекции (тысяч квадратных метров), Y — процент заболевших животных.

Р е ш е н и е

Таблицу дополним расчетными столбцами, содержащими X^2 , Y^2 , $X \cdot Y$.

Таблица 84

№	X	Y	X ²	Y ²	X · Y
1	231	6,4	53361	40,96	1478,4
2	286	6,2	81 796	38,44	1773,2
3	328	3,5	107 584	12,25	1148,0
4	394	1,8	155 236	3,24	709,2
5	391	0,8	152 881	0,64	312,8
6	339	0,8	114 921	0,64	271,2
7	392	0,3	153 664	0,09	117,6
Σ	2361	19,8	819 443	96,26	5810,4

В последней строке всех столбцов помещены результаты суммирования. Выпишем эти суммы:

$$\sum x_i = 2361; \quad \sum y_i = 19,8; \quad \sum x_i^2 = 819443;$$

$$\sum y_i^2 = 96,26; \quad \sum x_i \cdot y_i = 5810,4.$$

Далее вычисляем средние значения $\overline{X \cdot Y}$, \bar{X} , \bar{Y} , \bar{X}^2 , \bar{Y}^2 , учитывая, что $n = 7$:

$$\overline{X \cdot Y} = \frac{\sum x_i y_i}{n} = \frac{5810,4}{7} = 830,06;$$

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{2361}{7} = 337,28;$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{19,8}{7} = 2,83;$$

$$\bar{X}^2 = \frac{\sum x_i^2}{n} = \frac{819443}{7} = 117\,063,29;$$

$$\bar{Y}^2 = \frac{\sum y_i^2}{n} = \frac{96,26}{7} = 13,75.$$

Подставляем полученные средние значения в формулу (20) для коэффициента корреляции:

$$r = \frac{\overline{X \cdot Y} - \bar{X} \cdot \bar{Y}}{\sqrt{\bar{X}^2 - (\bar{X})^2} \cdot \sqrt{\bar{Y}^2 - (\bar{Y})^2}} =$$

$$= \frac{830,06 - 337,28 \cdot 2,83}{\sqrt{117063,29 - (337,28)^2} \cdot \sqrt{13,75 - (2,83)^2}} =$$

$$= \frac{-124,44}{137,40} \approx -0,90.$$

Коэффициент корреляции, равный $-0,90$, свидетельствует о том, что между показателями дезинфекции животноводческих помещений и заболеваемости стригущим лишаем имеется сильная (значимая) обратная связь, т. е. с увеличением объема дезинфекций помещений снижается заболеваемость животных.

В Приложении 2 найдем, что при $r = -0,90$ для трех значений вероятности $0,95$; $0,99$ и $0,999$ минимальное количество сравниваемых пар (т. е. количество значений признака X или Y) должно составлять 5, 6 и 8. В нашем примере по условию $n = 7$, что соответствует значению вероятности $0,99$. Следовательно, коэффициент корреляции имеет высокую степень достоверности.

При статистических исследованиях иногда приходится иметь дело с альтернативной изменчивостью качественного признака. Это имеет место также в биологии и ветеринарии.

В ветеринарии часто возникает необходимость определения меры связи между качественными признаками с противоположной изменчивостью. При альтернативной изменчивости (вариации) может быть только 2 взаимоисключающих варианта (состояния), например: пол — мужской и женский, скот — рогатый или комолый, состояние здоровья — животное здоровое или больное, рождение потомства — живое или мертвое и т. д. Тогда доля значений (вариантов), обладающих данным признаком, будет равна p , а доля вариантов, не обладающих им, равна $(1 - p)$.

Меру связи представим в виде таблицы 85.

Здесь \bar{X} и \bar{Y} обозначают признаки, противоположные рассматриваемым признакам соответственно X и Y ,

Таблица 85

Установление меры связи

	Y	\bar{Y}	Сумма
X	n_1	n_2	$n_1 + n_2$
\bar{X}	n_3	n_4	$n_3 + n_4$
Сумма	$n_1 + n_3$	$n_2 + n_4$	n

или отсутствие их, а n_1, n_2, n_3, n_4 — частоты комбинаций признаков $X\bar{Y}, X\bar{Y}, \bar{X}Y, \bar{X}Y$. Мерой связи между признаками X и Y служит коэффициент корреляции, определяемый в этом случае равенством

$$r = \frac{n_1 \cdot n_4 - n_2 \cdot n_3}{\sqrt{(n_1 + n_2) \cdot (n_3 + n_4) \cdot (n_1 + n_3) \cdot (n_2 + n_4)}} \quad (28)$$

и оцениваемый ошибкой δ_r , согласно (26).

Если $r = 0$, то признаки X и Y не зависят друг от друга. В случае $r = -1$ при появлении Y признак X не появляется, а при неоявлении Y — появляется. Если же $r = +1$, то признак X появляется и не появляется только одновременно с появлением и неоявлением Y . Следовательно, значению $r = \pm 1$ соответствует полная прямая или обратная связь между признаками X и Y .

Пример 8

У телят на ферме в первые дни жизни регистрируются желудочно-кишечные заболевания. При биохимическом исследовании сыворотки крови у многих коров-матерей отмечено нарушение углеводного обмена (снижение сахара в крови и изменение других показателей). Необходимо определить, имеется ли связь между нарушением углеводного обмена у коров и заболеваемостью новорожденных телят. С этой целью было подсчитано количество коров с нарушенным углеводным обменом и количество коров без его нарушения. Затем было определено количество заболевших телят, родившихся от коров с нарушением углеводного обмена и от коров с нормальным обменом. Все эти данные занесены в корреляционную таблицу для качественных признаков (табл. 86).

Таблица 86

Состояние обмена веществ у коров по сахару	Заболеваемость телят		Количество коров
	Заболело, голов	Не заболело, голов	
Нарушение	$n_1 = 21$	$n_2 = 10$	$n_1 + n_2 = 31$
Норма	$n_3 = 2$	$n_4 = 7$	$n_3 + n_4 = 9$
Всего	$n_1 + n_3 = 23$	$n_2 + n_4 = 17$	$n = 40$

Подставляем в формулу (28) для коэффициента корреляции качественных признаков данные из таблицы и рассчитываем коэффициент корреляции:

$$r = \frac{n_1 \cdot n_4 - n_2 \cdot n_3}{\sqrt{(n_1 + n_2) \cdot (n_3 + n_4) \cdot (n_1 + n_3) \cdot (n_2 + n_4)}} =$$

$$= \frac{21 \cdot 7 - 10 \cdot 2}{\sqrt{31 \cdot 9 \cdot 23 \cdot 17}} = \frac{127}{\sqrt{109089}} \approx 0,38.$$

Таким образом, между нарушением углеводного обмена у коров и заболеваемостью телят имеется умеренная положительная корреляционная связь (или средний уровень связи).

Далее по Приложению 2 находим, что при $r = 0,38$ для трех уровней вероятности 0,95; 0,99 и 0,999 количество оцениваемых пар (значений признаков) должно быть не менее 27, или 44, или 71 соответственно. В нашем примере $n = 40$. Следовательно, полученный коэффициент корреляции достоверен при $P > 0,95$.

Иногда с целью определения доли (в процентах) тех изменений, которые в данном случае зависят от изучаемого фактора, находят коэффициент детерминации, который равен квадрату коэффициента корреляции, т. е. $\eta^2 = r^2$. Вычислим коэффициент детерминации в предыдущем примере:

$$\eta^2 = r^2 = 0,38^2 \approx 0,144.$$

Следовательно, доля влияния нарушения углеводного обмена у коров на возникновение заболеваемости телят составляет 14,4%, а 85,6% приходится на другие неучтенные факторы.

При необходимости определения величины, на которую изменяется второй анализируемый показатель при изменении первого, вычисляют коэффициент линейной регрессии.

Коэффициент линейной регрессии признака Y по X ρ_{yx} определяется по формуле

$$\rho_{yx} = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot r, \quad (29)$$

где σ_y — среднее квадратическое отклонение признака Y , который изменяется в связи с изменением признака X ;

σ_x — среднее квадратическое отклонение признака X , с изменением которого изменяется признак Y ; r — коэффициент корреляции между признаками X и Y .

Ошибка определения коэффициента регрессии σ_p может быть найдена по формуле

$$\delta_p = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot \delta_r, \quad (30)$$

а критерий достоверности t_p коэффициента регрессии — с помощью соотношения

$$t_p = \frac{\rho}{\delta_p}. \quad (31)$$

Коэффициент регрессии считается достоверным, если расчетное значение критерия t_p больше его стандартного значения, найденного по таблице Приложения 1 при числе степеней свободы $\nu = n - 2$ (т. е. $t_p \geq t_{ст}$).

Пример 9

Между дезинфекцией животноводческих помещений и заболеваемостью животных стригущим лишаем (пример 7) установлена значимая обратная связь. Определить, как изменится заболеваемость животных при увеличении объема дезинфекции на 1000 м².

Решение

Пусть признак X означает дезинфекцию помещения, а Y — заболеваемость животных. Остальные данные возьмем из примера 7, $n = 7$.

Вычисляем средние значения \bar{X} , \bar{Y} и средние квадратические отклонения σ_x и σ_y .

Метод вычисления рассмотрен в примере 1.

В результате получаем

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{2361}{7} = 337 \text{ тыс. кв. м};$$

$$\bar{Y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i = \frac{19,8}{7} = 2,8\%;$$

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - (\bar{x})^2 = \frac{819443}{7} - 337^2 = 3844;$$

$$\sigma_x = 62 \text{ тыс. кв. м;}$$

$$\sigma_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n} - (\bar{y})^2 = \frac{96,26}{7} - (2,8)^2 = 6,76; \quad \sigma_y = 2,6\%.$$

Ошибка определения коэффициента корреляции находится по формуле

$$\delta_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{n-2}} = \sqrt{\frac{1-0,81}{7-2}} = 0,19.$$

Тогда коэффициент корреляции и его ошибка:

$$r \pm \delta_r = -0,90 \pm 0,19.$$

Вычисляем коэффициент регрессии Y по X ρ_{yx} :

$$\rho_{yx} = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot r = \frac{2,6}{62} \cdot (-0,90) = -0,04.$$

Следовательно, при увеличении объема дезинфекции помещений на 1000 м^2 заболеваемость животных стригущим лишаем снижается на $0,04\%$.

Выясним достоверность полученного результата. Для этого определяем ошибку и критерий достоверности коэффициента регрессии:

$$\delta_p = \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \cdot \delta_r = \frac{2,6}{62} \cdot 0,19 = 0,008;$$

$$t_p = \frac{\rho_{xy}}{\delta_p} = \frac{0,04}{0,008} = 5,0.$$

Определяем число степеней свободы:

$$v = n - 2 = 5.$$

Далее по Приложению 1 находим стандартное значение критерия t_{ct} при $v = 5$. Для значений вероятности $0,95$; $0,99$ и $0,999$ значения t_{ct} составляют соответственно $2,4$; $4,0$ и $6,9$. Так как расчетное значение $t_p = 5,0$ больше табличного при значении вероятности $P = 0,99$, то полученный коэффициент линейной регрессии высоко достоверен ($P > 0,99$).

Т Е М А 5

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Дисперсионный анализ был предложен английским статистиком Р. Фишером для решения некоторых задач в области биологических исследований, в частности в сельскохозяйственной статистике. В настоящее время *дисперсионный анализ* определяется как статистический метод, предназначенный для оценки влияния различных факторов на результат эксперимента. Результатом эксперимента является некоторая случайная величина X , называемая также результативным признаком. На значения случайной величины X оказывает влияние фактор A , состоящий из нескольких уровней или градаций A_1, A_2, \dots, A_l . Например, если требуется выяснить, какой вид удобрений наиболее эффективен для получения наибольшего урожая, то фактор A — это удобрение, а его уровни — виды удобрений.

Дисперсионный анализ помогает оценить действительное влияние каждого испытываемого фактора при наименьшем числе опытов.

В случае, когда рассматривается один фактор, дисперсионный анализ называется *однофакторным*. В более сложных случаях исследуют воздействие нескольких факторов на нескольких уровнях и выясняют влияние отдельных уровней и их комбинаций. Такой дисперсионный анализ называется *многофакторным*. Далее рассмотрим только однофакторный анализ.

Пусть на некоторый количественный нормально распределенный признак X действует фактор A , который имеет l постоянных уровней. Число наблюдений x_{ij} на каж-

дом уровне может быть одинаковым и в общем случае различным. Пусть число наблюдений на j -м уровне есть n_j , где j — номер уровня, i — номер наблюдения на уровне. Очевидно, что

$$\sum_{j=1}^l n_j = n,$$

где n — число наблюдений по всему комплексу.

Сущность дисперсионного анализа заключается в расщеплении общей изменчивости (или общей вариации показателя качества), измеряемой суммой $Q_{\text{общ}}$, на изменчивость факторную, обусловленную влиянием учтенных в анализе факторов и измеряемую суммой $Q_{\text{факт}}$, и изменчивость (остаточную или случайную), которая является результатом воздействия многих неучтенных в данном случае факторов и измеряется суммой $Q_{\text{ост}}$. В результате можно записать следующее равенство:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{факт}} + Q_{\text{ост}}, \quad (32)$$

которое лежит в основе дисперсионного анализа.

Общая изменчивость измеряется также суммой квадратов отклонений каждого значения x_{ij} признака X от среднего арифметического \bar{x} , вычисленного для всей выборки.

Для определения сумм $Q_{\text{общ}}$, $Q_{\text{факт}}$ и $Q_{\text{ост}}$ удобно предварительно вычислить следующие вспомогательные величины:

$$\begin{aligned} H_j &= \frac{1}{n_j} \sum_i x_{ij}; & H &= \sum_{j=1}^l H_j; \\ T_j &= \sum_i x_{ij}^2; & T &= \sum_{j=1}^l T_j; & C &= \frac{1}{n} \left(\sum_j x_j \right)^2. \end{aligned} \quad (33)$$

Сумма $\sum_{j=1}^l$ означает, что суммируются все i наблюдения на данном уровне, а в сумме $\sum_{j=1}^l$ суммирование ведется по всем l уровням.

После нахождения величин H , T , C формулы для вычисления величины $Q_{\text{общ}}$, $Q_{\text{факт}}$ и $Q_{\text{ост}}$ примут вид

$$Q_{\text{общ}} = T - C; \quad (34)$$

$$Q_{\text{факт}} = H - C; \quad (35)$$

$$Q_{\text{ост}} = T - H. \quad (36)$$

В дисперсионном анализе исследуются не сами суммы квадратов отклонений, а дисперсии, являющиеся несмещенными оценками общей, факторной и остаточной дисперсий. Для этого полученные суммы квадратов отклонений $Q_{\text{общ}}$, $Q_{\text{факт}}$ и $Q_{\text{ост}}$ делят на соответствующее число степеней свободы.

Напомним, что число степеней свободы определяется как общее число наблюдений минус число связывающих их уравнений.

Для получения общей несмещенной выборочной дисперсии нужно общую сумму квадратов отклонений $Q_{\text{общ}}$ разделить на $n - 1$:

$$\sigma_{\text{общ}}^2 = \frac{Q_{\text{общ}}}{n - 1}, \quad (37)$$

где $n - 1$ — число степеней свободы общей дисперсии.

Аналогично для факторной дисперсии:

$$\sigma_{\text{факт}}^2 = \frac{Q_{\text{факт}}}{l - 1}, \quad (38)$$

где $l - 1$ — число степеней свободы факторной дисперсии.

И, наконец, для остаточной дисперсии:

$$\sigma_{\text{ост}}^2 = \frac{Q_{\text{ост}}}{n - l}, \quad (39)$$

где $n - l$ получаем как разность $(n - 1) - (l - 1)$.

Для измерения степени влияния фактора на результативный признак используют выборочный коэффициент детерминации, равный

$$\eta^2 = \frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{общ}}}, \quad (40)$$

который показывает, какая доля общей дисперсии объясняется зависимостью результативного признака X от фактора A .

Применяя дисперсионный анализ, можно получить количественное выражение для изменчивости, обусловленной каждым учитываемым в анализе фактором, а также определить ее статистическую достоверность. Кроме того, можно оценить достоверность разности между средними арифметическими.

Дисперсионный анализ проводится в следующей последовательности.

1. Составление статистического комплекса (однофакторного, двухфакторного и т. д.). Однофакторный комплекс состоит из одного фактора, имеющего l уровней. Число наблюдений (животных, признаков и т. д.) по уровням фактора может быть одинаковым и разным. Внешне построение комплекса представляется в виде специальной комбинационной таблицы, в которой указываются факторы и их уровни. В каждой клетке таблицы проставляются значения (показатели) результативного признака, отвечающие соответствующему фактору.

2. Вычисление ряда вспомогательных величин и сумм квадратов отклонений $Q_{\text{общ}}$, $Q_{\text{факт}}$ и $Q_{\text{ост}}$.

3. Определение степени (доли) влияния учтенных факторов на изменчивость признака с помощью характеристики (40):

$$\eta_x^2 = \frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{общ}}}.$$

4. Нахождение факторной ($\sigma_{\text{факт}}^2$) и остаточной ($\sigma_{\text{ост}}^2$) дисперсий (средних квадратов) и определение достоверности степени влияния воздействующего фактора на результативный признак путем сравнения вычисленного значения критерия достоверности (Фишера) F :

$$F = \frac{\sigma_{\text{факт}}^2}{\sigma_{\text{ост}}^2}, \quad (41)$$

со стандартным значением этого критерия $F_{\text{ст}}$, найденным по Приложению 3 при степенях свободы $\nu_1 = l - 1$ и $\nu_2 = n - l$. Степень влияния считается достоверной, если $F \geq F_{\text{ст}}$.

Решение однофакторных статистических комплексов для количественных признаков показано в примере 9,

а далее будет рассмотрен пример 10 с качественными признаками.

Пример 10

При выяснении причин бесплодия крупного рогатого скота установлено, что у многих коров наблюдается нарушение кислотно-щелочного равновесия в сторону ацидоза. Причем некоторые из них до плодотворного осеменения неоднократно приходят в охоту. Требуется определить степень влияния нарушения кислотно-щелочного равновесия на перегулы у коров. В качестве воздействующего фактора взяты показатели кислотной емкости сыворотки крови 50 коров, которые разбили на 5 уровней. Количество уровней берется произвольно. За результирующий признак взято число осеменений этих коров до оплодотворения.

Данные о показателях кислотной емкости сыворотки крови коров представлены в таблице 87.

Обозначим воздействующий фактор — показатель кислотной емкости сыворотки крови как A , через X — результирующий признак — число осеменений коров до опло-

Таблица 87

	Кислотная емкость сыворотки крови A , мг% по уровням					$l = 5$
	1 600...480	2 470...400	3 390...340	4 330...260	5 ниже 260	
x_i	1; 1; 1	1; 2; 1	1; 2; 1	3; 1; 1	2; 3; 2	
	2; 1	3; 1; 1	1; 3; 2	4; 2; 5	4; 1; 1	
		1	1; 1; 1	4; 3; 2	7; 9; 2	
			1; 2; 2	5; 4	6; 2; 5	
			1		5; 3	
n_j	5	7	13	11	14	$n = 50$
$\sum_j x_{ij}$	6	10	19	34	52	$\sum_j x_{ij} = 121$
\bar{x}_j	1; 2	1; 4	1; 5	3; 1	3; 7	

дотворения. Кроме того, здесь введены следующие обозначения:

l — число уровней воздействующего фактора, $l = 5$;

n_j — объем j -го уровня (число животных в уровне);

n — объем всего комплекса ($n = \sum_j n_j$), $n = 50$;

$x_j = \sum_i x_{ij}$ — сумма числа осеменений коров по уровням;

$\sum_j x_j$ — сумма числа осеменений коров по всему комплексу;

\bar{x}_j — частные средние по уровням.

Используя данные из таблицы, рассчитываем частные средние значения по уровням:

$$\bar{x}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_i x_i = \frac{6}{5} = 1,2;$$

$$\bar{x}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_i x_i = \frac{10}{7} = 1,4;$$

$$\bar{x}_3 = \frac{1}{n_3} \sum_i x_i = \frac{19}{13} = 1,5;$$

$$\bar{x}_4 = \frac{1}{n_4} \sum_i x_i = \frac{34}{11} = 3,1;$$

$$\bar{x}_5 = \frac{1}{n_5} \sum_i x_i = \frac{52}{14} = 3,7.$$

Полученные частные средние значения по уровням 1,2; 1,4; 1,5; 3,1; 3,7 свидетельствуют о том, что снижение кислотной емкости сыворотки крови у коров оказывает заметное влияние на число осеменений этих коров до оплодотворения. Для определения степени этого влияния найдем суммы квадратов отклонений, предварительно вычислив различные вспомогательные величины.

1. Рассчитываем суммы квадратов числа осеменений коров по каждому уровню, т. е. рассчитываем величины T_j :

$$T_1 = \sum_i x_i^2 = 1^2 + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 1^2 = 8;$$

$$T_2 = \sum_i x_i^2 = 1^2 + 2^2 + 1^2 + 3^2 + 1^2 + 1^2 + 1^2 = 18;$$

$$T_3 = \sum_i x_i^2 = 1^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + 3^2 + 2^2 + 1^2 + 1^2 + \\ + 1^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 = 33;$$

$$T_4 = \sum_i x_i^2 = 3^2 + 1^2 + 1^2 + 4^2 + 2^2 + 5^2 + 4^2 + 3^2 + \\ + 2^2 + 5^2 + 4^2 = 126;$$

$$T_5 = \sum_i x_i^2 = 2^2 + 3^2 + 2^2 + 4^2 + 1^2 + 1^2 + 7^2 + 9^2 + \\ + 2^2 + 6^2 + 2^2 + 5^2 + 5^2 + 3^2 = 268.$$

Находим сумму квадратов отклонений по всем уровням, т. е. величину T :

$$T = \sum_{j=1}^5 T_j = 8 + 18 + 33 + 126 + 268 = 453.$$

2. Вычисляем средний квадрат по каждому уровню, используя формулы:

$$H_j = \frac{\left(\sum x_{ij}\right)^2}{n_i};$$

$$H_1 = \frac{\left(\sum_{i=1}^5 x_{ij}\right)^2}{n_1} = \frac{6^2}{5} = 7,2;$$

$$H_2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^7 x_{ij}\right)^2}{n_2} = \frac{10^2}{7} = 14,3.$$

Аналогично находим $H_3 = 27,7$; $H_4 = 105,1$; $H_5 = 193,1$.

Далее находим сумму всех частных средних квадратов по всем уровням:

$$H = \sum_{j=1}^5 H_j = 7,2 + 14,3 + 27,7 + 105,1 + 193,1 = 347,4.$$

3. Вычисляем величину C по формуле

$$C = \frac{1}{n} \left(\sum_j x_j\right)^2.$$

Из таблицы находим:

$$x_1 = 6; x_2 = 10; x_3 = 19; x_4 = 34; x_5 = 52; n = 50;$$

$$\sum_j x_j = 6 + 10 + 19 + 34 + 52 = 121.$$

Тогда

$$C = \frac{121^2}{50} = 292,8.$$

4. Рассчитываем суммы квадратов отклонений:

- факторная:

$$Q_{\text{факт}} = H - C = 347,7 - 292,8 = 54,9;$$

- остаточная:

$$Q_{\text{ост}} = T - H = 453 - 347,4 = 105,6;$$

- общая:

$$Q_{\text{общ}} = T - C = 453 - 292,8 = 160,2.$$

Проверяем тождество:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{факт}} + Q_{\text{ост}} = 54,6 + 105,6 = 160,2.$$

5. Находим показатель степени влияния:

$$\eta^2 = \frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{общ}}} = \frac{54,6}{160,2} = 0,341.$$

Умножив этот показатель на 100, получим его значение в процентах, что составляет 34,1%. Таким образом, степень влияния нарушения кислотно-щелочного равновесия на перегулы у коров в общем комплексе причин составила 34,1%. Для выяснения достоверности этого влияния предварительно вычислим дисперсии.

Факторная дисперсия:

$$\sigma_{\text{факт}}^2 = \frac{Q_{\text{факт}}}{l-1} = \frac{54,6}{5-1} = 13,6.$$

Остаточная дисперсия:

$$\sigma_{\text{ост}}^2 = \frac{Q_{\text{ост}}}{n-l} = \frac{105,6}{50-5} = 2,3.$$

Рассчитываем значение критерия Фишера:

$$F = \frac{\sigma_{\text{факт}}^2}{\sigma_{\text{ост}}^2} = \frac{13,6}{2,3} = 5,9.$$

Определяем числа степеней свободы:

$$\begin{aligned}v_1 &= l - 1 = 5 - 1 = 4; \\v_2 &= n - l = 50 - 5 = 45,\end{aligned}$$

и по Приложению 3 для $v_1 = 4$ и $v_2 = 45$ находим стандартные значения критерия Фишера $F_{\text{ст}}$, которые составят 2,6 и 3,8 для значений вероятности 0,95 и 0,99 соответственно.

Сравниваем $F_{\text{ст}}$ с расчетным $F = 5,9$. Так как $F \geq F_{\text{ст}}$, то степень влияния нарушения кислотно-щелочного равновесия у коров на перегулы, равная 34,1%, высоко достоверна ($P > 0,99$).

В следующем примере рассмотрен дисперсионный анализ качественных признаков, который имеет некоторые особенности.

Пример 11

В хозяйстве на некоторых фермах отмечена высокая заболеваемость новорожденных телят. Так, в телятнике с нормативным микроклиматом из 90 телят заболело 15 голов, а в телятнике с неудовлетворительным микроклиматом (при прочих одинаковых условиях) из 60 телят заболело 38. Требуется определить влияние неудовлетворительного микроклимата помещений на заболеваемость телят.

Р е ш е н и е

Составляем однофакторный статистический комплекс (табл. 88). Воздействующий фактор А, т. е. состояние микроклимата в помещениях.

Фактор имеет два уровня ($l = 2$): нормативный микроклимат в помещениях и неудовлетворительный. Далее в таблицу заносим количество родившихся n_i и заболевших телят m_i , а также рассчитываем их доли W_i и величины m_i^2 и H_i .

Сравнивая доли заболевших телят по уровням $W_i = 0,17$ и $W_i = 0,63$, можно сделать вывод, что заболевае-

Таблица 88

Показатели	Состояние микроклимата А		Р = 2
	Оптимальный	Неудовлетворительный	
Родилось телят n_i	90	60	$n = \sum n_i = 150$
Из них заболело m_i	15	38	$\sum m_i = 53$
m_i^2	$15^2 = 225$	$38^2 = 1444$	
$H_i = \frac{m_i^2}{n_i}$	$\frac{225}{90} = 2,5$	$\frac{1444}{60} = 24,1$	$H = \sum H_i = 26,6$
Доли $W_i = \frac{m_i}{n_i}$	$\frac{15}{90} = 0,17$	$\frac{38}{60} = 0,63$	

мость телят в помещении с неудовлетворительным микроклиматом существенно выше.

Далее вычисляем вспомогательную величину С:

$$C = \frac{1}{n} (\sum m_i)^2 = \frac{53^2}{150} = 18,7,$$

и находим суммы квадратов отклонений:

- факторная:

$$Q_{\text{факт}} = H - C = 26,6 - 18,7 = 7,9;$$

- остаточная:

$$Q_{\text{ост}} = H - C = 26,6 - 18,7 = 7,9;$$

- общая:

$$Q_{\text{общ}} = \sum m_i - C = 53 - 18,7 = 34,3.$$

Определяем показатель степени влияния:

$$\eta^2 = \frac{Q_{\text{факт}}}{Q_{\text{общ}}} = \frac{7,9}{34,3} = 0,230.$$

Получим величину η^2 в процентах, умножив на 100:

$$\eta^2 = 0,230 \cdot 100 = 23\%.$$

Для определения достоверности этого влияния вычислим дисперсии:

- факторная:

$$\sigma_{\text{факт}}^2 = \frac{Q_{\text{факт}}}{l-1} = \frac{7,9}{2-1} = 7,9;$$

- остаточная:

$$\sigma_{\text{ост}}^2 = \frac{Q_{\text{ост}}}{n-l} = \frac{26,4}{150-2} = 0,2.$$

Рассчитываем значение критерия Фишера:

$$F = \frac{\sigma_{\text{факт}}^2}{\sigma_{\text{ост}}^2} = \frac{7,9}{0,2} = 39,5.$$

Определяем числа степеней свободы:

$$\begin{aligned}v_1 &= l - 1 = 2 - 1 = 1; \\v_2 &= n - l = 150 - 2 = 148.\end{aligned}$$

Далее по Приложению 3 для $v_1 = 1$ и $v_2 = 148$ и двух значений вероятности 0,95 и 0,99 находим стандартные значения критерия Фишера. Они составляют соответственно 3,9 и 6,8. Итак, расчетное значение критерия Фишера $F = 39,5$ выше стандартных для значений вероятности 0,95 и 0,99. Следовательно, степень влияния неудовлетворительного микроклимата на заболеваемость телят равна 23% и является высоко достоверной ($P > 0,99$). Влияние на заболеваемость неучтенных в анализе факторов составляет 77%.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Значения критерия достоверности (t_{cr})

v	t_{cr}		
	$P = 0,95$	$P = 0,99$	$P = 0,999$
1	12,7	63,7	637,0
2	4,3	9,9	31,6
3	3,2	5,8	12,9
4	2,8	4,6	8,6
5	2,6	4,0	6,9
6	2,4	3,7	6,0
7	2,4	3,5	5,3
8	2,3	3,4	5,0
9	2,3	3,3	4,8
10	2,2	3,2	4,6
11	2,2	3,1	4,4
12	2,2	3,1	4,2
13	2,2	3,0	4,1
14...15	2,1	3,0	4,1
16...17	2,1	2,9	4,0
18...20	2,1	2,9	3,9
21...24	2,1	2,8	3,8
25...28	2,1	2,8	3,7
29...30	2,0	2,8	3,7
31...34	2,0	2,7	3,7
35...42	2,0	2,7	3,6
43...62	2,0	2,7	3,5
63...175	2,0	2,6	3,4
176...∞	2,0	2,6	3,3

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

**Число пар значений признаков X и Y, достаточное
для достоверности коэффициента корреляции**

<i>r</i>	Число пар		
	<i>P</i> = 0,95	<i>P</i> = 0,99	<i>P</i> = 0,999
0,01	38 407	66 503	108 903
0,05	1539	2263	4359
0,08	604	1042	1704
0,10	383	661	1081
0,12	267	462	754
0,14	196	337	550
0,16	151	259	422
0,18	119	204	332
0,20	97	165	270
0,22	80	136	211
0,24	68	114	185
0,26	57	97	157
0,28	49	83	135
0,30	43	73	117
0,32	38	63	102
0,34	34	56	90
0,36	30	50	80
0,38	27	44	71
0,40	24	40	64
0,42	22	36	57
0,44	20	33	52
0,46	19	30	47
0,48	17	27	43
0,50	16	25	39

Продолжение табл.

<i>r</i>	Число пар		
	<i>P</i> = 0,95	<i>P</i> = 0,99	<i>P</i> = 0,999
0,52	15	23	36
0,54	14	21	33
0,56	13	20	30
0,58	12	18	28
0,60	11	17	26
0,62	10	16	24
0,64	10	15	22
0,66	9	14	20
0,68	9	13	19
0,70	8	12	18
0,72	8	11	16
0,74	7	10	15
0,76	7	10	14
0,78	7	9	13
0,80	6	9	12
0,82	6	8	11
0,84	6	7	10
0,86	5	7	10
0,88	5	7	9
0,90	5	6	8

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**Значения критерия достоверности Фишера ($F_{ст}$)
для уровней вероятности $P = 0,99$ и $P = 0,95$**

$V_1 \backslash V_2$	$F_{ст}$												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	24	∞
4	21,2	18,8	16,7	16,0	15,5	15,2	15,0	14,8	14,7	14,5	14,4	13,9	13,5
	7,7	6,9	6,6	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	6,0	6,0	5,9	5,8	5,6
6	13,4	10,9	9,8	9,2	8,8	8,5	8,3	8,1	8,0	7,9	7,7	7,3	6,9
	6,0	5,1	4,8	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,1	4,1	4,0	3,8	3,7
8	11,3	8,7	7,6	7,0	6,6	6,4	6,2	6,0	5,9	5,8	5,7	5,3	4,9
	5,3	4,5	4,1	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,1	2,9
10	10,0	7,9	6,6	6,0	5,6	5,4	5,2	5,1	5,0	4,9	4,7	4,3	3,9
	5,0	4,1	3,7	3,5	3,3	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,7	2,5
12	9,3	6,9	6,0	5,4	5,1	4,8	4,7	4,5	4,4	4,3	4,2	3,8	3,4
	4,8	3,9	3,5	3,3	3,1	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5	2,3
14	3,9	6,5	5,6	5,0	4,7	4,5	4,3	4,1	4,0	3,9	3,8	3,4	3,0
	4,6	3,7	3,3	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5	2,4	2,1
16	8,5	6,2	5,3	4,8	4,4	4,2	4,0	3,9	3,8	3,7	3,5	3,2	2,8
	4,5	3,6	3,2	3,0	2,9	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,2	2,0
18	8,3	6,0	5,1	4,6	4,2	4,0	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,0	3,6
	4,4	3,5	3,2	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,1	1,9
20	8,1	5,8	4,9	4,4	4,1	3,9	3,7	3,6	3,4	3,4	3,2	2,9	2,4
	4,3	3,5	3,1	2,9	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,1	1,8
22	7,9	5,7	4,8	4,3	4,0	3,8	3,6	3,4	3,3	3,3	3,1	2,7	2,3
	4,3	3,4	3,0	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,0	1,8
24	7,8	5,6	4,7	4,2	3,9	3,7	3,5	3,4	3,2	3,2	3,0	2,7	2,2
	4,3	3,4	3,0	2,8	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2	2,0	1,7
26	7,7	5,5	4,6	4,1	3,8	3,6	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,6	2,1
	4,2	3,4	3,0	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	1,9	1,7

Продолжение табл.

$V_1 \backslash V_2$	$F_{ст}$												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	24	∞
30	7,5	5,4	4,5	4,0	3,7	3,5	3,3	3,2	3,1	3,0	2,8	2,5	2,0
	4,2	3,3	2,9	2,7	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	1,9	1,6
40	7,3	5,2	4,3	3,8	3,5	3,3	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,3	1,8
	4,1	3,2	2,8	2,6	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0	1,8	1,5
60	7,1	5,0	4,1	3,6	3,3	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,1	1,6
	4,0	3,1	2,8	2,5	2,4	2,2	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	2,7	1,4
125	6,8	4,8	3,9	3,5	3,2	2,8	2,8	2,6	2,6	2,5	2,3	1,9	1,4
	3,9	3,1	2,7	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,6	1,2
∞	6,6	4,6	3,8	3,3	3,0	2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	1,8	1,1
	3,8	3,0	2,6	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,5	1,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акимов, С. В.* Приспособленность свиней разных пород к современным технологиям / С. В. Акимов, Ю. Г. Бургу // Зоотехния. — 2002. — № 4.
2. *Анненков, А. В.* Дезинфекция объектов колбасных заводов / А. В. Анненков, В. И. Родин, К. Н. Сон [и др.] // Мясные технологии. — 2010. — № 10.
3. *Беломестнов, В. П.* Перспективные технологии промышленного производства мяса бройлеров / В. П. Беломестнов, Д. И. Шкурко, Г. Н. Вязенен [и др.] // Мясная индустрия. — 2003. — № 5.
4. *Белоусов, В. И.* Санитария производства молока / В. И. Белоусов, Л. Д. Демидова, А. Г. Миляновский [и др.] // Ветеринария. — 2003. — № 5.
5. *Бойков, Ю. И.* Руководство по ветеринарно-санитарной экспертизе и гигиене производства мяса и мясных продуктов / Ю. И. Бойков, М. П. Бутко, А. Ф. Вылегжанин [и др.]. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 2003.
6. *Бортников, А. М.* Гигиена содержания ремонтных бычков // Зоотехния. — 2002. — № 3.
7. *Буяров, В. С.* Ресурсосберегающая технология выращивания бройлеров // Ветеринария. — 2002. — № 4.

8. Буяров, В. С. Технологические и экономические аспекты производства бройлеров / В. С. Буяров, Е. А. Буярова, В. А. Бородин // Зоотехния. — 2002. — № 3.
9. Волков, Г. К. Ветеринарно-санитарные и гигиенические мероприятия на свиноводческих фермах / Г. К. Волков, А. Н. Данилов // Ветеринария. — 1998. — № 4.
10. Волков, Г. К. Гигиена выращивания здорового молодняка // Ветеринария. — 2002. — № 1.
11. Захаров, П. П. Профилактика и лечение болезней новорожденных телят / П. П. Захаров, Н. И. Петров. — СПб. : Петролазер, 2001.
12. Кобелева, С. А. Микроклимат животноводческих помещений // Ветеринария. — 2001. — № 1.
13. Кожемякина, Н. В. Ветеринарная защита при выращивании бройлеров / Н. В. Кожемякина, Л. Ф. Самойлова // Ветеринария. — 2003. — № 3.
14. Комаров, А. А. Методы оценки качества и безопасности кормов и кормовых добавок // Ветеринария. — 2001. — № 1.
15. Кошелева, Г. Проблема санитарной чистоты кормов и пути ее решения // Комбикорма. — 2002. — № 6.
16. Кузнецов, А. Ф. Гигиена животных / А. Ф. Кузнецов, М. С. Найденский, А. А. Шуканов [и др.]. — М. : Колос, 2001.
17. Кузнецов, А. Ф. Гигиена содержания животных. Справочник. — СПб. : Лань, 2005.
18. Кузнецов, А. Ф. Практикум по зоогигиене / А. Ф. Кузнецов, А. А. Шуканов, В. И. Баланин [и др.] // под ред. А. Ф. Кузнецова. — М. : Колос, 2006.
19. Овсянникова, Т. О. О гипертермии новорожденных телят // Ветеринария. — 2002. — № 6.
20. Писарев, Ю. Откорм птицы при напольном содержании / Ю. Писарев, В. Батов // Птицеводство. — 2003. — № 5.
21. Поляков, А. А. Руководство по ветеринарной санитарии / А. А. Поляков, И. И. Балковой, Д. А. Бочаров [и др.]. — М. : Агропромиздат, 1986.
22. Проведение ветеринарной дезинфекции объектов животноводства (инструкция). — М. : Агропромиздат, 1989.
23. Родин, В. И. Устойчивость некоторых патогенных микроорганизмов во внешней среде / В. И. Родин, В. П. Яремчук, Е. А. Горобчук [и др.] // Мясные технологии. — 2009. — № 4.
24. Симарев, Ю. А. Требования к микроклимату свинарников // Зоотехния. — 2000. — № 9.
25. Стрекозов, Н. И. Прогрессивные технологии в производстве / Н. И. Стрекозов, С. В. Погодаев, В. А. Иванов // Зоотехния. — 2002. — № 2.
26. Сыроватка, В. И. Снижение влияния стресс-факторов — резерв повышения продуктивности свиней / В. И. Сыроватка, В. И. Ломов, В. П. Степанов // Зоотехния. — 2000. — № 6.
27. Фисинин, В. И. Ресурсосберегающие технологии и конкурентоспособность отрасли // Птицеводство. — 2002. — № 1.
28. Шириков, В. Ф. Теория вероятностей : учеб. пособие / В. Ф. Шириков, С. М. Забралиев. — М. : КолосС, 2008.
29. Шириков, В. Ф. Математическая статистика : учеб. пособие / В. Ф. Шириков, С. М. Забралиев. — М. : КолосС, 2008.
30. Урбах, В. Ю. Математическая статистика для биологов и медиков. — М. : Наука, 1963.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
<i>Раздел I</i>	
<i>Санитарно-гигиенические исследования воздушной среды</i>	5
Тема 1. Определение температуры воздуха	7
Тема 2. Определение влажности воздуха	15
Тема 3. Определение атмосферного давления	28
Тема 4. Определение подвижности и охлаждающей способности воздуха	33
Тема 5. Определение освещенности помещений (фотометрия), интенсивности инфракрасного облучения и ультрафиолетового излучения	42
Тема 6. Определение уровня шума	56
Тема 7. Определение концентрации аэроионов	59
Тема 8. Определение запыленности воздуха	61
Тема 9. Санитарно-микробиологическое исследование воздуха	63
Тема 10. Определение диоксида углерода (углекислого газа) в воздухе	68
Тема 11. Определение оксида углерода (угарного газа) в воздухе	74
Тема 12. Определение аммиака в воздухе	76
Тема 13. Определение оксидов азота и азотной кислоты в воздухе	80
Тема 14. Определение сероводорода в воздухе	83
Тема 15. Определение озона в воздухе	87
Тема 16. Определение вредных газов в воздухе с помощью универсального газоанализатора	89
Тема 17. Этолого-физиологические тесты для оценки влияния условий содержания на организм сельскохозяйственных животных	93
Тема 18. Комплексная оценка микроклимата	97
<i>Раздел II</i>	
<i>Санитарно-гигиенические исследования почвы</i>	101
Тема 1. Исследование механического состава и физических свойств почвы	102
Тема 2. Исследование химического состава и биологических свойств почвы	114
<i>Раздел III</i>	
<i>Санитарно-гигиенические исследования воды</i>	125
Тема 1. Обследование водосточников. Отбор проб воды	126
Тема 2. Определение физических и органолептических свойств воды	133
Тема 3. Определение окисляемости воды	147
Тема 4. Определение хлоридов и сульфатов в воде	152
Тема 5. Определение сероводорода в воде	158
Тема 6. Определение аммонийного (минерального) и альбуминоидного азота	161
Тема 7. Определение нитритов и нитратов в воде	167
Тема 8. Определение жесткости воды	172
Тема 9. Определение полифосфатов в воде	176
Тема 10. Определение растворенного в воде кислорода	180
Тема 11. Определение биохимического потребления кислорода воды	184
Тема 12. Определение общего железа в воде	186
Тема 13. Определение свободного диоксида углерода в воде	189
Тема 14. Определение щелочности воды	191
Тема 15. Ветеринарно-санитарные исследования воды	193

Тема 16. Определение эффективности обеззараживания воды хлорной известью	199
Тема 17. Комплексная санитарно-гигиеническая оценка качества воды	205
<i>Раздел IV</i>	
<i>Санитарно-гигиенические исследования кормов</i>	<i>209</i>
Тема 1. Оценка качества кормов	210
Тема 2. Ветеринарно-санитарные нормы и требования к качеству кормов для непродуктивных животных	216
Тема 3. Отбор проб и органолептический анализ кормов	223
Тема 4. Исследование кормов на безвредность	227
Тема 5. Анализ кормов на зараженность гельминтами и амбарными вредителями	234
Тема 6. Микробиологический анализ кормов	256
Тема 7. Микологический анализ кормов	263
Тема 8. Определение токсичности кормов и культур грибов	279
Тема 9. Физико-химические и микробиологические методы выявления микотоксинов	298
Тема 10. Определение качества кормового зерна	304
Тема 11. Определение качества комбикормов	318
Тема 12. Определение качества мучнистых кормов	329
Тема 13. Определение качества грубых кормов	333
Тема 14. Определение качества сочных кормов	359
Тема 15. Определение качества жмыхов, шротов и кормов животного происхождения	376
<i>Раздел V</i>	
<i>Гигиена животноводческих помещений</i>	<i>389</i>
Тема 1. Основы проектирования животноводческих помещений	390
Тема 2. Подготовка заказчиком исходных данных для проектирования. Задание на проектирование	396
Тема 3. Нормативная база для проектирования	400
Тема 4. Навыки чтения строительных чертежей животноводческих объектов	405
Тема 5. Изучение проекта животноводческого помещения	412
Тема 6. Ветеринарно-санитарная и зоогигиеническая оценка проекта	415
Тема 7. Расчет воздухообмена в помещениях для животных	418
Тема 8. Расчет теплового баланса помещения	424
Тема 9. Элементы канализации и способы удаления навоза	430
Тема 10. Подстилочные материалы. Расчет выхода навоза	436
Тема 11. Хранение и методы обеззараживания навоза и помета	439
<i>Раздел VI</i>	
<i>Биометрия</i>	<i>459</i>
Тема 1. Основные положения биометрического метода	460
Тема 2. Статистические характеристики выборки	467
Тема 3. Оценка доли	477
Тема 4. Измерение силы связи между признаками	482
Тема 5. Дисперсионный анализ	493
<i>Приложения</i>	<i>504</i>
Приложение 1	504
Приложение 2	505
Приложение 3	507
Список литературы	508

ПРАКТИКУМ ПО ВЕТЕРИНАРНОЙ САНИТАРИИ, ЗООГИГИЕНЕ И БИОЭКОЛОГИИ

Учебное пособие

Зав. редакцией ветеринарной
и сельскохозяйственной литературы *И. О. Туренко*
Редактор *Е. А. Монахова*
Технический редактор *И. П. Редькина*
Подготовка иллюстраций *А. П. Маркова*
Верстка *Е. Е. Егорова*
Выпускающие *О. В. Шилкова, Т. С. Симонова*

ЛР № 065466 от 21.10.97
Гигиенический сертификат 78.01.07.953.П.007216.04.10
от 21.04.2010 г., выдан ЦГСЭН в СПб

Издательство «ЛАНЬ»
lan@lanbook.ru; www.lanbook.com
192029, Санкт-Петербург, Общественный пер., 5.
Тел./факс: (812) 412-29-35, 412-05-97, 412-92-72.
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

ГДЕ КУПИТЬ

ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИЙ:

Для того чтобы заказать необходимые Вам книги, достаточно обратиться в любую из торговых компаний Издательского Дома «ЛАНЬ»:

по России и зарубежью
«ЛАНЬ-ТРЕЙД». 192029, Санкт-Петербург, ул. Крупской, 13
тел.: (812) 412-85-78, 412-14-45, 412-85-82; тел./факс: (812) 412-54-93
e-mail: trade@lanbook.ru; ICQ: 446-869-967 www.lanpbl.spb.ru/price.htm

в Москве и в Московской области
«ЛАНЬ-ПРЕСС». 109263, Москва, 7-я ул. Текстильщиков, д. 6/19
тел.: (499) 178-65-85; e-mail: lanpress@lanbook.ru

в Краснодаре и в Краснодарском крае
«ЛАНЬ-ЮГ». 350072, Краснодар, ул. Жлобы, д. 1/1
тел.: (861) 274-10-35; e-mail: lankrd98@mail.ru

ДЛЯ РОЗНИЧНЫХ ПОКУПАТЕЛЕЙ:

интернет-магазины:

Издательство «Лань»: <http://www.lanbook.com>
«Сова»: <http://www.symplex.ru>; «Ozon.ru»: <http://www.ozon.ru>
«Библион»: <http://www.biblion.ru>

Подписано в печать 21.05.13.
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 84×108^{1/32}.
Печать офсетная. Усл. п. л. 26,88. Тираж 1000 экз.

Заказ № .

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленных диапозитивов
в ОАО «Издательско-полиграфическое предприятие «Правда Севера».
163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, д. 32.
Тел./факс (8182) 64-14-54; www.iprpps.ru