

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Н. Н. Бондаренко, Н. В. Меренкова

## ГИГИЕНА ЖИВОТНЫХ

Учебное пособие

Краснодар  
КубГАУ  
2018

**УДК 636.083(075.8)**

**ББК 45.4**

**Б81**

**Рецензенты:**

**Трошин А. Н.** – директор ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»,  
д-р вет. наук;

**М. В. Назаров** – зав. кафедрой анатомии,  
ветеринарного акушерства и хирургии Кубанского  
государственного аграрного университета,  
д-р вет. наук, профессор

**Бондаренко Н. Н.**

**Б81** Гигиена животных : учеб. пособие / Н. Н. Бондаренко, Н. В. Меренкова. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 113 с.

**ISBN 978-5-00097-604-3**

В учебном пособии освещены вопросы гигиены воздушной среды, почвы, воды, кормов с учетом современных достижений науки и практики в области животноводства.

Предназначено для обучающихся по специальности 36.05.01 Ветеринария, направление подготовки 36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза.

**УДК 636.083(075.8)**

**ББК 45.4**

© Бондаренко Н. Н.,  
Меренкова Н. В., 2018

© ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет имени  
И. Т. Трубилина», 2018

**ISBN 978-5-00097-604-3**

## ВВЕДЕНИЕ

Интенсификация животноводства вызвала необходимость существенно повысить роль и значение всех ветеринарных мероприятий, в том числе гигиены содержания животных, которая является неотъемлемой частью в технологических циклах производства животноводческой продукции.

Опыт ликвидации многих болезней животных доказывает, что без решения общих гигиенических и санитарных вопросов невозможно добиться стабильного ветеринарного благополучия хозяйств. Ветеринарная гигиена направлена на предупреждение болезней животных, повышение продуктивности путем создания соответствующих условий содержания. Болезни у животных различной этиологии часто связаны с нарушением условий содержания, кормления, ухода за животными и их эксплуатацией.

Несоблюдение режимов микроклимата, норм кормления, высокая плотность размещения, адинамия, неправильный монтаж оборудования нередко сопровождаются стрессами у животных, нарушением обмена веществ (кетозы, остеомаляция, рахит, агалактия и др.) вредные и ядовитые примеси в воздухе, воде и кормах могут привести к отравлению, вызвать ту или иную патологию, сопровождающуюся ослаблением естественной устойчивости организма. Нередко все это усугубляется внедрением патогенных и факультативно-патогенных микроорганизмов, содержащихся в окружающей среде. Поэтому проведение в жизнь принципов профилактической ветеринарной медицины требует от будущего ветеринарного врача уметь в практических условиях животноводства и птицеводства применить методы количественной и качественной оценки показателей окружающей среды и, сравнив результаты исследований с ветеринарно-гигиеническими нормативами, ветеринарно-санитарными нормами и правилами, предложить комплекс мероприятий по нормализации условий содержания. Предупредительный и текущий ветеринарно-санитарный над-

зор основываются на ветеринарно-гигиенических нормативах, ветеринарно-санитарных нормах и правилах и других нормативных документах.

Ветеринарно-гигиенический норматив – это количественный показатель, характеризующий оптимальный или безвредный уровни физических, химических и биологических показателей окружающей среды (ОУ, ПДУ, ПДК): ОУ – оптимальный уровень, ПДУ – предельно допустимый уровень, ПДК – предельно допустимая концентрация.

Ветеринарно-санитарные нормы – это совокупность санитарно-гигиенических нормативов по какому-либо фактору окружающей среды, оформленных в виде официального нормативного документа: нормы обмена воздуха в помещении, нормы температуры воздуха, предельно допустимые концентрации газов в воздухе и т. п.

Ветеринарно-санитарные правила – это свод ветеринарно-санитарных норм и требований, обязательных к выполнению предприятиями, учреждениями и отдельными лицами, осуществляющими разведение, содержание, транспортировку, убой животных и переработку продуктов животноводства. Такие документы, издаваемые органами государственной власти, являются составной частью ветеринарного законодательства.

В соответствии с учебной программой по курсу «Гигиена животных» учебное пособие включает в себя разделы по исследованию воздуха, почвы, воды, кормов.

## 1 САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДУХА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

Настоящая глава включает в себя несколько тем, связанных между собой общностью среды (воздух).

Воздушная среда животноводческих помещений характеризуется большим многообразием показателей, которые в совокупности составляют понятие «**микроклимат**». Он включает физические, химические, биологические и механические составляющие воздуха зданий, оказывающие влияние на состояние здоровья, продуктивность и качество животноводческой продукции. Показатели микроклимата должны соответствовать отраслевым нормам технологического проектирования животноводческих и птицеводческих предприятий и ферм (ОНТП).

К **физико-гигиеническим** параметрам относится температура, атмосферное давление, влажность, движение воздуха, освещенность, шум, ионизация и др.

**Санитарно-химические** показатели – это газовый состав воздуха (концентрация углекислого газа, аммиака, сероводорода и др.).

**Биологические свойства** воздуха характеризуются наличием микрофлоры, концентрация которой зависит от уровня содержания в нем пыли (механических примесей).

Показатели микроклимата необходимо контролировать каждый месяц, ежедекадно, 3 раза в сутки: утром (до начала хозяйственных работ), в середине дня и после завершения работ по диагонали здания в трех точках (в начале, середине и конце) на расстоянии 1 м от продольных и 3 м от торцевых стен и на 3 высотах по вертикали (на уровне лежащего и стоящего животного и на расстоянии 0,6 м от потолка).

При клеточном содержании животных и птиц измерения осуществляют на уровне каждого яруса клеточной батареи.

Нормы микроклимата помещений для сельскохозяйственных животных и птиц представлены в приложениях 1–6.

## 1.1 Определение температуры воздуха

Температура – один из основных параметров, характеризующих тепловое состояние системы.

С молекулярно-кинетической точки зрения температура – показатель интенсивности теплового движения атомов, молекул и других частиц, составляющих систему, предмет, вещество.

Температуру выражают в градусах Цельсия (С), Кельвина (К), Фаренгейта (F), Реомюра (R). На термометре Цельсия 0 °С на шкале обозначают точку таяния льда, а 100 °С – точку кипения воды. На термометре Реомюра 0 °С – точка таяния льда, а 80 °С – точка кипения воды. На термометре Фаренгейта +32 °F – точка таяния льда, а +212 °F – точка кипения воды. Перевод величины градусов из одной системы в другую осуществляется следующим образом: 1 °С = 4/5 °R = 9/5 °F; 1 °R = 5/4 °С = 9/4 °F; 1 °F = 5/9 °С = 4/9 °R. При переводе градусов (F) на градусы (С) и (R), прежде чем делать пересчет, следует предварительно вычесть из них 32°, а при пересчете градусов (С) и (R) на градусы (F) к результатам пересчета следует прибавить 32°. Что касается градусов Кельвина (К), то эта единица измерения температуры по термодинамической шкале. По величине градусов Цельсия равняется Кельвину – основной единице измерения температуры в системе СИ. Следовательно 0 °С соответствует + 273,15 °К и 100 °С – + 373,15 °К.

**Зооигиеническое значение показателя.** Одним из важнейших показателей микроклимата является температура. Она оказывает определенное влияние на температуру, интенсивность теплообразования, уровень обмена веществ, здоровье и продуктивность животных. Если температура воздуха опускается ниже Холодовой критической точки, то животные, с целью сохранения теплового равновесия, съедают больше корма. Повышение температуры выше тепловой критической точки сопровождается дополнительным расходом кормов на охлаждение тела животного, то есть, на защиту от гипотермии. В конечном итоге экстремальные температуры приводят к резкому нарушению терморегуляции, вследствие чего может

наступить заболевание и даже гибель животных. Оптимальная температура воздуха помещений является определяющим фактором комфортных условий для содержания животных.

Измерение температуры проводится при помощи ртутных и спиртовых термометров. В основу измерения температуры положено свойство ртути, спирта расширяться при нагревании. Для ртутного термометра пределом измерений служит температура от  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+375\text{ }^{\circ}\text{C}$ , для спиртового от  $-130\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Определение температуры воздуха проводится следующим образом:

1. Термометр подвешивается на шнуре к деревянному шесту, для этих целей используется также специальный штатив с выдвигаемым штоком;

2. Помещается термометр не ближе 1 м от стен так, чтобы он не попадал под воздействие прямых солнечных лучей, тепла от обогревательных устройств, холода от окон, дверей и вентиляционных каналов;

3. Отсчет показателей проводится через 10–15 мин после установки прибора;

4. Показания следует снимать на уровне мениска жидкости в капилляре; при этом нельзя трогать термометр рукой, дышать на него.

Для фиксации наибольшей или наименьшей температуры в помещении за определенный период времени (сутки, неделя) применяют соответственно **максимальный и минимальный** термометры. Устанавливаются они в горизонтальном положении.

**Максимальный термометр** – ртутный. В месте перехода резервуара термометра в капилляр имеется сужение. Это препятствие преодолевается ртутью только при повышении температуры. Когда температура воздуха снижается, ртуть остается в том положении, которое установилось при максимальной температуре. Для возвращения ртути в резервуар термометр встряхивают.

**Минимальный термометр** – спиртовой со штифтом-указателем в капилляре. Перед началом измерения штифт подводят к верхнему уровню спирта (путем наклона термометра). При повышении температуры штифт остается на месте, а при ее понижении мениск спирта тянет штифт по направлению к резервуару и тем самым отмечается самая низкая температура за период исследования.

Термометры могут быть и комбинированные – **максимально-минимальные**.

С помощью *комбинированного (максимально-минимального) термометра* определяют как максимальную, так и минимальную температуру воздуха за определенный период времени. 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, а левая – спиртом до половины продолговатого расширения. В капилляре каждого колена заключен металлический указатель, который при помощи щетинок удерживается в просвете капилляра. 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 двигает вверх указатель, который останется на месте в случае падения уровня ртути и покажет максимальную температуру за период наблюдения. При понижении температуры объем спирта в левом колене уменьшается и столбик ртути в нем поднимается вверх, чему будет способствовать напряжение спиртовых паров в расширении левого колена. Передвигающаяся в левом колене ртуть будет перемещать вверх указатель, который зафиксирует минимальную температуру за период наблюдения.



*Электротермометры 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. Правила пользования этими приборами обычно изложены в паспорте или инструкции.

**Термограф типа 16А.** Прибор изготавливают двух типов – суточные (М-16с) с продолжительностью одного оборота барабана часового механизма 26 ч и недельный (М-16н) с продолжительностью оборота барабана 176 ч. Прибор может регистрировать температуру от -45 до +55 °С.

Датчиком, воспринимающим температуру, является пластинка, состоящая из двух металлов, или полая металлическая изогнутая упругая трубка, заполненная спиртом или толуолом. При колебаниях температуры изменяются кривизна пластинки или объем жидкости в трубке, передающиеся через рычажный механизм на самописец и дальше – на бумажную ленту барабана, вращающегося с помощью часового механизма.

Термограф устанавливается на горизонтальной поверхности. Перед началом измерения прибор проверяется по контрольному термометру.

**Правила и порядок измерения температуры воздуха в животноводческих помещениях.** Температуру воздуха в помещениях измеряют 3 раза в сутки в следующие промежутки времени: 1) 5–7 ч; 2) 12–14 ч; 3) 19–22 ч. Измерять температуру рекомендуется в 2–3 зонах по вертикали, учитывая зону нахождения животных и обслуживающего персонала. Обычно температуру определяют в помещениях для телят на высоте 0,3; 0,7 и 1,5 м от пола; в помещениях для взрослого крупного рогатого скота, молодняка старшего возраста и лошадей – на высоте 0,6 и 1,5 м от пола; в помещениях для молодняка свиней и овец – на высоте 0,2; 0,4 и 1,5 м от пола; в помещениях для взрослых животных разных видов – на высоте 0,4; 0,7 и 1,5 м от пола. Замеры температуры воздуха проводят в зонах лежания, стояния животных и нахождения обслуживающего

персонала. В птичниках с использованием напольного содержания измерения проводят на высоте до 0,3 м и 1,5 м от пола, а помещениях, оборудованных насестами и гнездами – на 0,5 м выше наиболее приподнятых насестов и гнезд; при клеточном содержании температуру измеряют на уровне каждого яруса батареи (в центре клеток). Перед установкой любого прибора, измеряющего температуру, его следует выдержать в помещении, где будут регистрировать температуру, от 15 мин до 1 ч продолжительность измерения температуры в точке 10–15 мин.

Ветеринарным специалистам рекомендуется периодически производить замеры температуры воздуха помещения с целью последующего анализа состояния микроклимата за определенный промежуток времени. Для этой цели предлагается схема примерной формы записи температуры. Измерительные приборы располагают в помещении так, чтобы на них не падали солнечные лучи, не доходило 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 и холодных ветров. Для этого используют защитные ширмы из картона или фанеры.

### **Контрольные вопросы**

1. Назначение, устройство и правила работы с максимальным и минимальным термометрами.
2. Устройство и правила эксплуатации термографа.
3. Время и точки замеров температуры воздуха в помещении.
4. Назовите нормативную температуру для животных и птиц различных возрастных групп.

5. Изложите механизм действия на животных высокой и низкой температуры.

6. Гигиеническое значение определения температуры.

## 1.2 Определение атмосферного давления воздуха

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 101300 Па, или 1013 гПа. В этих условиях атмосфера давит на 1 см<sup>2</sup> поверхности Земли с силой 1 кг, а точнее 1,013 кг. 1 миллибар (мбар) – давление, которое оказывает тело массой 1 г на 1 см<sup>2</sup> поверхности и соответствует 0,7501 мм. рт. ст., или 1 гПа. 1 мм. рт. ст. равен 1,33 мбара. Для удобства перевода атмосферного давления из одних единиц (мм. рт. ст.) в другие (гПа) служит таблица 1.

Таблица 1 – Перевод атмосферного давления из мм. рт. ст. в гПа

Миллиметры ртутного столба	Гектопаскали
700	993
725	966
730	973
735	980
740	986
745	993
750	1000
755	1006
760	1013
765	1020
770	1026
785	1046
800	1066

В зооигиенической практике определение барометрического давления проводится с целью нахождения расчетным путем других параметров микроклимата (влажности, концентрации газов в воздухе и др.). Резкие колебания барометрического давления отрицательно сказываются на здоровье и продуктивности животных.

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. Этим барометром атмосферное давление определяют по разности между высотой ртутного столба в длинном запаянном колене 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 служат 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 стенка коробочки прогибается внутрь, а при понижении выпрямляется. Эти колебания через систему рычагов передаются стрелке, которая движется по циферблату, градуированному в миллиметрах ртутного столба, миллибарах или гектопаскалях. При снятии показаний нужно слегка постучать по центру стекла прибора для устранения трения в рычажной передаче.

*Барограф М-22А* – самопишущий прибор для непрерывной записи изменений атмосферного давления в течение 26 ч (М-22с) и на протяжении 176 ч (М-22н). Он состоит из следующих узлов: комплекта anerоидных коробок (приемника давления), передаточного механизма, стрелки с самописцем, диаграммной ленты на барабане с часовым механизмом. Устанавливается на горизонтальной площади. В метеорологической практике давление принято выражать в барах.

*Порядок определения атмосферного давления.* Барометры-анероиды и барографы необходимо время от времени проверять по ртутному барометру. Располагать приборы не обязательно в животноводческом помещении, их можно установить, например, в кабинете ветеринарного врача или в ветеринарной аптеке.

Установлена связь между изменениями погоды 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 (если зимой, то с сильным похолоданием).

### **Контрольные вопросы**

1. Изложите механизм и последствия действия на организм животного высокого и низкого атмосферного давления.
2. Устройство и принцип работы барометров и барографов.
3. Гигиеническое значение атмосферного давления.

### **1.3 Определение влажности воздуха**

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 и 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 животноводческих помещениях абсолютная влажность колеблется от 4 до 12 г/м<sup>3</sup> 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 воздуха 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. Чем выше температура воздуха, тем ниже относительная влажность, и наоборот.

*Дефицит влажности* – разность между максимальной и абсолютной влажностью в данный момент времени и при данной температуре, выраженная в граммах на кубический метр воздуха. Чем больше дефицит насыщения, тем суше воздух, и наоборот. Этот показатель в помещениях для животных колеблется от 0,2 до 7,2 г/м<sup>3</sup>.

*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.

**Зоогигиеническое значение показателя.** Значение для здоровья и продуктивности животных высокой или низкой влажности воздуха обуславливается, главным образом, влиянием ее на процессы испарения воды, отдачи тепла с поверхности тела в окружающий воздух.

Сырой холодный воздух обладает большой теплопроводностью и поэтому быстро отнимает у тела тепло, легко ведет к простудным заболеваниям.

В сыром воздухе микрофлора дольше сохраняет свою жизнедеятельность, влага сорбируется ограждающими конструкциями, увеличивая их теплопроводность и сокращая срок эксплуатации.

Сырой воздух при высокой температуре угнетает отдачу тепла потением, нарушая процессы терморегуляции и обмена веществ, приводит к снижению поедаемости кормов и продуктивности животных.

Чрезмерно сухой теплый воздух при длительном воздействии иссушает кожу, слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, что приводит к их болезням.

Наиболее благоприятным для здоровья животных считается воздух с умеренным содержанием водяных паров и нормальной относительной влажностью.

*Приборы для определения влажности воздуха.* Влажность воздуха в помещениях можно определить статическими психрометрами (психрометр Августа, ПБ-1А, ПБ-1Б, БПУ, ПС-14, ВИТ-1), аспирационными (психрометр Ассмана), а также гигрометрами МВ-19, М-39, М-68 и др., гигрографами М-21А, М-21М, баротермогигрометрами БМ-2, другими более современными приборами.

**Аспирационный психрометр (Ассмана)** служит для измерения влажности и температуры воздуха от  $-31$  до  $+51$  °С в стационарных условиях. Погрешность определения относительной влажности  $\pm 1,5-4$  % от измеренной величины.

Цель деления термометра  $0,2$  °С, диапазон измерения относительной влажности от 10 до 100 % при температуре окружающей среды от  $-10$  до  $+40$  °С. Вес прибора 1,1 кг.

Прибор состоит из двух одинаковых ртутных термометров, закрепленных в специальной оправе, имеющий заводной механизм с вентилятором, протягивающим воздух около резервуаров термометра. Резервуары термометра помещены в

двойную трубку с воздушным зазором. Термометры с боков защищены от механических повреждений.

Резервуар правого термометра обернут батистом в один слой, который перед работой смачивается дистиллированной водой.

Благодаря протеканию воздуха вокруг резервуара термометра сухой термометр будет показывать температуру этого потока, а показания смоченного термометра будут меньше, так как он будет охлаждаться вследствие испарения воды с поверхности батиста.

Влажность воздуха определяется по показаниям сухого и смоченного термометров по специальной психрометрической таблице (приложение б) или психрометрическому графику, а температура воздуха – по показаниям сухого термометра.

За 4 мин до начала исследования при помощи резинового баллона с пипеткой смачивают батист, затем заводят вентилятор и на 4 минуте после пуска вентилятора записывают показания термометров.

Не реже трех раз в месяц надо проверять работу вентилятора. Для этого пружину механизма заводят до отказа, как обычно, и следят через специальное окошко в аспирационной головке за вращением барабана, отмечая по секундомеру время одного оборота по риску, нанесенной на нем. При нормальной работе время одного оборота барабана не должно отличаться на 10 с от времени, указанного в паспорте прибора. При большом расхождении по времени прибор следует отдать в ремонт и на проверку.

*Методика вычисления гигрометрических величин при использовании аспирационного психрометра (Ассмана).* Вычисления абсолютной влажности производятся по формуле **Шпрунга**:

$$e = E - [0,5 \cdot (t_C - t_{Вл}) \cdot B/755],$$

где  $e$  – искомая абсолютная влажность воздуха,  $г/м^3$  или мм.рт.ст.;



$E$  – максимальная упругость (плотность насыщения) водяных паров при температуре «влажного» термометра,  $\text{г/м}^3$  или мм.рт.ст. (приложение 5);

0,5 – постоянный психрометрический коэффициент;  $t_c$  – температура «сухого» термометра,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{\text{вл}}$  – температура «влажного» термометра,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$B$  – атмосферное давление воздуха в момент наблюдения, мм. рт. ст.; 755 – среднее атмосферное давление, мм. рт. ст.

*Пример расчетов.* Допустим, что  $t_c = +15^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{\text{вл}} = +13^{\circ}\text{C}$ ,  $B = 760$  мм. рт. ст.

Подставив в формулу цифровые значения величины и найденную в прил.5 плотность насыщения водяных паров при температуре  $+13^{\circ}\text{C}$ , получают абсолютную влажность. В приведенном примере она будет равна

$$e = 11,16 - [0,5 (15 - 13) \cdot 760/755] = 10,16 \text{ г/м}^3 \text{ (мм. рт. ст.)}.$$

По таблице 5 находим  $E$  при температуре  $+15^{\circ}\text{C}$ , она равна  $12,7 \text{ г/м}^3$  (мм. рт. ст.).

Вычисляем относительную влажность по формуле:

$$R = e/E \cdot 100 \%,$$

где  $R$  – искомая относительная влажность, %;  $e$  – абсолютная влажность воздуха,  $\text{г/м}^3$  или мм. рт. ст.;  $E$  – максимальная упругость (плотность насыщения) водяных паров при температуре «сухого» термометра,  $\text{г/м}^3$  или мм. рт. ст. (таблица А5).

$$R = 10,16/12,7 \cdot 100 \% \approx 80,1 \% \text{ (по таблице 6 } R = 80 \%)$$

Находим физический дефицит насыщения воздуха по формуле:

$$D\phi = E - e,$$

где  $D\phi$  – искомый физический дефицит насыщения воздуха,  $\text{г/м}^3$  или мм. рт. ст.;

$e$  – абсолютная влажность воздуха,  $\text{г/м}^3$  или мм. рт. ст.;

$E$  – максимальная упругость (плотность насыщения) водяных паров при температуре «сухого» термометра, г/м<sup>3</sup> или мм. рт. ст. (таблица А5).

Подставляя цифровые значения в формулу находим

$$Dф = 12,7 - 10,16 = 2,54 \text{ г/м}^3 \text{ или мм. рт. ст.}$$

Температуру точки росы ( $T$  °С) находим по таблице А5. В нашем примере абсолютная влажность воздуха ( $e$ ) равна 10,16 г/м<sup>3</sup>. Температура ( $T$ ) при которой указанная абсолютная влажность насыщает воздух, т. е. становится максимальной, равняется +11,6 °С. Следовательно, температура точки росы в данном случае будет равна +11,6 °С.

**Статический психрометр (Августа).** Состоит из двух одинаковых спиртовых термометров со шкалой, градуированной в пределах 0...+45 °С с ценой деления 0,5 °С. Термометр прибора, показывающий температуру воздуха, называется «сухой», а термометр, резервуар которого обернут кусочком ткани (батист, шифон, марля) – «влажный». Матерчатый жгут «влажного» термометра опущен в середину чашечки питательной трубки, заполненной дистиллированной или кипяченой водой (сырая вода содержит растворенные соли, которые со временем пропитывают материал, делая его не смачиваемым). На гигроскопичность ткани очень влияет запыленность воздуха. По мере того как ткань перестанет быть гигроскопичной, ее необходимо менять.

С поверхности «влажного» термометра, резервуар которого покрыт влажной тканью, постоянно испаряется вода и это происходит тем интенсивнее, чем суше воздух помещения. Так как испарение воды связано с охлаждением поверхности, с которой она испаряется, то показания «влажного» термометра всегда будут более низкими, чем «сухого», и разница тем больше, чем суше воздух, и наоборот.

Разность показаний обоих термометров и берут за основу расчета. Показания термометров снимают после выдержки психрометра в помещении в течение 10–15 мин. При этом на-

до следить, чтобы на прибор не влияли источники тепла (лучистая энергия, лампы, батареи и др.), а также случайные движения воздуха (ходьба людей, открывание ворот, окон и др.). При снятии показаний с термометра на прибор нельзя дышать и перемещать его по вертикале.

*Определение гигрометрических величин по данным статического психрометра (Августа).*

*Вычисление абсолютной влажности воздуха.* Абсолютную влажность воздуха определяют по формуле **Ренье**:

$$e = E - [\alpha \cdot (t_c - t_{вл}) \cdot B],$$

где  $e$  – искомая абсолютная влажность воздуха,  $\text{г/м}^3$  или мм. рт. ст.;

$E$  – максимальная упругость (плотность насыщения) водяных паров при температуре «влажного» термометра,  $\text{г/м}^3$  или мм. рт. ст. (таблица А5);

$\alpha$  – психрометрический коэффициент, зависящий от подвижности воздуха;

$t_c$  – температура «сухого» термометра,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{вл}$  – температура «влажного» термометра,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$B$  – атмосферное давление воздуха в момент наблюдения, мм. рт. ст.

*Пример расчетов.* Допустим, что  $t_c = +16^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{вл} = +13^{\circ}\text{C}$ ,  $B = 762$  мм. рт. ст.

Величину  $E$  находят в приложении 5, а величину  $\alpha$  – в таблице 2.

Приемлемая величина психрометрического коэффициента в нашем примере 0,00110, величина  $E = 11,16$  мм. рт. ст. ( $\text{г/м}^3$ ).

Подставляя цифровые значения величин в формулу, находят абсолютную влажность воздуха. В нашем примере она будет равна

$$e = 11,16 - [0,00110 \cdot (16 - 13) \cdot 762] = 8,65 \text{ г/м}^3 \text{ (мм. рт. ст.)}.$$

Таблица 2 – Величина психрометрического коэффициента

Величина поправочного психрометрического коэффициента	Соответствующая скорость движения воздуха, м/с	Характеристика движения воздуха
0,00130	до 0,13	Определение влажности производят в воздухе помещений для животных при закрытой вентиляции и отсутствии сильного ветра снаружи
0,00110	до 0,20	Определение влажности производят в помещении для животных при обычных условиях слабого движения воздуха
0,00090	до 0,4	В помещении ощущается слабое заметное движение воздуха (слабый сквозняк)
0,00080	до 0,8	В помещении ощущается слабый ветерок
0,00070	до 2,3	При определении влажности на открытом воздухе в случае умеренного движения воздуха

*Вычисление относительной влажности воздуха.* Зная абсолютную влажность воздуха, можно вычислить относительную влажность, пользуясь формулой:  $R = e/E \cdot 100 \%$ . Подставляя цифровые значения величин в формулу, находят относительную влажность воздуха. Она в данном случае будет равна  $R = 8,65/13,54 \cdot 100 \% = 63,8 \%$ .

*Вычисление физического дефицита насыщения воздуха.* Дефицит насыщения определяют по разности между максимальной и абсолютной влажностью воздуха по формуле:  $Дф = E - e$ . Подставляя цифровые значения в формулу, находят дефицит насыщения воздуха. Он в данном примере будет равен

$$Дф = 13,54 - 8,65 = 4,89 \text{ г/м}^3 \text{ (мм. рт. ст.)}.$$

Вычисление температуры точки росы. Температуру точки росы ( $T \text{ } ^\circ\text{C}$ ) вычисляют по таблице А5. В нашем примере аб-

солютная влажность воздуха равна  $8,65 \text{ г/м}^3$ . В приложении находят температуру, при которой указанная абсолютная влажность насыщает воздух, т. е. становится максимальной ( $+9,1 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Следовательно, температура точки росы равна  $+9,1 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Для быстрого вычисления приблизительной относительной влажности воздуха с помощью статического психрометра можно пользоваться психрометрической таблицей (приложение 7). В верхней графе таблицы приведена разность показаний «сухого» и «влажного» термометров, а в вертикальной графе показания влажного термометра. На пересечение этих граф находят цифры, приблизительно соответствующие величине относительной влажности исследуемого воздуха (68 %). Психрометрическая таблица также имеется на корпусе психрометра.

**Гигрограф типа М-21А.** Обеспечивает запись изменений относительной влажности воздуха от 30 до 100 % при температуре от  $-35$  до  $+45 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Приборы выпускают двух типов: суточные М-21с с продолжительностью одного оборота барабана часового механизма 26 ч и недельные М-21н с продолжительностью одного оборота барабана часового механизма 176 ч.

Погрешность хода суточного часового механизма не более  $\pm 5$  мин за 24 часа; недельного не более  $\pm 30$  мин за 168 часов.

Прибор состоит из корпуса, датчика влажности (пучок обезжиренных человеческих волос), защищенного от повреждений специальным ограждением, коррекционного винта, стрелки с пером, барабана с часовым механизмом, диаграммной ленты.

Изменение длины пучка волос, вызванное колебаниями относительной влажности воздуха, преобразуется при помощи передаточного механизма в перемещение стрелки с пером по бумажной диаграммной ленте.

Барабан с надетой на него лентой вращается часовым механизмом, который перемещается внутри барабана и вращается вместе с ним вокруг центральной оси, неподвижно закрепленной на основной плите прибора.

Гигрограф устанавливают в помещение на требуемой высоте строго горизонтально. Перед работой укрепляют диаграммную ленту на барабане, заводят часовой механизм и заполняют перо специальными чернилами. Первоначально перо устанавливают при помощи регулировочного вента в соответствии с показаниями контрольного психрометра, а на диаграммной ленте записывают дату и время начала и конца записи.

Изменение длины пучка волос под действиями влажности воздуха передаются на стрелку регистрирующего устройства, перо которого производит непрерывную графическую запись относительной влажности воздуха (гигрограмма) на диаграммной бумажной ленте.

Диаграммная лента разделена горизонтальными параллельными линиями с ценой деления 2 % относительной влажности и вертикальными дугообразными линиями с ценой деления, соответствующей времени оборота барабана – 15 мин для суточного и 2 ч для недельного гигрографа.

Методика установки прибора в рабочее положение такая же, как и термографа. Гигрограф не является абсолютно точным прибором и поэтому правильность записи периодически (1 раз за 3 суток) контролируется при помощи аспирационного психрометра.

Порядок и правила измерения относительной влажности воздуха на гигрографе такие же, как и при контроле температуры воздуха с помощью термографа.

Нормы показателей относительной влажности для животных и птиц в приложении 1–6.

## **Контрольные вопросы**

1. Источники накопления влаги в помещениях и приемы её снижения.
2. Санитарно-гигиеническое значение высокой и низкой влажности в животноводстве и птицеводстве.
3. Гигрометрические показатели и их назначение.
4. Методы расчета влажности при использовании аспирационного и статического психрометров.
5. Устройство психрометров и правила их использования.
6. Гигиенические нормы влажности для животных и птиц.
7. Механизм действия на животных высокой и низкой влажности.

### **1.4 Определение скорости движения 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.

Для изображения распределения повторяемости ветра в данной местности (за месяц, сезон года) по румбам (4 основные – С, Ю, З, В и 4 дополнительные – СВ, СЗ, ЮВ, ЮЗ) строят график – розу ветров. От центра откладывают отрезки, соответствующие значениям повторяемости направления ветра. Повторяемость направлений ветра по всем румбам выражают в процентах и изображают на графике в определенном масштабе ( $1\% = 2\text{ мм}$ ). 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. Дан-

ные для построения розы ветров за определенный период приведены в таблице 3.

Графическое изображение направлений воздушных потоков внутри помещения называют аэrorумбограммой, которая отражает схему распространения приточного и вытяжного воздуха по горизонтали, вертикале и наклону к горизонту.

Визуальная оценка подвижности наружного воздуха и ориентировочная – силы ветра приведены в таблице 4 по шкале Бофорта.

Таблица 3 – Данные для построения 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
И т о г о:	133	100

Таблица 4 – Оценка скорости и силы ветра

Баллы Бофорта	Скорость ветра, м/с	Словесное определение силы ветра	Действие ветра
1	2	3	4
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



Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
5	8,0–10,7	Свежий	Качаются тонкие стволы деревьев
6	10,8–13,8	Сильный	Качаются толстые сучья деревьев
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

**Санитарно-гигиенические значения показателя.** Влияние движения воздуха на организм сельскохозяйственных животных, в основном, сводится к воздействию его на процессы теплоотдачи с кожи путем конвекции.

Движущиеся потоки воздуха разрушают околокожную оболочку буферного воздуха, окружающего поверхность животного, и уносят теплые влажные его слои. Движение воздуха зависит, в первую очередь, от температуры и влажности.

Учитывая это можно заключить, что если на смену буферного воздуха с большой скоростью приходит масса холодного и влажного воздуха (сквозняк), то резко возрастает потеря тепла через кожу, и это вызывает в организме охлаждение и повышение обмена веществ. Отсюда происходит компенсационное увеличение теплопродукции на возмещение теплопотерь.

Это приводит к увеличению траты корма, снижению продуктивности животных. При возникновении гипотермии ослабевает резистентность, появляются простудные заболевания и падеж, особенно молодняка сельскохозяйственных животных и птиц.

В жаркий период года искусственное увеличение скорости движения воздуха до максимально возможных величин способствует увеличению теплосъема с поверхности кожи и нормализации функций терморегуляции у животных.

При движении воздуха изменяется концентрация газов, пыли и микрофлоры в нем.

Скорость движения воздуха вне помещения, а также в вентиляционных каналах определяют, как правило, **анемометрами** (крыльчатými и чашечными), в помещении – **кататермометрами**. Пределы измерения скорости движения воздуха крыльчатým анемометром – 0,3–5 м/с, чашечным – 1–20 м/с, кататермометром – обычно менее 1 м/с.

#### **Правила работы с анемометрами:**

1. Ось крыльчатого анемометра должна совпадать с направлением движения воздуха, а чашечного – находиться в вертикальном положении.

2. Вначале фиксируют рычажком стрелки и записывают показания счетчика, затем помещают прибор с заторможенной стрелкой в точку исследования и пускают на холостой ход на 10–15 с. После этого, нажав рычажок, включают счетчик. По истечении 100 с счетчик выключают и записывают показания.

Подсчитывают количество оборотов в 1 с, которое по номограмме, прилагаемой к прибору, переводят в метры в секунду.

**Устройство и правила работы с кататермометром цилиндрическим.** Кататермометр представляет собой спиртовой термометр особого устройства с градуировкой от 35 до 38 °С. На обратной стороне или на бирке обозначен индивидуальный фактор (F). Он показывает выраженное в милликалориях количество тепла, которое теряется с 1 см<sup>2</sup> поверхности резервуара кататермометра при охлаждении его от 38 до 35 °С в заводских условиях. Методика определения состоит в следующем:

1. Перед использованием резервуар сухого кататермометра погружают в воду, нагретую до 65...75 °С, и ждут, когда расширившийся спирт заполнит третью часть верхнего цилиндрического расширения.

2. Прибор извлекают из воды, насухо вытирают резервуар салфеткой и помещают неподвижно в точке исследования.

3. По секундной стрелке часов или секундомера определяют время охлаждения прибора от 38 до 35 °С. Измерения повторяют три раза и берут среднюю величину времени охлаждения.

4. Регистрируют температуру воздуха в точке измерения, определяют величины  $H$  и  $Q$ .

$H$  – катаиндекс, который показывает теплотери с  $1 \text{ см}^2$  поверхности резервуара прибора в точке измерения в секунду:

$$H = \frac{F}{T},$$

где  $H$  – катаиндекс, мкал/см<sup>2</sup>/с;

$F$  – фактор кататермометра, мкал/см<sup>2</sup>;

$T$  – время охлаждения прибора от 38 до 35 °С, с.

$Q$  – разница между средней температурой кататермометра и температурой воздуха в точке измерения:

$$Q = \frac{(35 + 38)}{2} - t^\circ,$$

где  $t^\circ$  – температура воздуха в точке измерения, °С.

Зная величину  $H$  и температуру воздуха, скорость движения воздуха ( $V$ ) в момент измерения определяют, пользуясь формулой:

$$V = \left[ \frac{\frac{H}{Q} - 0,20}{0,40} \right]^2$$

где 0,20 и 0,40 – эипирические коэффициенты.

Методы работы с шаровыми кататермометрами те же, что и с цилиндрическими. Для упрощения расчетов пользуются таблицей А8.

Нормы скорости движения воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях представлены в приложении 1–6.

При оптимальной температуре, относительной влажности и скорости движения воздуха величина охлаждения должна составлять по сухому кататермометру для помещений, где содержится: взрослый крупный рогатый скот – 7,2–9,5; телята – 6,6–8,0; свиноматки и поросята – 6,5–8,0; свиньи на откорме – 7,5–11,0; овцы – 8,0–11,0; лошади – 8,2–9,5; птица – 6,0–7,5 мкал/см<sup>2</sup>/с.

### **Контрольные вопросы**

1. Санитарно-гигиеническое значение скорости движения воздуха в животноводческом помещении.
2. Зоогигиенические нормы катаиндекса и скорости движения воздуха в помещениях различного целевого назначения.
3. Устройство крыльчатого и чашечного анемометров и правила работы с ними.
4. Устройство цилиндрического и шарового кататермометров и методики определения подвижности воздуха и катаиндекса.
5. Влияние на животных высокой скорости движения воздуха в холодный и теплый периоды года.
6. Охлаждающие свойства воздуха при высокой и низкой влажности.
7. Профилактика переохлаждения и перегревания животных при сочетанном воздействии дискомфортных температур, влажности и скорости движения воздуха.
8. Причины подвижности воздуха в помещениях и методы регулировки воздушных потоков.

### **1.5 Определение освещенности животноводческих помещений**

Оптическое излучение – это совокупность видимых (400–760 нм), ультрафиолетовых (400–200 нм) и инфракрасных (свыше 760 нм) лучей. Рациональное нормирование и контроль за различными спектрами оптического излучения имеют важ-

ное практическое значение, так как эти факторы в значительной степени определяют фотопериодическое, метаболическое и бактерицидное действия (ультрафиолет), а также создание теплового комфорта (инфракрасные лучи).

**Зоогигиеническое значение света.** Световой раздражитель, воздействуя на светочувствительные элементы сетчатки глаз и рецепторы кожи, вызывает функциональную перестройку нервной системы, а через нее оказывает всесторонние влияния на эндокринную систему, обмен веществ и энергии, клеточные и гуморальные факторы защиты, оплодотворяемость и плодовитость маточного поголовья, качество спермы производителей, рост и сохранность молодняка, откормочные показатели животных и птиц. В зависимости от интенсивности, спектрального состава и продолжительности воздействия свет может активизировать или угнетать защитные и продуктивные функции организма, что открывает большие возможности широкого применения этого фактора микроклимата в животноводстве и птицеводстве (таблица 6).

Неоценимая роль коротковолновых источников света (УФЛ) в санации воздушной среды помещений, регуляции обмена веществ в профилактике болезней незаразной и инфекционной этиологии.

Естественную и искусственную освещенность в помещении определяют с помощью люксометров. **Люксметр типа Ю-116** состоит из измерителя – люксометра и отдельного фотоэлемента с насадками. На передней панели измерителя есть кнопки переключателя и табличка со схемой, связывающей действие кнопок и используемых насадок с диапазонами измерений, приведенными в таблице 5.

Прибор имеет две шкалы: 0–100 и 0–30. На каждой шкале точками отмечено начало диапазона измерений: на шкале 0–100 точка находится над отметкой 20, на шкале 0–30 – над отметкой 5. Прибор имеет корректор для установки стрелки в нулевое положение. На боковой стенке корпуса измерителя

расположена вилка для присоединения селенового фотоэлемента.

Для уменьшения косинусной погрешности на фотоэлемент применяют насадку, состоящую из полусферы, выполненной из белой светорассеивающей пластмассы, и непрозрачного пластмассового кольца, имеющего сложный профиль. Насадка обозначена буквой К, нанесенной на ее внутреннюю сторону. Эту насадку применяют не самостоятельно, а вместе с одной из трех других насадок, имеющих обозначения М, Р, Т.

Каждая из этих трех насадок вместе с насадкой К образует три поглотителя с общим номинальным коэффициентом ослабления 10, 100, 1000; применяют для расширения диапазонов измерений.

Таблица 5 – Диапазоны измерений

Основной, без насадок с открытым фотоэлементом	Неосновной, с насадками		
	КМ	КР	КТ
5–30	50–300	500–3000	5000–30 000
20–100	200–1000	2000–10 000	20000–100000
ПРИМЕЧАНИЕ – КМ, КР, КТ – условное обозначение насадок для создания общего номинального коэффициента ослабления 10, 100, 1000.			

**Люксметр цифровой ТЮ-1403.** Диапазон измерений освещенности от 1 до 200 000 лк, с пределами измерений 20 лк, 200 лк, 2000 лк, 200 000 лк.

Люксметр состоит из измерителя и фотометрической головки. Принцип действия люксметра основан на преобразовании светового излучения в фотометрическом приемнике в напряжение, которое с помощью аналого-цифрового устройства преобразуется в сигнал, пропорциональный измеряемой освещенности.

Измеритель люксметра выполнен в пластмассовом корпусе. На лицевой панели измерителя находятся: цифровой индикатор, табличка с пределами измерений, множителями  $\times 10$ ,  $\times 100$ , надписью «КОНТРОЛЬ ПИТАНИЯ» и световыми инди-

каторами, указывающими на работающий предел измерений. На боковых стенках корпуса измерителя находятся: кнопка включения измерителя, кнопка контроля питания, гнездо включения фотометрической головки, переключатель пределов измерений. На задней стенке корпуса измерителя имеется отсек, закрытый крышкой, в который помещается источник питания.

Фотометрическая головка имеет шнур со штекером для соединения с измерителем. Внутри корпуса установлен кремниевый фотодиод, комплект светофильтров, обеспечивающих коррекцию фотодиода под относительную спектральную световую эффективность монохроматического излучения, диффузный рассеиватель, установленный во входном отверстии корпуса.

Измеритель и фотометрическая головка каждого люксметра маркированы одним номером, что исключает их некомплектное использование.

*Подготовка к работе.* Извлеките измеритель и фотометрическую головку из футляра. Откройте заднюю крышку батарейного отсека и установите источник питания, соединив его контакты с соответствующими контактами колодки. В качестве источника питания используйте батарею напряжением 9 В, имеющую контакты, совпадающие по форме с контактами колодки измерителя.

Установите переключатель пределов измерений в положение «1». Включите кнопку на левой стенке корпуса измерителя. Для проверки качества источника питания нажмите кнопку на правой стенке корпуса измерителя, при этом, при исправной батарее в строке «КОНТРОЛЬ ПИТАНИЯ» должен светиться индикатор.

Калибровка нулевой точки производится измерителем автоматически при отключенной фотометрической головке.

Проверьте калибровку измерителя: при положении переключателя «1» должен светиться индикатор в строке «200 000 лк», а на цифровом индикаторе появится надпись

«000» (допускается индикация знака «←» и 2 – цифры младшего разряда).

После проверки калибровки измерителя подсоедините штекер фотометрической головки к гнезду измерителя.

*Порядок работы.* Установите фотометрическую головку люксметра на уровне поверхности, освещенность которой необходимо измерить.

Переключателем пределов измерений установите наиболее чувствительный предел измерений. При освещенности, превышающей установленный предел измерений, в старшем разряде индикатора индицируется «1» (остальные цифры погашены), при этом следует переключить измеритель на больший предел измерений. Прочтите показания на цифровом индикаторе.

После окончания измерений выключите измеритель, отсоедините провод фотометрической головки от измерителя. Уложите измеритель и фотометрическую головку в футляр.

Таблица 6 – Нормы освещенности помещений для содержания животных

Вид и группа животных	Естественная освещенность		Искусственная освещенность (в зоне размещения животных), лк	
	КЕО, %	СК	при газоразрядных лампах	при лампах накаливания
1	2	3	4	5
<i>Крупный рогатый скот</i>				
Коровы, нетели (привязное и беспривязное содержание), молодняк на дорастивании	0,4–1,0	1:10–1:15	75	30
Откормочное поголовье	0,4–0,5	1:20–1:30	50	20
Новорожденные	0,5–1,0	1:10–1:15	150	100



Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
<i>Свиньи</i>				
Холостые и супоросные матки, хряки	0,5–1,2	1:10	75	20
Ремонтный молодняк, поросята на дорастивании	0,5–1,2	1:10	75	30
Свиньи на откорме:				
I период	0,5	1:20	50	30
II период	0,5	1:20	50	20
<i>Овцы</i>				
Матки, бараны, молодняк после отбивки, валухи	0,35–0,5	1:20	50	30
Новорожденные (родильное отделение)	0,35–0,8	1:15	100	50
<i>Лошади</i>				
Рабочие	0,3–0,8	1:10–1:15	50	20
Племенные	0,5–0,8	1:15	75	30
Молодняк	0,8–1,0	1:8–1:10	75	30
<i>Кролики</i>				
Самцы	0,7	1:10–1:13	75	50
Самки	0,7	1:10–1:13	125	100
Молодняк	0,5	1:10–1:13	25	25
<i>Птица</i>				
Взрослая птица:				
при напольном содержании (на уровне пола)	0,7	1:10–1:12	75	30
при клеточном содержании (по фронту кормления)	0,7	1:10	70	30
Бройлеры	0,35	1:20	20	75
Молодняк	1,0	1:8–1:10	6–20	75
ПРИМЕЧАНИЕ – При доении коров в стойлах необходимо обеспечить освещенность в зоне доения на уровне 150 лк.				

## 2 САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ГАЗОВ

Санитарно-гигиеническое значение газов велико, так как воздушная среда является средой обитания и жизнь без нее невозможна. Отклонения в газовом составе от нормы могут привести к тяжелым патологическим процессам в организме животных. Химическое исследование воздуха животноводческих помещений сводится, в основном, к определению в нем углекислого газа, аммиака и сероводорода.

При плохо организованной системе вентиляции и канализации воздух животноводческих помещений загрязнен продуктами жизнедеятельности животных (через выдыхаемый воздух, мочу, кал, пот и т. д.)

**Углекислый газ (диоксид углерода –  $\text{CO}_2$ )** – бесцветный газ без запаха, негорюч, со слабокислым вкусом. Наибольшая концентрация углекислого газа образуется на уровне пола (если движение воздуха в помещении незначительно и имеются сплошные высокие перегородки). У потолка помещений (вверху) его высокие концентрации создаются за счет тепловых потоков, направленных вверх. Углекислый газ распространяется в воздухе помещений неравномерно: его максимальную концентрацию наблюдают в средней части (и особенно в кормушках), самую низкую – в торцевых частях и у продольных наружных стен.

Основной источник накопления углекислого газа в помещениях – животные. В выдыхаемом воздухе его содержится 2,2–5,0 %; в атмосферном воздухе содержится углекислого газа – 0,03–0,04 %. Углекислый газ является возбудителем дыхательного центра, обеспечивает ритмичную работу легких и играет положительную роль в жизни животных (при концентрации 0,03–0,2 %). Длительное вдыхание воздуха, содержащего более 1 % углекислоты, может вызвать хроническое отравление, сопровождающееся снижением окислительных процессов, уменьшением концентрации гемоглобина и эрит-

роцитов, ацидозом, деминерализацией костей, снижением резистентности и продуктивности животных. Повышенное содержание углекислого газа в воздухе помещений крайне неблагоприятно для высокопродуктивных животных и молодняка, у которых очень интенсивный обмен веществ.

Увеличение концентрации углекислого газа в крови у млекопитающих приводит к возбуждению их дыхательного центра. При этом дыхание становится более частым и глубоким, что способствует более полному выделению углекислого газа из крови. У птицы накопление углекислого газа в крови не учащает дыхание, а вызывает его замедление и даже остановку. Поэтому в помещении для птицы предусматривают постоянный приток воздуха в больших количествах, чем для млекопитающих.

В гигиеническом отношении углекислый газ является важным показателем, по которому судят о степени чистоты воздуха. Углекислота накапливается в воздухе помещений параллельно с другими химическими загрязнениями, пылью, микроорганизмами и может служить косвенным показателем санитарного состояния среды; данные по количеству углекислоты используются при расчете вентиляции и кубатуры помещений.

Предельно допустимая концентрация углекислого газа в воздухе животноводческих зданий не превышает 0,15–0,25 % и 0,1–0,2 % для птицы.

**Аммиак ( $\text{NH}_3$ )** – газ без цвета, с резким запахом, хорошо растворим в воде, особенно опасен для здоровья животных. Аммиак образуется при разложении органических азотсодержащих соединений под действием уреазоактивных анаэробных бактерий. Их максимальная активность проявляется в слабощелочной среде (рН 7,8–8,8) и при оптимальной температуре.

Основной источник его накопления – продукты выделения животных (разложение мочи, навоза, подстилки, осадка в плохо очищаемых канализационных сооружениях). Аммиак

распространяется в помещении равномерно, но все же больше всего его находится вблизи пола, где источником образования служит моча и жижка. Аммиак очень хорошо адсорбируется стенами и другими влажными поверхностями. Адсорбция пропорциональна его концентрации и возрастает с повышением влажности и снижением температуры. При увеличении температуры аммиак выделяется в воздух. Аммиак – очень агрессивный газ. Он влияет на исправность электропроводки и др.

Аммиак как щелочь подщелачивает кожу и копытный рог, разрыхляя их. При вдыхании аммиака возможен ожог слизистой оболочки дыхательных путей. При его высоких концентрациях у животных отмечают спазмы голосовой щели, трахеальной и бронхиальной мускулатуры. Смерть наступает от отека легких и паралича дыхания. При наличии аммиака в воздухе отягощаются течение бронхопневмонии у поросят, диспепсии и бронхопневмонии у телят.

Легко растворяясь в воде, он адсорбируется на слизистых оболочках, вызывая болезненный кашель, рефлекторно уменьшает глубину дыхания, слезотечение, кератоконъюнктивиты, отек легких; в крови с гемоглобином он образует щелочной гематин, снижается количество гемоглобина и эритроцитов, развивается анемия, блокируется газотранспортная функция крови. При воспалительных процессах дыхательных путей снижается, и способность слизистых оболочек противостоять внедрению микроорганизмов. При вдыхании воздуха с большим содержанием аммиака поражается центральная нервная система. У животных появляются обморочное состояние, судороги, останавливается дыхание, возможен смертельный исход. Аммиак действует отрицательно и на обслуживающий персонал.

Предельно допустимая концентрация аммиака для воздуха животноводческих помещений до 10–20 мг/м<sup>3</sup>.

**Сероводород (H<sub>2</sub>S)** – крайне ядовитый газ без цвета, с запахом тухлых яиц, растворимость в воде не высокая, на воз-

духе окисляется с выделением серы (осадка). Сильный нервный яд, накапливается в воздухе животноводческих помещений в опасных концентрациях только в случае полного выхода из строя систем канализации и вентиляции. Источником накопления сероводорода в воздухе помещений для животных служат гниение содержащих серу белковых веществ и кишечные выделения животных, особенно при богатом белком корме или расстройствах пищеварения, а также при безподстилочном содержании животных и длительном подпольном хранении навоза. Сероводород может поступать в воздух помещений из жижеприемников, а также из траншей, расположенных под щелевыми полами. При высокой влажности воздуха на слизистых оболочках глаз и дыхательных путей животного соединяется с тканевыми щелочами, образуя сульфид натрия или калия, которые вызывают их воспаление. При попадании сероводорода через органы дыхания в организм животных блокируются ферментативные процессы, снижается содержание углекислого газа в крови, что может привести к параличу дыхательного центра (отеку легких). При этом каталитически действующее железо гемоглобина крови (при наличии сероводорода) переводится в сульфиды (сульфид железа), вызывая анемию.

Сульфиды, всасываясь в кровь, гидролизуются с выделением сероводорода, действующего на нервную систему и вызывая общее отравление, при этом сероводород связывается с железом гемоглобина, образуя сульфиды железа ( $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ,  $\text{FeS}$ ), в результате чего резко снижается транспортная функция крови и окислительные процессы в организме животных. Вдыхание сероводорода в больших концентрациях вызывает паралич дыхательного центра и центра, который управляет сокращением кровеносных сосудов. Обычно даже при небольших количествах вдыхаемого сероводорода возникают патологии в организме, и снижается продуктивность животных. При хронической интоксикации сероводородом возможны снижение массы тела и гипотония со слабым, но частым пульсом и

конъюнктивитом. Особенно опасен сероводород тем, что его концентрацию не сразу можно определить по запаху.

Предельно допустимая концентрация сероводорода в воздухе животноводческих помещений 5–15 мг/м<sup>3</sup> (0,01 %).

**Оксись углерода (угарный газ)** – газ без цвета, со слабым запахом, немного напоминающий запах чеснока, без вкуса, горит синеватым пламенем. В атмосферном воздухе отсутствует. Однако, при работе в животноводческих помещениях техники (тракторов, кормораздатчиков, бульдозеров и др.) он выделяется с выхлопными газами. Подобное отмечают и при обогревании помещений газовыми горелками, если их решетки закупориваются пылью, что приводит к неполному сгоранию газа.

Оксись углерода – сильнейший яд для животных и человека: соединяясь с гемоглобином крови, он лишает его способности переносить кислород из легких в ткани. Его токсическое действие заключается в образовании стойкого соединения в крови карбоксигемоглобина. При этом нарушается снабжение органов и тканей кислородом. Большое значение имеет продолжительность воздействия СО на организм. Кровь насыщается угарным газом медленно: необходимо около 3 ч для достижения 50 % уровня насыщения при относительно низком исходном уровне карбоксигемоглобина (около 0,5 % при легкой физической нагрузке). У лиц, которые курят, и тех, кто подвергается воздействию СО из других источников, наблюдается повышенное содержание карбоксигемоглобина в крови, в связи с чем, насыщение крови угарным газом наступает в более короткие сроки. При вдыхании этого газа животные погибают от удушья вследствие острого недостатка кислорода. Ядовитое действие начинает проявляться уже при накоплении 0,4 % оксида углерода.

Профилактика отравлений угарным газом заключается в предупреждении его образования, недопущении неполного сгорания газа и обеспечении активной вентиляции в зонах нахождения животных.

**Мероприятия по снижению загазованности животноводческих помещений.** В воздухе закрытых помещений, особенно с подпольными хранилищами навоза или неэффективными действующими системами канализации, могут накапливаться различные токсические газы.

Мероприятия, обеспечивающие гигиену воздушной среды, следует проводить комплексно (замена подстилки, оборудование вентиляции и т. д.) с ликвидацией источников образования вредных газов.

Для очистки воздуха животноводческих помещений от токсических газов необходимо обеспечить чистоту внешнего воздуха (атмосферного), надежную работу системы вентиляции (если необходимо, то с принудительной вытяжкой токсических газов из зон их образования), а также надлежащую гигиеническую и ветеринарно-санитарную культуру на фермах и комплексах, в том числе гарантировать четкую работу системы канализации и своевременное удаление навоза. Предусмотрено применение влагонепроницаемых полов, гигроскопичных подстилочных материалов, в том числе сорбирующих вредные газы и водяные пары, использование дезодорантов и препаратов (суперфосфат, серноокислый алюминий, соляная и серная кислоты, вермикулит и т. д.).

Для снижения концентрации аммиака в воздухе можно распылить в нем аэрозоль формальдегида (50 % по отношению к аммиаку). Пары формалина помимо дезодорирующих свойств обладают дезинфицирующим действием и намного улучшают гигиеническое состояние внутренней среды помещения. Хотя данное действие непродолжительное, всего несколько часов, но и этого времени достаточно для исправления системы вентиляции или принятия иных срочных мер.

Содержания аммиака и других вредных газов снижается вследствие озонирования и ионизации воздуха помещений.

Концентрацию вредно действующих газов в воздухе выражают в миллиграммах на литр (мг/л) или в миллиграммах на кубический метр (мг/м<sup>3</sup>). 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 промилле (‰), 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 ‰.

*Ветеринарно-гигиенический норматив* – это количественный показатель, характеризующий оптимальный или безвредный уровни физических, химических и биологических показателей окружающей среды (ОУ, ПДУ, ПДК): ОУ – оптимальный уровень, ПДУ – предельно допустимый уровень, ПДК – предельно допустимая концентрация.

*Ветеринарно-санитарные нормы* – это совокупность санитарно-гигиенических нормативов по какому-либо фактору окружающей среды, оформленных в виде официального нормативного документа: нормы обмена воздуха в помещении, нормы температуры воздуха, предельно допустимые концентрации газов в воздухе и т. п.

*Ветеринарно-санитарные правила* – это свод ветеринарно-санитарных норм и требований, обязательных к выполнению предприятиями, учреждениями и отдельными лицами, осуществляющими разведение, содержание, транспортировку, убой животных и переработку продуктов животноводства. Такие документы, издаваемые органами государственной власти, являются основной частью ветеринарного законодательства.

В качестве дополнительных документов при осуществлении ветнадзора используют Общероссийские нормы технологического проектирования животноводческих предприятий (ОНТП), строительные нормы и правила (СниП), государственные стандарты (ГОСТ) и др.

*Правила и порядок измерений показателей воздушной среды в животноводческих помещениях.* Показатели микроклимата необходимо контролировать каждый месяц, ежедневно, 3 раза в сутки в следующих промежутках времени, ч: 1 – с 5:00 по 7:00; 2 – с 12:00 по 14:00; 3 – с 19:00 по 21:00 (утром до начала хозяйственных работ, в середине дня и после



завершения работ). Измерения рекомендуют проводить по диагонали здания в 3 точках (в двух противоположных углах по диагонали и в центре) на расстоянии 1 м от продольных и 3 м от торцевых стен и в 2–3 зонах по вертикали, учитывая зону нахождения животных и обслуживающего персонала (на уровне лежания и стояния животного и на расстоянии 0,6 м от потолка или на уровне глаз обслуживающего персонала). В птичниках с использованием напольного содержания измерения проводят на высоте до 0,3 м и 1,5 м от пола, а в помещениях, оборудованных гнездами и насестами, – на 0,5 м выше наиболее приподнятых насестов и гнезд; при клеточном содержании измерения проводят на уровне каждого яруса батареи (в центре клеток).

### **Контрольные вопросы**

1. Источники накопления газов в животноводческих помещениях.
2. Механизм действия углекислого газа на организм животных.
3. Механизм действия аммиака на организм животных.
4. Механизм действия сероводорода на организм животных.
5. Механизм действия окиси углерода на организм животных.
6. ПДК газов в животноводческих помещениях.
7. Мероприятия по снижению загазованности животноводческих помещений.

## **3 МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ**

При отборе проб воздуха необходимо отмечать температуру воздуха и барометрическое давление.

В санитарной практике наиболее распространенными являются следующие методы отбора проб воздуха: 1) метод выливания; 2) вакуумный; 3) аспирационный.

### **3.1 Метод выливания**

Метод выливания по своей простоте является наиболее доступным. Сущность его заключается в том, что в бутылку или газовую пипетку наливают воду до пробки так, чтобы в сосуде не было пузырьков воздуха. Затем в точке исследования сосуд переворачивают, вынимают пробку, вода выливается, замещаясь исследуемым воздухом. Сосуд плотно закрывают пробкой и переносят в лабораторию для анализа.

### **3.2 Вакуум-метод**

Вакуум-метод проводится с применением газовых пипеток емкостью 50–250 мл с двумя двухходовыми кранами. В пипетках создается разрежение при помощи уравнительного сосуда с ртутью. Для этого поднимают уравнительный сосуд и вытесняют воздух из пипетки. Когда ртуть дойдет до верхнего края пипетки, края закрывают и затем осторожно опускают уравнительный. Когда остается капля ртути у нижнего края пипетки, кран закрывают. Создание вакуума возможно также при помощи насоса Комовского.

При взятии пробы воздуха при помощи вакуум-метода газовую пипетку держат горизонтально и быстро открывают один из кранов пипетки. Воздух с шумом входит в пипетку, после чего кран закрывают и пробу воздуха переносят в лабораторию для исследования.

### 3.3 Аспирационный метод

Аспирационный метод наиболее употребим и точен. Он основан на протягивании определенного объема воздуха через поглотительный раствор или через специальные фильтры, способные задерживать исследуемое вещество.

В том случае, если вещество находится в газообразном состоянии или в виде паров, оно может быть поглощено специальным раствором или веществом, обладающим способностью адсорбироваться (активированный уголь, силикагель и др.).

Аэрозоли (дым, пыль, туман) задерживают на фильтрах, протягивая исследуемый воздух через стеклянную, минеральную или хлопчатобумажную вату, бумажные фильтры, пористые стеклянные фильтры и др.

Этот способ наиболее употребим и точен, он дает возможность достичь в поглотительной среде любой концентрации исследуемого вещества и, как правило, отражает среднее загрязнение в исследуемой точке за время отбора пробы.

Приборы, служащие для протягивания воздуха, называют аспираторами. Для протягивания воздуха через поглотительные растворы, обычно, применяют водяные аспираторы, пылесосы или электроаспираторы.

Для аспирационного метода применяют поглотительные приборы, которые заполняются определенной поглотительной смесью (состав ее зависит от исследуемого газа), для улавливания исследуемого вещества. При применении твердых поглотительных сред приборы имеют V-образную форму для увеличения поверхности соприкосновения поглотительной среды с исследуемым воздухом.

При применении жидких поглотительных сред конструкция поглотителя должна обеспечить максимальное перемешивание воздуха с поглощающей средой. В связи с этим большинство поглотителей имеет внутри длинную стеклянную трубочку, немного не доходящую до дна, что обеспечивает энергичное смешивание воздуха с поглотительной жидкостью.

*Отбор проб воздуха электроаспиратором Мигунова.* Он может быть применен для одновременного отбора 4 проб воздуха.

На передней панели аспиратора расположена: входная колонка для присоединения к электросети, выключатель, гнездо предохранителя, предохранительный клапан для предупреждения перегрузки электродвигателя, штуцера для присоединения резиновых трубок поглотительных приборов, сухие реометры, ручки вентиляей реометров, которыми регулируют скорость движения воздуха, клемма для заземления прибора.

Принцип устройства прибора заключается в том, что электродвигатель вращает ротор воздухоловки, причем в ее корпусе создается пониженное давление и воздух, находящийся вне прибора поступает туда через штуцера реометров и затем выбрасывается наружу.

Включение прибора производится в следующей последовательности:

- прибор заземляется и включается в сеть;
- проверяют положение предохранительного клапана (он должен быть установлен на отметке «1»);
- открывают до отказа регулирующие вентили;
- включают электродвигатель;
- устанавливают скорость движения воздуха, вращая ручкой вентиляей;
- прибор включают и подсоединяют поглотительные приборы;
- прибор включают, отмечая время начала работы;
- регулируемыми вентилями устанавливают необходимую скорость движения воздуха (отсчет ведут по верхнему краю поплавков реометров).

При непрерывной работе двигателя через каждые 20–30 мин следует делать перерыв на 10–15 мин для того, чтобы двигатель остыл.

*Реометры* при отборе проб воздуха применяется для контроля за постоянством скорости движения воздуха в системе и

для учета объема воздуха. Сухие реометры представляют собой вертикальную стеклянную трубку, через которую протягивают воздух. В трубке имеется поплавочек из синтетического материала, который поднимается в потоке движущегося воздуха тем выше, чем больше скорость движения воздуха. Реометр укреплен на штативе, на котором нанесена шкала, градуированная в литрах в минуту.

*Поглотительные приборы*, с пористой стеклянной пластинкой и склянка Дрекслея широко используются для определения вредных летучих веществ в воздухе методом поглощения. Во всех этих приборах на пути воздуха, протягиваемого через залитый в них раствор, впаяны пористые стеклянные пластинки. Вместо стеклянных поглотительных приборов можно использовать поглотительные склянки Тищенко.

### **Контрольные вопросы**

1. Отбор проб воздуха методом выливания.
2. Отбор проб воздуха вакуум-методом.
3. Аспирационный метод отбора проб.

## 4 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ГАЗОВ В ВОЗДУХЕ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

### 4.1 Титрометрический метод определения углекислого газа

Титрометрический метод основан на поглощении вредных газов специальными растворами с последующим титрованием. По изменению титра раствора вычисляют концентрацию газов во взятом объеме воздуха. Растворы наливаются в поглотительные сосуды, через которые протягивается исследуемый воздух с помощью электроасpirатора Мигунова или шприца Жанэ.

1 мг диоксида углерода при нормальных условиях занимает объем 0,509 мл, а 1 мл имеет массу 1,96 мг.

Для приведения объема воздуха ( $V_0$ ) к нормальным условиям ( $0^\circ$  и 760 мм. рт. ст.) используют формулу:

$$V_0 = (273 \cdot V \cdot P) / (273 + T) \cdot 760,$$

где  $V$  – объем исследуемого воздуха в условиях опыта;

$P$  – атмосферное давление в момент проведения опыта;

$T$  – температура исследуемого воздуха.

Суть титрометрического метода состоит в поглощении углекислоты раствором едкого натрия с последующим титрованием избытка последнего раствором серной кислоты. По изменению титра раствора едкого натрия вычисляют концентрацию углекислоты во взятом объеме исследуемого воздуха. Щелочь наливается в поглотительные сосуды, через которые протягивается исследуемый воздух.

Ход определения:

Предварительно отметить в бюретке уровень 0,01 н раствора серной кислоты по нижнему мениску с точностью 0,05 мл. В колбу вносят 20 мл контрольного 0,01 н раствора едкого натрия (не связавшегося с углекислотой во взятой пробе воздуха), добавляют 2–3 капли индикатора (фенолфталеин) и титруют из бюретки 0,01 н раствором серной кислоты до обес-

цветивания раствора. Записать количество мл израсходованного на титрование 0,01 н раствора серной кислоты с точностью до 0,05 мл.

В поглотительные приборы наливают 100 мл 0,01 н раствора едкого натрия и с помощью электроасpirатора Мигунова (или шприца Жане) протягивают через поглотительный прибор 10 л исследуемого воздуха (пробу воздуха отбирают в колбу, закрытую пробкой с двумя отверстиями, через которые вставлены две стеклянные полые трубочки – одна длинная, немного не доходящая до дна, другая – короткая, оканчивающаяся у нижнего края пробки. На наружные концы стеклянных трубочек надеты резиновые трубочки, которые присоединены к штуцерам электроасpirатора. Поглотительных колб может быть 2-3 штуки, последовательно соединенных между собой резиновыми трубочками).

После протягивания 10 л воздуха через поглотительные колбы со 100 мл 0,01 н раствора едкого натрия, рабочий раствор из поглотительных колб сливают в одну колбу, остальные колбы промывают небольшим количеством дистиллированной воды и выливают к общему рабочему раствору.

Затем в чистую колбу вносят 20 мл рабочего 0,01 н раствора едкого натрия (связавшегося с углекислотой во взятой пробе воздуха), добавляют 2-3 капли индикатора (фенолфталин) и титруют из бюретки 0,01 н раствором серной кислоты до обесцвечивания раствора. Записать количество мл израсходованного на титрование 0,01 н раствора серной кислоты с точностью до 0,05 мл. (Параллельно проводят контрольный опыт).

Содержание углекислого газа находят по формуле:

$$X = [(a_1 - a) \cdot 0,509 \cdot V] / (B \cdot V_0) \cdot 100 \%,$$

где  $a_1 - a$  – количество титрованного раствора, пошедшего на титрование контрольного и рабочего растворов, мл;

0,509 – объем, который занимает 1 мг углекислого газа при нормальных условиях, мл;

В – общее количество поглотительного раствора в поглотительном приборе, мл;

Б – количество поглотительного раствора, взятого для титрования, мл;

$V_0$  – объем воздуха, протянутого через поглотительные колбы, при нормальных условиях, мл.

**Метод Прохорова.** Этот метод является простым и доступным в производственных условиях. Его принцип заключается в том, что водный раствор нашатырного спирта с фенолфталеином в присутствии углекислого газа обесцвечивается.

*Ход определения:* количество углекислого газа сводится к следующему. К 500 мл дистиллированной воды добавляют одну каплю 25 % раствора нашатырного спирта и несколько капель раствора фенолфталеина (до появления розового окрашивания). Указанный раствор хранят в темной посуде не более 10 сут.

В пробирку или колбу отмеривают градуированной пипеткой 10 мл указанного раствора. Шприцом набирают 10 мл атмосферного (уличного) воздуха и через иглу в резиновой пробке вводят его в пробирку с раствором. Не поднимая поршня, пробирку сильно встряхивают для поглощения углекислого газа раствором. Затем вновь вводят 10 мл воздуха и снова взбалтывают жидкость в пробирке. Так повторяют до тех пор, пока раствор не обесцветится. Учитывают объем введенного воздуха.

После этого в пробирку, промытую дистиллированной водой, наливают свежий раствор и проводят аналогичное исследование воздуха помещения, где надо установить концентрацию углекислого газа.

Содержание углекислого газа определяют по формуле:

$$X = 0,03 \cdot A/P,$$

где X – содержание углекислого газа, %;

A – объем пропущенного атмосферного воздуха через раствор нашатырного спирта с фенолфталеином, мл;



П – объем пропущенного воздуха помещения через раствор нашатырного спирта с фенолфталеином, мл;

0,03 – количество углекислого газа в атмосферном воздухе, %.

Следовательно, по обесцвечиванию раствора нашатырного спирта, включающего фенолфталеин, в присутствии углекислого газа можно определить его концентрацию 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 концентрацию углекислого газа  $X = 0,03 \cdot (320/40) = 0,24$  % (объемных).

## 4.2 Титрометрический метод количественного определения аммиака

1 мг аммиака при нормальных условиях (0° и 760 мм. рт. ст.) занимает объем 1,317 мл, а 1 мл имеет массу 0,7714 мг.

Для приведения объема воздуха ( $V_0$ ) к нормальным условиям (0° и 760 мм. рт. ст.) используют формулу:

$$V_0 = (273 \cdot V \cdot P) / (273 + T) \cdot 760,$$

где V – объем исследуемого воздуха в условиях опыта;

P – атмосферное давление в момент проведения опыта;

T – температура исследуемого воздуха.

Суть титрометрического метода состоит в поглощении аммиака раствором серной кислоты с последующим титрованием избытка последнего раствором едкого натрия. По изменению титра раствора серной кислоты вычисляют концентрацию аммиака во взятом объеме исследуемого воздуха. Кислота наливается в поглотительные сосуды, через которые протягивается исследуемый воздух.

*Ход определения:*

1. Предварительно отметить в бюретке уровень 0,01 н раствора едкого натрия по нижнему мениску с точностью 0,05 мл.

2. В колбу вносят 20 мл контрольного 0,01 н раствора серной кислоты (не связавшегося с аммиаком во взятой пробе воздуха), добавляют 2–3 капли индикатора (фенолфталеин) и титруют из бюретки 0,01 н раствором едкого натрия до устойчивого розового окрашивания. Записать количество мл израсходованного на титрование 0,01 н раствора едкого натрия с точностью до 0,05 мл.

3. В поглотительные приборы наливают 100 мл 0,01 н раствора серной кислоты и с помощью электроасpirатора Мигунова (или шприца Жане) протягивают через поглотительный прибор 10 л исследуемого воздуха (пробу воздуха отбирают в колбу, закрытую пробкой с двумя отверстиями, через которые вставлены две стеклянные полые трубочки – одна длинная, немного не доходящая до дна, другая – короткая, оканчивающаяся у нижнего края пробки. На наружные концы стеклянных трубочек надеты резиновые трубочки, которые присоединены к штуцерам электроасpirатора. Поглотительных колб может быть 2–3 шт., последовательно соединенных между собой резиновыми трубочками).

4. После протягивания 10 л воздуха через поглотительные колбы со 100 мл 0,01 н раствора серной кислоты, рабочий раствор из поглотительных колб сливают в одну колбу, остальные колбы промывают небольшим количеством дистиллированной воды и выливают к общему рабочему раствору.

5. Затем в чистую колбу вносят 20 мл рабочего 0,01 н раствора серной кислоты (связавшейся с аммиаком во взятой пробе воздуха), добавляют 2–3 капли индикатора (фенолфталеин) и титруют из бюретки 0,01 н раствором едкого натрия до устойчивого розового окрашивания. Записать количество мл израсходованного на титрование 0,01 н раствора едкого натрия с точностью до 0,05 мл. (Параллельно проводят контрольный опыт).

Содержание аммиака находят по формуле:

$$X = ((a_1 - a) \cdot 0,17 \cdot V) / (B \cdot V_0),$$

где  $a_1$ – $a$  – количество титрованного раствора, пошедшего на титрование контрольного и рабочего растворов, мл;

0,17 – количество аммиака, которое способно связать 1 мл 0,01 н раствора серной кислоты, мг;

$V$  – общее количество поглотительного раствора в поглотительном приборе, мл;

$B$  – количество поглотительного раствора, взятого для титрования, мл;

$V_0$  – объем воздуха, протянутого через поглотительные колбы, при нормальных условиях, л.

**Линейно-колористический метод с использованием газоанализатора УГ-2. Определение аммиака в воздухе с помощью универсального газоанализатора УГ-2.** Для определения вредных газов в воздухе животноводческих и птицеводческих помещений рекомендуется применять линейно-колористический метод с использованием газоанализатора 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/м<sup>3</sup>; атмосферное давление от 740 до 780 мм. рт. ст.; относительная влажность не более 90 %; температура от 10 до 30 °С.

Принцип работы прибора основан на просасывании воздуха, содержащего вредные газы, через индикаторную трубку, заполненную специальным порошком. Изменение окраски индикаторного порошка в трубке происходит в результате взаимодействия газа, просасываемого через трубку, с реактивом индикаторного порошка (аммиак изменяет розовую окраску индикаторного порошка на синюю, сероводород – белую на темно-коричневую).

Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна концентрации анализируемого газа (мг/м<sup>3</sup>) в воздухе, измеряется по специальной шкале, которая прилагается к прибору.

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

Просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку производится после предварительного сжатия сильфона калиброванным штоком. На гранях под головкой штока имеется четыре продольные канавки, каждая с двумя углублениями, служащими для фиксации стопорным устройством объема просасываемого воздуха, забираемого сильфоном.

На верхнем фланце сильфонного насоса установлен мундштук с резиновой трубкой, к свободному концу которой присоединяют индикаторную трубку.

В один из концов стеклянной трубки вставляют металлический стержень, относящийся к принадлежностям для снажения 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 сухой, 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, будет слышен щелчок и движение штока прекратится. После этого просасывание воздуха будет продолжаться в течение 0,5 мин вследствие остаточного вакуума в сильфоне. При 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, для аммиака – 200 мл, для сероводорода – 300 мл, для оксида углерода – 200 мл. Чтобы определить токсичную концентрацию этих газов, объем просасываемого через индикаторную трубку воздуха должен составлять соответственно 100, 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. При взаимодействии индикаторного порошка для определения концентрации аммиака, имеющего кирпичный цвет, при взаимодействии с воздухом, содержащим аммиак, порошок синееет. 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 ( $\text{мг/м}^3$ ).

**Определение содержания аммиака в воздухе по методу Сэнлея в модификации Петкова и Байкова.** Принцип определения количества аммиака в воздухе заключается в использовании универсальных бумажных индикаторов, изменяющих окраску в интервале рН 1–10. Индикаторную бумагу смачи-

вают дистиллированной водой и держат в течение 15 с на уровне дыхания животных. Аммиак, образуя с водой аммонийное основание, изменяет ее окраску. По приложенной к индикатору цветной шкале определяют рН. Концентрацию аммиака вычисляют по таблице 7.

Таблица 7 – Определение количества аммиака в воздухе по величине рН, мг/м<sup>3</sup>

рН	Концентрация аммиака
5	17
6	21
7	24
8	36
9	70

### 4.3 Титрометрический метод определения сероводорода

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.

1 мг сероводорода при нормальных условиях занимает объем 0,65 мл, а 1 мл имеет массу 1,54 мг.

Для приведения объема воздуха ( $V_0$ ) к нормальным условиям (0 ° и 760 мм. рт. ст.) используют формулу:

$$V_0 = (273 \cdot V \cdot P) / (273 + T) \cdot 760,$$

где  $V$  – объем исследуемого воздуха в условиях опыта;

$P$  – атмосферное давление в момент проведения опыта;

$T$  – температура исследуемого воздуха.

*Ход определения:*

1. Предварительно отметить в бюретке уровень 0,01 н раствора гипосульфита натрия по нижнему мениску с точностью 0,05 мл.

2. Сначала проверяют титр 0,01 н раствора гипосульфита натрия, для чего в колбочку берут 20 мл контрольного 0,01 н раствора йода (не связавшегося с сероводородом во взятой пробе воздуха) и титруют 0,01 н раствором гипосульфита натрия до светло-желтого окрашивания, а затем, добавив 3 капли раствора крахмала, продолжают титровать до полного обесцвечивания раствора. Записать количество мл израсходованного на титрование 0,01 н раствора гипосульфита натрия с точностью до 0,05 мл.

3. В поглотительные приборы наливают 100 мл 0,01 н раствора йода и с помощью электроасpirатора Мигунова (или шприца Жане) протягивают через поглотительный прибор 10 л исследуемого воздуха (пробу воздуха отбирают в колбу, закрытую пробкой с двумя отверстиями, через которые вставлены две стеклянные полые трубочки – одна длинная, немного не доходящая до дна, другая – короткая, оканчивающаяся у нижнего края пробки. На наружные концы стеклянных трубочек надеты резиновые трубочки, которые присоединены к штуцерам электроасpirатора. Поглотительных колб может быть 2–3 штуки, последовательно присоединенных между собой резиновыми трубочками).

4. После протягивания 10 л воздуха через поглотительные колбы со 100 мл 0,01 н раствора йода, рабочий раствор из поглотительных колб сливают в одну колбу, остальные колбы промывают небольшим количеством дистиллированной воды и выливают к общему рабочему раствору.

5. Затем в чистую колбу вносят 20 мл рабочего 0,01 н раствора йода (связавшегося с сероводородом во взятой пробе воздуха), и титруют раствором гипосульфита натрия сначала до светло-желтого цвета, а затем, прибавив 3 капли раствора крахмала, продолжают титровать до полного обесцвечивания.

Записать количество мл израсходованного на титрование 0,01 н раствора гипосульфита натрия с точностью до 0,05 мл. (Параллельно проводят контрольный опыт).

Содержание углекислого газа находят по формуле:

$$X = ((a_1 - a) \cdot 0,17 \cdot B) / (B \cdot V_0),$$

где  $a_1 - a$  – количество титрованного раствора, пошедшего на титрование контрольного и рабочего растворов, мл;

0,17 – мг сероводорода связывается с  $x$  мл 0,01 н раствора йода;

$B$  – общее количество поглотительного раствора в поглотительном приборе, мл;

$B$  – количество поглотительного раствора, взятого для титрования, мл;

$V_0$  – объем воздуха, протянутого через поглотительные колбы, при нормальных условиях, мл.

#### **4.4 Методы качественного определения концентрации газов в воздухе**

Методы качественного определения газов просты, но крайне субъективны. Поэтому при применении не всегда можно получить достаточно полное представление о газовом составе воздуха помещения.

**Качественное определение аммиака:** Наличие аммиака в воздухе помещений можно определять следующими методами: органолептическими, при помощи индикаторной бумаги и на основе взаимодействия соляной кислоты с аммиаком.

*Органолептический.* По запаху аммиак ощущается в воздухе в воздухе при концентрации его примерно 1,5–2 мг/м<sup>3</sup> воздуха.

*При помощи индикаторной бумаги.* Розовую лакмусовую бумажку смачивают дистиллированной водой и держат в помещении. При наличии аммиака бумажка будет слегка синеть.

*На основе взаимодействия соляной кислоты с аммиаком.* Пары соляной кислоты при соприкосновении с воздухом, со-



державшим аммиак, образуют белый туман, состоящий из паров хлористого аммония.

**Качественное определение сероводорода.** Наличие сероводорода в воздухе помещений можно определить следующими методами: органолептическим и при помощи индикаторной бумаги.

*Органолептический.* Сероводород по запаху напоминает запах испорченных яиц и ощущается при концентрации 0,0012–0,003 мг/м<sup>3</sup> воздуха; запах незначителен, но явно ощущим при концентрации – 1,4–2,8 мг/м<sup>3</sup>; запах сильный, но для привыкших к нему нетягостен – 3,3 мг/м<sup>3</sup>; запах значительный – 4,0 мг/м<sup>3</sup>; запах тягостен даже для специалистов – 7,0–11,0 мг/м<sup>3</sup>; запах не так значителен и неприятен, как при более слабых концентрациях – 2,8–4,0 мг/м<sup>3</sup>; при концентрации сероводорода от 0,5 % и выше возможно отравление.

Допустимые уровни содержания вредных газов в воздухе животноводческих помещений представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Максимально допустимые уровни содержания вредных газов в воздухе животноводческих помещений

Помещение для животных Разных видов групп	СО <sub>2</sub> , %	NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup>	H <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup>	СО, мг/м <sup>3</sup>
Коровник:				
с привязным содержанием	0,25	20	10	2
с беспривязным содержанием	0,25	20	10	2
Родильное отделение	0,15	10	5	2
Профилакторий	0,15	10	5	2
Телятник (1-6 мес)	0,20	15	10	2
Откормочник	0,25	10	10	2
Свинарник-маточник	0,20	10	10	2
Свинарник-откормочник	0,25	20	10	2
Овчарня	0,25	20	10	2
Конюшня	0,25	20	10	2
Птичник:				
для взрослых кур	0,20	15	5	2
для молодняка (от 1 до 150 сут)	0,15	10	5	2

*При помощи индикаторной бумаги.* При определении сероводорода с помощью индикаторной бумаги пользуются одним из следующих способов:

1. Полоски фильтровальной бумаги пропитывают 5–10 % раствором нитропруссид натрия. Окраска бумаги при наличии в воздухе сероводорода станет красно-фиолетовой.

2. Полоски фильтровальной бумаги пропитывают щелочным раствором уксуснокислого свинца (к 4 % раствору уксуснокислого свинца прибавляют 30 % раствор щелочи до растворения выпавшего в осадок гидроксида свинца) и смачивают водой. При малых концентрациях сероводорода в воздухе фильтровальная бумага приобретает светло-коричневый цвет, а при больших – буро-черный с металлическим блеском.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите токсические газы в воздухе животноводческих помещений и дайте им санитарную оценку.

2. Источники и причины накопления вредных газов в воздухе животноводческих помещений.

3. Понятие о ПДК вредных газов в воздухе животноводческих помещений и нормативные величины.

4. Мероприятия по снижению загазованности помещений.

5. Перечислите методы отбора проб воздуха в животноводческих помещениях.

6. Аппарат Мигунова, устройство и правила работы с ним.

7. Аппарат УГ-2, описание и методика определения концентрации контролируемых газов.

8. Сущность титрометрического метода определения контролируемых газов в воздухе животноводческих помещений.

9. Методы качественной оценки газового состава воздуха и их значение.

## 5 САНИТАРНО-ЗООГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОРМОВ

Качество кормов определяется не только содержанием питательных веществ, но и доброкачественностью. Оно зависит от условий уборки и хранения, а также транспортировки и переработки кормов.

Некоторые доброкачественные корма при неправильной подготовке к скармливанию становятся вредными для животных. Корма низкого качества при их длительном скармливании вызывают массовое заболевание животных, снижают их продуктивность и качество продуктов. Поэтому необходим постоянный ветеринарно-гигиенический и санитарный контроль за их качеством, за правильностью их скармливания. Он включает следующий комплекс исследований: органолептическая оценка, физико-механическое состояние кормов, химические и химико-токсикологические исследования, биологические методы (биопробы на гидробионтах, лабораторных и сельскохозяйственных животных, микологические и гельминтологические исследования).

Оценку кормов начинают с осмотра и, в случае подозрения на недоброкачественность, средние пробы кормов, а также отдельные пробы из мест поражения направляют для анализа в ветеринарную или агрохимическую лабораторию.

Нормативные показатели доброкачественности кормов регламентируются ГОСТами и другими документами.

### 5.1 Оценка доброкачественности сена

Отбор средней пробы сена делается отдельными выемками по 200–250 г. в общем количестве 2 кг. Взятые образцы перемешивают на брезенте.

#### **Органолептическая оценка сена**

*Цвет сена.* Нормально убранный сено зеленого, а бобовое буровато-зеленого цвета. Белесый цвет имеет сено при продолжительном пребывании под солнцем в валках или пе-

рестоявшее на корню, желтый цвет – при продолжительном пребывании под дождем, черный (горелый) – при самонагревании.

*Запах сена.* Свежеубранное сено со специфическим ароматным запахом. Слабый запах имеет сено, бывшее под дождем или перестоявшее на корню. Затхлый запах у заплесневелого сена.

*Влажность сена* (можно определить ориентировочно). При влажности до 15 % сено при скручивании пучка трещит, а при сгибании ломается; при влажности до 17 % – при скручивании не трещит. При сгибании разрывается не полностью. При влажности до 20 % – при скручивании треска не наблюдается, при сгибании – не ломается.

*Пыльность сена.* Пыльным считается сено, образующее при встряхивании явно заметную пыль.

*Время уборки.* Время сенокосения определяется по наличию в сене цветов или семян, а отчасти по цвету. Сено весеннего укоса – ярко зеленое, с цветами весенней флоры, с приятными запахами. Сено летнего укоса – бледно желтого цвета, со зрелыми семенами, почти без запаха.

### **Определение сорной примеси в сене**

Сорную примесь в сене составляют труха, пыль и инородные предметы. Для определения сорной примеси навеску сена (500 г) тщательно встряхивают над бумагой. Собранные мелкие остатки просеивают через сито с диаметром ячеек 3 мм. Сорную примесь, прошедшую через сито, взвешивают и выражают в процентах к весу общей навеске.

### **Определение испорченного сена**

Из навески (500 г) выделяют гнилое, горелое, заплесневелое, загрязненное сено, взвешивают и выражают в процентах к общему весу навески.

### **Определение ботанического состава**

Навеску сена (500 г) разбирают на группы: злаковые, бобовые, прочие съедобные, грубые, вредные, ядовитые расте-

ния. Каждую группу взвешивают отдельно и выражают в процентах к общей навески.

Ядовитые растения, в свою очередь подразделяют на: ядовитые в свежем и высушенном состоянии (белена, дурман, вех ядовитый и др.); ядовитые только в свежем виде (болиголов, лютики, ветреница, калужница болотная, бутень, омежник и др.), растения, имеющие ядовитые семена (куколь, горчак, живокость посевная и др.).

Ядовитые растения делятся по признакам вызванного отравления (см. схему).

**Заключительная оценка.** Доброкачественное сено должно быть нормального цвета и запаха, с хорошей облиственностью, без признаков порчи с влажностью не более 17 %. Содержание несъедобных примесей допускается не более 25 %, в том числе и до 1 % ядовитых и вредных растений. Вес отдельных пучков ядовитых трав допускается не более 200 г.

Сено подразделяется на три категории: классное, не классное (нестандартное) и дефектное (недоброкачественное).

*Классное сено* – скошенное не позднее цветения преобладающих трав, не выцветшее, не побуревшее, со специфическим запахом.

*Не классное сено* – не удовлетворяющее предыдущим требованиям, а также болотное.

*Дефектное сено* – содержащее не съедобной части (грубых растений, испорченного сена и сорной примеси) в количестве, превышающем нормы, установленные для не классного сена.

## 5.2 Санитарно-гигиеническая оценка силоса

Отбор средней пробы силоса делается из нескольких мест силосохранилища в количестве 2 кг и упаковывается в герметическую стеклянную банку.

**Органолептическая оценка силоса.** *Цвет.* Доброкачественный силос имеет зеленый, желто-зеленый цвет, испорченный силос – грязно-мутную или темную окраску.

*Запах.* Доброкачественный силос имеет приятный фруктовый запах, не доброкачественный – запах уксуса, прогорклого масла, навоза.

*Вкус.* Доброкачественный силос имеет слабокислый приятный вкус, плохой – горьковатый вкус.

*Консистенция.* В доброкачественном силосе измельченные части растений сохраняют свою структуру, листочки эластичны, легко разъединяются. Испортившийся силос становится ослизненным, мажущимся.

*Определение концентрации водородных ионов (pH)* проводят двумя методами: 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.

2. Для определения рН силоса выпускают готовый специальный силосный индикатор. Однако его можно приготовить в условиях лаборатории из следующих ингредиентов.

*Реактив № 1*

Метилрот	0,1 г
Спирт-ректификат	300 мл
Дистиллированная вода	200 мл

*Реактив № 2*

Бромкрезолпурпур	0,1 г
Гидроксид натрия (0,03 н. 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.

Для установления рН 10–15 г силосной массы помещают в химический стаканчик и заливают 50–60 мл дистиллирован-

ной водой, 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.* 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 н. 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 н. 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 н. 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

$$X = 0,09a \cdot 100/m,$$

где 0,009 – коэффициент пересчета всех кислот на молочную кислоту;

$a$  – количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшего на титрование, мл;

100 – коэффициент перевода в проценты;

$m$  – масса навески корма, г.

*Определение аммиака (проба на гниение).* Содержание аммиака в силосе служит показателем гнилостного разложения белка. Определяют с помощью реактивов Эбера и Несслера. Реактив Эбера можно использовать многократно.

1. В широкую пробирку наливают 1–2 мл реактива Эбера (1 часть крепкой соляной кислоты, 3 части 96%-го 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 хлористого аммония.

**Определение аммиачных соединений в силосе.** Доброкачественный силос без добавок аммиачной воды или карбамида не содержит аммиачных соединений. Их наличие без специальных добавок свидетельствует о распаде в силосе белка (аммонификация).

Для определения аммиачных соединений 25 г мелко нарезанного силоса помещают в колбу и заливают прокипяченной остуженной дистиллированной водой. Содержимое настаивают 4–5 ч при периодическом встряхивании, затем фильтруют.

К 10 мл фильтрата добавляют 10 капель реактива Несслера. Появление ярко желтого или оранжевого окрашивания указывает на наличие аммиачных соединений, а выпадение кирпично-красного осадка – на значительное содержание.



### *Заключительная оценка*

**Хороший силос** зеленого или желтовато-зеленого цвета с сохраненной структурой растений, с ароматным запахом, слабо кислого вкуса, с активной кислотностью (рН) 4,2–4,0 и общей титруемой кислотностью до 25°.

**Удовлетворительный силос** желтого цвета, с недостаточно выраженной структурой, с приятным запахом, умеренно или недостаточно кислый, с рН 4,2–4,6.

**Плохой силос** грязно-мутный или темно-коричневый, мажущейся консистенции, с неприятным запахом, с рН 4,8 и выше.

## **5.3 Определение доброкачественности корнеклубнеплодов**

Отбор средней пробы клубней делается в количестве 5 шт. рядом лежащих клубней из разных мест хранилища, выдерживание соотношения по размеру крупных, средних и мелких. В лаборатории клубни очищают от земли, промывают водой и определяют в процентном отношении количество земли, полноценных и испорченных корнеклубнеплодов.

**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 пробой 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%-го раствора уксусной кислоты и вносят на кончике скальпеля смесь цинковой пыли с сернокислым марганцем (1 г цинковой пыли предварительно перемешивают с 1 г сер-

нокислого марганца). Пробирку тщательно встряхивают и приливают 1 мл реактива Грисса. Содержимое пробирки перемешивают и через 10 мин колориметрируют, либо проводя визуальное сравнение окраски раствора опытной пробирки со стандартной шкалой, либо определяя 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 фильтрата.

Для приготовления шкалы стандартов (таблица 9) в химические пробирки наливают рабочий раствор нитрата калия (1 мл раствора содержит 0,2 мг нитрата калия) в количествах, указанных в таблице. Объем раствора в пробирках доводят до 6 мл дистиллированной водой, приливая в каждую пробирку 2 мл 10%-й уксусной кислоты и внося на кончике скальпеля цинковую пыль с серноокислым марганцем. Далее проводят все операции, как описано для опытной пробирки. Таким образом, шкала готова для визуального определения проб.

Таблица 9 – Шкала стандартов

Номер пробирки	Количество 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

Для построения калибровочной кривой определяют оптическую плотность стандартных растворов, как указано выше при анализе пробы. Затем на оси абсцисс откладывают количество нитрат-ионов в мг, а на оси ординат – значение оптической плотности растворов и проводят кривую через точки пересечения. Расчет ведут по формуле:

$$X = V_1 b \cdot 1000 / (V_2 m),$$

где  $x$  – содержание нитратов, мг/кг;

$V_1$  – 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:*

1) На поверхность свежего среза свеклы наносят несколько капель 1%-го 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 – исключают ее из рациона.

2) Из различных частей корнеплода в колбу набирают 15 г мякоти, добавляют 3 мл дистиллированной воды и кипятят в течение 15 мин. Затем фильтруют через однослойный бумажный фильтр в фарфоровую чашку, выпаривают до получения желтого осадка и охлаждают. На осадок помещают несколько кристаллов дифениламина и смачивают концентрированной серной кислотой. При малом содержании нитритов наблюдается розовое окрашивание осадка, а при большом их содержании – синее.

Предельно допустимое количество нитритов в сырой свекле – 10 мг/кг, нитратов – 800 мг/кг.

**Определение соланина в картофеле. Качественная проба.** Из клубня картофеля вырезают несколько пластинок толщиной 1 мм: продольных – от верхушки до основания по оси, делящей клубень на две равные половины; поперечных – у верхушки и основания клубня; с боков – с участков около глазков.

Пластинки помещают в фарфоровую чашку или на часовое стекло и наносят на них по каплям сначала уксусную кислоту, затем серную кислоту и несколько капель перекиси водорода. В тех участках пластинок, где имеется соланин, очень быстро появляется красное окрашивание, по интенсивности которого можно судить о количестве гликозида.

#### **5.4 Оценка доброкачественности зерновых кормов (кукурузы, овса, ячменя, ржи)**

Отбор средней пробы зерна делается специальными шупами из разных мест хранилища в количестве 2 кг.

##### **Органолептическая оценка зерна**

*Цвет* доброкачественного зерна – светло-желтый с блеском.

*Запах* – приятный.

*Вкус* – сладковатый, пресный.

*Влажность* приблизительно определяется при разрезе зерна ножом. Если половинки зерна отскакивают, влажность его – до 16 %, если они остаются на месте – влажность до 20 %. Допустимая влажность зерна – до 16 %.

**Недоброкачественное зерно** имеет темный цвет без блеска, затхлый запах, горький вкус.

**Определение натуры зерна.** Натуральным (объемным) весом зерна называют вес 1 л зерна, выраженный в граммах.

Натура зерна определяется прибором пуркой. Натура выражается средней величиной от двух взвешиваний, если расхождение между обоими весами получается для ячменя и ржи не более 5 г, а для овса – не более 10 г. При большой разнице взвешивание новых порций зерна повторяют.

Натуральный вес овса равен 450 г, ячменя – 600 г, ржи – 700 г, пшеницы – 750 г.

Чем больше натура зерна, тем оно мучнистее и представляет большую кормовую ценность.

**Определение веса 1000 зерен.** Абсолютный вес 1000 зерен характеризует кормовые качества зерна.

Образец зерна рассыпают квадратом и из противоположных треугольников отсчитывают 250 зерен. Всего, таким образом выделяют 2 пробы по 500 зерен. Пробы взвешивают отдельно с точностью до 10 мг. Разница их в весе не должна превышать 0,25 г. При большой разнице отсчет и взвешивание новых порций зерна повторяют. Вес обоих проб суммируют и пересчитывают на сухое вещество по формуле:

$$B = \frac{100 - A}{100} \cdot b,$$

где  $B$  – искомый абсолютный вес 1000 зерен;

$A$  – влажность зерна в процентах;

$b$  – фактический вес 1000 зерен.

Абсолютный вес овса равен 25–33 г, ячменя – 24–44 г, ржи – 13–37 г, кукурузы – 191–314 г.

**Определение кислотности зерна.** Величина кислотности характеризует свежесть зерна.

В колбочку помещают 5 г размолотого зерна, вливают 50 мл дистиллированной воды, взбалтывают 2–3 минуты. Затем добавляют 3–5 капель фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором NaOH до появления розового окрашивания, не исчезающего в течение одной минуты. Кислотность зерна рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{a \cdot n \cdot 20}{10},$$

где  $K$  – искомая кислотность в градусах;

$a$  – количество мл 0,1 раствора щелочи, пошедшее на титрование;

$n$  – поправка к титру щелочи;

20 – перерасчет на 100 г корма;

10 – перевод децинормального раствора щелочи в нормальный.

Допустимая кислотность зерна не более 5°.

Зерно с кислотностью 9° и выше скармливать непригодно.

**Определение примесей в зерне.** В зерне различают сорную, вредную и зерновую примеси.

К сорной примеси относится мертвый сор: минеральная примесь (песок, земля), органическая примесь (части растений, сорные семена).

К вредной примеси относят вредный сор: семена ядовитых растений (куколь, горчак и др.), грибы (головня, спорынья), зерна гнилые, заплесневелые, мертвые амбарные вредители.

К зерновой примеси относятся измененные зерна: недоразвитые, щуплые, плющенные, битые, проросшие, потемневшие и инородные зерна.

Для определения примесей отвешивают 50–100 г зерна, просеивают в течение 3 минут через набор сит с диаметром ячеек от 10 до 0,25 мм, затем разделяют на фракции: чистое зерно, примеси: сорная, вредная и зерновая. Каждую фракцию взвешивают отдельно и выражают в процентах.

**Определение металлопримеси в зерне.** 1 кг зерна насыпают слоем в 0,5 см. Металлопримесь собирают магнитом и взвешивают. Металлопримеси в зерне допускается не более 5 мг на 1 кг с размером отдельных частиц не более 0,3 мм и по весу не более 0,5 мг.

**Определение зараженности зерна амбарными вредителями.** Зерновые корма поражают следующие вредители: мучной клещ, долгоносик, амбарная и зерновая моль, хлебный точильщик, хрущак, мукоед, мучная огневка и др.

Зараженность зерна амбарными вредителями может быть явная при наличии живых вредителей в зерне и скрытая, когда вредители в личиночной стадии находятся внутри зерна.

Для обнаружения долгоносика, моли и клещей 1 кг зерна просеивают через два сита с отверстиями диаметром 2,5 и 1,5 мм. Отсевы подогревают 10–15 мин при 20–30 °С и просматривают на стекле.

Степень заражения выражают количеством вредителей, найденных в 1 кг зерна:

*1 степень* – до 5 долгоносиков и моли до 20 клещей;

*2 степень* – до 10 долгоносиков и моли или свыше 20 клещей;

*3 степень* – свыше 10 долгоносиков и моли или сплошная масса клещей.

Допускается зараженность зерна амбарными вредителями для скармливания животных – не более первой степени.

Скрытую форму зараженности зерна определяют наличием мертвых долгоносиков.

*Заключительная оценка.* В зависимости от натурального веса, содержания сорной, вредной и зерновой примеси зерно подразделяется на доброкачественное и дефектное (недоброкачественное).

**Доброкачественное кормовое зерно** должно быть нормального цвета, блеска, запаха, вкуса, гладкое, полное, целое, высоконатуральное с влажностью не более 17 %, с содержанием зерновой примеси не более 15 %, или сорной примеси не более 8 %, вредной не более 1 %, зараженное амбарными вредителями в пределах 1-й степени.

**Недоброкачественным** считается зерно при содержании сорной примеси свыше 10 % и вредной свыше 2 %, с измененным цветом, затхлым запахом или кислотностью 9°, или зараженное амбарными вредителями более 1 степени.

## **5.5 Оценка доброкачественности мучнистых кормов (отрубей, дерти, комбикорма, травяной муки)**

Отбор средней пробы мучнистых кормов делается из разных мест хранилища в количестве 2 кг.

### **Органолептическая оценка мучнистых кормов**

*Цвет* доброкачественных мучнистых кормов серовато-коричневый, травяной муки – зеленый, светло-зеленый.

*Запах* – приятный.

*Вкус* – сладковатый, пресный.

*Влажность* приблизительно определяется сжатием муки рукой, при этом допускается образование комка, рассыпаю-

щегося при разжатию руки. Допустимая влажность мучнистых кормов – до 15 %, травяной муки – до 20 %.

**Определение кислотности муки.** Кислотность муки определяется по количеству нормального (1 н.) раствора NaOH, необходимого для нейтрализации кислотности 100 г муки, и выражается в градусах кислотности; один градус соответствует 1 мл 1 н. раствора NaOH, израсходованного на нейтрализацию кислотности 100 г муки.

*Порядок определения.* В колбу наливают 20 мл дистиллированной воды, насыпают 2 г муки, тщательно смешивают, добавляют 5 капель фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором NaOH до розового окрашивания.

*Пример.* На титрование пробы с 2 г муки пошло 0,8 мл, а на 100 г  $\frac{0,8 \cdot 100}{2} = 40$  мл 0,1 н. раствора NaOH, нормального раствора пошло 4 мл  $\frac{(40)}{10}$ , т. е. мука имеет кислотность 4°.

Кислотность свежего зерна и муки бывает не более 3,5–5°. Допустимая кислотность мучнистых кормов – не более 5°.

**Определение поваренной соли в комбикормах.** В колбочку помещают 1 г корма, вливают 100 мл дистиллированной воды, взбалтывают, подогревают на водяной бане в течение 15 мин. Затем содержимое колбы фильтруют. К 20 мл фильтрата добавляют 2 капли 10%-го однохромового калия и титруют 0,1 н. раствором азотнокислого серебра до перехода желтого цвета в оранжевый. Содержание поваренной соли рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{a \cdot n \cdot 100 \cdot 100 \cdot 0,00585}{10 \cdot 20} = a \cdot n \cdot 50 \cdot 0,00585,$$

где X – содержание NaCl в %;

0,00585 – количество граммов, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора AgNO<sub>3</sub>;

a – количество мл 0,1 н. раствора AgNO<sub>3</sub>, пошедшее на титрование;



$n$  – поправка к титру  $\text{AgNO}_3$  (принимается равной 1);  
100 – количество мл воды, взятой для экстрагирования;  
100 – перевод в проценты;  
10 – количество граммов корма, взятое на анализ;  
20 – количество мл экстракта, взятого для титрования.

Допустимое содержание поваренной соли в комбикормах – не более 1 % для крупного рогатого скота и овец.

*Заключительная оценка.*

Доброкачественные мучнистые корма должны быть сухими, с приятным запахом, пресным вкусом, с кислотностью не более 5°, с содержанием поваренной соли в кормах не более 1 %, не зараженными амбарными вредителями. К скармливанию допускаются мучнистые корма, зараженными амбарными вредителями в пределах первой степени.

## **5.6 Оценка доброкачественности жмыхов и шротов**

Отбор средней пробы прессованных жмыхов делается по 4 плитки. Из четвертой части каждой плитки собирается составная плитка, которая и используется для анализа. Пробу шрота делают так же, как зерновых и мучнистых кормов.

**Органолептическая оценка.** Каждый вид жмыхов имеет характерный цвет, специфический запах и вкус. Жмыхи должны быть спрессованы в плитки толщиной до 38 мм.

**Определение лузги в подсолнечниковом и хлопчатниковом жмыхах.** Из среднего образца берут 10–12 г жмыха, высушивают при температуре 100–105 °С и взвешивают с точностью до 0,01 г. Навеску жмыха заливают 0,5 % раствором аммиака и оставляют на 12–14 ч с периодическим помешиванием. Набухшую, размягченную массу промывают на сетке водой пока жидкость над осадком не станет прозрачной и отдельные части лузги не станут ясно заметными. Оставшуюся на сетке лузгу высушивают при температуре 100... 105 °С до постоянного веса.

Содержание лузги в жмыхах рассчитывается в процентах.

**Доброкачественные жмыхи** должны быть плотно спрессованы, иметь характерный цвет, запах и вкус в зависимости от вида семян с содержанием лузги не более 14 %.

**Недоброкачественными** считаются жмыхи из пережаренных семян, с затхлым или заплесневелым запахом.

**Определение госсипола в жмыхе хлопчатниковом.** Госсипол ( $C_{30}H_{30}O_8$ ) имеется во всех частях растения хлопчатника, но больше всего его содержат кора корней и ядра семян. Он сосредоточен в морфологических образованиях – пигментных (смоляных) желёзках размером 100–400 мк.

Метод основан на определении количества смоляных желёзок. Берут 20 мг из средней пробы измельченного исследуемого корма (жмых, шрот). Навеску делят на 8–10 равных частей, каждую из которых помещают на предметное стекло, затем прибавляют по каплям серную кислоту до равномерного увлажнения. Сразу же после этого препарат помещают под лупу и подсчитывают количество смоляных желёзок, хорошо различимых в виде черных частиц, растворяющихся в серной кислоте. В местах соприкосновения кислоты с черными частицами появляется алое окрашивание, а сами частицы постепенно уменьшаются в размерах.

Подсчитывают число круглых, овальных или бесформенных желёзок алого цвета во всех 8–10 препаратах. Процентное содержание госсипола вычисляют по формуле:

$$X = A/20 \cdot 0,085,$$

где X – процентное содержание госсипола;

A – общее количество алых желёзок во всех 8–10 препаратах;

20 – взятая навеска, мг;

0,085 – постоянный коэффициент.

Содержание госсипола не должно превышать 0,01 %.

## **5.7 Оценка доброкачественности кормов животного происхождения (рыбной, мясокостной, костной, кровяной муки)**

Отбор средней пробы животной кормовой муки делают отдельными выемками по 50–100 г из разных мешков в количестве до одного килограмма. Взятые образцы смешивают и помещают в стеклянную банку.

### **Органолептическая оценка кормовой муки.**

*Внешний вид.* Кормовая животная мука представляет собой порошок без комков, а также выпускается в гранулах.

*Цвет.* Все корма животного происхождения имеют специфический цвет: кровяная мука – коричневый, костная – белый с сероватым оттенком, рыбная – от светло-серого до коричневого, мясокостная – серый или коричневый.

*Запах.* Все корма животного происхождения имеют специфический запах.

### **Определение крупности (тонкости) помола.**

Животная кормовая мука разных видов имеет разную тонкость помола: кровяная – 1 мм, костная – 0,4 мм, рыбная – 2,5 мм.

Крупность помола определяется при просеивании 15 г муки через набор сит, размер отверстий которых уменьшается сверху вниз от 3 до 2,5 мм. Фракции муки выражают в процентах к весу навески.

### **Определение металлопримеси.**

500 г кормовой муки рассыпают тонким слоем на бумаге или стекле. Металлопримесь собирают магнитом.

Металлопримесь в муке допускается не более 15–200 г на тонну с размером частиц не более 2 мм.

### **Определение свободного аммиака.**

Для определения свободного аммиака берут 5 г кормовой муки, добавляют 20 мл дистиллированной воды, размешивают и готовят водяную вытяжку. После отстаивают, к 1 мл фильтра добавляют 10 капель реактива Несслера. При наличии аммиака появляется пожелтение и помутнение жидкости.

### **Определение общей кислотности**

В колбу отвешивают 10 г кормовой муки, добавляют 50 мл дистиллированной воды, 1 мл толуола и доводят объем воды до 150 мл. Колбу встряхивают в течение 3 минут, затем содержимое отстаивают и фильтруют. К 50 мл прозрачного фильтрата добавляют 2–3 капли фенолфталеина и титруют 0,1 н. раствором щелочи до слабо-розового не исчезающего окрашивания. Кислотность муки определяют по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 200 \cdot 10}{50 \cdot 10} = a \cdot 4,$$

где X – искомая кислотность в градусах;

a – количество щелочи, пошедшее на титрование, мл;

200 – объем воды для настоя, мл;

5 – объем фильтрата, мл;

10 – навеска корма, г;

10 – перевод раствора щелочи в нормальный, перерасчет на 100 г корма.

Допустимая кислотность кормовой муки 9°.

### **Определение поваренной соли**

Выполняется по методике определения поваренной соли в комбикормах.

Допустимое содержание поваренной соли в рыбной муке 3–5 %.

*Заключительная оценка.*

**Доброкачественная кормовая мука животного происхождения** должна быть сухой (с влажностью не более 12 %), тонкого помола, без плотных комков и посторонних примесей, иметь специфический цвет и запах.

**Недоброкачественной** считаются кормовая мука, не отвечающая перечисленным требованиям, с затхлым, гнилостным или каким-либо посторонним запахом, или содержащая свободный аммиак.

## 5.8 Определение грибковой токсичности кормов (зерна, комбикормов, грубых кормов)

Анализ включает в себя органолептическую оценку кормов, токсико-биологическое и микологическое исследования.

По органолептической оценке для зерна установлены четыре степени порчи:

*первая степень* – зерно имеет солодовый запах, без изменения цвета;

*вторая степень* – запах плесневый, цвет потемневший;

*третья степень* – плеснево-гнилостный запах, цвет темный;

*четвертая степень* – гнилостный запах, цвет почерневший.

Зерно 3 и 4 степени бракуется независимо от его токсичности, а 1 и 2 степени исследуется на токсичность.

Для этого определяется: общая кислотность корма (титрованием), ставится алиментарная проба (биопроба) на лабораторных животных и кожная проба – на кролике.

Другие корма, неудовлетворительные по органолептическим показателям, исследуют на токсичность по тем же показателям, кроме определения кислотности для грубых кормов.

Комбикорма, хранившиеся свыше одного месяца, проверяют на токсичность независимо от органолептических показателей.

### **Алиментарная проба (биопроба)**

Из лабораторных животных лучшими моделями для исследования являются голуби, цыплята (15–20 дн), утята (10 дн), молодые морские свинки, белые мыши – самцы (20 г).

Для исследования берут 3–5 животных, суточный рацион которых заменяют исследуемым кормом от 50–100 %. Вода дается вволю. Подопытных животных начинают кормить после 5–6-часовой голодной диеты. Кормление продолжается не менее 10 дн.

Животных в начале и в конце взвешивают.

Гибель их от токсичных кормов наступает на третий день, но может и позже 10 дн. В течение 10 дн отмечают нарушение поведения животных, расстройство пищеварения, снижение живого веса. Появление клинических признаков также является положительным показателем токсичности кормов.

Подопытных животных через 10 дн забивают и вскрывают. У павших и забитых животных исключаются инфекционные болезни.

Пробу скармливания нужно проводить с контролем.

### **Кожная проба**

Эту пробу ставят только на кроликах. Лучший результат получается на боку.

Для проведения пробы из исследуемого корма готовят экстракт.

Для экстрагирования берут две навески по 50 г измельченного корма (зерна, комбикорма или грубого корма). Одна навеска прогревается в автоклаве при температуре 100 °С в течение часа. Экстрагирование делается серным эфиром в аппарате Сокслета. В течение 6 ч при отсутствии аппарата пробы корма заливают серным эфиром в колбе с резиновой пробкой так, чтобы эфир покрывал корм на 1–2 см. Экстрагирование в колбе проводят в течение 24 ч при комнатной температуре и периодически встряхивают. Затем экстракт фильтруют и выпаривают на водяной бане в бюксах до получения однородной массы. К экстрактам из грубых кормов необходимо добавлять 2–3 капли растительного масла.

Для опыта подбирают кролика весом не менее 1,5 кг с непигментированной кожей. На боку у него выстригают шерстный покров размером 4×5 см (не более 6 участков).

Экстракты из прогретого и из непрогретого корма исследуют на разных участках кожи. Для этого шпателем втирают экстракты двукратно с интервалом в 24 ч. Во избежание слизывания экстракта кролика помещают в специальный ящик с отверстием для головы. Учет реакции делается через 24, 48, 72 ч после второго втирания.

**Положительная реакция** – при наличии отечности, покраснения кожи с последующим образованием некротической корки, отпадающей через 10–20 дн.

**Слабоположительная реакция** – при наличии незначительного отека, покраснения и шелушения кожи без некротической корки, исчезающих через 3–5 дн.

**Отрицательная реакция** – при отсутствии изменений на коже или быстро проходящей гиперемии – в течение 1–2 сут.

*Заключительная оценка.*

**Концентрированные корма.** Зерно первой и второй степени порчи, оказавшееся при исследовании нетоксичным, с общей кислотностью не более 5° считается условно годным и для фуражных целей оно используется без ограничений.

Корма, давшие слабоположительную реакцию кожной пробой и отрицательный результат по биопробе, допускаются к скармливанию без ограничений.

Корма, давшие слабоположительную реакцию кожной пробой, слаботоксичные по биопробе, допускаются к скармливанию крупному и мелкому рогатому скоту в количестве 25 % к рациону с периодическим исключением из рациона (через 8–10 дн на 5–6 дн).

Лошадям, свиньям и птице эти корма допускаются к скармливанию после термического обезвреживания.

Для взрослых животных во второй половине беременности и для молодняка эти корма не рекомендуются.

Корма, давшие положительную реакцию по кожной пробе и слабоположительную кожную реакцию после автоклавирования к скармливанию не пригодны.

Корма, токсичные по биопробе, запрещается скармливать животным.

Корма, с общей кислотностью 9°, к скармливанию не допускаются.

## 5.9 Определение спорыньи в зерне

Из навески зерна в количестве 200 г отбирают темно-фиолетовые рожки, взвешивают и выражают в процентах.

Допустимое содержание спорыньи в зерне – не более 0,1 %.

### Определение головни в зерне

В колбочку высыпают 20 г зерна, приливают 20 мл бензина, закрывают пробкой и взбалтывают в течение 1 мин. Затем бензин сливают через сетку в стеклянный цилиндр с оттянутым нижним концом. Оставшееся в колбочке зерно дополнительно 2–3 раза промывают бензином; смывы сливают в цилиндр. Затем зерно высыпают на сетку, колбочку ополаскивают бензином, которым делают заключительное промывание зерна на сетке. Бензин отстаивают 20–25 мин для полного осаждения спор головни в градуированной части цилиндра. После отстаивания отмечают число делений в цилиндре, занимаемых компактной черной массой. Для этого споры головни со стенок цилиндра стеклянной палочкой переводят в осадок.

Каждое деление цилиндра равно 0,05 мл и соответствует 0,02 г распыленной головни. Содержание головни в зерне рассчитывают по формуле:

$$X = \frac{a \cdot 100 \cdot 0,02}{20},$$

где  $X$  – содержание головни в процентах;

$a$  – число делений осадка в цилиндре;

100 – перерасчет на 100 г зерна;

20 – вес навески;

0,02 – постоянный коэффициент.

Допустимое содержание головни в зерне – до 0,1 %.

**Групповое определение алкалоидов в растениях (по Миловидову).** Некоторые содержащиеся в растениях алкалоиды ядовиты для животных.



Для определения алкалоидов отвешивают 10 г высушенных или 30–40 г свежих растений, мелко измельчают, помещают в колбу и заливают 50 мл 1%-го раствора уксусной кислоты. Смесь в колбе нагревают до кипения и снимают с огня, затем охлаждают и фильтруют.

Каплю фильтрата помещают на часовое стекло, добавляют к ней каплю общего реактива (1 г йода, 2 г йодистого калия, 50 мл воды).

При наличии алкалоидов в исследуемом корме в смеси на стекле образуется красновато-бурый хлопьевидный осадок, при отсутствии их смесь остается прозрачной.

### **Контрольные вопросы**

1. Как определить доброкачественность сена?
2. Органолептическая оценка силоса.
3. Определение нитратов в корнеклубнеплодах.
4. Определение солонина в картофеле.
5. Определение кислотности зерна.
6. Определение зараженности зерна амбарными вредителями.
7. Определение головни в зерне.

## **6 САНИТАРНО-ЗООГИГИЕНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОЧВЫ**

### **6.1 Санитарно-зоогигиеническое значение почвы**

Почва – один из основных элементов внешней среды. Все живое поддерживается за счет того, что «родит» почва. Влияние почвенных условий на здоровье животных трудно переоценить. Почву в изобилии населяют разнообразные живые организмы и среди них главную роль играют микробы, большинство из которых сапрофиты. Однако, многочисленные возбудители болезней сельскохозяйственных животных и птицы выживают в почве достаточно долго. Особым источником изменений природного состояния почвы являются выбросы промышленных, и, в первую очередь, химических, предприятий, а также животноводческих комплексов. Надо иметь в виду возможные последствия поступления в почву ядохимикатов (пестицидов) и их накопления в кормовых средствах, поверхностных и подпочвенных водах.

Характер воздействия почвы на животных зависит от ее механических, физических, химических, биологических свойств и процессов, протекающих в ней. В ветеринарной практике необходимость санитарно-гигиенического исследования почвы возникает при выборе земельного участка для возведения животноводческих предприятий, лагерей для летнего содержания животных, объектов водоснабжения, полей орошения, утильзаводов, скотомогильников, при анализе эффективности природоохранных мер и др. Для этого осуществляют санитарно - топографическое обследование земельных участков с взятием проб почвы для лабораторного анализа.

### **6.2 Санитарно-топографическое обследование почв**

В задачу санитарно-топографического обследования земельного участка входит, прежде всего, изучение местных топографических и геологических условий, которые могут вли-

ять на санитарное состояние почвы. Для этого производят осмотр земельного участка, изучают документальные данные о топографии и геологическом составе почвы.

При описании топографии местности отмечают: размеры и рельеф участка (возвышенность, низина и т. д.), уклон по отношению к странам света и водоемам, характер растительного покрова, использование участка в прошлом, местонахождение участка по отношению к населенным пунктам, предприятиям, навозохранилищам и др.

Из гидрографических данных учитывают наличие на участке или вблизи него водоемов (реки, озера, болота и др.), заболоченности, затопляемости паводковыми водами и уровень состояния грунтовых вод.

Геологический состав почвы характеризуют по принятой в санитарной практике смешанной классификации, при которой различают следующие виды и типы почв: каменистая, хрящевая, песчаная (свыше 80 % песка), супесчаная, глинистая (свыше 60 % глины), суглинистая, известковая (свыше 50 % извести), меловая (свыше 50 % мела), солончаковая, черноземная, торфяная и их разные комбинации.

В дополнение к санитарно-топографическому обследованию почвы изучают данные о наличии и динамике болезней, связанных с загрязнением почвы (геогельминтозы, почвенные инфекции и т. п.).

Санитарный осмотр территории в совокупности с данными о заболеваемости животных является важнейшей составной частью санитарной оценки почвы и в ряде случаев позволяет решать те или иные вопросы без лабораторного анализа почвы.

### **6.3 Лабораторное исследование почвы**

При санитарном надзоре за охраной почв проводят следующие лабораторные исследования:

1) санитарно-физические (механический состав, влажность, фильтрационную способность и др.);

2) санитарно-химические (отношение азота белкового к общему органическому – санитарное число, пестициды, микро- и макроэлементный состав почвы, тяжелые металлы и др.);

3) санитарно-бактериологические (коли-титр, титр анаэробов, титр термофильных бактерий и др.);

4) санитарно-гельминтологические (яйца гельминтов);

5) санитарно-энтомологические (личинки и куколки мух);

6) радиометрические.

В некоторых случаях программа лабораторных исследований может быть ограничена отдельными показателями. Для санитарной оценки почвы в первую очередь исследуют те показатели, которые зависят от загрязнений, характерных для данной местности.

Оценка почвы по содержанию пестицидов производится на основании сопоставления фактических результатов исследований с установленными для этих веществ ПДК.

Превышение уровня естественной радиации почвы в 2–3 раза считается аварийной ситуацией (таблица 10).

Таблица 10 – Оценка санитарного состояния почвы

Степень опасности	Безопасная	Относительно безопасная	Опасная	Чрезвычайно опасная
1	2	3	4	5
Степень загрязнения	Чистая	Слабозагрязненная	Загрязненная	Сильно загрязненная
Коли-титр	1,0	1,0–0,01	0,01–0,001	0,001
Титр анаэробов	0,1	0,1–0,001	0,001–0,0001	0,0001
Число яиц гельминтов в 1 кг почвы	0	До 10	11–100	100
Число личинок и куколок мух (на участке 25 м <sup>2</sup> )	0	1–10	10–100	100
Санитарное число	0,98–1,0	0,85–0,98	0,7–0,85	0,7

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
Показатель самоочищения почвы - титр термофило	0,01–0,001	0,01–0,00002	0,00002–0,00001	0,00001
Показатель загрязнения экзогенными химическими веществами - кратность превышения ПДК	1	1–10	10–100	100
Показатель загрязнения радиоактивными веществами	Естественный уровень	превышение естественного уровня в 1,5 раза	превышение естественного уровня в 2 раза	превышение естественного уровня в 3 раза

В ветеринарной практике чаще всего применяют физико-гигиенические, санитарно-бактериологические и санитарно-гельминтологические исследования.

**Отбор проб почвы.** На исследуемой территории до 1000 м<sup>2</sup> выделяют 2 участка по 25 м<sup>2</sup> каждый. Один участок выбирают вблизи от источника загрязнения, другой – вдали от него. С каждого выделенного участка отбирают среднюю пробу бурами различных конструкций составленную из 5 образцов, взятых по диагонали участка или в 4 точках по краям и одной – в центре. При проведении микробиологических исследований поверхностных слоев почвы образцы берут на глубине до 20 см; для установления эффективности обезвреживания сточных вод, жидкого навоза и т.п. образцы почвы берут на глубине 25–150 см, а при исследовании почвы скотомогильников – ниже глубины захоронения не менее чем на 25 см.

Пробы отбирают стерильной железной лопаткой, совком или специальным буром в стерильные широкогорлые банки, которые закрывают ватными пробками. К банке приклеивают этикетку с датой и номером отобранной пробы почвы.

Масса каждого образца должна быть 200–300 г, а смешанного – не менее 1 кг. Отобранные пробы почвы направляют в лабораторию и исследуют сразу же или не позднее чем через 12–18 ч при условиях их хранения при 1...5 °С.

Приготовление средней пробы для гельминтологического исследования имеет ряд особенностей. Они заключаются в том, что на изучаемой территории намечают участки площадью 50 м<sup>2</sup>, на которых отбирают 10 проб по 100 г почвы. Выживаемость яиц гельминтов зависит от глубины их нахождения. Поэтому пробы обычно отбирают с двух горизонтов – с поверхности и с глубины 1–3 см.

При изучении степени загрязнения почвы полей орошения и сельскохозяйственных угодий пробы отбирают также с глубины 20 см.

Пробы, отобранные с одного участка отдельно для каждого горизонта соединяют в единую среднюю пробу массой около 1 кг. Из каждой средней пробы исследуют не менее 200 г почвы, Гельминтологические исследования проводят в ближайшие дни. Если время исследования переносится на более поздние сроки, то пробы заливают 3%-м раствором формалина на изотоническом растворе или 3%-м раствором хлорводородной кислоты и хранят в открытых банках при температуре 18...24 °С, часто перемешивая для улучшения аэрации.

**Порозность почвы.** Под порозностью понимают процентной отношении объема заполненных воздухом и водой промежутков между твердыми частицами почвы к общему объему ее. Для определения общего объема пор в рыхлых почвах можно использовать следующий метод. В стеклянный мерный цилиндр наливают 100 мл воды и вносят в этот цилиндр тщательно размешивая, такой же объем воздушно-сухой исследуемой почвы. После того как весь находящийся в порах воздух будет вытеснен водой и выйдет в виде пузырьков наружу, устанавливают объем смеси почвы с водой. Разность между суммарным объемом почвы и воды и объемом,

полученным после смешивания с водой, покажет, какой объем занимали поры.

**Влагоемкость почвы.** Под влагоемкостью понимают свойство почвы удерживать в своих порах воду. Для определения влагоемкости берут стеклянную трубку диаметром 4 см и длиной 20 см, нижний конец ее плотно обвязывают марлей. Взвесив трубку, наполняют ее на 10–15 см воздушно-сухой почвой и снова взвешивают чтобы определить массу взятой почвы. После этого трубку до верхнего уровня почвы погружают в сосуд с водой. Как только почва полностью пропитается водой, трубку осторожно (не встряхивая) вынимают, дают стечь воде в течение 1–2 мин и снова взвешивают. Разница в массе трубки с влажной и сухой почвой есть масса поглощенной почвой воды. Отношение ее к массе взятой сухой почвы, умноженное на 100, есть полная влагоемкость, выраженная в процентах.

**Водопроницаемость почвы.** Свойство почвы пропускать воду из верхних слоев в нижние называется водопроницаемостью. Для ее определения берут стеклянную градуированную цилиндрическую трубку высотой 35 см и диаметром 3–4 см, нижний конец которой обвязывают слоем марли. Затем трубку постепенно наполняют исследуемой почвой до деления 20 см и осторожно уплотняют. Укрепив трубку с почвой в штативе и подставив под ее нижний конец воронку, опущенную в мерный стаканчик, замечают время и начинают осторожно наливать на почву воду до деления 24 см, постоянно поддерживая этот уровень. Замечают время появления первых капель воды в мерном стаканчике.

Степень водопроницаемости почвы будет характеризоваться временем, за которое вода прошла через слой почвы толщиной 20 см.

**Капиллярность почвы** – это ее водоподъемное свойство. Для определения капиллярности почвы в штативе устанавливают в ряд высокие (1 м и более) стеклянные трубки диаметром 2,5–3 см с сантиметровыми делениями. Нижние концы их

обвязывают марлей. Каждую трубку заполняют доверху почвой (одновременно исследуют несколько разнородных почв - песчаную, глинистую и др.). Нижние концы трубок должны упираться в плоское дно ванны, в которую наливают воду так, чтобы концы трубок были погружены в нее на 0,5 см. Затем по изменению окраски почв в трубках следят за быстротой и высотой капиллярного подъема воды, отмечая ее уровень через 5, 10, 15, 30 и 60 мин и далее через каждый час до прекращения его повышения.

По мере уменьшения размеров почвенных частиц (песчаная, супесчаная, суглинистая, глинистая, торфяная почвы) увеличиваются порозность, влагоемкость, капиллярность и снижается водопроницаемость.

#### **6.4 Санитарно-микробиологическое исследование почвы**

Подготовительным этапом санитарно – микробиологического исследования почвы является приготовление почвенной суспензии. С этой целью из средней пробы в стерильных условиях берут навеску 10 г, переносят в колбу с 90 мл стерильной водопроводной воды. После взбалтывания в шюттель-аппарате в течение 10 мин. из полученной почвенной суспензии без отстаивания делают последовательный ряд разведений.

Из приготовленной суспензии с первоначальным разведением 1:10 отбирают стерильной пипеткой 1 мл суспензии и переносят в пробирку с 9 мл стерильной водопроводной воды. Получают разведение почвы 1:100. Тщательно перемешивают содержимое пробирки и другой стерильной пипеткой переносят 1 мл жидкости в следующую пробирку с 9 мл стерильной воды и т. д. В зависимости от предполагаемой чистоты почвы готовят соответствующие разведения: для чистых почв 1:1000 - 1:10 000, для загрязненных – 1:100 000 – 1:1 000 000.

Полученные разведения используют для определения общего числа сапрофитных бактерий (микробное число), титра кишечной палочки, титра анаэробов и общего числа термо-



фильных и термотолерантных микроорганизмов в почве.

Определение коли-титра почвы проводят методом бродильных проб с использованием среды Кесслер или среды ТТХ (лактозный бульон с добавлением трифенилтетразолий хлорида).

При использовании среды Кесслер исследование проводят в 3 этапа. На первом этапе делают посеvy из каждого разведения. После тщательного перемешивания 1 мл почвенной суспензии переносят в пробирку с 9 мл среды Кесслер. Для каждого разведения используют отдельную стерильную пипетку. Посевы культивируют при 43 °С в течение 48 ч.

На втором этапе исследования просматривают посеvy на среде Кесслер. Из пробирок с наличием газа производят высев штрихом на среду Эндо. Посевы на среде Эндо культивируют при 37 °С в течение 24 ч.

На третьем этапе изучают колонии, выросшие на среде Эндо. Отбирают колонии, типичные для бактерий группы кишечной палочки, готовят из них мазки, красят по Граму, микроскопируют. При обнаружении в мазках коротких полиморфных грамтрицательных палочек производят высев из этих колоний на среду Кесслер для подтверждения газообразования в чистой культуре.

Метод бродильных проб с использованием ТТХ основан на способности бактерий группы кишечных палочек восстанавливать бесцветный ТТХ в трифенилформазан, выпадающий в виде осадка и придающий среде кирпично-красный цвет. Кишечная палочка довольно устойчива к действию формазана, в то время как развитие сопутствующей микрофлоры им несколько тормозится.

Для приготовления среды с ТТХ к 100 мл МПБ добавляют 0,5 г лактозы. После ее растворения устанавливают рН 6,2–6,4. Среду разливают в пробирки по 9 мл и в колбы по 50 мл, стерилизуют при 112 °С в течение 20 мин, после охлаждения среду помещают в термостат на сутки для проверки на стерильность. Перед посевом в каждую пробирку с лактозным

бульоном вносят по 0,3 мл 2%-го водного раствора ГТХ, а в каждую колбу – по 1,5 мл. Раствор ГТХ хранят в темной склянке, срок его годности 3 мес.

Засев производят путем внесения 1 мл из соответствующих разведений почвенной суспензии в 9 мл среды. Последующее исследование проводят так же, как и при методе бро-дильных проб с использованием среды Кесслер.

Для определения титра анаэробов производят посев поч-венных суспензий на железно-сульфитный агар.

Пробирки с различными разведениями почвенной суспен-зии подогревают на водяной бане при температуре 80 °С в те-чение 15 мин. (для устранения микрофлоры). Затем по 1 мл каждого разведения вносят в пробирку с растопленной и ох-лажденной до 50 °С средой и тщательно перемешивают, избе-гая образования пузырьков воздуха. Пробирки помещают в термостат при температуре 43 °С. Появление в течение пер-вых 18–20 ч в глубине агара черных колоний указывает на на-личие *Cl. perfringens*, являющихся показателем как свежего, так и давнего фекального загрязнения. Предельное разведе-ние, которое дает рост *Cl. perfringens* на среде в течение 18–20 ч, является его титром. Рост других анаэробов наблюдается позже – через 2–2,5 сут.

Для определения содержания термофилов в почве произ-водят посев почвенных разведений в 1,5%-й мясо-пептонный агар.

Из каждого разведения производят посев на 2 чашки. За-тем в каждую чашку вливают 15–20 мл предварительно рас-плавленного и охлажденного до 45 °С питательного агара, тщательно перемешивая его с почвенной суспензией, осто-рожно наклоняя чашки во все стороны. После этого чашки помещают на горизонтальную поверхность до затвердения среды. Посевы помещают на 24 ч в термостат при температу-ре 60 °С, затем подсчитывают количество выросших колоний и делают пересчет на 1 г свежееотобранной почвы.

Санитарно-гельминтологическое исследование почвы. Исследование почвы на определение ее загрязнения яйцами гельминтов проводят методом флотации (в насыщенных растворах солей с большой плотностью).

После центрифугирования 10 г почвы с насыщенным раствором нитрата натрия пробирки устанавливают в штативе и пипеткой осторожно добавляют в них насыщенный раствор нитрата натрия (до получения выпуклого мениска). Затем пробирки накрывают предварительно обезжиренным предметным стеклом. Эту манипуляцию проводят таким образом, чтобы стекло полностью соприкасалось с поверхностью раствора без образования под стеклом пузырьков воздуха. Постепенно всплывающие яйца гельминтов прилипают к нижней поверхности стекла. Через 20 мин стекло снимают, переворачивают нижней стороной вверх и исследуют. Эти операции, т. е. центрифугирование и снятие пленки стеклом, проводят не менее трех раз. Затем рассчитывают число жизнеспособных яиц на 1 кг почвы.

При оценке загрязнения почвы яйцами гельминтов важно определить их жизнеспособность, так как значительная часть яиц погибает в почве. Жизнеспособность яиц гельминтов легко установить под микроскопом по их внешнему виду. Признаками погибшего яйца являются: разрыв оболочек, прогиб их внутрь яйца, пустые оболочки, вышедшая из яйца личинка, мутная или вакуолизованная плазма зародыша. Если деформация выражена слабо, жизнеспособность яиц можно определить при культивировании их в оптимальных условиях.

### **Контрольные вопросы**

1. Методы взятия проб почв для исследований.
2. Влияние почвы на климат и здоровье животных.
3. Гигиеническое значение физических показателей почвы.
4. Методики санитарно-микробиологического и санитарно-гельминтологического исследования почвы.

## 7 САНИТАРНО-ЗООГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДЫ

### 7.1 Ветеринарно-гигиеническое значение воды

Вода является основной биологической жидкостью. Она содержится в клетках и вне их, в сосудистом русле и тканевых жидкостях. Ее содержание в тканях тесно связано с активностью обмена веществ в организме.

Дефицит воды вызывает расстройство многих физиологических функций организма: нарушается обмен веществ и энергии, наступают сдвиги в деятельности сердечнососудистой, респираторной, пищеварительной и выделительной систем; исчезает аппетит и заметно снижается продуктивность животных. Избыток воды в жидкостях организма также пагубно влияет на функции названных систем.

Только в жидкой водной среде протекают все жизненно важные физико-химические процессы, обеспечивающие гомеостаз в организме животных.

Поддержание должного санитарного порядка в помещениях и на территории ферм и комплексов немислимо без применения воды.

Вода может быть источником инфекционных и паразитарных болезней.

Заключение о пригодности воды для поения животных или о необходимости ее предварительной очистки и обеззараживания делают на основании следующих данных: физических свойствах – температура, прозрачность, цвет, запах, вкус; химических – рН среды, жесткость, окисляемость, содержание аммиака, нитритов и нитратов, хлоридов, сульфатов и солей железа; биологических – результатов бактериологических и гельминтологических исследований.

Нормативы качества питьевой воды для населенных мест определены санитарными правилами и нормами (Сан.ПиН 2.1.4.559-96).

## 7.2 Определение органолептических свойств воды

При санитарно-топографической оценке поверхности источника устанавливают размер водоема, происхождение воды в нем, санитарное состояние водосборной площади, рельеф, почву берегов. При обследовании подземных водоисточников выясняют глубину залегания водоносных горизонтов, степень водонепроницаемости слоев, определяют расстояние между источником водоснабжения и местами загрязнения почвы. Для санитарно-зоогиgienического анализа необходимо взять 2–5 л воды. Пробы берут специальным прибором – батометром или в чистую стеклянную бутылку с притертой пробкой (с бечевкой для ее открывания) на расстоянии 1–2 м от берега и дальше, на глубине не менее 0,5 м и не ближе чем в 0,5 м от дна, чтобы исключить загрязнения из воздуха и почвы.

При взятии проб из скважин, водоразборной колонки или водопроводного крана вначале фламбируют (обжигают) кран спиртовым факелом, а затем в течение 10 мин выпускают из него воду.

Физико-химический анализ воды в лаборатории проводят в течение суток после взятия пробы; в отдельных случаях – в течение 48 ч (слабозагрязненная вода) и 72 ч (чистая вода) при условии хранения в холодильнике. При необходимости пробы консервируют (на 1 л воды – 1 мл концентрированной серной кислоты или 2–4 мл хлороформа, 5 мл хлористо-водородной кислоты и др.).

## 7.3 Определение физических свойств воды

**Температура.** В водоеме определяют температуру воды с помощью черпательного термометра (держат в воде 5 мин) или термометра с резервуаром, обернутым марлей, ватой, тканью.

Для взрослых животных приемлемая температура воды для поения 10–12 °С, для беременных маток – 12–15 °С, а для молодняка – 15–20 °С.

Прозрачность воды зависит от содержания в ней взвешенных (нерастворимых) веществ. Прозрачность воды в водоеме определяют металлическим белым (эмалированным) диском диаметром 30 см. На мерном, разделенном на метры и сантиметры шнуре его опускают в воду (у мостков, у лодки или плота) и отмечают, на какой глубине диск исчезает из поля зрения и на какой глубине снова появляется. Вода считается прозрачной, если диск отчетливо виден на глубине не менее 60 см.

В лаборатории прозрачность воды определяют в цилиндре, через который (сверху вниз) можно читать печатный шифр Снеллена № 1 (или любой шрифт, высота букв которого составляет 2 мм, а толщина линий 0,5 мм). Хорошая вода имеет прозрачность не менее 30 см.

В полевых условиях прозрачность воды устанавливают при помощи кольца диаметром 1–1,5 см из проволоки сечением 1–2 мм.

Кольцо за длинную рукоятку опускают до тех пор в исследуемую воду, налитую в цилиндр, или бутылки из светлого стекла, пока контуры его сделаются невидимыми. Глубину, на которой кружок становится видимым вновь при поднимании, измеряют при помощи линейки или ленты с сантиметровыми делениями.

**Определение жесткости воды.** Жесткость воды обуславливается присутствием в ней солей кальция и магния, главным образом, в виде двууглекислых и частично в виде хлористых, углекислых, сернокислых и других соединений. Измеряют ее в миллиграмм - эквивалентах на 1 л воды. Один миллиграмм-эквивалент жесткости соответствует содержанию 28 мг СаО на 1 л (или 20,16 мг MgO на 1 л воды) Жесткость воды можно также выражать в градусах. Один градус жесткости соответствует содержанию 10 мг окиси кальция (СаО) в 1 л воды. Отсюда 1 мг-эquiv на 1 л равен 2,8°.

Воду с жесткостью до 10° (3,5 мг-эquiv на 1 л) называют мягкой, от 10 до 20° (3,5–7 мг-эquiv на 1 л) – средней жесткости,

20–30° (7–10,5 мг-экв на 1 л) – жесткой, свыше 40° (14 мг-экв на 1 л) – очень жесткой.

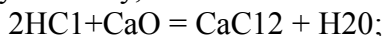
ГОСТом общая жесткость воды допускается не более 10 мг-экв на 1 л.

Различают: 1) жесткость общую, определяемую общим количеством солей кальция и магния; 2) жесткость устранимую, если соли кальция и магния выпадают в виде рыхлого осадка (накипи) при кипячении воды в течение часа. А поскольку эти соли являются углекислыми  $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 = \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}]$ , то устранимую жесткость называют иначе карбонатной; 3) жесткость постоянную (неустраиваемую), обусловленную солями кальция и магния (главным образом, сульфатами, меньше хлоридами, азотнокислыми и др.), которые остаются растворенными в воде после ее кипячения. Постоянную жесткость называют также сульфатной.

**Определение карбонатной (устраиваемой) жесткости.** В колбу берут 100 мл воды, 2 капли метилоранжа и титруют 0,1 н. раствором соляной кислоты до слабого порозовения. Количество раствора HCl, пошедшего на титрование, умножают на 2,8 и получают градусы карбонатной жесткости.

Например, на 100 мл воды пошло 3,2 мл 0,1 н. HCl

Карбонатная жесткость =  $2,8^\circ \times 3,2 = 8,96^\circ$ . Величину 2,8 берут потому, что 1 мл 1н. HCl связывает 28 мг CaO



CaO 56/2 = 28, а 1 мл 0,1 н. HCl свяжет 2,8 мг CaO. Следовательно, чтобы определить, сколько CaO (мг) находится в карбонатах, надо 2,8 умножить на 3,2 (количество мл 0,1н. HCl). Получится 8,96 мг CaO в 100 мл воды, а в 1 л – 89,6 мг CaO, или  $89,6/10 = 8,96^\circ$ .

**Определение общей жесткости воды.** Щелочная смесь, добавленная к нейтрализованной (после титрования 0,1н HCl) воде, осаждает все соли. Зная объем щелочной смеси, пошедшей на связывание (осаждение) солей, определяют содержание всех солей жесткости, т. е. величину общей жесткости.

*Анализ.* В ту же колбу, в которой проводилось определение карбонатной жесткости, не выливая из нее жидкости, добавляют 20 мл щелочной смеси и кипятят в течение 3 мин, охлаждая до комнатной температуры, переливают смесь из колбы в цилиндр, доливают до 200 мл дистиллированной воды, перемешивают стеклянной палочкой. Затем отфильтровывают (через воронку с бумажным фильтром) 100 мл жидкости, переливают в чистую колбу, добавляют 1 каплю метилоранжа и титруют из бюретки 0,1 н раствором НС1 до чуть заметного порозовения.

Количество миллилитров 0,1 н раствора НС1, пошедшего на титрование 100 мл жидкости, умноженное на 2 (для расчета на 200 мл), покажет, сколько осталось свободной щелочной смеси после осаждения всех солей жесткости. Вычтя из 20 мл взятой щелочной смеси оставшееся количество ее (по затраченному количеству 0,1н. НС1), узнаем, сколько щелочной смеси пошло на соединение с солями жесткости.

Умножая это количество (в мл) на 2,8 получаем общую жесткость в градусах.

*Пример.* На 100 мл отфильтрованной (после кипячения и охлаждения) жидкости пошло на нейтрализацию свободной щелочной смеси 6,3 мл 0,1 н. раствора НС1. Следовательно, на 200 мл жидкости пойдет  $6,3 \cdot 2 = 12,6$  мл 0,1н. раствора НС1. На осаждение всех солей жесткости пошло  $20 - 12,6 = 7,4$ , мл щелочной смеси, что соответствует  $7,4 \cdot 2,8 = 20,72^\circ$ .

Таким образом, общая жесткость исследуемой воды равна  $20,72^\circ$ , карбонатная жесткость (см. выше) –  $8,96^\circ$ , постоянная жесткость  $20,72 - 8,96 = 11,76^\circ$ .

## **Контрольные вопросы**

1. Факторы, обуславливающие реакцию воды и методы ее определения.
2. Что такое окисляемость воды и ее связь с наличием органических веществ в воде.



3. Возможные источники накопления азотсодержащих веществ в воде.

4. Схема превращения органических веществ в воде (почве) в минеральные (аммонийные соединения, нитриты, нитраты) и их гигиеническое значение.

5. Основные методы определения в воде аммиака, нитритов и нитратов.

6. Определение в воде хлоридов, сульфатов и солей железа.

7. Понятие об общей и карбонатной жесткости воды и методы их определения. Гигиеническое значение этих показателей.

#### **7.4 Общее микробное число**

Микробное число, или общее количество микробов при посеве 1 мл неразбавленной воды, определяется числом колоний после 24-часового выращивания при температуре 37 °С.

Пробу воды, взятую для анализа, тщательно перемешивают, затем из нее отбирают стерильной пипеткой для посева определенное количество с учетом степени бактериальной обсемененности. Пробу чистой воды высевают в количестве от 1,0 до 0,1 мл, для загрязненных вод – от 0,01 до 0,001. Количество от 1,0 мл до 0,1 мл вносят без разведения в стерильную чашку Петри под слегка приподнятую крышку. Посев исследуемой воды объемом более 1,0 мл и менее 0,1 мл не допускается. Пробу воды менее 0,1 мл вносят в чашки после предварительного разведения ее стерильной водой. Для этого пробирку с 9 мл стерильной воды вносят 1,0 мл исследуемой воды и тщательно перемешивают. Получают первое разведение 1:10, т. е. 1,0 мл воды этой пробирки содержит 0,1 мл исследуемой воды. Затем 1,0 мл воды первого разведения вносят во вторую пробирку с 9,0 мл стерильной воды и получают разведение 1:100 и т. д. Во время работы пользуются стерильной посудой.

После тщательно перемешивают пробы воды из исходного флакона (бутылки), а также из пробирок с разведением

1:10, 1:100 и т. д. для посева берут стерильной пипеткой 0,1 или 1,0 мл вода, вносят в простерилизованные бактериологические чашки. После того, как произведен посев, в каждую чашку вливают при соблюдении стерильности 15,0 мл расплавленного и остуженного до 45 °С агара. Воду быстро смешивают с агаром, слегка наклоняя и вращая чашку. При этом вся поверхность чашки должна быть залита агаром, в толще агара не должно быть пузырьков воздуха, и не допускается смачивание краев и крышки чашки агаром. Чашки оставляют на строго горизонтальной поверхности до затвердения агара. После этого чашки помещают в термостат вверх дном. Выращивание производят в течение 24 ч при 37 °С.

Выросшие колонии подсчитывают с помощью лупы. Оценивают только те разведения, при посеве которых на чашке выросло от 30 до 300 колоний. При посеве 1 мл не разведенной пробы учитывают любые количества колоний, но не превышающих 300. Если количество колоний на поверхности бактериологической чашки не превышает 300, то подсчитывают их на всей поверхности чашки. При разведении воды для пересчета на 1 мл исследуемой воды количество подсчитанных колоний умножают на степень разведения. Результаты подсчета на всех чашках суммируют и полученную величину делят на число чашек, в которых производили подсчет колоний. Таким образом, определяют количество колоний в 1 мл исследуемой воды.

Если на чашке выросло более 300 колоний, то подсчет производят с помощью счетной камеры или микроскопа.

Ветеринарно-санитарное заключение по результатам исследования воды должно включать следующие пункты:

1. Общие сведения: название водоема, из которого была исследована вода; дата взятия пробы воды; ветеринарно-санитарная характеристика водоема; для какой цели используется вода из водисточника.

2. Физические и органолептические свойства воды: температура вода в водоеме; прозрачность; цветность; запах; вкус.

3. Результаты химического анализа воды: окисляемость; аммиак; нитриты; жесткость; хлориды; железо и др.

4. Результаты бактериологического исследования воды.

5. Заключение о пригодности воды для поения животных и мероприятия по ее очистке и обеззараживанию.

Допустимые нормативы содержания в питьевой воде различных химических веществ и степени бактериального загрязнения определены государственными стандартами.

### **Контрольные вопросы.**

1. Основные источники микробного обсеменения водоемов.

2. Инфекционные и паразитарные болезни, передающиеся через воду.

3. Основные показатели оценки биологических свойств воды.

4. Как определить общее микробное число воды?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебное пособие разработано в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по курсу «Гигиена животных». Оно предназначено для обучающихся по специальности 36.05.01 Ветеринария, направление подготовки 36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза, и может быть использовано как в качестве материала для семинарских занятий, так и для самостоятельного знакомства с основами гигиены животных.

Интенсификация животноводства вызвала необходимость существенно повысить роль и значение всех ветеринарных мероприятий, в том числе гигиены содержания животных. В настоящее время в условиях крупных промышленных комплексов, мелких ферм, крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйств необходимо соблюдать зоогигиенические, ветеринарно-санитарные правила и требования к кормлению, содержанию животных и профилактике заболеваний. Это позволит обеспечить их здоровье, высокую продуктивность и воспроизводительную способность.

В учебном пособии освещены вопросы гигиены воздушной среды, почвы, воды, кормов и кормления сельскохозяйственных животных. Рассмотрены особенности санитарно-гигиенических норм и требований к животным разных видов и направлений продуктивности с учетом современных достижений науки и практики в области животноводства.

Данное учебное пособие содержит систематизированные сведения научного и практического характера, может быть использовано на лабораторных и практических занятиях, для самостоятельной работы обучающихся, а также при подготовке к коллоквиумам и другим видам контроля знаний по дисциплине «Гигиена животных».

Учебное пособие «Гигиена животных» способствует углублению и закреплению знаний, полученных обучающимися

на лекциях и при самоподготовке, для чего в конце каждой темы вынесены контрольные вопросы.

Изучение курса «Гигиена животных» обучающимися по специальности 36.05.01 Ветеринария, направление подготовки 36.03.01 Ветеринарно-санитарная экспертиза призвано способствовать формированию у будущих ветеринаров необходимых знаний для применения их в своей профессиональной деятельности в условиях современного животноводства. В ходе изучения данного курса обучающиеся получают необходимый минимум знаний по основным разделам гигиены животных.

Кроме этого, учебное пособие призвано: развивать у обучающихся способность к самостоятельному анализу учебной литературы; вырабатывать умение систематизировать и обобщать усвоенный материал; формировать и укреплять навыки практического применения своих знаний, прививать обучающимся навыки комплексного системного подхода к изучению и применению знаний по гигиене животных; служить материалом для самопроверки при изучении и закреплении отдельных тем.

Форма, объем и структура изложения представленного материала удобны для изучения и преподавания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гигиена животных / А. Ф. Кузнецов, М. С. Найденский, А. А. Шуканов, Б. Л. Белкин. – М. : Колос, 2001. – 368 с.
2. Лимаренко А. А. Гигиена с.-х. животных / А. А. Лимаренко, С. Н. Забашта. – Краснодар : КГАУ, 2004.
3. Кузнецов А. Ф. Практикум по зоогигиене / А. Ф. Кузнецов, А. А. Шуканов, В. И. Баланин [и др]. – М. : Колос, 1999.
4. Лимаренко А. А. Практикум по ветеринарной гигиене / А. А. Лимаренко, Л. А. Хахов, М. А. Трунов. – Краснодар : КГАУ, 2000. – 197 с.
5. Баланин В. И. Микроклимат животноводческих зданий / В. И. Баланин. – СПб. : Профи КС (к), 2003.
6. Храмцов В. В. Зоогигиена с основами ветеринарии и санитарии / В. В. Храмцов. – М. : КОЛОСС, 2004.
7. Болезни птиц : справочник / А. А. Лимаренко, С. Н. Забашта [и др]. – СПб. : 2005. – 424 с.
8. Лимаренко А. А. Кормовые отравления сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / А. А. Лимаренко, Г. М. Бажов, А. И. Бараников. – СПб. : Лань, 2007. – 384 с.
9. Лимаренко А. А. Болезни крупного рогатого скота : учеб. пособие / А. А. Лимаренко, А. И. Бараников. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – 458 с.
10. Рахманов А. И. Полный справочник животновода. Содержание, кормление, уход / А. И. Рахманов. – М. : Аквариум, – 2001.
11. Глебова Е. В. Производственная санитария и гигиена труда : учеб. пособие / Е. В. Глебова. – М. : Высш. шк., 2005. – 384 с.
12. Громов В. Т. Справочник по планированию в животноводстве и ветеринарии / В. Т. Громов. – Краснодар, 2005. – 232 с.
13. Викторов П. И. Организация полноценного кормления коров с удоем продуктивности 5000–10000 кг молока в год и

выращивание ремонтных телок / П. И. Викторов, А. А. Солдатов. – Краснодар, 2003. – 97 с.

14. Волочкова Л. А. Профилактика заболеваний животных при поедании кормов, пораженных биологическими агентами : лекция / Л. А. Волочкова, П. Г. Лебедев. – М., 1999.

15. Забудский Ю. М. Расчет вентиляции и теплового баланса животноводческих помещений : учеб. пособие и компьютерная обучающая программа / Ю. М. Забудский, М. С. Найденский [и др]. – М., 1999.

16. Зубов Н. Д. Ограждающие конструкции животноводческих помещений и санитарно-гигиенические требования к ним : лекция / Н. Д. Зубов. – М., 1998.

17. Лимаренко А. А. Ветеринарно-гигиеническое обоснование проектирования и эксплуатации в животноводческом помещении : метод указания к выполнению курсовой работы по зоогигиене / А. А. Лимаренко, Н. Н. Бондаренко. – Краснодар : КГАУ, 2001. – 57 с.

18. Зипер А. Ф. Механизмы и оборудование в приусадебном животноводстве / А. Ф. Зипер. – М. : Аквариум, 2004.

19. Микробиология, гигиена, санитария в животноводстве : учебник. – М. : Дрофа (К), 2004.

20. Бондаренко Н. Н. Санитарно-гигиеническая оценка кормов : метод. указания / Н. Н. Бондаренко, С. Н. Забашта, Ю. И. Власенко. – Краснодар, 2007. – 21 с.

21. Быковская Н. З. Малая энциклопедия животноводства / Н. З. Быковская. – Ростов, 2000. – 413 с.

22. Лимаренко А. А. Болезни птиц : Справочник / А. А. Лимаренко, С. Н. Забашта [и др]. – СПб., 2005. – 424 с.

23. Лимаренко А. А. Кормовые отравления сельскохозяйственных животных : учеб. пособие / А. А. Лимаренко, Г. М. Бажов, А. И. Бараников. – СПб. : Лань, 2007. – 384 с.

24. Бондаренко Н. Н. Санитарно-гигиеническая оценка кормов : метод. указания / Н. Н. Бондаренко, С. Н. Забашта, Ю. И. Власенко. – Краснодар, 2007. – 21 с.

25. Лимаренко А. А. Практикум по ветеринарной гигиене / А. А. Лимаренко, Л. А. Хахов, М. А. Трунов. – Краснодар : КГАУ, 2000. – 197 с.
26. Меренкова Н. В. Гигиена воздушной среды : метод. указания / Н. В. Меренкова, Н. Н. Бондаренко. – Краснодар : КГАУ, 2004. – 18 с.
27. Меренкова Н. В. Определение температуры и атмосферного давления воздуха : метод. указания / Н. В. Меренкова, А. А. Лимаренко. – Краснодар : КГАУ, 2007. – 19 с.
28. Меренкова Н. В. Определение вредных газов в воздухе животноводческих помещений : метод. указания / Н. В. Меренкова, А. А. Лимаренко. – Краснодар : КГАУ, 2008. – 39 с.
29. Лимаренко А. А. Гигиена сельскохозяйственных животных : учебное пособие / А. А. Лимаренко, С. Н. Забашта – Краснодар : КГАУ, 2004. – 444 с.



## Приложение А

Таблица А1 – Параметры микроклимата в помещениях для крупного рогатого скота

Параметры микроклимата	Содержание коров и молодняка старше 1 года		Родильное отделение	Профилакторий	Помещение для телят в возрасте, суг.		Помещение для		
	Привязное и беспривязное (боксовое)	Беспривязное на глубокой подстилке			20–60	60–120	Молодняка на 4–12 мес.	телок старше года и нетелей	бычков на откорме
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура, °С	10 (8–12)	6 (5–8)	16 (14–18)	18 (16–20)	17 (16–18)	15 (12–18)	12 (8–16)	12 (8–16)	10 (8–12)
Относительная влажность, %	75 (40–85)	75 (40–85)	70 (40–75)	70 (40–75)	75 (40–85)	75 (40–85)	75 (40–85)	75 (40–85)	75 (40–85)
Подвижность воздуха, м/с:									
зимой	0,3–0,4	0,3–0,4	0,2	0,1	од	0,2	0,3	0,3	до 1
переходный период	0,5	0,5	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3–0,5	0,3–0,5	ДО 1
летом	0,8–1,0	0,8–1,0	0,5	0,3–0,5	0,3–0,5	до 1	1,0–1,2	0,8–1,0	до 1
Воздухообмен на 1 кг массы, м <sup>3</sup> /ч не менее:									
зимой	0,17	0,17	0,18	0,20	0,20	0,20–0,25	0,17	0,17	0,17
переходный период	0,35	0,35	0,35	0,30–0,40	0,40–0,50	0,40–0,50	0,40–0,50	1,20	1,20
летом	0,70	0,70	0,70	0,80	1,00–1,20	1,00–1,20	2,50	2,50	2,50
ПДУ шума, дБ	65	65	65	45	45–60	45–60	60	60	65
ПДУ микробной обсемененности, тыс. микробных тел в 1 м <sup>3</sup> воздуха	70	70	50	20	50	40	70	70	70
Г1ДК газов:									
углекислого, %	0,25	0,25	0,15	0,15	0,15	0,25	0,25	0,25	0,25
аммиака, мг/м <sup>3</sup>	20	20	10	10	10	15	20	20	20
сероводорода, мг/м <sup>3</sup>	10	10	5	5	5	10	10	10	10
оксида углерода, мг/м	2	2	1	1	2	2	2	2	2

Таблица А2 – Параметры микроклимата в свиноводческих помещениях

Параметры микроклимата	Помещения для разных групп животных							Помещения для откорма молодняка	
	холостые и легко супоросные матки	хряки – производители	глубоко супоросные матки	подсосные матки	поросята (в логове)	ремонтный молодняк	поросята-отъемыши	до 165 – суточного возраста	старше 165 – суточного возраста
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура, °С	16 (13–19)	16 (13–19)	20 (18–22)	20 (18–22)	30–22	20 (18–22)	20 (18–22)	18 (16–20)	16 (14–20)
Относительная влажность	75 (40–75)	75 (40–75)	65 (40–70)	65 (40–70)	65 (40–70)	65 (40–70)	65 (40–70)	70 (40–75)	70 (40–75)
Воздухообмен на 1 кг массы, м <sup>3</sup> /ч, не менее:									
зимой	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
переходный период	0,45	0,60	0,45	0,45	0,45	0,55	0,45	0,45	0,45
летом	0,60	0,70	0,60	0,60	0,60	0,65	0,60	0,65	0,65
Подвижность воздуха, м/с:									
зимой	0,3	0,3	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2
переходный период	0,3	0,3	0,15	0,15	0,15	0,2	0,2	0,2	0,2
летом (ПДУ)	1,0	0,4	1,0	0,4	0,4	0,6	0,6	1,0	1,0
ПДУ шума,	60	70	60	60	60	70	60	70	70
ПДУ микробной обсемененности, тыс. микробных тел в 1 м <sup>3</sup> воздуха	100	60	60	50	50	50	50	80	80
ПДК газов:									
углекислого, %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
аммиака, мг/м <sup>3</sup>	20,0	20,0	20,0	15,0	15,0	20,0	20,0	20,0	20,0
сероводорода, мг/м	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
оксида углерода, мг/м	2	2	1	1	1	2	1	2	2

Таблица А3 – Параметры микроклимата в помещении для овец

Параметры микроклимата	Овчарни – помещения для содержания баранов, маток, молодняка после отбивки и валухов	Родильное отделение в тепляке, овчарне	Бройлерный цех	Манеж в бананнике, цех искусственного осеменения
Температура, °С	5 (3–6)	15 (10–16)	18(16–20)	18(16–19)
Относительная влажность, %	70 (50–75)	70 (50–75)	70 (50–75)	70 (50–75)
Воздухообмен на 1 голову, м <sup>3</sup> /ч, не менее:				
зимой	15	15	10	15
переходный период	25	30	20	25
летом	45	50	30	45
Подвижность воздуха, м/с:				
зимой	0,5	0,2	0,2	0,5
переходным период	0,5	0,3	0,2	0,5
летом (11ДУ)	0,8	0,5	0,3	0,8
ПДУ микробной обсемененности, тыс. микробных тел в 1 м <sup>3</sup> воздуха	70	50	50	70
ПДК газов:				
углекислого, %	0,25	0,25	0,25	0,25
аммиака, мг/м	10	10	10	20
сероводорода, мг/м'	10	10	10	10
оксид углерода, мг/м'	1	1	1	1

Таблица А4 – Параметры микроклимата в конюшнях аммиака, мг/м<sup>3</sup>

Параметры микроклимата	Племенные лошади				Рабочие лошади
	взрослые животные	молодняк в тренинге	жеребята отъемыши	в денниках первые дни после выжеребки	
Температура, °С	5 (4–6)	6 (4–8)	8 (6–10)	12 (8–15)	5 (4–6)
Относительная влажность, %	70 (60–80)	70 (60–80)	65 (60–70)	60 (50–70)	70 (60–80)
Скорость движения воздуха, м/с:					
зимой	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3–0,4
весной и осенью	0,5	0,4	0,3	0,2	0,4–0,6
летом	1,0	0,8	0,7	0,5	1,0–1,2
Воздухообмен на 1 голову, м <sup>3</sup> /ч, не менее:					
зимой	50	30	20	–	50
весной и осенью	70	50	30	–	70
летом	100	70	50	–	100
ПДК газов:					
углекислого, %	0,25	0,20	0,20	0,15	0,25
аммиака, мг/м <sup>3</sup>	20	20	15	10	20
ПДУ микробной обсемененности, тыс. микробных тел в 1 м <sup>3</sup> воздуха	150	150	100	100	200
КЕО, %	0,5	1,0	1,0	1,0	0,35
Световой коэффициент (СК)	1:10	1:10	1:10	1:10	1:20
Искусственная освещенность, лк	15–200	50–100	50–100	50–100	30–50

Таблица А5 – Параметры микроклимата в кролиководческих помещениях

Параметры микроклимата	Рекомендуемые параметры для всех возрастных групп
Температура, °С	10(5–16)
Относительная влажность, %	70 (40–75)
Подвижность воздуха, м/с	0,3
Воздухообмен на 1 кг массы, м <sup>3</sup> /ч	
зимой	3
переходный период	4
летом	6
ПДК газов:	
углекислого, %	0,25
аммиака, мг/м <sup>3</sup>	10

Таблица А6 – Параметры микроклимата в птицеводческих и основных производственных помещениях инкубатора

Вид, возрастные группы птиц, основные помещения инкубатория	Температура воздуха, °С		При клеточном содержании	Относительная влажность	Подвижность воздуха в холодный период года, м/с	ПДУ шума, дБ	ПДУ запыленности воздуха, мг/м <sup>3</sup>	ПДК газов		
	При напольном содержании							Углекислого, %	Аммиака, мг/м <sup>3</sup>	Сероводорода, мг/м <sup>3</sup>
	На полу	В местах локального обогрева								
Взрослые птицы:										
куры	16–18	–	16–18	60–70	0,3–0,6	90	2–5	0,15–0,20	10,0	5,0
индейки	16	–	-	60–70	0,3–0,6	90	2–5	0,15–0,20	10,0	5,0
утки	14	–	-	70–80	0,5–0,8	90	2–5	0,15–0,20	10,0	5,0
гуси	14	–	-	70–80	0,5–0,8	90	2–5	0,15–0,20	10,0	5,0
Молодняк кур в возрасте, нед:										
1–4	28–24	35–22	33–24	60–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
5–11	8–16	–	18	60–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
12–22 (26)	16	–	16	60–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
Цыплята бройлеры, нед.										
1	28–26	35–30	32–28	65–70	0,3–0,6	90	2–5	0,2	10,0	5,0
2–3	22	29–26	25–24	65–70	0,3–0,6	90	2–5	0,2	10,0	5,0
4–6	20	–	20	65–70	0,3–0,6	90	2–5	0,2	10,0	5,0
7–9	18	–	18	65–70	0,3–0,6	90	2–5	0,2	10,0	5,0
Молодняк индеек в возрасте, нед.										
1	30–28	37–30	35–32	60–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
2–3	28–22	29–25	31–27	60–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
4–5	21–19	25–21	26–22	60–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
6–17	20–17	–	21	60–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
18–30 (34)	16	–	18	60–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
Молодняк уток в возрасте, нед.:										
1	26–22	35–26	31–24	65–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
2–4	20	25–22	24–20	65–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
5–8	16	–	18	65–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	6,0
9–26(28)	14	–	14	65–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
Молодняк гусей в возрасте, нед.:										
1–3(4)	26–22	30	30–22	65–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
4(5)–9	20–18	–	20–18	65–70	0,2–0,5	90	2–5	0,2	10,0	5,0
10–39	14	–	14	70–80	0,2–0,5	90	2–5	0,15–0,20	10,0	5,0
Инкубационный зал	–	20–22	–	50–70	0,3	–	0,15–0,5	0,1	–	–
Выводной зал	–	20–22	–	50–70	0,3	–	0,3–1,0	0,1	–	–
Для обработки молодняка	–	24–26	–	60–65	0,2	–	0,4–1,0	0,2	–	–
Для хранения молодняка	–	28–30	–	60–65	0,5	–	0,4–1,0	0,05	–	–

Таблица А7 – Абсолютное содержание воды в воздухе различной температуры и влажности при атмосферном давлении 760 мм. рт. ст. (г/м<sup>3</sup>)

Температура, °C	Относительная влажность воздуха, %										
	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
40	50,98	48,33	45,88	43,33	40,78	38,24	35,69	33,14	30,59	28,04	25,49
39	48,48	46,06	43,63	43,21	38,78	36,36	33,94	31,51	29,09	26,66	24,24
38	46,08	43,78	41,47	39,17	36,86	34,56	32,26	29,95	27,65	25,34	23,04
37	43,80	41,61	39,42	37,23	35,04	32,85	30,66	28,47	26,28	24,09	21,90
36	41,60	39,52	37,44	35,36	33,28	31,20	29,12	27,04	24,96	22,88	20,80
35	39,51	37,53	35,56	33,58	31,61	29,63	23,61	25,68	23,71	21,73	19,76
34	37,50	35,63	33,75	31,88	30,00	28,13	27,66	24,38	22,50	20,63	18,75
33	35,57	33,79	32,01	30,23	28,46	25,30	26,25	23,12	21,34	19,56	17,79
32	33,73	32,04	30,36	28,67	26,98	26,68	24,90	21,92	20,24	18,55	16,87
31	31,98	30,38	28,78	27,18	25,58	23,99	22,39	20,79	19,19	17,59	15,99
30	30,30	28,79	27,27	25,76	24,24	22,73	21,21	19,70	18,18	16,67	15,15
29	28,70	27,27	25,83	24,40	22,96	21,53	20,09	18,66	17,22	15,79	14,35
28	27,18	25,82	24,46	23,10	21,74	20,39	19,03	17,67	16,31	14,95	13,59
27	25,72	24,43	23,15	21,86	20,58	19,29	18,00	16,72	15,43	14,15	12,86
26	24,33	23,11	21,90	20,68	19,46	18,25	17,03	15,81	14,60	13,38	12,17
25	23,01	21,86	20,71	19,56	18,41	17,26	16,11	14,96	13,81	12,66	11,51
24	21,74	20,65	19,57	18,48	17,39	16,31	15,22	14,13	13,04	11,96	10,87
23	20,54	19,51	18,49	17,46	16,43	15,41	14,38	13,35	12,32	11,30	10,27
22	19,40	18,43	17,46	16,49	15,52	14,55	13,58	12,61	11,64	10,67	9,70
21	18,31	17,39	16,48	15,56	14,65	13,73	12,82	11,90	10,99	10,07	9,16
20	17,31	16,44	15,58	14,71	13,84	12,98	12,11	11,25	10,39	9,52	8,66
19	16,33	15,51	14,70	13,88	13,06	12,25	11,43	10,61	9,80	8,98	8,17
18	15,40	14,63	13,85	13,10	12,61	11,55	10,78	10,01	9,24	8,47	7,70
17	14,49	13,77	13,05	12,31	11,59	10,87	10,15	9,42	8,69	7,97	7,25
16	13,64	12,96	12,28	11,60	10,92	10,23	9,55	8,87	8,18	7,50	6,82
15	12,85	12,21	11,55	10,92	10,27	9,63	8,99	8,35	7,71	7,07	6,43
14	12,09	11,49	10,87	10,27	9,66	9,06	8,46	7,86	7,25	6,65	6,05
13	11,37	10,80	10,23	9,66	9,08	8,52	7,95	7,39	6,82	6,25	5,69
12	10,69	10,16	9,61	9,08	8,55	8,01	7,47	6,95	6,41	5,88	5,35
11	10,03	9,53	9,03	8,51	8,02	7,52	7,02	6,52	6,02	5,52	5,02
10	9,42	8,95	8,48	8,01	7,54	7,07	6,60	6,12	5,65	5,18	4,71
9	8,84	8,40	7,96	7,52	7,07	6,63	6,19	5,75	5,30	4,86	4,42
8	8,30	7,89	7,47	7,05	6,54	6,22	5,81	5,40	4,98	4,57	4,15
7	7,77	7,38	6,99	6,60	6,22	5,82	5,44	5,05	4,66	4,27	3,89
6	7,29	6,93	6,55	6,19	5,83	5,46	5,09	4,74	4,37	4,01	3,65
5	6,82	6,48	6,14	5,79	5,45	5,11	4,77	4,43	4,09	3,75	3,41

4	6,38	6,06	5,74	5,43	5,10	4,79	4,47	4,15	3,83	3,51	3,19
3	5,97	5,67	5,37	5,08	4,77	4,48	4,17	3,88	3,58	3,28	2,99
2	5,57	5,29	5,01	4,74	4,46	4,18	3,89	3,62	3,34	3,06	2,79
1	5,21	4,95	4,69	4,43	4,16	3,91	3,65	3,39	3,13	2,87	2,61
0	4,85	4,61	4,37	4,12	3,88	3,65	3,40	3,15	2,91	2,67	2,43
-1	4,49	4,27	4,05	3,82	3,60	3,37	3,14	2,92	2,69	2,47	2,25
-2	4,15	3,94	3,73	3,52	3,32	3,11	2,91	2,70	2,49	2,28	2,08
-3	3,83	3,64	3,44	3,25	3,07	2,87	2,68	2,49	2,30	2,11	1,92
-4	3,55	3,35	3,18	3,00	2,82	2,65	2,48	2,29	2,12	1,94	1,77
-5	3,25	3,09	2,93	2,76	2,60	2,44	2,27	2,11	1,95	1,79	1,63
-6	2,99	2,84	2,68	2,54	2,40	2,24	2,10	1,94	1,79	1,64	1,50
-7	2,75	2,61	2,48	2,34	2,19	2,07	1,92	, 1,79	1,65	1,51	1,38
-8	2,53	2,40	2,28	2,15	2,03	1,90	1,77	1,64	1,52	1,39	1,27
-9	2,34	2,22	2,10	1,99	1,86	1,76	1,63	1,52	1,40	1,29	1,17
-10	2,15	2,04	1,94	1,83	1,72	1,60	1,51	1,40	1,29	1,18	1,08
-11	1,97	1,87	1,77	1,67	1,57	1,48	1,38	1,28	1,18	1,08	0,99
-12	1,81	1,72	1,63	1,54	1,44	1,36	1,26	1,18	1,09	1,00	0,91
-13	1,66	1,58	1,50	1,41	1,33	1,25	1,16	1,08	1,00	0,91	0,83
-14	1,52	1,44	1,37	1,30	1,22	1,14	1,06	0,99	0,91	0,84	0,76
-15	1,39	1,32	1,26	1,18	1,11	1,05	0,98	0,90	0,83	0,76	0,70
-16	1,27	1,21	1,15	1,08	1,02	0,96	0,89	0,83	0,76	0,70	0,64
-17	1,17	1,11	1,06	1,00	0,93	0,87	0,82	0,76	0,70	0,64	0,59
-18	1,07	1,02	0,97	0,90	0,85	0,81	0,75	0,70	0,64	0,59	0,54
-19	0,97	0,92	0,88	0,82	0,78	0,73	0,68	0,63	0,58	0,53	0,49
-20	0,88	0,84	0,79	0,75	0,71	0,66	0,62	0,57	0,53	0,48	0,44

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Санитарно-гигиеническая оценка воздуха животноводческих помещений.....	5
1.1 Определение температуры воздуха.....	6
1.2 Определение атмосферного давления воздуха.....	11
1.3 Определение влажности воздуха.....	13
1.4 Определение скорости движения и охлаждающей способности воздуха.....	23
1.5 Определение освещенности животноводческих помещений.....	28
2 Санитарно-гигиеническое значение газов .....	34
3 Методы отбора проб воздуха в животноводческих помещениях.....	42
3.1 Метод выливания.....	42
3.2 Вакуум-метод.....	42
3.3 Аспирационный метод.....	43
4 Методы исследований концентрации газов в воздухе животноводческих помещений.....	46
4.1 Титрометрический метод определения углекислого газа.....	46
4.2 Титрометрический метод количественного определения аммиака.....	49
4.3 Титрометрический метод определения сероводорода.....	54
4.4 Методы качественного определения концентрации газов в воздухе.....	56
5 Санитарно-зоогигиеническая оценка кормов.....	59
5.1 Оценка доброкачественности сена.....	59
5.2 Санитарно-гигиеническая оценка силоса.....	61
5.3 Определение доброкачественности корнеклубнеплодов.....	65

5.4 Оценка доброкачественности зерновых кормов (кукурузы, овса, ячменя, ржи).....	68
5.5 Оценка доброкачественности мучнистых кормов (отрубей, дерти, комбикорма, травяной муки).....	71
5.6 Оценка доброкачественности жмыхов и шротов.....	73
5.7 Оценка доброкачественности кормов животного происхождения (рыбной, мясокостной, костной, кровяной муки).....	75
5.8 Определение грибковой токсичности кормов (зерна, комбикормов, грубых кормов).....	77
5.9 Определение спорыньи в зерне.....	80
6 Санитарно-зоогигиенические исследования почвы...	82
6.1 Санитарно-зоогигиеническое значение почвы.....	82
6.2 Санитарно-топографическое обследование почв.....	82
6.3 Лабораторное исследование почвы.....	83
6.4 Санитарно-микробиологическое исследование почвы.....	88
7. Санитарно-зоогигиеническая оценка воды.....	92
7.1 Ветеринарно-гигиеническое значение воды..	92
7.2 Определение органолептических свойств воды.....	93
7.3 Определение физических свойств воды.....	93
7.4 Общее микробное число.....	97
Заключение.....	100
Список литературы.....	102
Приложение А.....	105



Учебное издание

**Бондаренко** Нина Николаевна  
**Меренкова** Надежда Владимировна

## **ГИГИЕНА ЖИВОТНЫХ**

*Учебное пособие*

В авторской редакции

Подписано в печать 31.05.2018. Формат 60 × 84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Усл. печ. л. – 6,6. Уч.-изд. л. – 5,1.

Тираж 85 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного  
аграрного университета.

350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13