



**УЧЕБНИК**



**ПРАКТИКУМ  
ПО ЗООГИГИЕНЕ**



---

**УЧЕБНИКИ И УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ**



# **ПРАКТИКУМ ПО ЗООГИГИЕНЕ**

**Под редакцией  
заслуженного деятеля науки РФ,  
доктора ветеринарных наук,  
профессора А. Ф. КУЗНЕЦОВА**

**Рекомендовано Департаментом кадровой поли-  
тики и образования Министерства сельского хо-  
зяйства и продовольствия Российской Федера-  
ции в качестве учебного пособия для студентов  
высших учебных заведений по специальностям  
«Ветеринария» и «Зоотехния»**



**МОСКВА «КОЛОС» 1999**

УДК 613(076.5)  
ББК 48.1я73  
П69

Авторы: А. Ф. Кузнецов, А. А. Шуканов, В. И. Баланин, Н. В. Мухина, В. А. Немилов, Е. Н. Сафронов

Редактор *Е. В. Мухортова*

Рецензенты: *Н. И. Щербинин* (зав. кафедрой ветеринарии и зоогигиены Санкт-Петербургского ГАУ), *А. И. Жигачев* (зав. кафедрой животноводства Санкт-Петербургской ГАВМ).



**Практикум по зоогигиене**/А. Ф. Кузнецов, А. А. Шуканов, П69 В. И. Баланин и др.; Под ред. А. Ф. Кузнецова. — М.: Колос, 1999. — 208 с. — (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

ISBN 5—10—003393—2.

Рассмотрены методы и способы зоогигиенической и ветеринарно-санитарной оценки воздушной среды, почвы, воды, кормов, приведены материалы по гигиене животноводческих помещений, расчеты зоогигиенического оптимума при их строительстве и реконструкции, даны рекомендации по выполнению курсовых проектов (работ).

Для студентов высших учебных заведений по специальностям «Ветеринария» и «Зоотехния».

УДК 613(076.5)  
ББК 48.1я73

ISBN 5—10—003393—2

© Издательство «Колос», 1999

## 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 их продуктивности путем создания соответствующих условий содержания. Болезни у животных различной этиологии часто связаны с нарушением условий содержания, кормления, ухода и эксплуатации.

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 условно-патогенных микроорганизмов, содержащихся в окружающей среде.

Некоторые хирургические болезни (например, поражение копыт), а также акушерско-гинекологические (маститы, вульвиты) возникают в результате неправильного оборудования полов, нерационального размещения животных в помещениях. Нарушение гигиены на фермах и промышленных комплексах сопровождается увеличением числа инфекционных и инвазионных болезней.

В связи с вышеизложенным основные задачи зооинженеров и ветеринарных специалистов следующие: исключать факторы, отрицательно влияющие на здоровье и продуктивность животных; своевременно принимать меры к полному использованию генетического потенциала их организма; постоянно

контролировать мероприятия, связанные с гигиеной содержания, кормления животных, их эксплуатацией.

В настоящем издании обобщены современные требования к гигиене содержания сельскохозяйственных животных, проанализировано влияние на животных факторов окружающей среды: воздуха, воды, почвы, кормов. В книгу включены нормативные положения, регламентирующие условия содержания животных и методы их исследования. При выборе методов исследований учитывались современные требования — точность, возможность применения их как в лабораторных условиях, так и на местах в хозяйствах, несложность при использовании лабораторного оборудования, аппаратуры и специальных приборов.

Многоукладность сельскохозяйственного производства обязывает работников животноводства знать и учитывать основные зооветеринарные требования, связанные с проектированием и экспертизой проектов на строительство, реконструкцию и последующую эксплуатацию животноводческих помещений. Поэтому в учебном пособии описаны виды проектов, этапы проектирования и ветеринарная экспертиза проектов.

В соответствии с программой практикума, а также с учетом реальных возможностей кафедры преподаватель вправе выбрать для проведения занятий наиболее пригодные для конкретных условий методики. Повышению самостоятельности студентов в изучении материалов по гигиене животных будет способствовать в дальнейшем выполнение ими курсовых работ (проектов).

Справочный материал по ветеринарной гигиене изложен в соответствии с современными требованиями и нормативными документами: ГОСТами, ТУ, ОНТП, рекомендациями и инструкциями.

Выполнение рекомендаций ветеринарной гигиены на каждом производственном участке животноводческого предприятия позволит обеспечить дальнейший рост сохранности и продуктивности животных.

---

# Раздел I

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

●

При зооигиенической оценке воздушной среды определяют комплекс параметров физических свойств воздуха (температуру, влажность, подвижность, охлаждающую способность, атмосферное давление, освещенность, ионизацию и т. д.), его газовый состав (диоксид углерода, оксид углерода, аммиак, сероводород и др.), акустический фон, запыленность и насыщенность микроорганизмами. Воздушная среда, окружающая животных, оказывает прямое и косвенное влияние на них, но и животные могут в значительной степени изменять свойства и состав воздушной среды, часто не в лучшую сторону. В связи с этим разработаны нормативы физического состояния в животноводческих помещениях воздуха и предельно допустимые концентрации в нем вредно действующих газов, пыли и микроорганизмов. Необходимо постоянно или периодически контролировать его основные параметры.

### Занятие 1

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА

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

**Материалы и оборудование.** Термометры — расширения и сопротивления, максимальный, минимальный и комбинированные (максимально-минимальные); электротермометры; термографы (суточные, недельные).

**Общие сведения.** 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).

**Содержание занятия.** Приборы для измерения температуры воздуха. Для измерения температуры воздуха в животноводческих помещениях в зависимости от конкретных условий применяют приборы с различным принципом действия: *термомет-*

ры расширения (ртутные, толуоловые) и термометры сопротивления (электрические). Наиболее распространены ртутные термометры. Это объясняется их точностью и возможностью применения в широких пределах температур от  $-35^{\circ}\text{C}$  до  $375^{\circ}\text{C}$ . Спиртовые термометры менее точны, так как спирт при нагревании выше  $0^{\circ}\text{C}$  расширяется неравномерно, кроме того, точка его кипения соответствует  $78,3^{\circ}\text{C}$ . Однако с помощью спиртовых термометров можно измерять очень низкие температуры (до  $-130^{\circ}\text{C}$ ). Ртутные термометры для этого непригодны, так как ртуть замерзает при  $-39,4^{\circ}\text{C}$ .

Для проверки нулевой точки ртутного термометра его погружают на 15 мин в воронку со льдом, приготовленным из дистиллированной воды, а для проверки точки кипения ( $100^{\circ}\text{C}$ ) опускают в колбу с кипящей дистиллированной водой так, чтобы резервуар термометра находился на расстоянии 2 см от поверхности воды.

Температура кипения воды повышается с увеличением атмосферного давления. В связи с этим при проверке термометров необходимо вносить в их показания поправку по формуле

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

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

Проверку промежуточных температур, а также ртутных термометров, не имеющих конечных точек  $0^{\circ}\text{C}$  и  $100^{\circ}\text{C}$ , и всех спиртовых термометров проводят при сопоставлении их показаний с показаниями точного термометра, имеющего паспорт с поправками.

Кроме вышеназванных используют специальные термометры, с помощью которых можно выявить максимум и минимум температуры в определенный период времени.

*Термометр ртутный максимальный* предназначен для измерения и фиксирования наивысшей температуры воздуха за определенный период времени. Это достигается различными конструктивными приемами: например, в месте перехода от резервуара с ртутью к капилляру может быть введен пузырек разреженного воздуха или сужен просвет капилляра. Чаще всего в дно ртутного резервуара термометра впаивают стеклянный штифт, который верхним своим концом вдавливается в капиллярную трубку термометра и суживает ее просвет настолько, что ртуть проходит по капилляру только при повышении температуры воздуха. При понижении температуры воздуха ртуть из капилляра уже не может возвратиться обратно в резервуар и остается в том положении, которое соответствовало бы максимальному уровню столбика ртути. Перед каждым измерением максимальный термометр необходимо энергично встряхнуть, чтобы вернуть ртуть в резервуар.

*Термометр спиртовой минимальный* применяют для измерения и фиксирования минимальной температуры воздуха. Внутри капилляра термометра находится стеклянный подвижный штифт-указатель из синего стекла. Перед измерением термометр поворачивают концом вверх и добиваются такого положения, чтобы штифт дошел

до упора. Затем термометр располагают в точке исследования. Если температура воздуха в помещении понизится и столбик спирта в капилляре уменьшится, то поверхностная спиртовая пленка будет увлекать за собой штифт вниз, к резервуару, до тех пор, пока будет снижаться температура. В этом случае штифт в капилляре займет положение, соответствующее минимальной температуре. Если температура воздуха повысится, спирт, увеличиваясь в объеме, будет подниматься по капилляру вверх, не сдвигая штифт с места. Показания термометры отсчитывают по концу штифта, наиболее удаленному от спиртового резервуара термометра.

С помощью *комбинированного (максимально-минимального) термометра* определяют как максимальную, так и минимальную температуру воздуха за определенный период времени. 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.

*Термографы* применяют для записи колебаний температуры воздуха. Наиболее распространены термографы суточный М-16с и недельный М-16н. С их помощью регистрируют изменения температуры воздуха в помещениях в диапазоне от  $-45^{\circ}\text{C}$  до  $+55^{\circ}\text{C}$ .

Термограф состоит из датчика температуры (двух связанных пластинок, имеющих различные температурные коэффициенты), передаточного механизма (рычага, тяги, регулятора и оси), регистрирующей части (стрелки с пером и барабана с часовым механизмом) и пластмассового корпуса. Принцип действия прибора основан на



свойстве биметаллической пластинки изменять радиус изгиба в зависимости от температуры окружающего воздуха. Изменения в кривизне пластинки передаются стрелке с пером, которая поднимается или опускается, и таким образом на диаграммной бумажной ленте, надетой на барабан, получается непрерывная графическая запись температуры (термограмма). Диаграммная лента разграфлена по вертикали параллельными линиями с ценой деления  $1^{\circ}\text{C}$ , а по горизонтали — с ценой деления, соответствующей продолжительности времени вращения барабана: 15 мин — для суточных и 2 ч — для недельных термографов.

Перед установкой прибора в рабочее положение необходимо: снять барабан; наложить диаграммную ленту на барабан и закрепить ее лентодержателем; завести часовой механизм; надеть барабан с диаграммной лентой на ось; заполнить перо чернилами; привести стрелку с пером в соприкосновение с диаграммной лентой; проверить качество записи на диаграммной ленте. Исходя из показаний контрольного ртутного термометра, вращением коррекционного винта устанавливают перо стрелки на требуемом делении диаграммной ленты в соответствии с днем недели (или часом суток) и данным моментом времени.

Показания термографов не гарантированы от ошибок, и поэтому 1 раз в трое суток следует проверять правильность записи (по ртутному термометру) и при необходимости вносить поправку при помощи коррекционного винта.

**Правила и порядок измерения температуры воздуха в животноводческих помещениях.** Температуру воздуха в помещениях измеряют 3 раза в сутки в следующие промежутки времени, ч: I — 5—7; II — 12—14; III — 19—21. 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 в помещениях, оборудованных насестами и гнездами, — на 0,5 м выше наиболее приподнятых насестов и гнезд; при клеточном содержании температуры 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.

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

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

Рекомендуемые параметры температуры воздуха в животноводческих помещениях приведены в прилож. 1.

## Занятие 2

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ

**Цель занятия.** Ознакомиться с правилами контроля атмосферного давления, приобрести навыки в работе с барометрами и барографами.

**Материалы и оборудование.** Барометр-анероид; сифонный ртутный барометр; барографы (суточные, недельные).

**Общие сведения.** По Международной системе единиц (СИ) за единицу давления принят 1 Паскаль (Па). Однако многие типы приборов для определения атмосферного давления градуированы в миллиметрах ртутного столба (мм рт. ст.) и миллибарах (мбар). Давление атмосферы, способное уравновесить столб ртути высотой 760 мм при температуре 0 °С на уровне моря и широте 45°, принято считать нормальным, равным 101 300 Па, или 1013 гПа. В этих условиях атмосфера давит на 1 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. Для удобства перевода атмосферного давления из одних единиц (мм рт. ст.) в другие (гПа) служит табл. 1.

1. Таблица перевода единиц атмосферного давления

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

**Содержание занятия.** Приборы для измерения атмосферного давления. 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 коробка. Для увеличения эластичности коробки служат кольцевые концентрические гофры. Воздух из коробки откачан до разрежения в 50—60 мм рт. ст. Действие барометра-анероида основано на свойстве анероидной коробки реагировать на изменения атмосферного давления. При повышении давления стенка коробки 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 барометра луч зрения наблюдателя должен быть направлен перпендикулярно к участку шкалы (циферблата). Перед снятием показаний нужно слегка постучать пальцем по центру стекла прибора для устранения трения в рычажной передаче.

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

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

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).

### Занятие 3

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА

**Цель занятия.** Ознакомиться с приборами для контроля влажности воздуха в помещениях для животных, приобрести навыки в работе с психрометрами, гигрометрами, гигрографами, произвести расчеты влажностных характеристик по данным психрометров.

**Материалы и оборудование.** Психрометры статический (Августа), аспирационный (Ассмана); гигрометры МВ-19, М-39, М-68; гигрографы (суточный и недельный).

**Общие сведения.** 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 воздуха, 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.

**Содержание занятия.** 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., гигрог-

рафами М-21А, М-21М, баротермогигрометрами БМ-2, другими более современными приборами.

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

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

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

**Пример расчета.** Показания влажного термометра 16°С, поправка к показанию 0,2°С. Показания сухого термометра 20,3°С, поправка к показанию -0,3°С. Истинная температура влажного термометра с учетом поправки 16,2°С, а сухого 20°С. Разница в показаниях термометров составит 3,8°С (20 - 16,2). По табл. 2 в верхней строке и в первой вертикальной графе находят цифры, близкие к расчетным. На их пересечении будет приближенный показатель относительной влажности воздуха — 64 %.

## 2. Относительная влажность воздуха по показаниям статического психрометра, %

Показания влажного термометра °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С														
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
0	100	90	81	73	64	57	50	43	36	31	26	20	16	11	7
1	100	90	82	74	66	59	52	45	39	33	29	23	19	16	11
2	100	90	83	75	67	61	54	47	42	35	31	26	23	18	14
3	100	90	83	76	69	63	56	49	44	39	34	29	20	21	17
4	100	91	84	77	70	64	57	51	46	41	36	32	28	24	20
5	100	91	85	78	71	65	59	54	48	43	39	34	30	27	23
6	100	92	85	78	72	66	61	56	50	45	41	35	33	29	25

Показания влажного термометра °С	Разность показаний сухого и влажного термометров, °С														
	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7
7	100	92	86	79	73	67	62	57	52	47	43	39	35	31	28
8	100	93	86	80	74	68	63	58	54	49	45	41	37	33	30
9	100	93	86	81	75	70	65	60	55	51	47	43	39	35	32
10	100	94	87	82	76	71	66	61	57	53	48	45	41	38	34
11	100	94	88	82	77	72	67	62	58	55	50	47	43	40	36
12	100	94	88	82	78	73	68	63	59	56	52	48	44	42	38
13	100	94	88	83	79	68	68	59	57	53	50	46	43	40	37
14	100	94	89	84	79	74	70	66	62	58	54	51	47	45	41
15	100	94	89	84	80	75	71	67	63	59	55	52	49	46	43
16	100	95	90	84	80	75	72	67	64	60	57	53	50	48	44
17	100	95	90	84	81	76	73	68	65	61	58	54	52	49	46
18	100	95	90	85	81	76	74	69	66	62	59	56	53	50	47
19	100	95	91	85	82	77	74	70	66	63	60	57	54	51	48
20	100	95	91	86	82	78	75	71	67	64	61	58	55	53	49
21	100	95	91	86	83	79	75	71	68	65	62	59	56	54	51
22	100	95	91	87	83	79	76	72	69	65	63	60	57	55	52
23	100	96	91	87	83	80	76	72	69	66	63	61	58	56	53
24	100	96	92	88	84	80	77	73	70	67	64	62	59	56	53
25	100	96	92	88	84	81	77	74	70	68	65	63	59	58	54
26	100	96	92	88	85	81	78	75	72	69	66	63	61	58	56
27	100	96	92	89	85	82	78	75	72	69	67	64	61	59	56
28	100	96	92	89	85	82	79	76	73	70	67	65	62	60	57
29	100	96	93	89	86	82	79	76	73	70	68	65	63	60	58
30	100	96	83	89	88	83	79	76	74	71	68	65	63	61	58

*Психрометр ПС-14* предназначен для контроля постоянной температуры  $37,5^{\circ}\text{C}$  и определения относительной влажности воздуха в пределах  $55-75\%$  в инкубаторах типа «Универсал». В психрометре ПС-14 пределы измерения температуры сухого термометра от  $30$  до  $42^{\circ}\text{C}$ , а влажного от  $25$  до  $37^{\circ}\text{C}$ . Погрешность показаний относительной влажности при температуре  $37,5^{\circ}\text{C}$  и скорости движения воздуха у резервуара влажного термометра  $0,8$  м/с составляет  $3\%$ . Принцип действия данного прибора такой же, как и статического психрометра. Показания термометров снимают после 10-минутной выдержки прибора в камере инкубатора, в котором определяют влажность воздуха.

*Психрометр аспирационный МВ-4М* — более совершенный и точный прибор для определения влажности воздуха. Он состоит из двух одинаковых ртутных термометров, которые закреплены в специальной оправе, защищающей их от повреждения и воздействия прямых солнечных лучей, и обдуваются с помощью заводного механического вентилятора. Ртутный резервуар одного из термометров обернут гигроскопическим материалом, который с помощью резиновой груши с пипеткой смачивается дистиллированной или кипяченой водой. Принцип определения относительной влажности воздуха тот

же, что и при работе со статическим психрометром. Психрометр действует следующим образом. Вращением лопасти вентилятора в психрометр всасывается воздух, который обтекает резервуары термометров. Скорость движения воздуха вблизи резервуаров термометров постоянна и равна 2 м/с. Сухой термометр показывает температуру воздушного потока, а влажный — более низкую, так как он будет охлаждаться вследствие испарения воды с поверхности материала. Показания термометров снимают после пуска вентилятора, когда частота вращения лопастей будет постоянной, и после выдержки психрометра в помещении в течение 30 мин. При работе с аспирационным психрометром нельзя дышать в его сторону, чтобы теплый воздух от человека не попадал на ртутные резервуары термометров, перемешать по вертикали при снятии показаний.

*Гигрометры волосяные МВ-19, М-68* используют для определения относительной влажности воздуха в пределах 20—100 %. Принцип действия приборов основан на свойстве обезжиренного человеческого волоса изменять длину в зависимости от влажности воздуха.

*Гигрометр мембранный М-39* применяют для определения относительной влажности воздуха в пределах 20—100 % при интервале температур от 35 до 60 °С. Принцип действия гигрометра заключается в том, что при изменении относительной влажности воздуха происходят упругие деформации пленочного (мембранного) датчика влажности, которые с помощью системы рычагов передаются на стрелку, перемещающуюся по дуговой шкале, показывающей величину относительной влажности.

*Баротермогигрометр БМ-2* предназначен для измерения атмосферного давления, температуры и относительной влажности воздуха в помещениях. Пределы измерения давления воздуха 700—800 мм рт. ст., температуры 0—40 °С и относительной влажности воздуха 30—100 %. Датчик барометра — мембранная барокоробка; измеритель температуры — жидкостный (толуоловый) термометр; чувствительный элемент узла гигрометра — капроновая нить «Капрон-200». Механизм прибора помещен в пластмассовый корпус.

Кроме стрелок, показывающих давление и относительную влажность воздуха, прибор снабжен стрелкой-фиксатором. С помощью ручки стрелка-фиксатор может быть установлена против стрелки барометра в момент наблюдения для определения отклонения в ту или иную сторону. Температуру воздуха определяют по показаниям термометра, а относительную влажность и атмосферное давление — по положению стрелки относительно шкалы гигрометра и шкалы барометра.

*Гигрографы* применяют для записи относительной влажности воздуха в пределах 30—100 % при температуре от -35 до +45 °С. Изготавливают гигрографы двух типов: суточные (М-21с) и недельные (М-21н).

Прибор состоит из датчиков влажности — пучка обезжиренных человеческих (30—40) волос, закрепленных во втулках металличе-

кого кронштейна и защищенных от повреждений специальным ограждением. С помощью передаточного механизма датчик соединяется с регистрирующей частью, состоящей из стрелки с пером и барабана с часовым механизмом.

Изменение длины пучка волос под влиянием влажности воздуха передается на стрелку регистрирующего устройства, перо которой, поднимаясь и опускаясь, производит непрерывную графическую запись относительной влажности воздуха (гигрограмма) на диаграммной бумажной ленте. Гигрограф не является абсолютно точным прибором, и поэтому правильность записи на ленте периодически следует проверять с помощью аспирационного психрометра.

Порядок и правила измерения относительной влажности воздуха такие же, как и температуры.

Рекомендуемые параметры относительной влажности воздуха в помещениях для животных приведены в прилож. I.

Расчет влажностных характеристик. Относительную влажность можно определить по специальной психрометрической таблице с учетом инструментальных поправок к термометрам и барометрам. Кроме этого абсолютную влажность воздуха ( $A$ , г/м<sup>3</sup>) можно рассчитать по формуле Ренья

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

где  $E$  — максимальная влажность водяных паров при температуре влажного термометра, г/м<sup>3</sup>;  $a$  — психрометрический коэффициент в зависимости от подвижности воздуха (см. ниже примечание);  $T_c$  — температура сухого термометра, °С;  $T_b$  — температура влажного термометра, °С;  $B$  — атмосферное давление, мм рт. ст.

**Примечание.** Значения психрометрического коэффициента:

0,0013 — вентиляция в помещении закрыта, отсутствие сильного ветра снаружи;  
0,0011 — вентиляция в помещении открыта, обычные условия движения воздуха;

0,0009 — едва заметное движение воздуха в помещении, кажущееся отсутствие ветра снаружи;

0,00079 — снаружи отмечается небольшое движение воздуха;

0,0007 — снаружи отмечается умеренное движение воздуха;

0,00067 — снаружи отмечается большая подвижность воздуха.

Например, показания сухого термометра 12,5 °С, показания влажного термометра 11,2 °С, атмосферное давление 755 мм рт. ст., психрометрический коэффициент 0,0011, максимальная влажность водяных паров при температуре влажного термометра 9,92 г/м<sup>3</sup>, при температуре сухого термометра 10,8 г/м<sup>3</sup>.

Подставив числовые значения в формулу, получают:

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

Зная абсолютную и максимальную влажность, вычисляют относительную влажность воздуха ( $R$ , %) по формуле

$$R = A \cdot 100 : E,$$

где  $A$  — абсолютная влажность воздуха, г/м<sup>3</sup>;  $E$  — максимальная влажность водяных паров при температуре сухого термометра, г/м<sup>3</sup>.

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

$$R = 8,84 \cdot 100 : 10,8 = 81,8 \text{ \%}.$$



Дефицит влажности ( $D_{\phi}$ ) вычисляют по разности между максимальной и абсолютной влажностью воздуха:

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

Точку росы ( $T$ ) вычисляют по табл. 3. В данном примере абсолютная влажность воздуха равна  $8,84 \text{ г/м}^3$ . По табл. 3 находят температуру, при которой абсолютная влажность полностью насыщает воздух, т. е. становится максимальной. Этой температурой является  $9,5^{\circ}\text{C}$ , она же и будет точкой росы.

### 3. Максимальная влажность (упругость, мм рт. ст.) водяных паров, $\text{г/м}^3$ , при различных температурах

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Десятичные доли градусов									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	4,60	4,63	4,67	4,70	4,73	4,77	4,80	4,84	4,87	4,91
1	4,94	4,98	5,01	5,05	5,08	5,12	5,16	5,19	5,23	5,27
2	5,30	5,34	5,38	5,42	5,45	5,49	5,53	5,57	5,61	5,65
3	5,69	5,73	5,77	5,81	5,85	5,89	5,93	5,97	6,01	6,06
4	6,10	6,14	6,18	6,23	6,27	6,31	6,36	6,40	6,45	6,49
5	6,53	6,58	6,63	6,67	6,72	6,76	6,81	6,86	6,91	6,95
6	7,00	7,05	7,10	7,14	7,19	7,24	7,29	7,34	7,39	7,44
7	7,49	7,54	7,60	7,65	7,70	7,75	7,80	7,86	7,91	7,96
8	8,02	8,07	8,13	8,18	8,24	8,29	8,35	8,40	8,46	8,52
9	8,57	8,63	8,69	8,75	8,81	8,87	8,93	8,99	9,05	9,11
10	9,17	9,23	9,29	9,35	9,41	9,47	9,54	9,60	9,67	9,73
11	9,79	9,86	9,92	9,99	10,05	10,12	10,19	10,26	10,32	10,39
12	10,46	10,53	10,60	10,67	10,73	10,80	10,88	10,95	11,02	11,09
13	11,16	11,24	11,31	11,38	11,46	11,53	11,61	11,68	11,76	11,83
14	11,91	11,99	12,06	12,14	12,22	12,30	12,38	12,46	12,54	12,62
15	12,70	12,78	12,86	12,95	13,03	13,11	13,20	13,28	13,37	13,45
16	13,54	13,62	13,71	13,80	13,89	13,97	14,06	14,15	14,24	14,33
17	14,42	14,51	14,61	14,70	14,79	14,88	14,98	15,07	15,17	15,20
18	15,36	15,45	15,55	15,65	15,75	14,85	14,95	16,05	16,15	16,25
19	16,35	16,45	16,55	16,66	16,76	16,86	16,96	17,07	17,18	17,25
20	17,39	17,50	17,61	17,72	17,83	17,94	18,05	18,16	18,27	18,38
21	18,50	18,61	18,72	18,84	18,95	19,07	19,19	19,31	19,42	19,54
22	19,66	19,78	19,90	20,02	20,14	20,27	20,39	20,51	20,64	20,76
23	20,91	21,02	21,14	21,27	21,41	21,53	21,66	21,79	21,92	22,05
24	22,18	22,32	22,45	22,59	22,72	22,86	23,00	23,14	23,24	23,41
25	23,55	23,69	23,83	23,98	24,12	24,29	24,41	24,55	24,70	24,84
26	24,99	25,14	25,29	25,44	25,59	25,74	25,89	26,05	26,20	26,35
27	26,51	26,68	26,82	26,98	27,14	27,29	27,46	27,62	27,78	27,94
28	28,10	28,27	28,43	28,60	28,77	28,93	29,10	29,27	29,44	29,61
29	29,78	29,96	30,13	30,31	30,48	30,65	30,83	31,01	31,19	31,37
37	46,73	46,99	47,24	47,50	47,76	48,02	48,28	48,55	48,81	49,08
38	49,35	49,61	49,88	50,16	50,70	50,80	50,98	51,25	51,53	51,81
39	52,09	52,37	52,65	52,94	53,22	53,51	53,60	54,09	54,38	54,67
40	54,97	55,26	55,56	55,85	56,15	56,45	56,76	57,06	57,36	57,67

Абсолютную влажность воздуха ( $\text{г/м}^3$ ) можно рассчитать по формуле Шпрунга

$$A = E - 0,5(T_c - T_p)(B : 755),$$

где  $E$  — максимальная влажность водяных паров при температуре влажного термо-

метра, г/м<sup>3</sup>; 0,5 — постоянный психрометрический коэффициент;  $T_s$  — температура сухого термометра, °С;  $T_w$  — температура влажного термометра, °С;  $B$  — атмосферное давление, мм рт. ст.; 755 — среднее атмосферное давление, мм рт. ст.

Например, показания сухого термометра 15 °С, показания влажного термометра 12,5 °С, максимальная влажность водяных паров при температуре влажного термометра 10,6 г/м<sup>3</sup>.

Подставив цифровые значения в формулу, получают

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

По данным абсолютной влажности вычисляют относительную влажность воздуха по вышеприведенной формуле

$$R = 9,35 \cdot 100 : 12,7 = 73,6 \text{ \%}.$$

Дефицит влажности в данном примере составляет

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

Точка росы будет равна (см. табл. 3) 10,3 °С.

## Занятие 4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ И ОХЛАЖДАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВОЗДУХА

**Цель занятия.** Ознакомиться с приборами для контроля подвижности и охлаждающей способности воздуха в животноводческих помещениях, приобрести навыки в работе с анемометрами и кататермометрами, провести расчеты подвижности воздуха по данным анемометров, а охлаждающей способности воздуха по данным кататермометра.

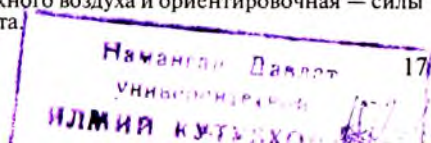
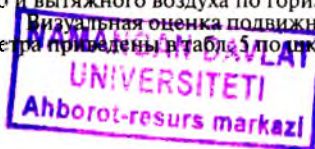
**Материалы и оборудование.** Анемометры АСО-3, МС-13, М-61, АП-1; кататермометры.

**Общие сведения.** 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 направлений ветра в данной местности (за месяц, сезон, год) 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 мм). Для обозначения штиля из центра проводят окружность, диаметр которой соответствует частоте штиля. При построении розы ветров сумму чисел повторяемости направлений ветра по всем румбам и штиля принимают за 100, а число повторяемости направлений ветра и штиля по каждому румбу вычисляют в процентах к этой величине. Данные для построения розы ветров за определенный период приведены в табл. 4.

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

Визуальная оценка подвижности наружного воздуха и ориентировочная — силы ветра приведены в табл. 5 под знаком Бофорта.



#### 4. 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
Итого:	133	100

#### 5. Оценка скорости и силы ветра

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

**Содержание занятия.** Приборы для измерения скорости движения воздуха. В животноводческих помещениях для определения скорости воздуха используют крыльчатые анемометры.

*Анемометр ручной крыльчатый АСО-3* предназначен для измерения в помещениях скорости воздушного потока в пределах 0,3—5 м/с.

Воспринимающей частью прибора служит крыльчатка, огражденная широким металлическим кольцом (диффузором) и соединенная со счетчиком передаточным механизмом. На счетчике предусмотрены три циферблата для снятия показаний. Включают и выключают прибор с помощью арретира (рычага).

Перед измерением скорости воздушного потока записывают начальные показания счетчика со всех трех циферблатов. Затем ане-

мометр располагают в воздушном потоке осью крыльчатки вдоль направления потока и, добившись равномерного вращения крыльчатки входостую, включают передаточный механизм прибора и секундомер. Как правило, измерение проводят в течение 100 с, после чего механизм и секундомер выключают, записывают конечные показания счетчиков и время экспозиции. Разделив разность первоначального и конечного показаний на время экспозиции (100 с), находят число делений, приходящихся на 1 с. Скорость движения воздуха определяют по графику, прилагаемому к каждому прибору. По вертикальной оси графика находят число, соответствующее числу делений в 1 с. От этой точки проводят горизонтальную линию до пересечения с линией графика и из полученной точки ведут вертикальную линию до пересечения с нижней горизонтальной осью графика, которая даст искомую скорость движения воздуха. К прибору прилагаются 2 графика: один рассчитан на скорость движения воздуха до 1 м/с, второй — от 1 до 5 м/с.

**Пример расчета.** Начальное показание счетчика 4832, конечное 5000. Разница в показаниях:  $5000 - 4832 = 168$ . Число делений в 1 с равно:  $168 : 100 = 1,68$ . Согласно графику искомая скорость движения воздуха равна 0,96 м/с.

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

*Анемометр цифровой переносной АП-1* предназначен для измерения скорости воздушного потока в животноводческих помещениях в диапазонах 0,3—5 и 1—20 м/с. Прибор состоит из двух первичных измерительных преобразователей АП-1-1 и АП-1-2.

АП-1-1 имеет крыльчатый ветроприемник, размещенный на оси (по типу анемометра АСО-3, но без циферблата). Принцип работы чувствительного элемента прибора заключается в преобразовании скорости воздушного потока, вращающего ветроприемник, в число импульсов.

АП-1-1 соединен с цифровым измерительным прибором с помощью трехпроводного кабеля в винилхлоридной трубке через разъем.

Первичный измерительный преобразователь АП-1-2 имеет чашечный ветроприемник (по типу анемометра МС-13, но без циферблата), вращающийся на оси. Принцип работы аналогичен АП-1-1.

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

При измерении скорости движения воздуха первичный измерительный преобразователь АП-1-2 устанавливают на штангу или держатель и соединяют с цифровым измерительным прибором. Переключатель напряжения питания ставят в положение «Вкл.», при этом

индикатор «1—20» должен мигать. Затем проверяют равномерность вращения ветроприемника. Через 10 с на табло должно появиться значение скорости воздушного потока.

При скорости воздушного потока менее 5 м/с от цифрового измерительного прибора отсоединяют АП-1-2 и присоединяют АП-1-1. Устанавливают крыльчатый ветроприемник навстречу воздушному потоку. При этом переключатель напряжения питания «0,3—5» должен мигать. Значение подвижности воздуха появляется на индикаторной шкале через 5 с.

Анемометр работает от аккумуляторной батареи, которая заряжается от сети с напряжением 220 В в течение 15 ч.

*Кататермометры (цилиндрический и шаровой)* используют для определения малых скоростей движения воздуха и его охлаждающей способности. Кататермометр показывает значение охлаждения прибора (катаиндекс), которое зависит от температуры, влажности и скорости движения окружающего воздуха. Если температура воздуха будет понижаться, а влажность и скорость движения увеличиваться, то и катаиндекс будет расти.

При высоких значениях охлаждающей способности воздуха животные ощущают холод, при низких — чрезмерное тепло.

Таким образом, с помощью кататермометра можно учесть суммарное воздействие трех важных факторов — температуры, влажности и скорости движения воздуха в различных комбинациях.

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

Перед измерением резервуар прибора погружают в горячую воду (65—75 °С) и ждут, пока спирт не заполнит примерно половину верхнего расширения капилляра. При этом следят за тем, чтобы в капилляре и резервуаре не было пузырьков воздуха. Резервуар прибора вытирают досуха и подвешивают вертикально в исследуемом месте помещения. Кататермометр не должен качаться.

Затем начинают следить за охлаждением прибора и по секундомеру отмечают время, в течение которого столбик спирта опустился с 38 до 35 °С.

Чтобы определить скорость движения воздуха по показаниям кататермометра, сначала вычисляют значение охлаждения (катаиндекс,  $H$ ) 1 см<sup>2</sup> поверхности его резервуара в 1 с по формуле

$$H = F/t,$$

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

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

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

где  $\Phi = F/3$  ( $\Phi$  — константа кататермометра);  $T_1$  и  $T_2$  — начальная и конечная тем-

температуры при измерении;  $t$  — время, в течение которого столбик спирта опустится с 38 до 35 °С.

Во всех случаях необходимо проводить несколько (3—5) измерений подряд и вычислять среднее значение. Для определения скорости движения воздуха нужно знать разность ( $Q$ ) между средней температурой прибора (36,5 °С) и средней температурой воздуха  $(T_1 + T_2)/2$

$$Q = [36,5 - (T_1 + T_2)]/2,$$

где  $T_1$  — температура воздуха в начале наблюдения, °С;  $T_2$  — температура воздуха в конце наблюдения, °С.

Затем определяют частное от деления  $H/Q$  и по табл. 6 находят соответствующие значения скорости воздуха ( $V$ ).

**Пример расчета.** Известно, что столбик спирта опустился с 40 до 33 °С в течение 3 мин 40 с (220 с). Средняя температура воздуха во время измерения составила  $(19,7 + 19,9) : 2 = 19,8$  °С. Следовательно,  $Q = 36,5 - 19,8 = 16,7$  °С. Фактор кататермометра равен 645, тогда константа прибора будет равна  $\Phi = 645 : 3 = 215$ . Подставив числовые значения в формулу, вычисляют катаиндекс

$$H = 215 (40 - 33) : 220 = 6,84 \text{ мкал/см}^2/\text{с}.$$

Значение  $H/Q = 0,41$ .

По табл. 6 находят значение скорости движения воздуха ( $V$ ), которая составит 0,18 м/с.

6. Значения скорости движения воздуха по шаровому кататермометру

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

**Примечание.** Скорость движения воздуха определяют по формуле  $H/Q = A + BV/(1 + KV)$ , где при  $V \leq 1$  м/с  $A = 0,29$ ,  $B = 0,903$ ,  $K = 1,994$  (постоянные значения); при  $V > 1$  м/с  $A = 0,29$ ,  $B = 0,366$ ,  $K = 0,174$  (постоянные значения).

Цилиндрический кататермометр отличается от шарового формой спиртового резервуара и его площадью ( $22,6 \text{ см}^2$ ). Шкала прибора градуирована в пределах  $35\text{—}38 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Последовательность при работе с этим прибором та же, что и с шаровым.

**Пример расчета.** Допустим, что столбик спирта опустился с  $38$  до  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение  $1$  мин  $15$  с ( $75$  с). Средняя температура воздуха в месте нахождения прибора составила  $(19,5 + 19,7) : 2 = 19,6 \text{ }^\circ\text{C}$ . Следовательно,  $Q = 36,5 - 19,6 = 16,9 \text{ }^\circ\text{C}$ . Фактор кататермометра равен  $646$ , тогда  $H = 646 : 75 = 8,61 \text{ мкал/см}^2/\text{с}$ .  $H/Q = 8,61 : 16,9 = 0,51$ .

По табл. 6 находим значение скорости движения воздуха, которая составит  $0,48 \text{ м/с}$ .

Рекомендуемые параметры скорости движения воздуха в помещениях для животных приведены в прилож. 10.

## Занятие 5

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

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

**Материалы и оборудование.** Люксметры; лампы (инфракрасные и ультрафиолетовые); облучатели (инфракрасные и ультрафиолетовые); актинометр; УФД.

**Содержание занятия.** Под фотометрией понимают измерение силы света, естественной и искусственной освещенности и яркости. Для фотометрии используют люксметры (фотометры) Ю-16, Ю-116, типа ИКП и др. Эти приборы градуированы в люксах (лк).

Люксметр состоит из селенового фотоэлемента и стрелочного гальванометра. При падении светового потока на фотоэлемент в последнем происходит трансформирование световой энергии в электрическую: возникший ток регистрируется гальванометром.

О равномерности освещения можно судить по коэффициенту равномерности — отношению наименьшей освещенности к наибольшей в одной плоскости. Коэффициент равномерности освещения в плоскости в радиусе  $5 \text{ м}$  должен быть не менее  $1 : 3$ . Следовательно, если в наиболее хорошо освещенной точке помещения освещенность составляет  $150 \text{ лк}$ , то в радиусе  $5 \text{ м}$  от точки минимальная освещенность должна быть не более чем в  $3$  раза меньше максимальной, т. е.  $50 \text{ лк}$ .

**Определение естественной освещенности.** Естественную освещенность внутри животноводческих помещений нормируют двумя методами: геометрическим и светотехническим. При геометрическом методе устанавливают световой коэффициент

(СК) по отношению остекленной площади окон к площади пола помещения. Например, если площадь пола равна  $180 \text{ м}^2$ , а остекленная площадь окон  $15 \text{ м}^2$ , то СК будет равен  $1 : 12$ . Нормативы СК приведены в прилож. 2. Для более точного нормирования естественной освещенности используют светотехнический метод или рассчитывают коэффициент естественной освещенности (КЕО):

$$КЕО = (E_p/E_n)100,$$

где  $E_p$  — освещенность внутри помещения, лк;  $E_n$  — освещенность в горизонтальной плоскости под открытым небом, лк.

**Пример расчета.** Освещенность внутри коровника равна 60 лк, под открытым небом — 6000 лк.  $КЕО = (60 : 6000)100 = 1 \%$ . Следовательно, освещенность внутри помещения составляет 1 % наружной освещенности.

Коэффициент естественной освещенности дает более правильное представление о естественном освещении животноводческих помещений (см. прилож. 2).

**Определение искусственной освещенности.** При обследовании или расчетах искусственного освещения животноводческих помещений устанавливают его интенсивность, равномерность, отсутствие слепящего действия, указывают вид источников света, их мощность, расположение и высоту подвески.

Интенсивность искусственного освещения определяют с помощью люксметров и, сравнивая полученную освещенность с нормативами, делают вывод о его достаточности.

Удельную мощность искусственного освещения ( $\text{Вт}/\text{м}^2$ ) в помещении можно определить расчетным методом. Для этого суммируют мощность всех источников света (ламп) и делят на площадь помещения. Затем умножают удельную мощность на коэффициент перевода ватт в люксы (табл. 7), который показывает, сколько люксов дает мощность, равная 1 Вт на  $1 \text{ м}^2$ .

**7. Коэффициенты перевода ватт в люксы**

Мощность ламп, Вт	Для ламп накаливания	Для люминесцентных ламп
До 100	2	6,5
100 и более	2,5	8

**Пример расчета.** В коровнике площадь пола составляет  $1000 \text{ м}^2$ . Освещается 120 лампами накаливания по 100 Вт каждая. В данном случае удельная мощность ламп накаливания будет равна  $120 \cdot 100 : 1000 = 12 \text{ Вт}/\text{м}^2$ , а искусственная освещенность составит  $12 \cdot 2,5 = 30 \text{ лк}$ .

Для снижения слепящего действия светильников их подвешивают на высоте 1,8 м от пола.

В животноводческих помещениях нужно поддерживать не только нормативный уровень освещенности, но и определенную продолжительность освещения с учетом возраста, вида, производственного назначения (откорм, ремонт и пр.) животных. При проведении



технологических работ применяют рабочее освещение, а в ночные часы — дежурное, интенсивностью не более 1—2 лк.

Для искусственного освещения животноводческих помещений применяют люминесцентные светильники типа ПВЛ (пылевлагозащитные) с газоразрядными лампами ЛДЦ (улучшенной светопередачи), ЛД (дневного света), ЛБ (белого света), ЛХБ (холодно-белого света), ЛТБ (тепло-белого света) и др. Мощность люминесцентных ламп от 15 до 80 Вт. Для искусственного освещения помещений используются также лампы накаливания мощностью от 40 до 200 Вт в светильниках «Универсал», ПВЛ и др. Нормы искусственной освещенности помещений приведены в прилож. 2.

Определение интенсивности инфракрасного излучения (ИК) и ультрафиолетового (УФ) облучения. В зооветеринарной практике для обогрева, лечения и других целей используют искусственные источники инфракрасных лучей ИЗК-500, ИЗК-375, ИЗК-250, ОВИ-1, ОРИ-1, ЭИС-0,37 и др., а также ультрафиолетовые облучатели и установки (табл. 8).

### 8. Типы УФ-облучателей и установок

Тип УФ-облучателей и установок	Тип применяемых ламп	Потребляемая мощность, Вт
ЭО-1-30 М	ЛЭ-30	30
ОЭ-1, ОЭ-2	ЛЭ-30	30
ОЭСПО 2 × 40	ЛЭР-40, ЛБР-40	80
ОРК-2	ДРТ-400	500
ОРКШ	ДРТ-400	400
УО-4	ДРТ-400	2000
УОК-1	ДРТ-400	1500
ИКУФ	ЛЭ-15 и ИЗК-250	520

Интенсивность инфракрасного излучения не должна превышать 1,3—1,5 Дж/(см<sup>2</sup> · мин). Для измерения применяют актинометр ЛИОТ-Н. Принцип его действия основан на использовании неодинаковой лучепоглощающей способности зачерненных и блестящих полосок алюминиевой пластинки.

Для измерения облученности и дозы УФ-радиации используют уфидозиметр «УФ-2».

Животных облучают 1 раз в 2—3 сут, при этом учитывают высоту расположения облучателей и длительность облучения (табл. 9).

### 9. Параметры УФ-облучения животных при использовании различных УФ-облучателей

Вид и возраст животных	ЭО-1-30М, ОЭ-2		ОРК-2, ОРКШ	
	расстояние облучателя от пола, м	длительность облучения в сутки, ч	расстояние облучателя от спины животных, м	длительность облучения в сутки, м
Телята, мес:				
до 6	2—2,2	3—3,5	1,5	15—20
старше 6	2—2,2	3,5—4	1,5	20—25

Вид и возраст животных	ЭО-1-30М, ЭЭ-2		ОРК-2, ОРКШ	
	расстояние облучателя от пола, м	длительность облучения в сутки, ч	расстояние облучателя от спины животных, м	длительность облучения в сутки, м
Телки и нетели	2—2,2	4—4,5	1	15—20
Коровы и быки	2—2,2	4,5—5	1	25—30
Поросята-сосуны	1,8—2	1—1,5	1,5	5
Поросята-отъемыши	1,8—2	2—2,5	1,5	10
Молодняк на откорме и свиноматки	1,8—2	2,5—3	1,5	10
Ягнята от 3-суточного возраста до отбивки	1,8—2	4—5	1,5	30—35
Овцематки	1,8—2	5—6	1,5	35—40
Цыплята (при содержании на полу)	2—2,2	1—1,5	2	5
Куры-несушки (при содержании на полу)	2—2,2	2,5—3	2	10

Диапазон измерения облученности в бактерицидной области спектра (220—340 нм) 0,01—10 Вт/м<sup>2</sup>, в эритемной области спектра (260—400 нм) 0,1—100 Вт/м<sup>2</sup>. Максимальная измеряемая доза облучения в бактерицидной области 10 000 Вт · с/м<sup>2</sup>, а в эритемной — 100 000 Вт · с/м<sup>2</sup>.

Прибор УФД-2А позволяет одновременно измерять УФ-облученность и дозу УФ-облучения. Для измерения этих величин в эритемной или бактериальной областях УФ-спектра необходимо подключить к прибору соответствующие измерительные головки.

## Занятие 6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА

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

**Материалы и оборудование.** Шумомеры; виброметры; вибрографы; анализаторы спектра шума различных конструкций.

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

В зависимости от характера шума его частота может быть различной. По частоте шумы бывают низкочастотные (ниже 300 Гц), среднечастотные (от 300 до 800 Гц) и высокочастотные (выше 800 Гц).

По временным характеристикам шумы бывают постоянные и непостоянные. В свою очередь, последние разделяют на колеблющиеся во времени, прерывистые, импульсные.

Для характеристики интенсивности шума принята измерительная система, учитывающая приближенную логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием, — шкала бел. Логарифмическая единица, отражающая десятикратную степень увеличения интенсивности одного звука над уровнем другого, называется в акустике белом (Б). Для удобства обычно пользуются децибелом

(1 дБ = 10 Б), который примерно соответствует минимальному приросту силы звука, различаемого ухом.

Шум в животноводческих помещениях создается в результате работы технологического оборудования: вентиляционно-отопительных агрегатов; механизмов и машин для доения, подготовки кормов, кормораздачи, уборки навоза, помета и др., а также за счет самих животных.

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

Ультразвук — это механическое колебание упругой среды, обладающее определенной энергией. Физическая природа ультразвука не отличается от слышимого звука. Ультразвук характеризуется более высокой частотой, превышающей верхний порог слышимости. Частота колебаний ультразвуковых волн находится в пределах от 15—20 кГц до 1 ГГц (гиперзвук).

Аналогично звуковым ультразвуковые волны характеризуются длиной волны, частотой и скоростью распространения, а также величиной, определяющей интенсивность или силу звука.

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

**Содержание занятия.** Для измерения уровня шума в помещениях и при оценке шумозаглушающих средств используют шумометры ИШВ-1, Ш-3М и анализатор спектра шума или его частоты АШ-2М. Указанные шумометры позволяют измерять уровни шума в пределах 25—130 дБ в диапазоне частот от 40 до 10 000 Гц. Принцип действия шумометра заключается в преобразовании микрофоном акустических сигналов в электрические.

Для измерения ультразвука могут быть использованы шумомер Ш-63, анализатор спектра шума АШ-2 ЛИОТ.

## Занятие 7

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОИОНОВ

**Цель занятия.** Ознакомиться со счетчиками аэроионов различных конструкций.

**Материалы и оборудование.** Счетчики аэроионов различных конструкций.

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

**Содержание занятия.** Концентрацию легких и тяжелых ионов отрицательной и положительной заряженности в воздухе помещений для животных определяют универсальным счетчиком ИТ-6914. Счетчик имеет широкий диапазон предельных подвижностей, что

позволяет применять его для изучения спектрального распределения аэроионов. Технические данные изложены в инструкции, приложенной к счетчику.

Эксплуатируют прибор при температуре воздуха в пределах 10—30 °С и относительной влажности до 99 %. Содержание аэроионов определяют в зоне дыхания животных. Для получения точных данных об ионном составе воздуха желательнее проводить до трех измерений каждого знака заряда легких и тяжелых ионов.

Концентрацию аэроионов в помещениях для животных можно также определять счетчиками СИ-1, САИТГУ-66 и др. Аэроионы регистрируют по количеству электричества, протекающего внутри конденсатора, и по оседающим на нем ионам воздуха за определенный период времени. Число ионов в 1 см<sup>3</sup> исследуемого воздуха ( $We$ ) вычисляют по формуле

$$We = (C + C_{эл})(V_1 - V)/300fte,$$

где  $(C + C_{эл})$  — общая емкость конденсатора и электрометра со всеми проводами (10 см<sup>3</sup> для конденсаторов легких ионов, 100 см<sup>3</sup> — тяжелых);  $V_1$  и  $V$  — потенциалы электрометра, отсчитываемые в начале и конце измерения, В;  $f$  — объемная скорость проходящего через конденсаторы воздуха, см<sup>3</sup>/с;  $t$  — время отсчета электрометра, с;  $e$  — элементарный заряд электрона  $4,87 \cdot 10^{-10}$ , Кл.

## Занятие 8

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАПЫЛЕННОСТИ ВОЗДУХА

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами определения запыленности воздуха в животноводческих помещениях.

**Материалы и оборудование.** Аспираторы различных конструкций; пылесчетчики; бумажные фильтры; фильтродержатели; электронные весы с разновесами; микроскоп с микрометрической сеткой.

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

Основной и наиболее точный — *весовой метод*. Для этого пробу воздуха протягивают аспиратором через фильтры. На фильтрах задерживается пыль, вследствие чего их масса увеличивается. По разности массы фильтра до и после протягивания пробы воздуха судят о степени запыленности. Концентрацию пыли выражают в миллиграммах на кубический метр воздуха (мг/м<sup>3</sup>).

Фильтры АФА-ВП не гигроскопичны, хранятся в пакете из кальки, каждый в отдельности. Перед использованием их вынимают, складывают пополам с помощью пинцета, взвешивают и вновь помещают в пакет. Для пробы воздуха фильтр вынимают из пакета, расправляют и вкладывают в специальный патрон (аллонж) из металла или пластмассы. Патрон присоединяют к аспиратору.

По окончании отбора пробы фильтр из патрона вынимают, складывают вдвое (загрязненной поверхностью внутрь) и взвешивают.

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

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

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

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

Для определения размера (дисперсности) твердых аэрозольных частиц (пыли) и их частичной концентрации приготавливают пылевой препарат, пропуская определенный объем воздуха через фильтры АФА-ДП. Пылевые частицы исследуют под микроскопом. Максимально допустимые уровни (МДУ) пыли для животноводческих помещений приведены в табл. 10.

#### 10. Максимально допустимые уровни пыли в воздухе животноводческих помещений

Тип помещения	Концентрация пыли, мг/м <sup>3</sup>	
	зимой	летом
Для крупного рогатого скота:		
привязное и беспривязное содержание на глубокой подстилке	0,8—1	1,2—1,5
родильное отделение и профилакторий телятник	1,5	3
	0,5	1,5
	0,8	1,5
Для свиней:		
хряков и супоросных маток	0,5	1
откормочного поголовья	1	3
ремонтного молодняка	1	1,5
Для овец:		
маток и баранов	1,5—2,5	2,5
молодняка	1	1,5
Для лошадей	0,5	0,8
Для птицы:		
взрослых кур	2	4
цыплят в возрасте, сут:		
1—30	1,5	2
31—60	1,5	2,5
61—150	2	3

### Занятие 9

#### САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДУХА

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

**Материалы и оборудование.** Прибор Кротова; чашки Петри с твер-

лыми питательными средами; пробоотборник аэрозольный бактериологический (ПАБ-1).

**Содержание занятия.** При оценке санитарного состояния воздуха животноводческих помещений определяют общее микробное число, наличие спор плесневых грибов, присутствие санитарно-показательных микроорганизмов (гемолитическая кокковая группа и микроорганизмы из группы кишечной палочки).

Все методы отбора проб на микробную обсемененность можно разделить на седиментационные и аспирационные. *Седиментационный метод* предложен Кохом и заключается в способности микроорганизмов под влиянием движения воздуха (вместе с частицами пыли и капельками аэрозоля) оседать на поверхности питательной среды (в открытые чашки Петри).

При выявлении санитарно-показательных микробов используют: среду Гарро — для обнаружения стрептококков; молочно-солевой агар — для стафилококков; среду Эндо — для кишечной микрофлоры; среду Чапека — для спор грибов; мясо-пептонный агар (МПА) — для общей микробной обсемененности. При определении микробной обсемененности чашки с питательной средой оставляют открытыми на 5—10 мин или более продолжительное время в зависимости от степени предполагаемого загрязнения.

Затем чашки закрывают и помещают в термостат (при температуре 37 °С на 2 сут — для бактерий, при температуре 20—25 °С на 10 сут — для грибов). По истечении определенного времени подсчитывают число выросших колоний микроорганизмов (счетные камеры, приборы для подсчета колоний).

Седиментационный метод имеет ряд недостатков: на поверхности среды оседают только грубодисперсные фракции аэрозоля; нередко колонии образуются не из единичной клетки, а из скопления микробов; на применяемых питательных средах вырастает только часть воздушной микрофлоры.

*Аспирационный метод* более совершенен. Он основан на принудительном осаждении микроорганизмов из воздуха на поверхность плотной питательной среды или в улавливающую жидкость (мясо-пептонный бульон, буферный раствор, изотонический раствор хлорида натрия и др.). Наиболее удобен для этого прибор Кротова и аэрозольный бактериологический пробоотборник (ПАБ-1).

Принцип работы прибора Кротова основан на том, что воздух проходит через клиновидную щель в крышке прибора и ударяется о поверхность питательной среды. При этом частицы аэрозоля и пыли прилипают к среде, а вместе с ними и микроорганизмы, находящиеся в воздухе. Чашку Петри с тонким слоем среды укрепляют на вращающемся столике прибора, что обеспечивает равномерное распределение микробов на поверхности. После отбора пробы с определенной экспозицией чашки вынимают, закрывают крышкой и помещают в термостат.

Действие ПАБ-1 основано на принципе электростатического

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

**Допустимые уровни микроорганизмов в воздухе  
животноводческих помещений, тыс. микробных тел на 1 м<sup>3</sup>**

Для коров:	
привязное и беспривязное содержание	70
на глубокой подстилке	100
родильное отделение, профилакторий	30
телятники	50
Для свиней:	
хряков и супоросных маток	60
откормочного поголовья	50
ремонтного молодняка	100
Для овец:	
маток и баранов	100
молодняка	50
Для лошадей	50
Для птицы:	
взрослых кур	220
цыплят в возрасте, сут:	
1—30	120
31—30	150
61—150	180

При определении микробного числа методом седиментации по Коху подсчитывают число колоний на средах в чашках Петри. Для определения микробной обсемененности воздуха используют фильтры АФА-БП. Анализ проводят посредством улавливания аэрозольных частиц из определенного объема воздуха, т. е. через фильтры просасывают воздух. Промывают фильтр физиологическим раствором и делают посев осадка на питательные среды.

### Занятие 10

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

**Цель занятия.** Изучить методы определения диоксида углерода в воздухе животноводческих помещений.

**Материалы и оборудование.** 1. Титрометрический метод: калиб-

рованная бутылка с широким горлом на 1 л с пробкой, имеющей два отверстия, в которые плотно вставлены стеклянные палочки; бюретки; колба на 50 мл; резиновая груша или велосипедный насос для нагнетания воздуха в бутылку; барометр; термометр; раствор гидроксида бария, 1 мл которого способен поглотить 1 мг  $\text{CO}_2$ ; раствор щавелевой кислоты, 1 мл которого соответствует 1 мг  $\text{CO}_2$ ; 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина.

2. Метод Прохорова: шприц на 10 мл с набором игл и резиновой трубкой; пробирка для поглотительных сред или колбы на 30 мл; градуированная пипетка на 10 мл; 25%-ный раствор нашатырного спирта; 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина.

**Общие сведения.** 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 промиллях (‰), т. е. число объемов в 1000 объемах воздуха, например 1 мл в 1 л. Эти единицы находятся между собой в следующем соотношении: 1 об. % = 10 ‰.

1 мг аммиака при нормальных условиях (0 °С и 760 мм рт. ст.) занимает объем 1,317 мл, а 1 мл имеет массу 0,7714 мг; 1 мг сероводорода при нормальных условиях занимает объем 0,65 мл, а 1 мл имеет массу 1,54 мг; 1 мг диоксида углерода при нормальных условиях занимает объем 0,509 мл, а 1 мл имеет массу 1,96 мг.

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

$$V_{\text{возд}} = V_6 / (B/760) / (1 + at),$$

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

Расчет по вышеприведенной формуле можно упростить. Если рассматривать выражение  $1 + at$  как поправку на температуру, а выражение  $B/760$  как поправку на атмосферное давление, то по табл. 11 находят соответствующий коэффициент ( $K$ ), который умножают на объем исследуемого воздуха и получают цифровое значение, приведенное к нормальным условиям:

$$V_{\text{возд}} = V_6 K,$$

где  $V_{\text{возд}}$  — объем исследуемого воздуха, мл;  $K$  — коэффициент.

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

$t, ^\circ\text{C}$	Давление, мм рт. ст.								
	780	775	770	765	760	755	750	745	740
-5	1,0454	1,0387	1,0321	1,0254	1,0186	1,0119	1,0052	1,9986	1,9918
0	1,0263	1,0197	1,0320	1,0066	1,0000	0,9934	0,9868	0,9803	0,9737
1	1,0225	1,0159	1,0095	1,0029	0,9963	0,9897	0,9832	0,9767	0,9701
2	1,0189	1,0123	1,0059	0,9993	0,9927	0,9862	0,9796	0,9732	0,9666
3	1,0151	1,0086	1,0022	0,9956	0,9891	0,9826	0,9761	0,9696	0,9631
4	1,0114	1,0049	0,9985	0,9920	0,9855	0,9790	0,9725	0,9661	0,9596
5	1,0079	1,0014	0,9950	0,9885	0,9820	0,9755	0,9691	0,9627	0,9562
6	1,0042	0,9977	0,9914	0,9849	0,9785	0,9720	0,9656	0,9592	0,9527

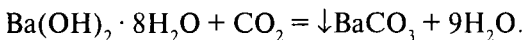


t, °C	Давление, мм рт. ст.								
	780	775	770	765	760	755	750	745	740
7	1,0006	0,9941	0,9878	0,9814	0,9749	0,9685	0,9621	0,9557	0,9493
8	0,9971	0,9907	0,9844	0,9779	0,9715	0,9651	0,9587	0,9524	0,9460
9	0,9935	0,9871	0,9808	0,9744	0,9680	0,9617	0,9553	0,9490	0,9426
10	0,9900	0,9836	0,9773	0,9710	0,9646	0,9582	0,9519	0,9456	0,9392
11	0,09865	0,9802	0,9739	0,9676	0,9613	0,9549	0,9486	0,9423	0,9360
12	0,9830	0,9767	0,9705	0,9642	0,9578	0,9515	0,9452	0,9390	0,9327
13	0,9797	0,9734	0,9672	0,9609	0,9546	0,9483	0,9420	0,9358	0,9295
14	0,9762	0,9699	0,9638	0,9575	0,9514	0,9449	0,9386	0,9333	0,9262
15	0,9728	0,9665	0,9604	0,9541	0,9479	0,9416	0,9353	0,9282	0,9229
16	0,9695	0,9632	0,9571	0,9509	0,9446	0,9384	0,9322	0,9260	0,9198
17	0,9661	0,9599	0,9538	0,9476	0,9413	0,9351	0,9289	0,9228	0,9166
18	0,9628	0,9566	0,9505	0,9443	0,9381	0,9318	0,9257	0,9196	0,9134
19	0,9595	0,9533	0,9473	0,9411	0,9349	0,9288	0,9226	0,9165	0,9103
20	0,9562	0,9501	0,9440	0,9378	0,9317	0,9255	0,9194	0,9133	0,9072
21	0,9529	0,9468	0,9408	0,9346	0,9285	0,9224	0,9162	0,9102	0,9041
22	0,9498	0,9436	0,9376	0,9315	0,9254	0,9193	0,9132	0,9072	0,9011
23	0,9465	0,9404	0,9344	0,9283	0,9222	0,9162	0,9101	0,9041	0,8980
24	0,9433	0,9372	0,9312	0,9252	0,9191	0,9130	0,9070	0,9010	0,8949
25	0,9401	0,9340	0,9281	0,9220	0,9160	0,9099	0,9039	0,8979	0,8919
30	0,9246	0,9186	0,9128	0,8068	0,8009	0,8849	0,8890	0,8831	0,8772

В воздухе помещений при скученном содержании животных, неудовлетворительной работе вентиляционной системы и несистематической уборке навоза возрастает концентрация вредных газов, в частности  $\text{CO}_2$ , в результате чего снижаются устойчивость животных к болезням и их продуктивность. По содержанию  $\text{CO}_2$  в воздухе помещений можно судить о санитарном состоянии помещений в целом.

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

Реакция между диоксидом углерода и реактивом:



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

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

В ходе анализа проверяют титр раствора чистого гидроксида бария. Для этого в колбу из бюретки наливают 20 мл раствора гидроксида бария, добавляют две капли раствора фенолфталеина и титруют раствором щавелевой кислоты до полного обесцвечивания. Затем проверяют титр использованного раствора гидроксида бария. Для этого в калиброванную бутылку набирают исследуемый воздух. Бутылку закрывают пробкой с двумя отверстиями, в которые плотно вставлены стеклянные палочки. При взятии пробы отмечают температуру и атмосферное давление воздуха. Перед анализом вынимают палочки и через одно из отверстий в пробке вливают в бутылку из бюретки 20 мл титрованного раствора гидроксида бария. Стеклянные палочки снова вставляют в пробку. Раствор гидроксида бария в бутылке энергично встряхивают в течение 10 мин, чтобы он пришел в соприкосновение со всем объемом исследуемого воздуха (раствор мутнеет). После этого из пробки вынимают одну палочку и через отверстие добавляют в бутылку две капли раствора фенолфталеина, содержимое окрашивается в красный цвет. Вынув вторую палочку и вставив в отверстие конец бюретки с раствором щавелевой кислоты, титруют раствор до обесцвечивания. По разности между количеством миллилитров раствора щавелевой кислоты, израсходованным при первом и втором титрованиях раствора гидроксида бария, определяют содержание диоксида углерода в исследуемом воздухе.

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

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

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

После этого массу  $\text{CO}_2$  переводят в миллилитры, учитывая то, что 1 мг диоксида углерода при нормальных условиях занимает объем 0,509 мл. Объем  $\text{CO}_2$  в данном примере будет равен

$$V_{\text{CO}_2} = 6,2 \text{ мг} \cdot 0,509 = 3,15 \text{ мл}.$$

Кроме того, объем воздуха в бутылке приводят к нормальным условиям посредством коэффициента (см. табл. 11) для упрощенного расчета

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

Затем составляют пропорцию

$$\begin{array}{l} V_{\text{возд}} - 100 \% \\ V_{\text{CO}_2} - x \end{array}$$

и определяют процентное содержание диоксида углерода в исследуемом воздухе

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

*Метод Прохорова* заключается в том, что водный раствор нашатырного спирта с фенолфталеином в присутствии диоксида углерода обесцвечивается.

Для анализа к 500 мл дистиллированной воды добавляют одну каплю 25%-ного раствора нашатырного спирта и несколько капель раствора фенолфталеина (до появления розового окрашивания).

В пробирку или колбу отмеривают градуированной пипеткой 10 мл указанного раствора. Шприцем набирают 10 мл атмосферного воздуха и через иглу в резиновой пробке вводят его в пробирку с раствором. Пробирку сильно встряхивают для поглощения диоксида углерода раствором. Затем вновь вводят 10 мл воздуха и жидкость взбалтывают. Так делают до тех пор, пока жидкость не обесцветится. Учитывают объем введенного воздуха.

После этого в пробирку, промытую дистиллированной водой, наливают свежий раствор и проводят аналогичное исследование воздуха помещения.

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

$$x = 0,03 V_0 / V_1,$$

где 0,03 — содержание диоксида углерода в атмосферном воздухе, %;  $V_0$  — объем пропущенного через раствор нашатырного спирта с фенолфталеином атмосферного воздуха, мл;  $V_1$  — объем пропущенного через раствор нашатырного спирта с фенолфталеином воздуха помещения, мл.

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

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

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

Максимально допустимые уровни диоксида углерода в помещениях для животных приведены в прилож. 3.

## Занятие 11

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

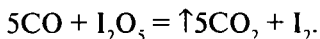
**Цель занятия.** Изучить методы определения оксида углерода в воздухе животноводческих помещений.

**Материалы и оборудование.** Аспиратор; поглотители Реберга с подставками; микробюретка; установка для определения СО; бутылки на 1,5—3 л; йодноватый ангидрид гранулированный; 0,02 н. раствор гидроксида бария; 0,02 н. раствор соляной кислоты; раствор

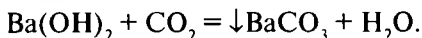
фенолфталеина (100 мл спирта + 50 мл дистиллированной воды + +0,5 г фенолфталеина); гидроксид натрия (калия); йодид калия, не содержащий свободный йод.

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

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



Образовавшийся угольный ангидрид поглощают раствором гидроксида бария



Избыток гидроксида бария титруют раствором соляной кислоты.

Для исследования в бутылки отбирают пробы воздуха, отмечая атмосферное давление и температуру.

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

Анализ исследуемого воздуха проводят аналогично контрольному.

Концентрацию СО (мг/м<sup>3</sup>) рассчитывают по формуле

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

где 0,28 — количество СО, соответствующее 1 мл 0,02 н. раствора НСl, мг;  $K$  — поправочный коэффициент нормальности раствора НСl;  $a$  — количество 0,02 н. раствора НСl, пошедшее на титрование раствора Ва(ОН)<sub>2</sub> при пропускании чистого воздуха, мл;  $b$  — количество 0,02 н. раствора НСl, пошедшее на титрование раствора Ва(ОН)<sub>2</sub> после пропускания исследуемого воздуха, мл; 1000 — коэффициент пересчета на 1 м<sup>3</sup> воздуха;  $V_{\text{возд}}$  — объем исследуемого воздуха, приведенный к нормальным условиям, л.

Максимально допустимые уровни оксида углерода в животноводческих помещениях приведены в прилож. 3.

## Занятие 12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ АММИАКА В ВОЗДУХЕ

**Цель занятия.** Овладеть методами определения концентрации аммиака в воздухе животноводческих помещений.

**Материалы и оборудование.** Качественные методы: лакмусовые бумажки; концентрированная соляная кислота. Титрометрический метод: аспиратор; поглотительные склянки Тищенко; барометр; термометр; 0,01 н. раствор серной кислоты; 0,01 н. раствор гидроксида натрия (калия); 0,01%-ный водный раствор метилоранжа (индикатор). Ускоренный метод: раствор серной кислоты, шприц Жанэ, индикатор Таширо.

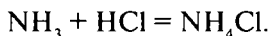
**Общие сведения.** В воздухе животноводческих помещений аммиак образуется в результате разложения органических веществ, содержащих азот (моча, фекалии). Наиболее высокая его концентрация наблюдается обычно около пола и в первую очередь в зоне расположения лотков для стока навозной жижи. Газ очень ядовит.

**Содержание занятия.** Концентрацию аммиака в воздухе определяют качественными и количественными методами.

Для *качественного анализа* газа можно использовать следующие приемы: органолептические, при помощи индикаторной бумаги и на основе взаимодействия соляной кислоты с аммиаком.

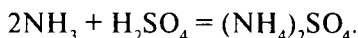
Розовую лакмусовую бумажку смачивают дистиллированной водой и держат в воздухе помещения. При наличии аммиака бумажка будет слегка синеть.

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



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

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



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

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

Для исследования в три последовательно соединенные склянки Тищенко наливают 100 мл раствора серной кислоты (поровну) и соединяют с аспиратором. Через систему склянок с поглотителем пропускают 20 л исследуемого воздуха со скоростью 1 л/мин. Скорость аспирации воздуха через поглотитель регулируют, вращая ручку ретометра электроаспиратора, или по делениям (л) калиброванных бутылей стеклянного аспиратора. При пропускании воздуха через склянки отмечают атмосферное давление и температуру воздуха.

По окончании аспирации раствор серной кислоты из всех склянок сливают в мерный цилиндр и перемешивают. Затем пипеткой отбирают 20 мл раствора, добавляют две капли индикатора и титруют раствором гидроксида натрия до появления оранжевого окрашивания. Титрование проводят 2—3 раза и берут среднее значение.

**Пример расчета.** На титрование 20 мл раствора серной кислоты после аспирации израсходовано 16 мл раствора щелочи при атмосферном давлении 750 мм рт. ст. и температуре воздуха 23 °С. Через поглотитель пропущено 20 л исследуемого воздуха.

Учитывая, что при одинаковой нормальности растворов щелочи и кислоты они реагируют в равных объемах, определяют количество раствора серной кислоты, связанной с аммиаком (мл)  $20 - 16 = 4$ .

Следовательно, 4 мл раствора серной кислоты вступило в реакцию с аммиаком, а из 100 мл раствора серной кислоты в соединение с аммиаком вступило  $4 \cdot 5 = 20$  мл раствора серной кислоты. Известно, что 1 мл 0,01 н. раствора серной кислоты связывает 0,17 мг аммиака (1 л 1 н. раствора кислоты связывает 17 г аммиака), следовательно, 20 мл этого раствора свяжут  $20 \cdot 0,17 = 3,4$  мг аммиака.

Известно также, что 1 мг аммиака при нормальных условиях занимает объем 1,317 мл. Следовательно, 3,4 мг аммиака займут объем  $3,4 \cdot 1,317 = 4,48$  мл.

Для окончательного расчета результатов анализа объем пропущенного через поглотитель воздуха (выраженный в миллилитрах) приводят к нормальным условиям, используя данные табл. 11,  $V_{\text{норм}} = 20\,000 \cdot 0,9101 = 18\,202$  мл воздуха.

Приравнивая объем аммиака (мл) к объему исследуемого воздуха (мл), приведенные к нормальным условиям, определяют концентрацию аммиака (%)

$$x : 1000 = V_{\text{NH}_3} : V_{\text{возд}},$$

$$x = 1000 \cdot 4,48 : 18\,202 = 0,246.$$

Для определения массового содержания аммиака в единице объема воздуха (мг/м<sup>3</sup>) делают следующий расчет:  $3,4 \text{ мг} : 20 \text{ л} = 0,17 \text{ мг/л}$ , или  $170 \text{ мг/м}^3$ .

**Ускоренный метод** основан на нейтрализации титрованного раствора серной кислоты аммиаком, содержащимся в исследуемом воздухе. Наступление нейтрализации улавливается визуально по изменению окраски добавляемого индикатора.

В качестве поглотителя используют 0,001 н. раствор серной кислоты, к которому добавляют индикатор Таширо, представляющий собой смесь равных объемов 0,1%-ных растворов метилового красного и метиленовой сини. Для проведения анализа монтируют прибор, состоящий из приемника и аспиратора. Приемник представляет собой пробирку длиной 8 см и диаметром 2 см с пробкой, в которую вставлены две Г-образные трубки из стекла различной длины. Длинная трубка, доходящая до дна пробирки, служит для засасыва-

ния воздуха; короткая, конец которой, находящийся над раствором, через резиновый патрубок соединяют с аспиратором. В качестве аспиратора используют шприц Жанэ на 150—200 мл. В его торцевой части просверливают отверстие диаметром 2—3 мм, которое при аспирации воздуха через приемник закрывают пальцем.

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

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

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

**Пример расчета.** Через поглотитель пропущено 2,4 л воздуха.

Следовательно, содержание аммиака в воздухе (мг/м<sup>3</sup>) будет следующее:  $0,017 \cdot 1\,000\,000 : 24\,000 = 0,7$ .

МДУ аммиака в воздухе животноводческих помещений приведены в прилож. 3.

## Занятие 13

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛОВ АЗОТА И АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ В ВОЗДУХЕ

**Цель занятия.** Изучить метод определения окислов азота и азотной кислоты в воздухе животноводческих помещений.

**Материалы и оборудование.** Бутыль вместимостью до 0,5 л; вакуумметр; фарфоровые чашки; мерные колбы на 250 мл; колориметрические пробирки на 10 мл; сульфифеноловая кислота; 3%-ный раствор пероксида водорода; 0,1 н. раствор гидроксида натрия; 25%-ный раствор аммиака; 0,1 н. раствор серной кислоты; основной стандартный раствор нитрата калия, содержащий 100 мкг в 1 мл  $N_2O_5$  (в 100 мл дистиллированной воды растворяют 0,0187 г нитрата калия); рабочий стандартный раствор, содержащий 20 мкг в 1 мл  $N_2O_5$  (20 мл основного раствора разбавляют дистиллированной водой до 100 мл); окислительная смесь (в день анализа смешивают 450 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты, 50 мл 3%-ного раствора пероксида водорода и 500 мл дистиллированной воды).

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

Поэтому всем известны «кислотные» дожди и их действие на растительный и животный мир.

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

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

Содержимое бутылки переливают в фарфоровую чашку. Бутылку дважды ополаскивают 10 мл дистиллированной воды, которую сливают в ту же чашку. Содержимое чашки нейтрализуют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до слабощелочной реакции. Одновременно в фарфоровых чашках готовят шкалу стандартов (табл. 12).

## 12. Шкала стандартов для суммарного определения окислов азота и азотной кислоты

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

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

Концентрацию окислов азота и азотной кислоты ( $\text{мг/м}^3$ ) вычисляют по формуле

$$x = a/V_{\text{возд}}$$

где  $a$  — количество  $\text{N}_2\text{O}_5$  в 10 мл исследуемого объема воздуха, мг;  $V_{\text{возд}}$  — объем исследуемого воздуха, приведенный к нормальным условиям, л.



## Занятие 14

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРОВОДОРОДА В ВОЗДУХЕ

**Цель занятия.** Овладеть методами определения сероводорода в воздухе животноводческих помещений.

**Материалы и оборудование.** Качественные методы: фильтровальная бумага, пропитанная 5—10%-ным раствором нитропруссид натрия; фильтровальная бумага, пропитанная щелочным раствором уксуснокислого свинца. Титрометрический метод: аспиратор; поглотительные склянки Тищенко; барометр; термометр; 0,01 н. раствор йода, 1 мл которого связывает 0,17 мг  $\text{H}_2\text{S}$ ; 0,01 н. раствор гипосульфита натрия; 0,5%-ный раствор крахмала.

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

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

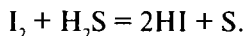
Для *качественного метода* определения газа можно использовать следующие приемы: органолептический и с помощью индикаторной бумаги.

Сероводород по запаху напоминает запах испорченных куриных яиц и ощущается при концентрации 1,2—3,4 мг/м<sup>3</sup>.

Полоски фильтровальной бумаги пропитывают 5—10%-ным раствором нитропруссид натрия. Окраска индикаторной бумаги при наличии в воздухе сероводорода будет красно-фиолетового цвета.

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

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



Для определения количества йода, израсходованного на поглощение сероводорода, устанавливают его остаток путем титрования раствором гипосульфита натрия. По разности титров раствора йода до и после поглощения сероводорода определяют концентрацию газа.

Для анализа в три последовательно соединенные склянки Тищенко наливают 100 мл раствора йода (поровну) и соединяют с аспира-

тором, просасывают 20 л исследуемого воздуха со скоростью 1 л/мин. После этого йодный раствор из всех трех склянок сливают в мерный цилиндр и перемешивают.

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

Для определения остатка йода в использованном йодном растворе в чистую колбочку берут 20 мл этого раствора и титруют раствором гипосульфита сначала до светло-желтого цвета, а затем, прибавив 3 капли раствора крахмала, продолжают титровать до полного обесцвечивания. Титрование проводят несколько раз и берут среднее значение.

**Пример расчета.** На титрование 20 мл чистого йодного раствора израсходовано 19 мл раствора гипосульфита. Следовательно, на 100 мл чистого йодного раствора потребуется 95 мл раствора гипосульфита.

После того как через 100 мл йодного раствора было пропущено 20 л воздуха при температуре 13 °С и атмосферном давлении 750 мм рт. ст., на титрование 20 мл этого раствора было израсходовано 14,7 мл раствора гипосульфита. Следовательно, со 100 мл йодного раствора связалось 73,5 мл раствора гипосульфита.

Определяют количество раствора йода, не связавшегося с сероводородом: 100 мл раствора йода : 95 мл раствора гипосульфита =  $x$  мл раствора йода : 73,5 мл раствора гипосульфита, т. е.  $x = 100 \cdot 73,5 : 95 = 77,4$  мл раствора йода. Количество связавшегося с сероводородом раствора йода составит:  $100 - 77,4 = 22,6$  мл. Известно, что 1 мл 0,01 н. раствора йода связывает 0,17 мг сероводорода из исследуемого воздуха, следовательно, в данном объеме будет связано  $22,6 \text{ мл} \cdot 0,17 = 3,8$  мг сероводорода.

Далее рассчитывают занимаемый сероводородом объем, исходя из того, что 1 мг сероводорода при нормальных условиях имеет объем 0,659 мл:  $0,659 \text{ мл} \cdot 3,8 \text{ мг} = 2,5$  мг сероводорода.

Приводят объем исследуемого воздуха к нормальным условиям по табл. 11

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

Приравняв объем сероводорода (мл) к объему исследуемого воздуха (мл), приведенного к нормальным условиям, получают концентрацию газа в процентах и промиллях:  $1000 \cdot 2,5 : 18\,840 = 0,133\%$  (0,013 ‰).

Массовое содержание сероводорода в исследуемом воздухе будет следующим:  $3,8 \text{ мг} : 20 \text{ л} = 0,19 \text{ мг/л}$ , или  $190 \text{ мг/м}^3$ .

Максимально допустимые уровни содержания сероводорода в помещениях для животных приведены в прилож. 3.

## Занятие 15 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОЗОНА В ВОЗДУХЕ

**Цель занятия.** Овладеть методом определения озона в воздухе животноводческих помещений.

**Материалы и оборудование:** 1%-ный раствор KI в буферном растворе; 0,01—0,1 н. раствор гипосульфита натрия; 1%-ный раствор крахмала; раствор соляной кислоты.

**Общие сведения.** Запах озона ощущается при концентрации 0,02—0,1 мг/м<sup>3</sup>. Высокие дозы озона придают воздуху приятный освежающий запах и, окисляя вредные вещества (сероводород, аммиак и др.), способствуют дезодорации воздушной среды. МДУ для производственных помещений 0,1 мг/м<sup>3</sup>. Концентрации 1 мг/м<sup>3</sup> и выше вызывают раздражение слизистых оболочек дыхательных путей и глаз и опасны для здоровья человека и животных.

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

В ходе анализа определенный объем озонированного воздуха пропускают через 40—50 мл 1%-ного KI в буферном растворе (13,7 г K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> + 14 г NaH<sub>2</sub>PO + 1000 мл H<sub>2</sub>O). Полученный раствор после пропускания озонированного воздуха сливают в колбу и подкисляют 7 мл раствора соляной кислоты.

Выделившийся йод титруют гипосульфитом натрия (0,01—0,1 н. раствор) до слабо-желтого окрашивания, после чего добавляют 1 мл 1%-ного раствора крахмала и продолжают титровать жидкость до исчезновения синей окраски. Содержание озона (мг/л) вычисляют по формуле

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

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

## Занятие 16

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ В ВОЗДУХЕ С ПОМОЩЬЮ УНИВЕРСАЛЬНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА УГ-2

**Цель занятия.** Овладеть навыками работы с газоанализатором УГ-2 для определения концентрации вредных газов в воздухе животноводческих помещений.

**Материалы и оборудование.** Газоанализатор УГ-2; индикаторные порошки; принадлежности для зарядки индикаторных трубок.

**Содержание занятия.** 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.

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

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

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

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

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

В ходе анализа шток вставляют в направляющую втулку воздухозаборного устройства. Давлением ладони руки на шток сильфон сжимают до тех пор, пока стопор не совпадет с углублением в канавке штока. Индикаторную трубку освобождают от заглушек, уплотняют порошок в трубке, устраняя образовавшийся просвет между столбиком порошка и ватной прокладкой. Резиновую трубку воздухозаборного устройства соединяют с любым концом индикаторной трубки. Слегка надавив ладонью на шляпу штока, отводят стопор, после чего шток начинает двигаться вверх. В это время происходит просасывание исследуемого воздуха через индикаторную трубку. Когда стержень стопора войдет в нижнее углубление канавки, 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, для сероводорода — 300, 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. Приложив к измерительной шкале, соответствующей газу, индикаторную трубку так, чтобы начало изменения окраски порошка совпало с нулевым делением шкалы, находят в верхней части окрашенного столбика порошка границу. Цифра шкалы, совпадающая с границей изменения окраски, указывает концентрацию газа (мг/м<sup>3</sup>).

## Занятие 17

### МОНИТОРИНГ ЗА МИКРОКЛИМАТОМ И ЕГО КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА

**Цель занятия.** Ознакомиться с проведением комплексной оценки микроклимата в животноводческих помещениях.

**Материалы и оборудование.** Приборы по контролю за микроклиматом помещений; нормативы микроклимата животноводческих помещений.

**Содержание занятия.** Мониторинг за микроклиматом включает слежение за определенными параметрами и их фиксирование. Для этого используют приборы, обеспечивающие как запись параметров микроклимата (термографы и др.) на специальных лентах, так и запись и контроль с помощью мониторов или датчиков, установленных в заданных точках помещения и передающих эти параметры на экран монитора (телевизора, компьютера).

При отсутствии технического обеспечения мониторинга за микроклиматом на каждой ферме (помещении) должен быть журнал для записи параметров микроклимата. Цифровой материал по каждому отдельному параметру обрабатывают и анализируют. Но оценки «выше или ниже нормы» по отдельным параметрам затрудняют дать оценку микроклимата в целом.

Существует несколько методических подходов к комплексной оценке микроклимата: 1) на биологических объектах; 2) балльная оценка или нормативно-оценочные шкалы; 3) математическое моделирование. В качестве биологических объектов используют белых мышей, куриные эмбрионы, простейших и др. По выживаемости

этих особей судят о химическом и биологическом состоянии воздуха. Например, в отобранные пробы воздуха помещают белых мышей (параллельно ставят опыты с пробами чистого воздуха). В пробах загрязненного воздуха (в зависимости от степени загрязнения) мыши через некоторое время занимают боковое положение.

Для опытов на простейших (парамециум, тетрахимена) пробы воздуха пропускают аспираторами через стерильную воду. К 1 капле этой воды добавляют 1 каплю простейших и по скорости гибели их оценивают качество воздуха. Такие же опыты можно провести и на куриных эмбрионах.

При балльной оценке предложено несколько нормативно-оценочных шкал.

Наиболее приемлема балльная оценка параметров микроклимата: 5 — отличная, 4 — хорошая, 3 — удовлетворительная, 2 — неудовлетворительная. Запись следует проводить по нижеприведенной форме.

Изучаемый параметр микроклимата	Нормативные колебания параметра (заполняется с учетом вида и возраста животных)	Фактическое состояние параметра	Оценка в баллах
Температура, °С Относительная влажность, % Скорость движения воздуха, м/с Освещенность: СК фотометрия, лк Концентрация газов: CO <sub>2</sub> , % NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup> H <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup> Содержание пыли, мг/м <sup>3</sup> Микробная обсемененность воздуха, тыс. м.т/м <sup>3</sup> И т о г о			

Оценить состояние отдельных параметров микроклимата можно по записям в журнале, на основании личного осмотра помещения и по сведениям, полученным от зооветеринарных специалистов и обслуживающего персонала.

Оценивают микроклимат в целом по среднеарифметическому баллу: от 4,5—5 баллов — отличный или оптимальный микроклиматический режим (ОМР); от 3,6 до 4,4 — хороший или допустимый микроклиматический режим (ДМР); от 2,6 до 3,5 — удовлетворительный или предельно допустимый режим (ПДР); ниже 2,5 балла — неудовлетворительный микроклиматический режим (НМР).

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

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

где  $k$  — обнаруженные концентрации вредно действующих начал;  $K$  — МДУ для тех же начал.

Таким образом, суммарная концентрация опасных веществ в долях от МДУ не должна превышать единицы.

Наиболее объективный метод комплексной оценки микроклимата — анализ состояния продуктивности и естественной резистентности (реактивности) организма животных.

---

## Раздел II

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЫ



#### Занятие 1

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами исследования почвы при изучении ее механического состава и физических свойств.

**Материалы и оборудование.** Пробы почвы; набор сит; почвенные термометры; стеклянные трубки; мерный цилиндр; цилиндр с сетчатым дном.

**Содержание занятия.** Взятие пробы почвы для исследования. Пробы почвы должны отражать средние показатели определенного земельного участка. Берут их специальным буром или чистой лопатой. Предварительно с поверхности почвы убирают (удаляют) растительность и другие посторонние предметы. Образцы почвы отбирают в хорошую сухую погоду на различной глубине в зависимости от поставленной задачи. Например, послойный (через каждые 20 см) способ отбора проб на глубине до 1 м важен для выяснения давности загрязнения почвы (определяют по перемещению хлоридов и других продуктов минерализации органических веществ из верхних слоев в нижние).

Каждую пробу массой 2—3 кг помещают в стеклянные банки с притертой пробкой или в чистый полиэтиленовый пакет, прикладывают записку с указанием даты, места и глубины взятия образца. В лаборатории отобранные пробы почвы рассыпают тонким слоем на листы бумаги, раздавливают слежавшиеся комки и высушивают на воздухе. Для анализа отбирают 0,5—1 кг, остальную часть хранят. Перед началом лабораторных исследований из образца почвы удаляют корни и другие нехарактерные примеси, взвешивают их для установления процентного содержания.

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

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



Для определения соотношения частиц почвы по их размеру применяют набор сит с разным диаметром отверстий. Чаще всего такие наборы состоят из 5—7 сит с отверстиями диаметром 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,25 мм. Складывают сита так, чтобы они плотно входили одно в другое. В верхнее сито, с самыми крупными отверстиями, насыпают 100 г разрыхленной воздушно-сухой почвы, закрывают его крышкой и, осторожно сотрясая весь набор, просеивают пробу. Частицы почвы диаметром 10 мм и более остаются на сите № 1, их называют крупным хрящем; частицы диаметром от 7 до 10 мм и от 5 до 7 мм остаются на ситах № 2, 3 — средний хрящ; частицы диаметром от 2 до 5 мм остаются на ситах № 4, 5 — мелкий хрящ; частицы диаметром от 1 до 2 мм остаются на сите № 6 — крупный песок; частицы диаметром от 0,25 до 1 мм остаются на сите № 7 — мелкозем; на дне набора сит собираются частицы диаметром менее 0,25 мм — мелкий песок.

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

Определение основных физических свойств почвы. *Температуру* почвы в гигиенических целях измеряют при выборе мест для устройства летних лагерей, тырл или стойбищ животных ранней весной или поздней осенью, на пастбищах и в загонах с помощью специальных термометров. Кроме этого органолептически определяют цвет и запах почвы, ее водные свойства: водоподъемную способность (капиллярность), фильтрационную способность (водопроницаемость), объем пор почвы, способность впитывать и удерживать влагу (влагоемкость).

*Цвет* почвы может быть темным (черным), светло-серым, светло-желтым и других оттенков в зависимости от количества находящихся в ней органических веществ и примесей.

Темная (черная) окраска указывает на содержание в почве большого количества органических веществ. При санитарной оценке такой почвы следует учитывать, что окраску почве придает гумус (перегной) в результате внесения больших доз навоза. В таких почвах патогенные микроорганизмы встречаются чаще.

Почвы, бедные гумусом, органическими веществами, имеют светло-серую (подзолистые) или светло-желтую (песчаные, глинистые) окраску, содержат малые количества биологически активных минеральных соединений.

*Запах* почвы можно определить непосредственно на месте, при взятии пробы. Для этого пробу почвы помещают в колбу, заливают горячей водой, закрывают пробкой и встряхивают, затем открывают пробку и определяют запах.

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

*Водоподъемная способность (капиллярность)* почвы зависит от ее механического состава, т. е. чем меньше размер частиц почвы, тем

выше подъем влаги по капиллярам. Высокая капиллярность нередко служит основной причиной сырости почвы, помещений, если не приняты соответствующие меры (гидроизоляция).

Водоподъемную способность почвы определяют в лабораторных условиях. Для этого в штатив устанавливают стеклянные трубки диаметром 2,5—3 см (с сантиметровыми делениями и длиной 1 м). Нижние концы трубок обвязывают полотном. Каждую трубку заполняют исследуемой почвой, нижние концы трубок погружают в стаканы или ванночки с водой на глубину 0,5 см. В зависимости от размера частиц, а отсюда и размера капилляров в почве вода с неодинаковой скоростью будет подниматься вверх. По изменению окраски увлажненной почвы в трубках следят за скоростью и высотой поднявшейся по капиллярам воды, отмечая ее уровень через 5, 10, 30 и 60 мин и далее через каждый час до прекращения подъема уровня. По 3—5 пробам почвы получают результаты ее водоподъемной способности.

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

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

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

**Пример расчета.** После смешивания 50 мл воды и 50 мл почвы объем составил 85 мл. Следовательно, поры почвы занимают объем 15 мл (100 – 85), или 30 %:

$$\begin{array}{r} 50 - 100 \\ 15 - x \\ x = 15 \cdot 100 : 50 = 30 \% \end{array}$$

*Влагоемкость* — способность почвы впитывать и удерживать в себе определенное количество воды. При большой влагоемкости

уменьшается ее возможность воздухо- и водопроницаемости. На таких участках почвы нередко наблюдается отсыревание полов, стен, ограждающих конструкций помещений, замедляется разложение органических веществ.

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

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

## Занятие 2

### ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами исследования почвы при изучении ее химического состава и биологических свойств.

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

**Содержание занятия.** От химического состава почвы зависит качество произрастающей на ней растительности. Многие болезни животных возникают в связи с недостатком или отсутствием в почве минеральных солей и микроэлементов.

Почва, загрязненная большим количеством органических отходов, — благоприятная среда для развития различных микроорганизмов, яиц гельминтов и личинок насекомых.

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

В лабораторных условиях с помощью химического анализа можно определить общее содержание органических веществ, общего азота, минеральных азотсодержащих веществ (азота, аммиака и аммонийных солей азота, нитритов и нитратов), сульфатов, хлоридов и др.

Для этого готовят водную вытяжку из почвы. В колбу помещают 50 г свежей исследуемой почвы и добавляют 250 мл бидистиллированной воды. В течение 3—5 мин содержимое колбы взбалтывают.

Для осветления жидкости в колбу вносят 1 мл 13%-ного раствора сернокислого аммония и вновь взбалтывают в течение 30 с. Если жидкость не осветлилась, в колбу прибавляют 0,5 мл 7%-ного раствора гидроксида калия и взбалтывают. Содержимое колбы фильтруют. Если полученный фильтрат (вытяжка из почвы) оказался окрашенным, использовать его для исследования на наличие азотсодержащих веществ и хлоридов нельзя. Его дополнительно обрабатывают вышеуказанными растворами сернокислого аммония и гидроксида калия до полного обесцвечивания.

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

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

**Определение наличия нитритов.** В пробирку помещают навеску исследуемой почвы (5—10 г) и наливают 15—20 мл дистиллированной воды, встряхивают содержимое в течение 3—5 мин, дают отстояться и фильтруют. В чистую пробирку наливают 10 мл фильтрата, добавляют 1 мл реактива Грисса, помещают на 15 мин в водяную баню при температуре 70 °С. При наличии азотистой кислоты или ее соединений в зависимости от ее количества вытяжка окрасится в розовый или красный цвет. Количество нитритов определяют колориметрически.

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

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

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

**Исследование биологических свойств почвы.** Пробы почвы для бактериологического анализа отбирают не менее чем с двух участков площадью 25 м<sup>2</sup>, причем один из них дол-

жен находиться вблизи источников загрязнения. Для составления средней пробы на каждом участке почву берут в пяти точках по диагонали или в пяти точках, расположенных конвертом, с глубины до 20 см стерильным инструментом (маленькая лопатка или совок).

Пробы почвы из более глубоко залегающих слоев (0,75—2 м) следует брать буром. При отсутствии бура выкапывают яму необходимой глубины и стерильным совком отбирают пробы с каждого горизонта, начиная с нижнего.

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

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

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

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

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

Пробы помещают в стеклянные банки или в мешки из целлофана или клеенки. Исследуют почву не позднее чем через 2—3 сут после взятия пробы. При необходимости пробы можно хранить в холодильнике в течение нескольких месяцев. Для этого их помещают в стеклянные банки, почву в них периодически увлажняют водой и изредка перемешивают (для лучшей аэрации). При хранении в условиях комнатной температуры пробы необходимо залить 3%-ным раствором формалина или 1—2%-ным раствором соляной кислоты.

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

Важную роль в отдельных случаях может играть исследование

почвы на присутствие в ней возбудителей сибирской язвы, эмфизематозного карбункула, столбняка, злокачественного отека, паратифозных бактерий и т. д.

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

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

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

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

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

На практике для оценки степени загрязнения почвы пользуются табл. 13 (при условии, что пробы почвы отбирали с глубины до 20 см).

### 13. Санитарное состояние почвы

Показатель	Почва		
	чистая	загрязненная	сильно загрязненная
Число яиц гельминтов (в 1 кг)	—	До 100	100 и более
Число личинок, куколок мух (на 25 м <sup>2</sup> )	—	До 100	100 и более
Титр:			
кишечной палочки	1,0 и выше	0,01—0,9	0,009 и ниже
<i>V. perfringens</i>	0,01 и выше	0,0001—0,009	0,00009 и ниже
нитрифицирующих микроорганизмов	0,1 и выше	0,001—0,09	0,0009 и ниже
Содержание, мг/кг:			
химически вредных веществ	ПДК*	Превышение ПДК в 10—100 раз	Превышение ПДК более, чем в 100 раз
канцерогенных веществ (по бензопирену)	До 5	До 30	30 и более

\*Предельно допустимые концентрации.

## Раздел III

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДЫ

### Занятие 1

#### ОБСЛЕДОВАНИЕ ВОДОИСТОЧНИКОВ, ОТБОР ПРОБ ВОДЫ

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

**Материалы и оборудование.** Пробы воды; батометр; термометр; консерванты.

**Общие сведения.** При проведении гидрохимических исследований особое внимание обращают на отбор проб воды. При этом указывают условия и место взятия проб воды, при хранении и транспортировке не допускают изменений в содержании определяемых компонентов или в свойствах воды; объем пробы берут достаточным для исследования в соответствии с применяемой методикой.

**Содержание занятия.** В ветеринарной практике приняты следующие типы анализов воды (табл. 14).

14. Типы анализов воды

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

Место взятия пробы воды определяют в зависимости от характера водоисточника и целей исследования:

а) при использовании открытого водоема для проектируемого централизованного водоснабжения пробу отбирают в той точке во-

доема и на той глубине, которые намечены для будущего забора воды для водопровода;

б) при существующем централизованном поении животных — непосредственно из водопроводного крана; при нецентрализованном поении — из открытого источника на расстоянии 5—10 м от берега на глубине 50 см, а при необходимости и на других глубинах. Придонные пробы на расстоянии 30—50 см от дна берут в том случае, если предполагается, что в результате сброса сточных вод в придонных слоях накапливаются вещества, которые могут стать источниками вторичного загрязнения воды. Для санитарного контроля чаще всего из водоема отбирают разовые пробы, а при исследовании качества воды поверхностных источников централизованного водоснабжения — не менее 12 разовых проб в год, т. е. ежемесячно;

в) при использовании для проектируемого водоснабжения подземных источников — из того водоносного горизонта, из которого намечают будущий водозабор;

г) при действующем водозаборе из подземного источника пробу берут из того источника (скважины, колодца, каптажа), который используют для водоснабжения. При наличии нескольких скважин пробы берут из каждой в часы максимального расхода воды и до начала технологических процессов на фермах.

При исследовании водопроводной воды кран открывают полностью и спускают воду в течение 15 мин.

Приборы и устройства для отбора проб воды должны соответствовать требованиям ГОСТ 17.1.5.04—81. В практике работы санитарной и ветеринарной служб используют в основном батометры различных конструкций, с помощью которых можно отбирать пробы из открытых водоемов с различной глубины.

Допускают отбор проб воды бутылкой. Бутыль закрывают пробкой, к которой прикреплен шнур, и вставляют в тяжелую оправу или к ней подвешивают груз на тросе. Бутыль устанавливают на намеченной глубине, пробку вынимают с помощью шнура. Пробу воды с небольшой глубины (особенно зимой) отбирают шестом с прикрепленной к нему бутылкой.

Для отбора проб воды используют посуду из бесцветного химически стойкого стекла или полиэтилена марок, разрешенных для контакта с питьевой водой. Посуда должна быть тщательно вымыта. Перед отбором пробы ее несколько раз ополаскивают исследуемой водой, корковые и резиновые пробки кипятят в дистиллированной воде или обертывают полиэтиленовой пленкой.

Бутыль заполняют водой до верха. Перед закрытием бутылки верхний слой воды сливают так, чтобы под пробкой оставался слой воздуха объемом 1—2 мл (в рыбоводстве при исследовании содержания кислорода в воде в отобранной пробе не допускают наличия пузырьков воздуха под пробкой).

При отборе пробы воды составляют сопроводительный документ, который должен содержать следующие сведения:



наименование источника и его местонахождение;

дата взятия пробы (год, месяц, число, час);

место и точка взятия пробы: для открытых водоемов — расстояние от берега и глубина, с которой взята проба воды (расстояние от поверхности воды и от дна водоема); для скважин и колодцев — отметки устья и дна; для вновь сооружаемых скважин, продолжительность откачки, результаты контрольных анализов на хлориды и железо;

метеорологические условия: температура воздуха, наличие осадков в день отбора пробы и за предшествующие 10 сут, а также сила и направление ветра (при отборе из открытого водоема);

температура воды при отборе пробы;

особые условия, могущие оказать влияние на качество воды в источнике;

цель исследования воды. При наличии у животных и рыб болезней, источником которых предполагается вода, следует сообщать клинику болезни, данные патологоанатомического вскрытия и другие имеющиеся данные;

место службы, должность и подпись лица, проводившего отбор воды.

Для доставки в лабораторию бутылки с водой укладывают в ящик или корзину (желательно с войлочной прокладкой).

Доставленную воду исследуют в день отбора проб.

Если нельзя провести химический анализ воды через 1—2 ч после отбора, то в пробу необходимо добавить консерванты ( $H_2SO_4$ ,  $CHCl_3$ ), чтобы избежать изменений в ее химическом составе.

Срок хранения проб и выполнения анализа не должен превышать 72 ч с момента отбора.

## Занятие 2

### ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДЫ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами определения физических и органолептических свойств воды.

**Материалы и оборудование.** Пробы воды; черпательный термометр (или лабораторный); коническая колба на 250 мл с часовым стеклом; цилиндры на 100 мл; ФЭК; набор стандартных шкал цветности воды; прибор Снеллена; диск; цилиндр высотой 40 см с проволоочным кольцом; колориметрический цилиндр на 200 мл; беззольные фильтры диаметром 9 см; фарфоровый тигель; муфельная печь; аналитические весы; иономер; лакмусовые бумажки; индикаторные бумажки; универсальный индикатор; дихромат калия; сернокислый кобальт; серная кислота (х. ч.).

**Общие сведения.** Физические и органолептические показатели воды оказывают существенное влияние на здоровье животных. Вода плохого качества (мутная, необычного запаха и вкуса) не возбуждает деятельность секреторных центров желудочно-кишечного тракта и при сильной жажде может вызвать негативную физиологическую реакцию.

При поении животных очень холодной водой организм переохлаждается, в результате чего возникают простудные болезни, а у беременных маток аборт. Органолептические показатели оценивают в соответствии с требованиями ГОСТ 3351—74. Для проведения анализов воды необходимы реактивы, регламентированные ГОСТ 4212—76. Особое внимание обращают на условия и сроки их хранения, например, растворы, содержащие 1 мг (мл) элемента, иона и ряда веществ, хранят 1 год, 0,1 мг (мл) — 1 мес (если нет других указаний, а также если нет помутнения, хлопьев, осадка). Реактивы для стандартных растворов взвешивают с погрешностью  $\pm 0,001$  г.

Для приготовления растворов применяют химически чистые (х. ч.) реактивы.

**Содержание занятия.** Доброкачественность воды источника устанавливают на основании всестороннего анализа ее санитарно-гигиенического качества в соответствии с требованиями ГОСТ 2874—82 «Вода питьевая» и ГОСТ 2761—84 «Правила выбора и оценка качества источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения». В первом стандарте приведены нормативные показатели органолептических, физических, химических свойств и бактериологического состава, которым должна удовлетворять любая водопроводная вода; во втором стандарте — показатели, которыми следует руководствоваться при выборе источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения.

**Определение температуры.** Для измерения температуры воды на различных глубинах пользуются черпательным термометром, в котором термометр заключен в металлический футляр, а резервуар термометра погружен в чашечку, наполняющуюся водой в момент взятия пробы.

Применяют также ртутный или спиртовой термометр с делениями 0,1 °С. Термометр погружают в воду не менее чем на 5 мин, после чего снимают показания, не извлекая прибор из воды. В другом случае резервуар термометра обертывают марлей, погружают на определенную глубину, выдерживая не менее 10 мин, и для снятия показаний вынимают из воды. Несмотря на разность температуры воды и воздуха, показания термометра не изменяются. Для воды буровых скважин используют максимальные термометры.

**Определение запаха.** Наличие, характер и интенсивность запаха воды определяют органолептически. Выделяют запахи естественного происхождения (от живущих и мертвевших в воде организмов, от влияния берегов, дна, окружающих почв, грунтов и т. д.) и запахи искусственного происхождения (от промышленных сточных вод, от реагентов для обработки водопроводной воды и т. п.).

Запахам естественного происхождения дают определения по следующей классификации (табл. 15).

## 15. Классификация запахов воды естественного происхождения

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

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

Запах определяют при температуре пробы воды 20 и 60 °С по 6-балльной шкале в соответствии с требованиями ГОСТ 3351—74. Для этого берут две конические колбы на 250 мл. В одну из них наливают 100 мл исследуемой воды при 20 °С. Колбу закрывают пробкой, содержимое несколько раз тщательно взбалтывают, пробку вынимают и сразу определяют характер запаха и его интенсивность. В другую колбу вносят 100 мл исследуемой воды, закрыв колбу часовым стеклом, и содержимое нагревают в водяной бане до 60 °С. После встряхивания немедленно определяют характер и интенсивность запаха. Запах воды не должен превышать 2 баллов.

Определение вкуса и привкуса. Вкусовые качества воды зависят от наличия в ней веществ природного происхождения или веществ, которые попадают в воду в результате загрязнения ее стоками. Подземные воды часто имеют специфический привкус, зависящий от наличия железа, марганца, магния, натрия, калия, хлора. Различают четыре основных качества вкуса: соленый, сладкий, горький, кислый. Все иные вкусовые ощущения определяют как привкусы: металлический, хлорный, болотный, рыбный и т. п.

Вкус определяют при температуре пробы воды 20 и 60 °С. В рот набирают 10—15 мл воды и держат несколько секунд, не проглатывая. При определении вкуса питьевой воды используют пробы бактериологически безопасные, незагрязненные и не содержащие токсических веществ. В воде открытых водоемов и источников, сомнительных в санитарном отношении, вкус устанавливают после ее кипячения и охлаждения.

Интенсивность и характер вкуса и привкуса оценивают в баллах так же, как и запах. Эти показатели не должны превышать 2 баллов.

Определение цвета. В естественном состоянии вода имеет зеленовато-голубой оттенок. Большое влияние на цвет воды оказы-

вают растворенные или взвешенные в ней органические вещества. Существуют разные методы определения цвета воды.

Наиболее простой метод — визуальный, при котором сравнивают исследуемую воду с дистиллированной. Для этого берут два одинаковых цилиндра из бесцветного стекла на 100 мл, в один из них наливают 100 мл исследуемой профильтрованной воды, а в другой для сравнения — дистиллированную воду в том же объеме. Цвет воды устанавливают при рассмотрении на белом фоне при естественном освещении. Вода может быть определена как бесцветная, светло-желтая, желтая, интенсивно-желтая, бурая и т. д.

При другом методе в цилиндры из бесцветного стекла диаметром 1,5 см наливают исследуемую и дистиллированную воду до отметки 20 или 10 см. Цилиндры просматривают сверху вниз на белом фоне. Для воды хозяйственно-питьевого водоснабжения цвет определяют по столбу воды в цилиндре высотой 20 см, для водоемов культурно-бытового назначения — 10 см.

Для количественного определения цвета сравнивают исследуемую воду с эталонами.

В качестве эталонов хромово-кобальтовой шкалы готовят два раствора.

*Раствор № 1 (основной).* В дистиллированной воде растворяют (отдельно) 0,0875 г дихромата калия ( $K_2Cr_2O_7$ ) и 2 г сернокислого кобальта ( $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ ). Их смешивают в мерной колбе, добавляют 1 мл химически чистой (х. ч.) серной кислоты плотностью 1,84 г/см<sup>3</sup> и доводят объем дистиллированной водой до 1 л. Раствор соответствует цветности 500°.

*Раствор № 2.* 1 мл х. ч. серной кислоты доводят дистиллированной водой до 1 л.

Смешивая растворы в одинаковых цилиндрах в соотношениях, указанных в табл. 16, получают шкалу цветности.

16. Шкала цветности воды

Раствор № 1, мл	0	1	2	3	4	5	6	8	10	11	14...100
Раствор № 2, мл	100	99	98	97	96	95	94	92	90	88	86...0
Цветность, град	0	05	10	15	20	25	30	40	50	60	70...50°

Цветность выражают в градусах цветности: от 1 до 50° с точностью до 2°, от 51 до 100° — до 5°, от 101 до 250° — до 10°, от 251 до 500° — до 20°.

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

Для анализа в цилиндр наливают 100 мл исследуемой воды и сравнивают ее окраску с указанными эталонами, рассматривая жидкости сбоку и сверху вниз на белом фоне.

При определении цветности с помощью электрофотокolorиметра используют кюветы с толщиной светопоглощающего слоя 5—

10 мм. Контрольной жидкостью служит дистиллированная вода, из которой удалены взвешенные вещества путем фильтрации ее через мембранные фильтры № 4. Оптическую плотность фильтра исследуемой пробы воды измеряют в синей части спектра. Цветность определяют по градуировочному графику и выражают в градусах цветности.

В полевых условиях цветность воды определяют следующим образом. В пробирку из бесцветного стекла (диаметром 1,5 см и высотой 12 см) наливают 8—10 мл исследуемой воды и сравнивают с аналогичным столбиком дистиллированной воды. Цветность выражают в градусах по табл. 17.

**17. Приближенное определение цветности воды**

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

Для открытых водоемов используют набор стандартных шкал цветности (ГОСТ 4266—67), в который входит 21 пробирка с растворами разных цветов — от синего до коричневого (1—11 — сине-желтые, 12—21 — сине-желто-коричневые). Суть определения состоит в том, что цвет воды водоемов по шкале цветности наблюдают на фоне белого диска, опущенного в водоем на глубину прозрачности.

Найденный цвет воды обозначают номером соответствующей пробирки (например, пробирки 5 и 6 соответствуют зеленовато-голубому цвету, а 7 и 8 — голубовато-зеленому).

**Определение прозрачности.** Прозрачность, или светопропускающая способность, воды зависит от количества содержащихся в ней механических взвешенных веществ и химических примесей. Мутная вода всегда подозрительна в эпизоотическом и санитарном отношении, так как в ней создаются благоприятные условия для сохранения микроорганизмов. Прозрачность определяют следующими методами.

**Метод сравнения.** В один цилиндр из бесцветного стекла наливают исследуемую воду, а во второй для сравнения — дистиллированную. Вода может быть оценена как прозрачная, слабо прозрачная, слабо опалесцирующая, опалесцирующая, слабо мутная, мутная и сильно мутная.

**Метод диска.** Глубину прозрачности воды непосредственно в открытом водоеме определяют следующим образом: берут белый диск диаметром 20 см и с помощью мерной веревки или лески опускают в воду на глубину, при которой он перестанет быть видимым.

**Метод шрифта (Снеллена).** Количественный способ определения прозрачности состоит в том, что исследуемую воду после взбалтывания наливают в бесцветный цилиндр, градуированный по высоте в сантиметрах. У основания цилиндра имеется тубус для выпуска воды. Цилиндр фиксируют на подставке высотой 4 см. Исследуемую воду наливают в цилиндр и под его дно подкладывают печатный шрифт № 1. Затем смотрят сверху вниз через столб воды, постепенно выпуская воду через резиновую трубку до тех пор, пока шрифт будет четко различим. Высота этого столба воды, обозначенная в сантиметрах, покажет ее прозрачность. Вода считается прозрачной, если отчетливо виден шрифт через столб воды в 30 см.

**Метод кольца.** В полевых условиях для определения прозрачности воды пользуются проволочным кольцом диаметром 1—1,5 см и сечением проволоки 1 мм. Держа за рукоятку, проволочное кольцо опускают в цилиндр с исследуемой водой до тех пор, пока контуры его станут невидимыми. Затем линейкой измеряют глубину (см), на которой кольцо становится отчетливо видимым при извлечении. Показателем допустимой прозрачности считают 40 см. Полученные данные при исследовании «по кольцу» переводят на показания «по шрифту» (табл. 18).

#### 18. Перевод значений прозрачности воды «по кольцу» на значения «по шрифту»

Метод	Сантиметры																		
«По кольцу»	2	4	6	8	10	12	15	17	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	41
«По шрифту»	0,5	2	3	5	6	8	10	12	14	16	17	18	19	21	23	25	26	28	30

**Определение мутности и осадка.** Мутность воды обусловлена присутствием в ней нерастворенных и коллоидных веществ неорганического и органического происхождения. Исследования проводят с использованием следующих методов.

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

2. В первый колориметрический цилиндр на 200 мл высотой около 50 см и ценой деления 1 см наливают хорошо перемешанную пробу воды, высота слоя которой должна быть 10, 20, 30 или 40 см в зависимости от мутности. Во второй цилиндр наливают дистиллированную воду примерно до половины объема и добавляют стандартную суспензию каолина, трепела или формазина до тех пор, пока жидкость в обоих цилиндрах будет иметь одинаковую мутность при про-

сматривании сверху вниз на черном фоне (при анализе проб мутностью до 20 мг/л применяют суспензию со значением мутности 0,1 мг/л, при мутности более 20 мг/л — со значением 1 мг/л). Затем доводят объемы жидкостей в обоих цилиндрах до 200 мл и при необходимости выравнивают мутности, добавляя ту же стандартную суспензию в менее мутную жидкость. Из объема суспензии, введенной в цилиндр с дистиллированной водой, вычитают объем той же суспензии, добавленной в цилиндр с пробой.

Мутность (мг/л)

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

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

Мутность не должна превышать 1,5 мг/л. По степени осветления различают воду прозрачную, незаметное, слабое, сильное осветление.

При оценке мутности особое внимание обращают на характер осадка: хлопьевидный, илистый, песчаный, серый, бурый, черный, незначительный, большой, очень большой. При большом осадке измеряют толщину его слоя (мм).

Определение количества взвешенных веществ в воде. Исследуемую воду (не менее 1 л) фильтруют через беззольный фильтр диаметром 9 см. Фильтры предварительно высушивают при температуре 105 °С до постоянной массы с точностью до 0,002 г. После анализа фильтр высушивают при той же температуре до постоянной массы.

По разнице массы фильтра до анализа и после него определяют содержание взвешенных частиц в исследуемой воде (мг/л).

Если фильтр с осадком поместить во взвешенный фарфоровый тигель, осторожно сжечь, прокалить, а потом охладить и взвесить его, то можно найти содержание минеральных веществ в 1 л исследуемой воды. Содержание органических веществ в исследуемой воде можно определить, вычитая из общего количества взвешенных веществ количество минеральных веществ.

Определение содержания сухого остатка в воде. В воде открытых водоемов — источниках водоснабжения сухой остаток не должен превышать 1000 мг/л.

Метод исследования основан на гравиметрическом определении растворенных веществ. Он включает фильтрование, выпаривание и высушивание остатка при 110 °С до постоянной массы. Воду (500 мл) пропускают через беззольный фильтр и выпаривают в водяной бане с дистиллированной водой.

Для выпаривания используют фарфоровую чашку диаметром 7—8 см, взвешенную с точностью до 0,001 г. Чашку с сухим остатком переносят в сушильный шкаф при температуре 110 °С, высушива-

ние ведут до тех пор, пока разница между двумя взвешиваниями будет не больше 0,001 г.

Количество сухого остатка (мг/л)

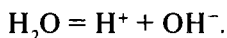
$$x = (m - m_1) 1000 / V,$$

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

Определение активной реакции воды (водородного показателя). Под водородным показателем среды понимают наличие свободных, активных ионов водорода. Концентрацию водородных ионов принято выражать значением рН от 1 до 14.

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

Чистая вода не является химически нейтральным соединением, так как обладает как кислотными, так и щелочными свойствами. Она очень слабо диссоциирует на катионы  $H^+$  и анионы  $OH^-$



Значение рН определяют электрометрическим и колориметрическим методами. Наиболее точный из этих методов электрометрический. Он основан на измерении разности потенциалов, возникающих на границах между внешней поверхностью стеклянной мембраны электрода и исследуемым раствором, с одной стороны, и внутренней поверхностью мембраны и стандартным раствором — с другой. Внутренний стандартный раствор стеклянного электрода имеет постоянную активность ионов водорода, поэтому потенциал на внутренней поверхности мембраны не меняется. Сдвиг рН на единицу вызывает изменение потенциала электрода на 58,1 мВ при 20 °С. При анализе сильно загрязненных вод могут мешать жиры, минеральные масла, смолы, оседающие на поверхность электрода. Поэтому электроды следует промывать ватным тампоном, смоченным диэтиловым эфиром, затем раствором моющего средства, после чего тщательно ополаскивать дистиллированной водой.

Колориметрические методы определения рН воды более просты, однако они менее точны, особенно при анализе мутных и окрашенных вод, кроме того, необходимо введение солевых поправок. Наиболее надежен из них метод с использованием буферных растворов. Этот метод основан на том, что при прибавлении к исследуемой воде соответствующего индикатора в зависимости от рН воды он принимает ту или иную окраску, которую сравнивают со шкалой стандартных буферных растворов.

Для ориентировочного определения рН воды применяют различ-



ные индикаторные (лакмусовые) бумажки, а также универсальный индикатор со шкалой сравнения.

**Определение рН с помощью индикаторных бумажек.** Универсальную индикаторную бумажку смачивают исследуемой водой и полученный цвет сравнивают с цветом на шкале (для определения рН от 1 до 10). Индикаторные бумажки типа «Рифан» смачивают исследуемой водой так, чтобы все цветные полоски хорошо ею пропитались. После этого сравнивают цвет (контрольной средней части) полоски индикаторной бумажки (без цифр) с цветной шкалой на полоске, имеющей цифровое обозначение значения рН.

**Определение рН с помощью универсального индикатора.** Универсальный индикатор выпускают в форме порошка или спиртового раствора. Таким индикатором можно определять значение рН в пределах от 2 до 10. При отсутствии готового индикатора можно приготовить его 0,1%-ный спиртовой раствор. Для этого требуется, мл: метиловый красный — 5, диметиламиноазобензол — 15, бромтимоловый синий — 20, фенолфталеин — 20, тимолфталеин — 20.

Для анализа в чистую пробирку, предварительно ополоснутую исследуемой водой, наливают 3—5 мл пробы и добавляют 2—3 капли индикатора. Содержимое перемешивают и по цвету раствора определяют значение рН:

Красно-розовый	2
Красно-оранжевый	3
Оранжевый	4
Желто-оранжевый	5
Лимонно-желтый	6
Желто-зеленый	7
Зеленый	8
Сине-зеленый	9
Фиолетовый	10

### Занятие 3

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕЙ ТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ

**Цель занятия.** Ознакомиться с экспресс-методом для оперативного контроля острой токсичности проб воды.

**Материалы и оборудование.** Прибор «Биотестер»; взвесь инфузорий *Paramecium caudatum*; среда Лозина—Лозинского; 5%-ный раствор поливинилового спирта; микроскоп бинокулярный; пипетки; пробирки; мерные и конические широкогорлые колбы; чашки Петри.

**Содержание занятия.** Токсичность воды может быть обусловлена многочисленными факторами, точно установить которые подчас затруднительно.

Экспресс-метод биотестового анализа предназначен для оперативного контроля острой токсичности проб воды. По его результатам можно оценить эколого-гигиеническую ситуацию в отношении

воды. Для исследования могут служить пробы природных поверхностных и подземных вод, а также хозяйственно-питьевого назначения, животноводческих и промышленных сточных вод (обработанных и необработанных).

Метод основан на способности тест-объектов — инфузорий *Paramecium caudatum* реагировать на появление в воде веществ, представляющих опасность для их жизнедеятельности, и направлено перемещаться по градиенту концентрации этих веществ (хемотоксическая реакция), избегая вредного действия.

Для анализа в кювету вносят 1,5 мл взвеси инфузорий, добавляют 0,35 мл 5%-ного раствора поливинилового спирта, все тщательно перемешивают и наслаивают 2 мл исследуемой воды. Параллельно ставят контрольную пробу со средой Лозина—Лозинского.

Через 30 мин (продолжительность тест-реакции) последовательно определяют концентрации инфузорий в кюветах с контрольными и опытными пробами воды на приборе «Биотестер».

Количественную оценку параметров тест-реакции, характеризующей токсическое действие, проводят путем расчета соотношения числа движущихся клеток инфузорий, наблюдаемых в контрольной и опытной пробах, и выраженной в виде индекса токсичности ( $T$ ) в соответствии со степенью токсичности анализируемой пробы

$$T = (I_k - I_0) / I_k,$$

где  $I_k$ ,  $I_0$  — показания прибора для контрольных и опытных проб соответственно.

## Занятие 4

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОКИСЛЯЕМОСТИ ВОДЫ

**Цель занятия.** Изучить методы определения окисляемости воды.

**Материалы и оборудование.** Бихроматный метод: коническая колба на 500 мл; круглодонная колба на 300 мл с обратным холодильником; серная кислота плотностью 1,84 г/см<sup>3</sup>; сульфат серебра; 0,1 н. раствор бихромата калия; 0,1 н. раствор соли Мора; индикаторы — ферроин и *N*-фенилантраниловая кислота. Перманганатный метод (по Кубелю): бюретка; пипетки на 5 мл; колбы на 250 мл; мерные цилиндры на 100 мл; пробирки; стеклянные шарики; воронки диаметром 5—7 см; 0,01 н. раствор перманганата калия; 0,01 н. раствор щавелевой кислоты; 25%-ный раствор серной кислоты. Окисляемость в щелочной среде (по Шульцу): 0,01 н. раствор перманганата калия; 50%-ный раствор гидроксида натрия; 0,01 н. раствор щавелевой кислоты; 25%-ный раствор серной кислоты.

**Общие сведения.** Под окисляемостью воды понимают способность органических веществ, находящихся в воде, окисляться атомарным кислородом.

Окисляемость выражают количеством миллиграммов кислорода, необходимого для окисления органических кислот, содержащихся в 1 л воды, мг O<sub>2</sub>/л. Обычно ис-

точником атомарного кислорода в этих реакциях служит бихромат калия или перманганат калия. В связи с этим окисляемость называют бихроматной или перманганатной. Все методы определения окисляемости условны, а получаемые результаты сравнимы только в том случае, если соблюдены все условия проведения анализа.

**Содержание занятия.** Бихроматный метод. Это основной метод определения окисляемости, поскольку полное окисление достигается бихроматом калия.

Если в воде содержатся хлориды и легкоокисляющиеся органические вещества, то берут такой объем воды, чтобы на его окисление пошло около 50 % раствора бихромата калия. Исследуемую воду (выделенный объем), разбавленную дистиллированной водой до 20 мл, переносят в круглодонную колбу на 300 мл, приливают 10 мл 0,1 н. раствора бихромата калия и очень осторожно 30 мл серной кислоты. Затем колбу присоединяют к обратному холодильнику, нагревают до слабого кипения и кипятят 2 ч. После этого содержимое охлаждают и переносят в коническую колбу на 500 мл, омывая первую колбу дистиллированной водой, собирая промывные воды в ту же коническую колбу так, чтобы объем был около 350 мл. Вносят 4—5 капель ферроина или 10—15 капель N-фенилантраниловой кислоты и титруют избыток бихромата калия раствором соли Мора.

Для контрольного опыта берут 20 мл дистиллированной воды и проводят ее через все ступени анализа. Окисляемость воды (мг  $O_2$ /л)

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

где  $a$  — количество раствора соли Мора, израсходованное на титрование в контрольном опыте, мл;  $b$  — количество раствора соли Мора, израсходованное на титрование исследуемой воды, мл; 0,1 — 1 н. раствора соли Мора;  $K$  — поправочный коэффициент к титру раствора соли Мора; 8 — эквивалент кислорода; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л;  $V$  — объем исследуемой воды, мл.

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

В круглодонную колбу с обратным холодильником наливают 20 мл воды, добавляют 1 г сульфата ртути, 5 мл 0,1 н. бихромата калия, 30 мл серной кислоты, 0,75 г сульфата серебра и нагревают до слабого кипения. Кипятят 2 ч и продолжают анализ, как описано выше.

В связи с тем что в воде могут окисляться и такие минеральные (закисные) соединения, как железо, марганец, нитриты, сероводород, при значительном их содержании необходимо ослабить влияние этих веществ на величину окисляемости.

**Перманганатный метод (по Кубелю).** Метод основан на способности перманганата калия ( $KMnO_4$ ) в кислой среде выделять кислород при кипячении, который будет окислять органичес-

кие вещества, находящиеся в воде. По количеству затраченного кислорода на окисление органических веществ судят об окисляемости воды.

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

Если исследуемая жидкость обесцветится или станет светло-бурой во время кипячения, это свидетельствует о том, что вода сильно загрязнена. Поэтому берут новую порцию исследуемой воды, предварительно разбавленную дистиллированной водой в 2—5 раз, и повторяют анализ, как было указано выше.

Перед анализом проверяют нормальность раствора перманганата калия, поскольку он при дневном свете и повышенной температуре воздуха быстро разлагается. Для этого в колбу на 250 мл наливают 100 мл дистиллированной воды, добавляют 5 мл серной кислоты и 10 мл раствора перманганата калия. Жидкость нагревают и кипятят в течение 10 мин на слабом огне. Затем в горячую жидкость добавляют 10 мл раствора щавелевой кислоты, отчего она обесцвечивается. Обесцветившуюся горячую жидкость титруют раствором перманганата калия до слабо-розового окрашивания.

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

$$K = 10/a,$$

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

Если поправочный коэффициент имеет значения от 0,995 до 1,005, то при вычислении результатов исследования его можно не учитывать.

Затем определяют окисляемость воды, мг  $O_2$ /л:

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

где  $a$  — количество раствора перманганата калия, прилитое до кипячения, мл;  $b$  — количество раствора перманганата калия, израсходованное на титрование, мл;  $K$  — поправочный коэффициент к нормальности раствора перманганата калия; 10 — количество раствора перманганата калия, израсходованное на окисление щавелевой кислоты, мл; 0,08 — количество кислорода, соответствующее 1 мл 0,01 н. раствора перманганата калия, мг; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л воды;  $V$  — объем исследуемой воды, взятый для титрования, мл.

Определение окисляемости в щелочной среде (по Шульцу). Этот метод применим для определения окисляемости воды, загрязненной хлоридами и др.

Для анализа в коническую колбу наливают 100 мл исследуемой воды, прибавляют 0,5 мл раствора гидроксида натрия и 10 мл раствора перманганата калия. Жидкость нагревают и кипятят 10 мин с момента появления первых пузырьков. Затем содержание колбы охлаждают до 50—60 °С, прибавляют 5 мл раствора серной кислоты, 10 мл раствора шавелевой кислоты (жидкость должна обесцвечиваться, если же не обесцвечивается, то еще добавляют шавелевой кислоты) и титруют раствором перманганата калия до появления слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 3—5 мин. Окисляемость рассчитывают по той же формуле, что и в методе Кубеля.

При экспресс-методе определения окисляемости в пробирку наливают 10 мл исследуемой воды и добавляют 0,5 мл раствора серной кислоты в разведении 1 : 3 и 1 мл 0,01 н. раствора перманганата калия. Смесь основательно перемешивают и оставляют в покое на 20 мин при температуре 20 °С или на 40 мин при температуре 10—20 °С. После этого раствор рассматривают сбоку и сверху и по его цвету определяют окисляемость (мг  $O_2$ /л).

Яркий лилово-розовый	1
Лилово-розовый	2
Слабый лилово-розовый	4
Бледно-лилово-розовый	6
Бледно-розовый	8
Розово-желтый	12
Желтый	16 и выше

## Занятие 5

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСТВОРЕННОГО В ВОДЕ КИСЛОРОДА

**Цель занятия.** Изучить методы определения растворенного в воде кислорода.

**Материалы и оборудование.** Йодометрический метод (по Винклеру): склянки на 100—200 мл с притертой пробкой; бюретки; пипетки; конические колбы на 150—250 мл; мерные цилиндры на 100 мл; раствор хлористого марганца (40 г  $MnCl_2$  растворяют в 100 мл кипяченой дистиллированной воды); щелочной раствор йодида калия (32 г  $NaOH$  и 10 г  $KI$  растворяют в 100 мл кипяченой дистиллированной воды); раствор серной кислоты в разведении 1 : 3 или концентрированный раствор тиосульфата натрия (2,48 г  $Na_2S_2O_3$  растворяют в 1 л дистиллированной воды); 0,2%-ный раствор крахмала. Электрохимический метод: анализаторы стационарные и переносные различных марок.

**Общие сведения.** По количеству растворенного в воде кислорода можно косвенно судить о наличии в ней органических веществ. Обогащение воды кислородом

происходит за счет поглощения его из атмосферного воздуха и выделения в процессе фотосинтеза водными растениями. При санитарно-гигиенической оценке водоемов количество растворенного в воде кислорода — показатель ее чистоты: чем больше кислорода в воде, тем она чище.

При отборе пробы воды для определения кислорода необходимо исключить соприкосновение воды с атмосферным воздухом. Для этого используют склянку с притертой пробкой. Перед взятием пробы притертую пробку заменяют резиновой со вставленными в нее двумя стеклянными трубками. Длинный конец первой трубки выходит наружу выше пробки на 20—30 см, а другой конец находится на уровне нижнего края пробки. Один конец второй трубки опускается до дна склянки, а другой на 2—3 см выступает над пробкой. Склянку, закрытую резиновой пробкой с трубками, опускают в водоем на глубину 20—30 см от поверхности воды и заполняют ее водой до прекращения появления пузырьков воздуха на поверхности воды. После этого резиновую пробку со стеклянными трубками заменяют притертой пробкой так, чтобы при закрывании под пробкой не осталось пузырьков воздуха.

**Содержание занятия.** Йодометрический метод (по Винклеру). В склянку, заполненную доверху исследуемой водой, прибавляют раствор хлористого марганца. Для этого наполненную реактивом пипетку погружают до самого дна склянки, открывают верхний конец и пипетку медленно вынимают. Другой пипеткой к пробе прибавляют раствор смеси (NaOH и KI). Кончик пипетки опускают только под уровень пробы в горлышке склянки. Растворы добавляют из расчета по 1 мл каждого на 100 мл исследуемой воды. После этого склянку осторожно закрывают так, чтобы под пробкой не образовались пузырьки воздуха. Содержимое склянки хорошо перемешивают до образования хлопьевидного осадка. Затем в склянку прибавляют 5—10 мл раствора серной кислоты, при этом пипетку также погружают в верхнюю часть склянки и кислоту осторожно выливают. Склянку закрывают пробкой и переворачивают ее до тех пор, пока осадок полностью растворится. После этого в коническую колбу на 250 мл наливают из склянки 100 мл исследуемого содержимого и выделившийся йод титруют раствором тиосульфата натрия сначала до слабо-желтого цвета, затем прибавляют 0,5—1,0 мл раствора крахмала и титруют до полного обесцвечивания раствора.

Содержание растворенного в воде кислорода (мг/л)

$$x = \frac{aK \cdot 0,08 \cdot 1000}{V - V_1},$$

где  $a$  — количество раствора тиосульфата натрия, пошедшее на титрование, мл;  $K$  — поправочный коэффициент к титру раствора тиосульфата натрия; 0,08 — количество кислорода, соответствующее 1 мл 0,01 н. раствора тиосульфата натрия, мг; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л;  $V$  — объем исследуемой воды, взятый на титрование, мл;  $V_1$  — количество прибавленных реактивов на объем титровавшейся жидкости, мл.

**Электрохимический метод.** Он основан на способности индикаторного электрода (катода) проводить через полупроницаемую мембрану электрический ток. Метод пригоден для анализа любых вод, в том числе мутных и окрашенных.

Применяют анализаторы различных марок: стационарные и переносные (АКП-1, «Оксиметр», КМ-101 и др.). Порядок работы на приборах указан в соответствующих инструкциях.

## Занятие 6

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ БИОХИМИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА ВОДЫ (БПК)

**Цель занятия.** Изучить методы определения БПК.

**Материалы и оборудование.** Те же, что и для занятия 5.

**Общие сведения.** Под биохимическим потреблением кислорода воды понимают количество кислорода, расходуемое на аэробное биохимическое разложение органических веществ, содержащихся в 1 л исследуемой воды (в течение 5 сут при температуре 20 °С). По снижению количества кислорода в воде в течение указанного срока можно косвенно судить о количестве органических веществ, содержащихся в ней.

В зависимости от значения БПК (мг/л) открытые водоемы разделены на пять категорий (I — очень чистые — до 1, II — чистые — до 2, III — довольно чистые — до 3, IV — сомнительной чистоты — до 5, V — очень грязные — от 5 до 10 и более); в рыбоводстве на три (I — чистые — до 7, II — загрязненные — от 7 до 14, III — 14 и более).

**Содержание занятия.** Для установления БПК пользуются той же методикой, которая применяется для определения в воде растворенного кислорода. Определяют содержание растворенного кислорода в воде сразу же после взятия пробы и спустя 5 сут стояния при температуре 18—20 °С в термостате. По разности полученных данных устанавливают значение БПК (мг  $O_2$ /л) исследуемой воды.

## Занятие 7

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХЛОРИДОВ В ВОДЕ

**Цель занятия.** Изучить методы определения хлоридов в воде.

**Материалы и оборудование.** Количественный метод (по Мору): мерные колбы на 1 л и 100 мл; бюретки; пипетки; титрованный раствор хлорида натрия (1,649 г реактива, высушенного при 105 °С, растворяют в 1 л дистиллированной воды, в 1 мл раствора содержится 1 мг хлор-иона); титрованный раствор нитрата серебра (4,80 г этого реактива, высушенного при 105 °С, растворяют в 1 л дистиллированной воды, 1 мл такого раствора осаждает 1 мг хлор-иона); 5%-ный раствор хромата калия (50 г реактива растворяют в небольшом количестве бидистиллированной воды, через 2 ч раствор фильтруют и объем доводят до 1 л этой же водой). Приближенный метод: пробирки; пипетки; азотная кислота (1 : 3); 10%-ный раствор нитрата серебра.

**Общие сведения.** Хлориды в воде могут быть минерального и органического происхождения и встречаются в форме солей —  $NaCl$ ,  $KCl$ ,  $MgCl_2$ ,  $CaCl_2$ . В южных ре-

гионах повышенное содержание хлоридов в воде обычно связано с засоленностью грунтов, богатых хлористыми соединениями. Количество хлоридов в водоемах достигает 300 мг/л и более. Такая вода не представляет опасности в санитарном отношении. Хлориды же органического происхождения образуются при разложении органических веществ, преимущественно мочи, фекалий.

**Содержание занятия.** Количественный метод (по Морю). Хлориды в воде осаждаются при титровании раствором нитрата серебра с образованием хлорида серебра. Этим методом можно определить хлориды в воде в пределах от 2 до 400 мг/л.

Перед анализом определяют поправочный коэффициент титра раствора нитрата серебра. В мерную колбу на 100 мл наливают 10 мл титрованного раствора хлорида натрия, доводят объем дистиллированной водой до 100 мл и прибавляют 2 мл раствора хромата калия. Содержимое титруют раствором нитрата серебра до появления оранжево-желтого или бурого окрашивания.

Поправочный коэффициент

$$K = 10/a,$$

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

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

Для контроля таким же способом проверяют дистиллированную или бидистиллированную воду.

Содержание хлоридов (мг/л)

$$x = \frac{aKb \cdot 1000}{V},$$

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

По этой методике точности определения хлоридов в воде мешают сероводород, органические вещества, очень кислые или щелочные соединения и большое количество железа. Кислые пробы нейтрализуют бикарбонатом натрия, а щелочные — азотной кислотой (по фенолфталеину). Железо осаждают окисью цинка и осадок фильтруют, сульфиты окисляют перманганатом калия при нагревании или пероксидом водорода (2 мл на 100 мл воды и кипятить 10 мин).

**Приблизительный метод.** В пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, прибавляют 3 капли 10%-ного раствора нитрата серебра и 2—3 капли азотной кислоты (1 : 3). Смесь встряхивают и по виду выпавшего осадка и состоянию раствора определяют содержание хлоридов в воде, мг/л:



Опалесценция или слабое помутнение	1—10
Сильное помутнение	10—50
Образующиеся хлопья оседают не сразу	50—100
Белый объемистый осадок	Более 100

## Занятие 8

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СУЛЬФАТОВ В ВОДЕ

**Цель занятия.** Изучить методы определения сульфатов в воде.

**Материалы и оборудование.** Комплексометрический и количественный методы: колбы на 250 мл; беззольный фильтр «синяя лента»; бюретки; водяная баня; пробирки; пипетки; 0,5 н. раствор хлорида бария (6,108 г  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  растворяют в 1 л дистиллированной воды); 0,05 н. раствор хлорида магния (5,085 г  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  растворяют в 1 л дистиллированной воды); 0,05 н. раствор трилона «Б» (9,30 г трилона «Б» растворяют в 1 л дистиллированной воды); аммиачно-буферный раствор (100 мл 20%-ного раствора хлорида аммония смешивают с 100 мл 25%-ного аммиака, смесь доводят до 1 л дистиллированной водой и хранят в плотно закрытой склянке во избежание потерь аммиака); 9 н. раствор водного аммиака (67 мл 25%-ного раствора аммиака разбавляют дистиллированной водой до 100 мл); индикатор — хромоген черный ЕТ. Приближенный метод: 10%-ный раствор хлорида бария; 25%-ный раствор соляной кислоты.

**Общие сведения.** Сульфаты встречаются в воде в форме солей щелочно-земельных и щелочных металлов. В некоторых случаях сульфаты появляются в воде в результате окисления разложившихся белковых веществ животного происхождения. Однако сульфаты могут быть и минерального происхождения и в больших количествах содержаться в незагрязненной воде. Вода с большим содержанием сульфатов натрия и магния имеет горький вкус, обладает слабительным действием, вызывая у животных расстройство пищеварения.

**Содержание занятия.** Комплексометрический метод. Он основан на осаждении сульфат-ионов хлоридом бария. Осадок сульфата бария растворяют в титрованном растворе трилона «Б», избыток которого определяют титрованием раствором хлорида магния. Количество трилона «Б», израсходованное на растворение сульфата бария, эквивалентно количеству сульфат-ионов во взятом объеме воды. Оптимальная концентрация для комплексного определения сульфат-ионов находится в пределах 5—25 мг/л.

Для анализа 100 мл исследуемой воды наливают в коническую колбу на 250 мл. Раствор подкисляют концентрированной соляной кислотой (до кислой реакции), прибавляют 25 мл 0,05 н. раствора хлорида бария. Содержимое колбы доводят до кипения, кипятят 10 мин и оставляют в водяной бане на 1 ч.

Через 1 ч содержимое фильтруют через беззольный фильтр «синяя лента», предварительно промытый горячей дистиллированной

водой. При фильтровании стараются, чтобы осадок сульфата бария остался в колбе. Колбу с осадком промывают 5—6 раз горячей водой (40—50 °С), не счищая приставшего к стенкам колбы осадка, и воду пропускают через тот же фильтр. Фильтр с частью попавшего на него осадка сульфата бария промывают 2—3 раза водой и, когда вода стечет, помещают в ту же колбу. Затем приливают 5 мл 9 н. раствора аммиака, 6 мл 0,05 н. раствора трилона «Б» на каждые 5 мг предполагаемого содержания сульфат-ионов во взятом для исследования объеме воды.

Содержимое колбы осторожно нагревают и доводят до кипения, кипятят до растворения осадка (3—5 мин), держа колбу в наклонном положении, периодически перемешивая жидкость.

Раствор охлаждают, приливают 50 мл дистиллированной воды, 5 мл аммиачно-буферного раствора и добавляют около 0,1 г сухого индикатора (хромогена черного) или 5 капель спиртового раствора индикатора. Избыток трилона «Б» титруют раствором хлорида магния до перехода синей окраски в лиловую.

Содержание сульфатов в воде (мг/л) вычисляют по формуле

$$x = \frac{(aK - bK_1) 2,4 \cdot 1000}{V},$$

где  $a$  — количество прибавленного раствора трилона «Б», мл;  $K$  — поправочный коэффициент к титру нормального раствора трилона «Б»;  $b$  — количество хлорида магния, израсходованное на титрование, мл;  $K_1$  — поправочный коэффициент к титру 1 н. раствора хлорида магния; 2,4 — количество сульфатов, эквивалентное 1 мл 0,05 н. раствора трилона «Б»; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л;  $V$  — объем исследуемой воды, взятой для анализа, мл.

При содержании в воде сульфат-ионов больше 250 мг/л пробу воды необходимо разбавить, меньше 50 мг/л — взять для определения больший объем исследуемой воды и концентрировать его.

**Приближенный метод.** В пробирку наливают 5 мл исследуемой воды, добавляют 3 капли 10%-ного раствора хлорида бария и 3 капли 25%-ной соляной кислоты. По характеру выпавшего осадка (не взбалтывая) и состоянию раствора определяют содержание сульфатов, мг/л: слабое помутнение через несколько минут — 1—10, слабое помутнение моментально — 10—100, сильное помутнение — 100—500, осадок, быстро оседающий на дно, — 500.

## Занятие 9

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕРОВОДОРОДА В ВОДЕ

**Цель занятия.** Изучить методы определения сероводорода в воде.

**Материалы и оборудование.** Качественный метод: фильтровальная бумага, пропитанная уксусноокислым свинцом. Йодометрический метод: колба на 250 мл; пробирки; бюретки; пипетка на 5 мл; 0,01 н. раствор перманганата калия; 0,01 н. раствор гипосульфита

натрия; 10%-ный раствор йодида калия; серная кислота (1:3); 1%-ный раствор крахмала. Приближенный метод: реактив Каро (1 г параимидометилаланина растворяют в 300 мл соляной кислоты плотностью 1,19 г/см<sup>3</sup>, а затем к 100 мл этого раствора добавляют 100 мл 1%-ного раствора серноокислого железа и хранят в темной склянке с притертой пробкой).

**Общие сведения.** Сероводород образуется в воде при разложении органических серосодержащих веществ. Особенно высокая концентрация сероводорода наблюдается в сточных водах в результате разложения белковых веществ.

**Содержание занятия.** Подготовка воды к анализу. Пробы воды для определения сероводорода берут с теми же предосторожностями, что и пробы для определения кислорода, и исследуют сразу после отбора.

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

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

**Йодометрический метод.** Он основан на окислении сероводорода йодом, выделяющимся из йодида калия при воздействии на него перманганата калия. По количеству йода, израсходованного на окисление сероводорода, судят о содержании его во взятом объеме воды.

В коническую колбу на 250 мл наливают 100 мл исследуемой воды, подкисляют несколькими каплями раствора серной кислоты, прибавляют 1 мл раствора йодида калия, взбалтывают и титруют раствором перманганата калия для получения отчетливо выраженного желтого окрашивания. Избыток йода титруют раствором гипосульфита натрия в присутствии раствора крахмала. Разность между количеством добавленного раствора перманганата калия и количеством раствора гипосульфита натрия, пошедших на титрование, будет соответствовать количеству 0,01 н. раствора йода, израсходованного на окисление сероводорода в 100 мл исследуемой воды.

1 мл 0,01 н. раствора йода соответствует 0,71 мг сероводорода. Следовательно, для вычисления количества сероводорода, содержащегося в 100 мл исследуемой воды, следует количество 0,01 н. раствора йода умножить на 0,71 и сделать пересчет на 1 л исследуемой воды.

**Приближенный метод.** В одну пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, в другую — 10 мл дистиллированной воды и в

каждую по 3 мл реактива Каро. По изменению окраски раствора в пробирке определяют содержание сероводорода (табл. 19).

### 19. Приближенное определение сероводорода в воде

Окрашивание при рассмотрении		Содержание сероводорода, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 0,03
Нет	Слабо-зеленоватое	0,06
Нет	Ясно-зеленоватое	0,1
Слабое светло-зеленое	Светло-зеленое	0,2
Светло-зеленое	Зеленое	0,6
Зеленое	Ярко-зеленое	1
Ярко-зелено-синее	Зелено-синее	2
Интенсивно-синее	Синее	5

## Занятие 10

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ АММОНИЙНОГО И АЛЬБУМИНОИДНОГО АЗОТА В ВОДЕ

**Цель занятия.** Изучить методы определения аммонийного и альбуминоидного азота в воде.

**Материалы и оборудование.** Определение аммонийного азота: ФЭК; пипетки на 1 и 5 мл; колбы на 100 мл; мерные цилиндры на 100 мл; пробирки; реактив Несслера; стандартный раствор хлорида аммония с содержанием 0,001 мг азота в 1 мл (2,965 г хлорида аммония, высушенного при температуре 105 °С, растворяют в 1 л дистиллированной воды, 1 мл такого раствора содержит 1 мг аммиака и аммоний-ионы; 1 мл полученного раствора разводят в 1000 раз и получают в 1 мл 0,01 мг аммонийного азота); 50%-ный раствор сегнетовой соли; щелочная смесь, состоящая из 50 г гидроксида натрия и 100 г диоксида натрия, растворенных в 300 мл дистиллированной воды (приготовленный раствор кипятят 15 мин и фильтруют через стеклянную или асбестовую вату); гидроксид алюминия. Определение альбуминоидного азота (колориметрический метод): ФЭК; прибор для дистилляции аммиака из исследуемой пробы воды; пипетка Мора; колба на 100 мл; мерный цилиндр на 100 мл; бюретка; щелочной раствор перманганата калия (125 г КОН и 4 г  $KMnO_4$  растворяют в 1 л дистиллированной воды); реактив Несслера; стандартный раствор хлорида аммония (см. определение аммонийного азота).

**Общие сведения.** При санитарной оценке питьевой воды определяют наличие аммонийных солей (аммонийный и альбуминоидный азот). Установлено вредное влияние аммонийного азота, образующегося в воде в результате минерализации органических веществ, на животных. Всасываясь из желудочно-кишечного тракта в кровь, он вызывает ее изменения, а также способствует легочным болезням у молодняка. Альбуминоидный азот содержится в аминокислотах, пептидах, белках и других ес-

тественных и синтетических органических соединениях. В поверхностных водах органически связанный азот появляется в результате биологических процессов или попадает со сбрасываемыми бытовыми и некоторыми сточными водами.

**Содержание занятия.** Подготовка воды к анализу. На точность определения содержания аммонийного азота в воде оказывают влияние цветность, жесткость воды, наличие в ней железа, сульфидов, остаточного активного хлора.

Для обесцвечивания на 500 мл исследуемой воды добавляют 0,5 г гидроксида алюминия и отстаивают в течение 2 ч.

Наличие в воде сульфидов определяют добавлением к 10 мл исследуемой воды 1 мл раствора реактива Несслера и 2 мл раствора серной кислоты (1 : 3). Если помутнение не исчезнет после подкисления, значит, в воде присутствуют сульфиды. Их следует удалить, добавив на 100 мл воды 10 капель 30%-ного раствора ацетата цинка. После этого воду отстаивают 2 ч, сливают прозрачную часть и отбирают из нее пробу для исследования. Если активного остаточного хлора более 0,5 мг/л, в воду добавляют эквивалентное количество 0,001 н. раствора гипосульфита натрия.

Жесткость воды смягчают, добавляя 2 мл щелочной смеси.

Определение аммонийного азота колориметрическим методом. Суть метода состоит в том, что при добавлении к исследуемой пробе воды реактива Несслера образуется йодистый меркураммоний, окрашивающий воду в желтый цвет различной интенсивности в зависимости от содержания аммиака. При большой концентрации аммиака образуется красно-бурый осадок. Исследуемую пробу воды после добавления реактива Несслера сравнивают со стандартным раствором хлорида аммония, содержащим заведомо известное количество аммонийного азота. Для колориметрирования пригодна вода с концентрацией аммиака в пределах 0,1—10 мг/л.

Для анализа в одну колбу наливают 50 мл стандартного раствора хлорида аммония, в другую — 50 мл исследуемой воды. Затем в обе колбы прибавляют по 1 мл раствора сегнетовой соли и по 1 мл реактива Несслера. Содержимое колб взбалтывают и оставляют в покое до появления (около 10 мин) желтого окрашивания, после чего колориметрируют на ФЭК (или других колориметрах) при синем светофильтре № 4.

Перед тем как начать работу на приборе, проверяют правильность установки осветителя по прилагаемой инструкции. Необходимо, чтобы пучок света располагался симметрично центру диафрагмы (перед включением прибора проверяют положение лампы накаливания). Оптическую плотность измеряют следующим образом:

включают прибор за 15—20 мин до начала измерения;

в левый держатель ставят кювету с дистиллированной водой, а в правый — две кюветы (одну с дистиллированной водой — слева, другую с исследуемым или стандартным раствором — справа);

при перекрытых шторкой световых лучах компенсируют «темновой ток», т. е. находят «электрический нуль» прибора, а также необходимый светофильтр;

поместив сначала в правый держатель кювету с исследуемым раствором (в левом держателе всегда кювета с дистиллированной водой), устанавливают оба барабана на нулевом делении по шкале оптической плотности (красная);

вращая левый барабан, фиксируют интенсивность световых потоков в обоих каналах;

в правом держателе на место кюветы с исследуемым раствором помещают кювету со стандартным раствором. Это достигается перемещением правого держателя кювет. Изменение интенсивности светового потока в правой кювете компенсируют вращением правого барабана. Отсчет оптической плотности ведут по красной шкале правого измерительного барабана.

Измерения повторяют несколько раз и из полученных данных берут среднее значение.

Расчет ведут по формуле

$$C_2 = \frac{C_1 A_2}{A_1} 1000,$$

где  $C_2$  — концентрация аммонийного азота в исследуемой воде, мг/л;  $C_1$  — концентрация аммонийного азота в стандартном растворе хлорида аммония, мг/л;  $A_2$  — оптическая плотность исследуемой воды (по красной шкале правого барабана);  $A_1$  — оптическая плотность стандартного раствора хлорида аммония (по красной шкале правого барабана); 1000 — коэффициент пересчета на 1 л.

**Определение аммонийного азота приближенным методом.** В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, добавляют 0,2—0,3 мл 50%-ного раствора сегнетовой соли и 0,2 мл реактива Несслера. Содержание аммиака и ионов аммония определяют по табл. 20.

#### 20. Приближенное определение аммиака и ионов аммония в воде

Окрашивание при рассмотрении		Содержание в воде, мг/л	
сбоку	сверху	аммиака	ионов аммония
Нет	Нет	0,04	0,05
Нет	Чрезвычайно слабо-желтоватое	0,08	0,1
Чрезвычайно слабо-желтоватое	Слабо-желтоватое	0,2	0,3
Очень слабо-желтоватое	Желтоватое	0,4	0,5
Слабо-желтоватое	Светло-желтоватое	0,8	1
Светло-желтоватое	Желтое	2	2,5
Желтое	Буровато-желтое	4	5
Мутноватое, резко-желтое	Бурое, раствор мутный	8	10
Интенсивно-бурое, раствор мутный	Бурое, раствор мутный	Более 10	Более 10

**Определение альбуминоидного азота в воде.** Альбуминоидный азот освобождается из органических соединений при обработке исследуемой пробы воды щелочным раствором перман-

ганата калия, последний разрушает органические соединения и переводит его в аммонийный азот.

Количество альбуминоидного азота ( $A$ , мг/л) рассчитывают по разности между суммой альбуминоидного и аммонийного (в полученном дистилляте) азота и аммонийного азота, определенного в пробе воды без перегонки, т. е. путем прямого колориметрирования, по формуле

$$A = B - C,$$

где  $B$  — альбуминоидный азот + аммонийный азот, определенный в дистилляте, мг/дм<sup>3</sup>;  $C$  — аммиак (аммонийный азот) в пробе воды без перегонки, мг/л.

Для перегонки аммиака используют прибор для дистилляции. Сначала прибор очищают от возможных следов аммиака. Для этого в колбу на 300—500 мл наливают водопроводную воду и к ней для подщелачивания на кончике скальпеля добавляют оксид магния. Колбу с водой ставят на нагревательный прибор, соединяют с холодильником и проверяют плотность подгонки шлифов и резиновой трубки в местах соединения. К нижнему концу холодильника подставляют приемник (колбу на 120 мл, пикнометр), чтобы конец трубки от холодильника почти касался его дна. Приемник предварительно ополаскивают безаммиачной водой (бидистиллятом). На стенке приемника тушью или острым карандашом по стеклу делают отметку, соответствующую 100 мл. Затем через холодильник пускают воду из водопровода и включают нагревательный прибор (электроплитку и др.). При слабом кипении воды освобождающийся аммиак увлекается парами в холодильник и вместе с охлаждающимися парами стекает в приемник. После очистки прибора в колбе должно остаться 30—40 мл воды с нерастворившимся оксидом магния. Оставшаяся в колбе вода не содержит аммиака.

Для анализа после охлаждения прибора осторожно снимают насадку и в колбу с остатком воды пипеткой Мора наливают 100 мл исследуемой воды, прибавляют 25 мл щелочного раствора перманганата калия и отгоняют 100 мл исследуемой воды в колбу или пикнометр (до отметки 100 мл). Затем приемник с полученным дистиллятом снимают, нагревательный прибор отключают. В дистилляте содержится в растворенном виде аммиак. В 100 мл дистиллята добавляют реактив Несслера и выдерживают около 10 мин.

После этого определяют количество аммиака колориметрическим методом, как было сказано выше.

## Занятие 11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРИТОВ В ВОДЕ

**Цель занятия.** Изучить методы определения нитритов в воде.

**Материалы и оборудование.** ФЭК; пипетки на 1 и 5 мл; колбы на 100 мл; мерные цилиндры на 100 мл, пробирки; реактив Грисса; стандартный раствор нитрита натрия (1 мл содержит 0,001 мг нитритов).

**Общие сведения.** Наличие нитритов в воде обусловлено бактериальным окислением аммиачного азота, что указывает на то, что начавшийся процесс минерализации органических веществ, т. е. на некоторую давность загрязнения воды органическими веществами. Кроме того, соли азотистой кислоты могут образовываться в воде при восстановлении нитратов в условиях отсутствия или недостатка кислорода. Это неблагоприятный в санитарном отношении признак.

**Содержание занятия.** Колориметрический метод. Основан на способности нитритных ионов давать окрашенные диазосоединения с первичными ароматическими аминами. При добавлении к исследуемой воде сульфаниловой кислоты и реактива Грисса раствор приобретает розовую окраску, интенсивность которой пропорциональна содержанию нитритов.

Для анализа в одну колбу наливают 50 мл стандартного раствора, а в другую — 50 мл исследуемой воды и в обе колбы добавляют по 2 мл реактива Грисса. Колбы с раствором помещают в водяную баню при 50—60 °С на 10 мин. Если после добавления реактива Грисса вода окрасилась в желтый цвет, значит, нитритов в ней более 0,3 мг/л и исследуемую воду следует развести дистиллированной до появления розового окрашивания. При окончательном расчете полученное значение умножают на степень разведения.

После этого стандартный раствор и исследуемую воду колориметрируют на ФЭК — при зеленом светофилтре № 6.

Содержание нитритов в исследуемой воде (мг/л) рассчитывают по формуле

$$C_2 = \frac{C_1 A_2}{A_1} 1000,$$

где  $C_1$  — концентрация нитритов в стандартном растворе, мг/л;  $A_1$  — оптическая плотность исследуемой воды;  $A_2$  — оптическая плотность стандартного раствора; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л.

**Приближенный метод.** В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды и добавляют 0,5 мл реактива Грисса. Содержимое пробирки в течение 10 мин нагревают до 70—80 °С, а без нагрева (при комнатной температуре) содержание нитритов определяют через 20 мин после добавления реактива Грисса по табл. 21.

**21. Приближенное определение нитритов в воде**

Окрашивание при рассмотрении		Содержание нитритов, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	< 0,01
Едва заметно розовое	Чрезвычайно слабо-розовое	0,001
Очень слабо-розовое	Слабо-розовое	0,004
Слабо-розовое	Светло-розовое	0,015
Светло-розовое	Розоватое	0,03
Розовое	Сильно-розовое	0,06
Сильно-розовое	Красное	0,15
Красное	Ярко-красное	0,3



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ НИТРАТОВ В ВОДЕ

**Цель занятия.** Изучить методику определения нитратов в воде.

**Материалы и оборудование.** ФЭК, пипетки на 1 и 10 мл; колбы на 100 и 1000 мл; мерные цилиндры на 100 мл; чашки фарфоровые выпаривательные; сульфифеноловый раствор; стандартный раствор нитрата калия (содержащий в 1 мл 0,01 г нитратов); 25%-ный раствор нашатырного спирта; раствор нитрата серебра; гидроксид алюминия.

**Общие сведения.** Присутствие в воде солей азотной кислоты связано с полной минерализацией органических загрязнений, некогда попавших в воду. Следовательно, они указывают на давность загрязнения, на то, что оно имело место, но в настоящее время уже ликвидировано.

**Содержание занятия.** В фарфоровую чашку наливают 10 мл исследуемой воды и выпаривают. В чашку с сухим остатком исследуемой воды прибавляют 2 мл сульфифенолового раствора и перемешивают до полного растворения. После этого через 5—10 мин в чашку добавляют 10 мл дистиллированной воды и 20 мл 25%-ного раствора нашатырного спирта. В присутствии нитратов раствор приобретает желтую окраску. Окрашенный в желтый цвет раствор переносят в мерный цилиндр или колбу на 100 мл. Чашку несколько раз ополаскивают дистиллированной водой и смывные воды переливают в цилиндр или колбу к основному раствору. После этого объем доводят дистиллированной водой до метки 100 мл и содержимое колбы перемешивают.

Если в исследуемой воде содержится много хлоридов, то их предварительно необходимо удалить. Для этого к 100 мл воды прибавляют раствор нитрата серебра в количестве, эквивалентном содержанию хлоридов во взятом объеме воды. Осадок хлорида серебра фильтруют или отделяют центрифугированием. При цветности воды выше 20° ее обесцвечивают, добавляя гидроксид алюминия, а осадок удаляют фильтрованием.

Пробу воды, окрашенную в желтый цвет, и стандартный раствор с заведомо известным количеством нитратов азота колориметрируют (см. определение аммонийного азота). Оптическую плотность окрашенных растворов измеряют на ФЭК с синим светофильтром.

Содержание нитратов ( $C$ , мг/л) вычисляют по формуле

$$C_2 = \frac{C_1 A_2}{A_1} 1000,$$

где  $C_1$  — содержание нитратов в стандартном растворе нитрата калия, мг/л;  $A_2$  — оптическая плотность исследуемой воды;  $A_1$  — оптическая плотность стандартного раствора; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИФОСФАТОВ В ВОДЕ

**Цель занятия.** Изучить методику определения полифосфатов в воде.

**Материалы и оборудование.** ФЭК; колбы мерные на 50, 100 и 1000 мл; пипетки на 2, 10, 20, 50 мл; молибденовокислый аммоний; фосфорнокислый калий; серная кислота; соляная кислота; двухлористое олово; сульфаминовая кислота.

**Общие сведения.** В воду водоемов соединения фосфора могут поступать в виде фосфорной кислоты и ее ионов, мета-, пиро- и полифосфатов (используют для предупреждения образования накипи, входят в состав моющих средств и т. п.), а также в виде разнообразных фосфорсодержащих органических соединений (включая пестициды). Предельно допустимая концентрация полифосфатов в воде открытых водоемов до 3,5 мг/л.

**Содержание занятия.** Метод основан на гидролизе полифосфатов в кислой среде, при котором они переходят в растворенные ортофосфаты (определяемые колориметрическим методом) в виде фосфорномолибденового комплекса, окрашенного в синий цвет.

Пробы воды следует отбирать в хорошо выщелоченные склянки с притертыми пробками.

**Подготовка к анализу.**

1. Приготовление основного стандартного раствора однозамещенного фосфорнокислого калия. 0,7165 г ч.  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  предварительно высушивают в термостате в течение 2 ч при  $105^\circ\text{C}$ , растворяют в мерной колбе на 1000 мл дистиллированной водой и доводят объем раствора до метки, добавляют 2 мл хлороформа. 1 мл такого раствора содержит 0,5 мг  $\text{PO}_4^{3-}$ .

2. Приготовление первого рабочего стандартного раствора однозамещенного фосфорнокислого калия. 10 мл основного раствора доводят дистиллированной водой до 1 л. 1 мл раствора содержит 0,005 мг  $\text{PO}_4^{3-}$ .

3. Приготовление второго рабочего стандартного раствора однозамещенного фосфорнокислого калия. 50 мл первого рабочего раствора доводят до 250 мл дистиллированной водой. 1 мл раствора содержит 0,001 мг  $\text{PO}_4^{3-}$ . Используют свежеприготовленный раствор.

4. Приготовление первого раствора молибденовокислого аммония (реактив № 1 — кислый раствор). 25 г  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  растворяют в 600 мл дистиллированной воды. К этому раствору осторожно приливают 337 мл концентрированной серной кислоты. После охлаждения раствор доводят дистиллированной водой до 1 л. Раствор хранят в бутылки из темного стекла с притертой пробкой. Пользоваться реактивом можно через 48 ч после приготовления.

5. Приготовление второго раствора молибденовокислого аммония (реактив № 2 — слабокислый раствор). 10 г  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

растворяют в 400 мл дистиллированной воды. К этому раствору осторожно приливают 7 мл концентрированной серной кислоты. После охлаждения раствор доводят дистиллированной водой до 1 л. Раствор хранят в полиэтиленовой бутылки в темном месте. Пользоваться реактивом можно через 48 ч после приготовления.

6. Приготовление 37%-ного раствора серной кислоты. 33,7 мл концентрированной серной кислоты осторожно смешивают, приливая небольшими порциями к 50 мл дистиллированной воды. После охлаждения раствор доводят дистиллированной водой до 100 мл.

7. Приготовление основного раствора двухлористого олова. 1,95 г кристаллического невыветренного  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  растворяют в 50 мл 13,6%-ной соляной кислоты (18,4 мл 37%-ной  $\text{HCl}$ , не содержащей мышьяка) и доводят дистиллированной водой до 50 мл. Суспензию тщательно перемешивают, хранят в склянке, покрытой внутри слоем парафина. Перед употреблением суспензию хорошо перемешивают. Суспензия может быть применена непосредственно после приготовления.

8. Приготовление рабочего раствора двухлористого олова. 2,5 мл основного раствора (суспензия) доводят дистиллированной водой до 10 мл. Необходимо применять свежеприготовленный раствор. Раствор устойчив около 4 ч.

Определению мешают железо при концентрации 1 мг/л, растворимые силикаты более 25 мг/л, нитриты до 25 мг/л. Влияние железа и силикатов устраняется соответствующим разбавлением исследуемой воды; влияние нитритов — добавлением к пробе 0,1 г сульфаминовой кислоты (которую вносят до добавления молибденовокислого аммония).

Построение калибровочного графика. В мерные колбы на 500 мл вносят пипеткой 0,5; 1; 2; 5; 10; 20 мл рабочего стандартного раствора фосфорнокислого калия (1 мл — 0,001 мг  $\text{PO}_4^{3-}$ ) и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой. Содержание полифосфатов в образцовых растворах будет соответственно равно 0,01; 0,02; 0,04; 0,1; 0,2; 0,4 мг  $\text{PO}_4^{3-}$ . Затем в каждую колбу добавляют по 1 мл молибденовокислого аммония (реактив № 1), перемешивают и через 5 мин микропипеткой вносят по 0,1 мл рабочего раствора двухлористого олова и перемешивают. Интенсивность окраски измеряют через 10—15 мин на ФЭК, пользуясь красным светофильтром. По полученным данным устанавливают оптическую плотность контрольной пробы и строят график.

Определение ортофосфатов. К 50 мл исследуемой воды (без разбавления можно определить не более 0,4 мг/дм<sup>3</sup>  $\text{PO}_4^{3-}$ , профильтрованной через плотный бумажный фильтр «синяя лента»), вносят те же реактивы и в той же последовательности, что и в стандартные растворы. Оптическую плотность раствора определяют на ФЭК. Концентрацию ортофосфатов устанавливают по калибровочному графику.

Содержание неорганических растворенных ортофосфатов ( $C$ , мг/л) определяют по формуле

$$C = C_1 \cdot 50/V,$$

где  $C_1$  — содержание ортофосфатов, найденное по калибровочному графику, мг/л; 50 — приведение объема исследуемой воды к 50 мл;  $V$  — объем исследуемой воды, мл.

**Определение полифосфатов.** К 100 мл исследуемой воды, профильтрованной через плотный бумажный фильтр, или к меньшему объему, доведенному до 100 мл дистиллированной водой, добавляют 2 мл 37%-ного раствора серной кислоты и кипятят 30 мин. Объем исследуемой воды поддерживают в пределах 50—90 мл добавлением дистиллированной воды. После охлаждения раствор переносят в мерную колбу на 100 мл и доводят объем дистиллированной водой до метки. Затем добавляют 1 мл раствора молибденовокислого аммония (реактив № 2), содержимое перемешивают. Через 5 мин доливают 0,1 мл рабочего раствора двуххлористого олова и снова перемешивают. Через 10—15 мин измеряют интенсивность окраски на ФЭК.

Содержание гидролизующих полифосфатов ( $C$ , мг/л) определяют по формуле

$$C_3 = C_2 \cdot 100/V - C,$$

где  $C_2$  — содержание полифосфатов, найденное по калибровочному графику, мг/л; 100 — приведение объема исследуемой воды к 100 мл;  $V$  — объем исследуемой воды, мл;  $C$  — содержание неорганических растворенных ортофосфатов, мг/л.

## Занятие 14

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО ЖЕЛЕЗА В ВОДЕ

**Цель занятия.** Изучить методы определения общего железа в воде.

**Материалы и оборудование.** ФЭК; мерные колбы на 120 мл; пипетка на 25 мл; бюретка; стандартный раствор железозаммонийных квасцов (в 1 мл 0,001 мг железа); 50%-ный раствор роданистого аммония; персульфат аммония в кристаллах, соляная кислота в разведении 1 : 1 (плотность 1,19 г/см<sup>3</sup>).

**Общие сведения.** В воде открытых водоемов железо может присутствовать в разнообразном физико-химическом состоянии: в растворенном (бикарбонат закиси), в виде коллоидальной взвеси или осадка (гидрат окиси).

Предельно допустимая концентрация общего железа в воде водоемов 0,3 мг/л. Пробы воды для определения общего железа не консервируют.

**Содержание занятия.** Метод определения общего железа с роданистым аммонием ( $\text{NH}_4\text{CNS}$ ) основан на взаимодействии в сильно-кислой среде окисного железа и роданина с образованием комплекс-

ного соединения роданового железа, окрашенного в красный цвет. Интенсивность окраски пропорциональна концентрации железа.

Концентрацию железа устанавливают с точностью до 0,01 мг/л.

**Колориметрический метод.** В одну мерную колбу наливают 100 мл исследуемой воды, в другую — 100 мл стандартного раствора. Затем в каждую из них вносят по 2 мл разведенной соляной кислоты, 2—3 кристаллика персульфата аммония, перемешивают и добавляют по 2 мл роданистого аммония. Жидкость в обеих колбах встряхивают и окрашенные растворы колориметрируют (светофильтр синий).

Концентрацию железа в воде ( $C_2$ , мг/л) рассчитывают по формуле

$$C_2 = \frac{C_1 A_2}{A_1} 1000,$$

где  $C_1$  — концентрация железа в стандартном растворе, мг/дм<sup>3</sup>;  $A_2$  — оптическая плотность исследуемой воды;  $A_1$  — оптическая плотность стандартного раствора; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л.

**Приблизительный метод.** В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды, добавляют 0,2 мл соляной кислоты, 2—3 кристаллика персульфата аммония и 0,2 мл раствора роданистого аммония.

Содержание железа в воде определяют по табл. 22.

**22. Приближенное определение железа в воде**

Окрашивание при рассмотрении		Содержание железа, мг/л
сбоку	сверху	
Нет	Нет	Менее 0,05
Едва заметное желтовато-розовое	Чрезвычайно слабо-желтовато-розовое	0,1
Очень слабо-желтовато-розовое	Слабо-желтовато-розовое	0,3
Слабо-желтовато-розовое	Светло-желтовато-розовое	0,5
Светло-желтовато-розовое	Желтовато-розовое	1
Сильно-желтовато-розовое	Желтовато-красное	2
Светло-желтовато-красное	Ярко-красное	3

## Занятие 15

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОБОДНОГО ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В ВОДЕ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методикой определения свободного диоксида углерода в воде.

**Материалы и оборудование.** Слянка с притертой пробкой на 200 мл с метками на 100 и 150 мл; бюретки на 25 и 50 мл; пипетки на 1 и 20 мл; 0,1 н. раствор гидроксида натрия; 1%-ный (спиртовой) раствор фенолфталеина.

**Общие сведения.** Диоксид углерода в водоемах содержится как в свободном состоянии (в виде газа, растворенного в воде), так и в виде ионов. Диоксид углерода

может появляться в воде в результате различных биохимических процессов, протекающих в ней.

**Содержание занятия.** Определение свободного диоксида углерода основано на том, что прилитый к воде раствор щелочи (гидроксид натрия) связывает диоксид углерода. Окончанием титрования считают рН 8,3—8,4, когда количество свободного диоксида углерода практически равно нулю. Индикатором для этого диапазона служит фенолфталеин, имеющий при таком рН розовую окраску.

Для анализа склянку заполняют доверху исследуемой водой, чтобы исключить возможность поглощения диоксида углерода из воздуха, и закрывают пробкой, чтобы под пробкой не оставалось пузырьков воздуха. Перед началом исследования избыточную воду выливают и оставляют в склянке только 100 мл. К пробе добавляют 0,1 мл 1%-ного раствора фенолфталеина, закрывают пробкой и содержимое взбалтывают. После этого жидкость титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до слабо-розового окрашивания, не исчезающего в течение 2 мин.

Содержание свободного диоксида углерода в воде (мг/л) рассчитывают по формуле:

$$x = aK \cdot 2,2 \cdot 1000/V,$$

где  $a$  — количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование, мл;  $K$  — поправочный коэффициент титра 0,1 н. раствора гидроксида натрия; 2,2 — количество диоксида углерода, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия, мг; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л;  $V$  — объем исследуемой воды, взятый для титрования, мл.

## Занятие 16

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЩЕЛОЧНОСТИ ВОДЫ

**Цель занятия.** Изучить методы определения щелочности воды и провести анализ воды на щелочность.

**Материалы и оборудование.** Бюретка; колбы на 250 мл; мерный цилиндр; 0,1 н. раствор соляной кислоты; 0,5%-ный раствор фенолфталеина; индикатор метилоранж (1%-ный раствор).

**Общие сведения.** Под щелочностью понимают способность некоторых компонентов, содержащихся в воде, связывать эквивалентное количество сильной кислоты. Щелочность создают все катионы, которые в воде уравновешены гидроксильными ионами, анионами слабых кислот (например, карбонаты, гидрокарбонаты). Щелочность воды определяют количеством сильной кислоты, необходимой для замещения этих анионов.

**Содержание занятия.** Определение щелочности основано на титровании воды соляной кислотой в присутствии индикаторов метилоранжа или фенолфталеина. Количество раствора, необходимое для достижения рН 8,3, эквивалентно свободной щелочности, а для достижения рН 4,5 — общей щелочности. При рН меньше 4,5 щелочность воды равна нулю.

Для анализа в коническую колбу наливают 100 мл исследуемой воды, добавляют 3—4 капли индикатора метилоранжа и титруют 0,1 н. раствором соляной кислоты на белом фоне до перехода окраски содержимого колбы из желтого в слабо-розовый цвет. Чтобы точно уловить переход окраски, рядом ставят контрольную колбу с той же пробой воды с добавлением в нее 3—4 капель раствора метилоранжа.

Щелочность воды (мг · экв/л) вычисляют по формуле

$$x = aK \cdot 1,04,$$

где  $a$  — количество 0,1 н. раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование 100 мл исследуемой воды, мл;  $K$  — поправочный коэффициент к титру соляной кислоты; 1,04 — поправочный коэффициент на влияние диоксида углерода (увеличивает значение щелочности на 4 %).

## Занятие 17

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

**Цель занятия.** Изучить методы определения жесткости воды.

**Материалы и оборудование.** Колбы конические на 250 мл; бюретки; воронки диаметром 5—7 см; мерный цилиндр на 250 мл; бумажные фильтры; 0,1 н. раствор соляной кислоты; 0,1%-ный раствор метилоранжа; 0,1 н. раствор трилона «Б»; аммиачно-буферный раствор; 0,5%-ный раствор хромогена черного ЕТ; 2 н. раствор гидроксида натрия; 0,01 н. раствор хлорида кальция; муросид.

**Общие сведения.** Жесткость воды зависит от наличия в ней ионов кальция и магния, а также ионов хлористых, углекислых, сернокислых и других соединений. Если концентрация ионов велика, то воду считают жесткой, и наоборот. Вода повышенной жесткости вредна для использования в промышленных и бытовых целях. Однако в жесткой воде быстрее протекают процессы самоочищения (минерализации), лучше зимуют рыбы. Кальций и магний снижают в воде токсичность некоторых химических веществ, особенно солей тяжелых металлов.

Различают общую, устранимую и постоянную жесткость. Общая жесткость воды обусловлена всей суммой солей кальция и магния, содержащихся в ней. Устранимая жесткость определяется наличием в воде двууглекислых солей кальция и магния, которые при кипячении воды разлагаются, превращаются в нерастворимые углекислые соли и выпадают в виде осадка, так называемой накипи. Постоянная жесткость зависит от присутствия в воде сернокислых, хлористых и других солей, кальция, магния, за исключением бикарбонатов.

Жесткость измеряют в миллиграмм-эквивалентах в 1 л воды (мг · экв/л) или в градусах (табл. 23).

#### 23. Коэффициент перевода единиц жесткости

Единицы измерения жесткости	Коэффициент				
	мг · экв.	немецкий градус	ский градус	английский градус	ский градус
1 мг · экв/л	1,0	2,8040	5,0050	3,5110	50,045
1 немецкий градус	0,35663	1,0	1,7848	1,2521	17,847
1 французский градус	0,19982	0,5603	1,0	0,7015	10,0
1 английский градус	0,28483	0,7987	1,4255	1,0000	14,255
1 американский градус	0,01980	0,0560	0,1	0,0702	1,0

По степени жесткости природную воду разделяют на очень мягкую — до 1,5 мг · экв/л, мягкую — от 1,5 до 4, средней жесткости — от 4 до 8, жесткую — от 8 до 12, очень жесткую — свыше 12 мг · экв/л.

**Содержание занятия.** Определение общей жесткости трилонометрическим методом. Метод состоит в титровании исследуемой пробы воды раствором трилона «Б» в присутствии индикатора-красителя. При добавлении к воде, содержащей ионы кальция и магния, индикатора хромогена черного раствор окрашивается в винно-красный цвет, а при добавлении трилона «Б» переходит в синий. Это говорит о том, что трилон «Б» связывает ионы кальция и магния в комплекс. Реакция комплексообразования протекает медленно, поэтому раствор трилона «Б» необходимо прибавлять медленно, а в конце титрования по каплям с промежутками в 5—10 с. Кроме хромогена черного применяют и другие индикаторы. Изменения окраски индикаторов при титровании трилоном «Б» приведены в табл. 24.

**24. Индикаторы, используемые для определения жесткости**

Индикатор	Окраска	
	в присутствии ионов Са и Mg	в отсутствие ионов Са и Mg
Хромоген черный	Винно-красная	Сине-голубая
Кислотный хром синий К	Розовато-красная	Сиреневая
Кислотный хром темно-синий	Розовато-красная	Синевато-сиреневая

Индикаторы взаимодействуют со многими металлами, что искажает результаты титрования. Для устранения влияния меди в пробу воды, отмеренную для титрования, прибавляют 1 мл 20%-ного раствора  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ .

В зависимости от значения общей жесткости для исследования берут различное количество испытуемой воды (табл. 25). Взятые объемы исследуемой воды доводят до 100 мл дистиллированной водой.

**25. Количество исследуемой воды в зависимости от жесткости**

Жесткость воды		Требуется воды для анализа, мл
в немецких градусах	мг · экв/л	
1,4—14	0,5—5	100
14—30	5—10	50
30—56	10—20	25
56—140	20—50	10

При жесткости воды выше 20 мг · экв/л для титрования берут 0,1 н. раствор трилона «Б», а при жесткости ниже 20 мг · экв/л — 0,05 н. раствор.

Для проведения анализа в коническую колбу на 250 мл наливают 100 мл предварительно профильтрованной исследуемой воды, при-



бавляют 5 мл аммиачно-буферного раствора и приблизительно 0,1 г сухой смеси индикатора хромогена черного. Содержание колбы титруют при сильном взбалтывании раствором трилона «Б» до перехода винно-красной окраски в синюю.

Перед исследованием определяют истинный титр 0,1 н. раствора трилона «Б». Для этого в коническую колбу на 250 мл наливают 10 мл 0,1 н. раствора сульфата магния, прибавляют 90 мл дистиллированной воды, 5 мл аммиачно-буферного раствора и добавляют 6 капель индикатора хромогена черного. Содержимое титруют (при помешивании) 0,1 н. раствором трилона «Б» до изменения винно-красной окраски на синюю. Для определения титра раствора трилона «Б» количество раствора сульфата магния, взятое для титрования, делят на количество раствора трилона «Б», пошедшее на титрование.

Общую жесткость воды (мг · экв/л) рассчитывают по формуле

$$x = aN \cdot 1000 \cdot 0,1/V,$$

где  $a$  — количество трилона «Б», пошедшее на титрование, мл;  $N$  — истинная нормальность трилона «Б»; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л; 0,1 — нормальность раствора соляной кислоты;  $V$  — объем исследуемой воды, мл.

**Определение устранимой жесткости.** В коническую колбу на 250 мл наливают 100 мл исследуемой воды, прибавляют 2 капли раствора метилоранжа и титруют из бюретки раствором соляной кислоты до перехода желтой окраски в слабо-розовую. Чтобы точно уловить переход одного цвета в другой, для контроля ставят рядом колбу с той же водой с добавлением к ней 2 капель раствора метилоранжа.

Рассчитывают устранимую жесткость (мг · экв/л) по формуле

$$x = aK \cdot 1000 \cdot 0,1/V,$$

где  $a$  — количество 0,1 н. раствора соляной кислоты, пошедшее на титрование, мл;  $K$  — поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора соляной кислоты; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л; 0,1 — нормальность соляной кислоты;  $V$  — объем исследуемой воды, мл.

Постоянную жесткость определяют по разности между общей и устранимой.

**Определение кальция.** Принцип метода основан на способности трилона «Б» извлекать кальций из растворенного в воде пурпуратного комплекса с мурексидом при рН 12.

Прежде чем приступить к анализу, необходимо определить поправочный коэффициент к титру раствора трилона «Б». Для этого в колбу на 250 мл наливают 100 мл раствора хлорида кальция, 2 мл 2 н. раствора гидроксида натрия и насыпают 10—15 мг сухого индикатора мурексида. Смесь взбалтывают, при этом раствор окрашивается в красный цвет. Затем жидкость титруют раствором трилона «Б» до перехода окраски в фиолетовую.

Поправочный коэффициент ( $K$ ) рассчитывают по формуле

$$K = a/b,$$

где  $a$  — количество 0,01 н. раствора хлорида кальция, взятое для титрования, мл;  $b$  — количество трилона «Б», пошедшее на титрование, мл.

После этого исследуют пробу воды. В коническую колбу на 250 мл наливают 100 мл исследуемой воды, 2 мл 2 н. раствора гидроксида натрия и добавляют 10—15 мг сухого индикатора. Смесь взбалтывают, при этом раствор окрашивается в красный цвет. Жидкость титруют раствором трилона «Б» до перехода окраски в фиолетовую.

Содержание кальция в воде рассчитывают по формуле

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

где  $b$  — количество трилона «Б», пошедшее на титрование, мл;  $K$  — поправочный коэффициент к титру раствора трилона «Б»; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л;  $V$  — объем исследуемой воды, мл.

## Занятие 18

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ ХЛОРНОЙ ИЗВЕСТИЮ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами определения эффективности обеззараживания воды хлорной известью.

**Материалы и оборудование.** Пипетки на 1 мл; колбы; химические стаканы; 0,01 н. раствор гипосульфита натрия; 5%-ный и 25%-ный растворы серной кислоты; 10%-ный раствор йодида калия; 1%-ный раствор крахмала; 1—2%-ный раствор хлорной извести.

**Общие сведения.** Для обеззараживания воды обычно пользуются хлорной известью. Состав ее непостоянен: хлорная известь содержит различное количество  $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Активную часть хлорной извести составляет гипохлорит кальция, который в воде образует хлорноватистую кислоту ( $\text{HOCl}$ ). Считают, что именно хлорноватистая кислота обладает бактерицидным эффектом. Это объясняется тем, что хлорноватистая кислота легко проникает через оболочки микробной клетки и оказывает существенное влияние на обмен бактериальной клетки, в частности на ферменты, которые катализируют окислительно-восстановительные процессы, обеспечивающие бактериальную клетку энергией.

Под действием двуокси углерода, содержащейся в атмосферном воздухе, солнечных лучей и др. гипохлорит кальция постепенно разлагается с выделением хлора. Поэтому перед применением хлорной извести следует определить в ней содержание активного хлора, которого должно быть не менее 28 %.

**Содержание занятия.** Определение активного хлора в хлорной извести. Суть метода состоит в том, что при взаимодействии гипохлорита кальция с серной кислотой в присутствии йодида калия выделяется активный хлор, который вытесняет из йодида калия эквивалентное количество йода. Выделившийся йод тит-

руют в присутствии крахмала 0,01 н. раствором гипосульфита натрия до исчезновения синей окраски.

По количеству гипосульфита натрия, израсходованному на титрование, рассчитывают количество хлора, содержащегося в навеске хлорной извести, взятой для определения.

Перед тем как приступить к анализу, готовят раствор хлорной извести. Для этого из разных мест бочки (или ящика) с хлорной известью отбирают пробы, тщательно их смешивают, отвешивают 1 г хлорной извести и готовят 1%-ный раствор. После перемешивания с водой раствор оставляют до следующего дня в закрытой посуде.

После этого пипеткой отбирают 1 мл отстоявшегося прозрачного раствора извести и переносят в чистую колбу. Добавляют 50 мл дистиллированной воды, 1 мл раствора серной кислоты и 2 мл раствора йодида калия. Колбу закрывают, содержимое хорошо перемешивают и через 5 мин при наличии интенсивного желтого окрашивания приступают к титрованию раствором гипосульфита натрия. Вначале титруют до слабо-желтого окрашивания, после чего добавляют 1 мл раствора крахмала и продолжают титрование до исчезновения синей окраски.

Содержание активного хлора (%) в хлорной извести рассчитывают по формуле

$$x = (a \cdot 0,355 \cdot 100 \cdot 100) / 1000,$$

где  $a$  — количество 0,01 н. раствора гипосульфита натрия, пошедшее на титрование, мл; 0,355 — количество активного хлора, соответствующее 1 мл 0,01 н. раствора гипосульфита натрия, мг; 100 — коэффициент перевода содержания хлора в 100 мл приготовленного раствора хлорной извести; 100 — коэффициент перевода содержания хлора в 100 г хлорной извести; 1000 — коэффициент перевода 1 мг в 1 г.

Упрощенный метод определения хлорпотребности воды. Берут 4 стакана вместимостью до 1 л, наполняют их водой, подлежащей хлорированию. В каждый стакан добавляют 1—2%-ный раствор хлорной извести в следующем количестве, мл: в 1-й стакан — 0,1; во 2-й — 0,2; в 3-й — 0,5; в 4-й — 1. Растворы в стаканах перемешивают и оставляют в покое на 30 мин. Затем в каждый стакан добавляют по 5 капель 5%-ной серной кислоты, по 2 мл 10%-ного раствора йодида калия. После перемешивания интенсивность окраски будет зависеть от количества оставшегося свободного хлора. Для хлорирования берут дозу раствора хлорной извести из того стакана, где вода окрашена в наиболее слабо-синий цвет, т. е. в этой воде хлора для обеззараживания вполне достаточно. Например, если слабо-синее окрашивание произошло во втором стакане, то для обеззараживания 1 л воды достаточно 0,2 мл приготовленного раствора хлорной извести, а для 1 т (1000 л) воды 200 мл приготовленного раствора хлорной извести.

Определение остаточного активного хлора в

хлорированной воде. Метод основан на окислении йодида калия активным хлором до йода, который титруют гипосульфитом натрия.

Для анализа в коническую колбу наливают 200 мл хлорированной воды, добавляют 2 мл 25%-ного раствора серной кислоты, 1 мл йодида калия и 5 капель крахмала. После того как жидкость окрасится в синий цвет, ее титруют 0,1 н. раствором гипосульфита натрия до обесцвечивания (очень медленно).

Содержание остаточного активного хлора (мг/л) определяют по формуле

$$x = aK \cdot 0,355 \cdot 5,$$

где  $a$  — количество 0,01 н. раствора гипосульфита натрия, пошедшее на титрование, мл;  $K$  — поправочный коэффициент нормальности раствора гипосульфита натрия; 0,355 — количество активного хлора, соответствующее 1 мл 0,01 н. раствора гипосульфита натрия, мг; 5 — коэффициент пересчета на 1 л.

## Занятие 19

### ВЕТЕРИНАРНО-САНИТАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДЫ

**Цель занятия.** Ознакомиться с ветеринарно-санитарными методами исследования воды.

**Материалы и оборудование.** Воронки Гольмана; ручной насос Шнитца; колба Бунзена; бумажные фильтры (беззольные); 20—30%-ный раствор соляной кислоты; стерильные пипетки на 1 мл; чашки Петри; питательные среды накопления; мясо-пептонный агар с розоловой кислотой; микроскоп.

**Общие сведения.** Вода — естественная среда обитания разнообразных микроорганизмов, так называемого «микробиального планктона». Кроме того, в воду могут попадать со сточными и тальми водами различные микробы, личинки и яйца гельминтов.

**Содержание занятия.** Отбор проб для микробиологического и гельминтологического исследования — один из элементов контроля качества воды.

Для отбора проб используют простерилизованные стеклянные бутылки с пробками (пробки стерилизуют отдельно). Если проба воды содержит какое-то количество остаточного хлора, то последний будет продолжать воздействие на любые микроорганизмы и зародыши гельминтов, присутствующие в пробе. Это означает, что при анализе такой пробы результаты будут искажены. В этом случае к пробе воды добавляют гипосульфит натрия, который немедленно инактивирует весь остаточный хлор, но не влияет на микробы и зародыши гельминтов. Консервации вода не подлежит. Идеальная температура хранения проб воды 4—5 °С. Исследование должно быть проведено в кратчайшие сроки.

Гельминтологические исследования. Для контроля степени загрязненности открытых водоемов яйцами гельминтов пробы воды для исследования берут утром, днем и вечером, а также в разные сезоны. Выбирают места существующего или предполагаемого загрязнения, у берегов и вдали от них. Объем пробы 10—15 л. Пробу воды в избранном месте надо брать постепенно: по 0,1—1 л через каждые 5 мин как с поверхности воды, так и с глубины 20—50 см, а также на расстоянии 50 см от дна (с помощью батометра). Соблюдение этих правил отбора даст возможность сделать точное и объективное заключение о наличии и степени загрязнения воды яйцами и личинками гельминтов.

Исследуют пробы воды в хорошо оборудованных лабораториях с помощью специальных методов (метод Гнединой и др.) и приспособлений. Наиболее прост модифицированный метод Васильковой, с помощью которого можно проводить исследования воды в полевых условиях.

Для анализа бумажные фильтры помещают на дно воронки, смывая их после пропускания через прибор 0,5—1 л исследуемой воды. Разрежение воздуха в колбе для ускорения фильтрации создают ручным насосом.

Бумажные фильтры с образовавшимся на них осадком освещают в течение 3—5 мин раствором соляной кислоты и кладут на предметное стекло, соответствующее по размерам фильтру. Для обнаружения яиц гельминтов фильтры исследуют во влажном состоянии под малым увеличением микроскопа.

При отсутствии специального оборудования исследования воды можно проводить путем отстаивания ее в высоких цилиндрах в течение 1 сут. Верхний слой из цилиндра сливают через сифон, стараясь не захватить осадок. Осадок переносят в центрифужные пробирки, центрифугируют. Нижний слой жидкости из пробирок переносят каплями на предметное стекло и исследуют под малым увеличением микроскопа. Видовую принадлежность яиц определяют в соответствии с их описаниями в руководствах по паразитологии.

Микробиологические исследования воды. При отборе проб для микробиологического анализа используют стерильные бутылки вместимостью 0,5 л с каучуковой или корковой пробкой.

Воду исследуют не позже чем через 2 ч после отбора пробы. При невозможности выполнения этих условий анализ допускается проводить не позже чем через 6 ч после отбора пробы, сохраняя при этом пробу при температуре до 5 °С.

При *определении микробного числа* доставленную пробу воды тщательно перемешивают, стараясь не смачивать пробку. Стерильными пипетками набирают воду для посева в чашки Петри, желательнее для каждой чашки использовать отдельную пипетку. В крайнем случае можно пользоваться одной пипеткой при условии, что посев начинают с больших разведений.

Воды с небольшим загрязнением достаточно от 1 до 0,1 мл. Воду со значительным загрязнением разводят перед посевом стерильной водой. Для этого в пробирку с 9 мл стерильной воды вносят 1 мл исследуемой пробы воды и тщательно перемешивают, получая первое разведение 1 : 10. После этого 1 мл воды первого разведения вносят во вторую пробирку и получают разведение 1 : 100. Так поступают до получения необходимого разведения (каждый раз берут новую стерильную пипетку). Из пробы исследуемой воды должно быть сделано не менее двух разведений в зависимости от степени ожидаемого загрязнения.

Отобранное количество воды вносят в чашку, слегка приподняв крышку. Одновременно ставят в водяную баню (45 °С) пробирки с мясо-пептонным агаром для расплавления и выливают в чашку с исследуемой водой. Вращательным движением смешивают воду с агаром и ставят чашки на горизонтальной плоскости для застывания (на чашке делают пометки о пробе восковым карандашом). Чашки после застывания помещают в термостат крышками вниз при 37 °С на 24 ч.

Пробы воды из открытых водоемов засевают в две чашки, которые помещают в другой термостат при 20 °С на 48 ч.

Подсчитывают колонии с помощью лупы по всей площади чашки. Если в чашке выросло свыше 300 колоний и нет посевов других разведений, можно использовать счетную пластинку. Для этого чашку с колониями ставят под стекло, сняв крышку, или вверх дном, подсчитывают колонии в 12 квадратах (в четырех центральных и в двух, расположенных по четырем углам счетной пластинки). После этого определяют содержание микроорганизмов в 1 мл исследуемой воды.

**Пример расчета.** Для посева было взято 0,5 мл воды. Площадь чашки 78,5 см<sup>2</sup>. В 12 квадратах выросло 84 колонии, т. е. на 1 см<sup>2</sup> приходится 7 колоний, а на всю площадь чашки  $78,5 \cdot 7 = 549,5$ . Следовательно, в 1 мл исследуемой воды будет содержаться  $549,5 \cdot 2 = 1099$  микробов.

При ускоренном методе определения в воде кишечной палочки (показатель фекального загрязнения) срок анализа сокращается до 24 ч. Исследования ведут в два этапа: посев исследуемой воды на среду накопления (пептонно-глюкозную) и выращивание на ней колоний в течение 12 ч при 42 °С; пересев со среды накопления независимо от признаков роста на мясо-пептонный агар с розоловой кислотой и выращивание в течение 12 ч при 37 °С (можно при 42 °С). Для пересева пользуются платиновой петлей с большим ушком.

Приготовление среды накопления: в 100 мл водопроводной воды растворяют при нагревании 10 г пептона и 5 г поваренной соли. Содержимое доводят до кипения, фильтруют и после этого добавляют 5 г (можно 2,5) глюкозы. рН среды должен быть 7,4—7,6. Разливают среду в пробирки с поплавками по 10 мл и стерилизуют в текуче-паровом аппарате или в автоклаве при открытом вентиле.

Приготовление МПА с розоловой кислотой: на 1 л МПА (агара около 1 %) вносят 50 мл желчи, 10 г лактозы и 1 г глюкозы. Содержимое перемешивают и подогревают. рН среды должен быть 7,4—7,6. Затем добавляют индикаторы — 2 мл 1%-ного спиртового раствора бромтилового синего и 2 мл 5%-ного свежеприготовленного спиртового раствора розоловой кислоты. Среду разливают в агглютинационные пробирки и стерилизуют при 112 °С в течение 20 мин. Перед посевом пробирки фиксируют в наклонном положении, чтобы поверхность среды была скошенной (полускошенный агар). Среда в готовом виде имеет коричнево-красный цвет.

Для анализа сравнительно чистой воды (из водопроводов, артезианских скважин, благоустроенных колодцев) в пробирки засевают по 1—5 мл пробы; воды из открытых водоемов в зависимости от предполагаемого загрязнения — по 0,01; 0,1; 0,2; 0,5; 1 мл. Содержимое пробирок перемешивают и помещают в термостат при 45 °С на 24 ч.

Через 24 ч делают пересев на агаровую среду с розоловой кислотой путем укола в толщу агара и проведения штриха на скошенной поверхности среды. Посевы делают из всех пробирок со средой накопления независимо от признаков роста. Пробирки с посевами ставят в термостат на 12 ч (можно на 24 ч).

Большинство обычных сапрофитных бактерий на агаре с розоловой кислотой не растет. Если на агаровой среде с розоловой кислотой (в случае раннего посева) не установлен рост колоний, а в среде накопления через 20—24 ч он есть (помутнение, газообразование), рекомендуется сделать дополнительный посев на розоловый агар из пробирок с признаками роста.

В соответствии с ГОСТ 18963—73 для определения в воде микробного числа и кишечной палочки применяют мембранные ультрафильтры. При фильтровании определенного объема воды на поверхности фильтра приблизительно равномерно оседают и распределяются все микробы, находящиеся в данном объеме воды. Состав фильтров позволяет выращивать осевшие микроорганизмы непосредственно на поверхности фильтров. Колонии, вырастающие на поверхности фильтра, сохраняют присущие им видовые особенности.

## **ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЕ ЗАНЯТИЕ**

**Цель занятия.** Отработать методики зоогигиенического обследования водоснабжения фермы и составить ветеринарно-санитарное заключение по результатам исследования воды.

**Содержание занятия.** Занятие проводят в животноводческом хозяйстве. Заключение по качеству воды должно основываться на данных обследования водоисточников, методов взятия пробы воды и исследования ее в лаборатории кафедры или непосредственно на животноводческой ферме (комплексе) в помещении ветеринарной аптеки или лаборатории.

При обследовании водоисточников, анализе воды используют примерную схему.

1. Общие сведения: название хозяйства, водоема, из которого была взята вода для исследования; дата взятия пробы воды; санитарно-топографическое описание водоисточника; для каких целей используют воду на ферме.

2. Исследование физических и органолептических свойств воды: температура воды в водоеме, запах, вкус и привкус, прозрачность, цвет, наличие взвешенных частиц, сухой остаток, рН.

3. Химические свойства воды: окисляемость, наличие азота аммонийного и альбуминоидного, нитритов, нитратов, хлоридов, сульфатов, общего железа, растворенного кислорода, БПК воды, щелочность, жесткость.

4. Ветеринарно-санитарные исследования воды: микробное число, наличие яиц и личинок гельминтов.

5. Заключение о качестве и пригодности воды для питьевых и технологических целей.

6. На основании результатов обследования водоисточников предлагают меры и методы по улучшению качества воды: отстаивание, коагуляцию, фильтрацию, а при неблагоприятном санитарном состоянии воды — обеззараживание ее.

Другой вариант проведения занятия — каждый студент получает индивидуальное задание (данные анализа по исследованию воды) и делает заключение о качестве воды, ее пригодности для питьевых целей с использованием следующих показателей (ГОСТ 2874—82).

Запах при температуре 20 °С и при нагревании 60 °С, баллов, не более	2
Вкус и привкус при 20 °С, баллов, не более	2
Цветность, градусов, не более	20
Мутность по стандартной шкале, мг/л, не более	1,5
Сухой остаток, мг/л, не более	1000
рН	6—9
Общая жесткость, мг · экв/л, не более	7
Содержание, мг/л, не более	
свинца	0,03
мышьяка	0,05
фтора	1,5
меди	1
цинка	5
железа	0,3
марганца	0,1
полифосфатов	3,5
нитратов	45
остаточного активного хлора	0,3—0,5
хлоридов	350
сульфатов	500
Общее число бактерий в 1 мл, не более	100
Число бактерий группы кишечной палочки в 1 л, не более	3



**Пример.** На территории АСХО «Шушары» Ленинградской области расположен пруд, санитарное состояние которого неудовлетворительное. Он находится на уровне ниже животноводческих построек и жилых домов.

**Д а н н ы е а н а л и з а.** Вода взята 10.05.98 г.; температура 5 °С; прозрачность 15 см по шрифту; цвет желтоватый; запах умеренный, неопределенный; вкус слегка кисловатый; осадок незначительный; окисляемость 12 мг  $O_2$ /л; содержание аммиака 0,5 мг/л, хлоридов 400 мг/л, нитритов 2,1 мг/л, нитратов 78 мг/л; общая жесткость 9,4 мг · экв/л; коли-титр 40; общее количество бактерий 1950 ед/мл, яиц гельминтов 36 ед/25 л.

**З а к л ю ч е н и е.** На основании результатов санитарно-топографического обследования водоисточника, органолептической оценки, химического и бактериологического исследований воды ее нельзя считать доброкачественной в ветеринарно-санитарном отношении. Содержание значительного количества азотсодержащих соединений, хлоридов, повышенная окисляемость указывают на загрязнение водоема органическими веществами, а низкий коли-титр, наличие бактерий и яиц гельминтов свидетельствуют о значительном бактериальном и паразитарном загрязнении.

В связи с этим необходимо принять следующие меры: воду для поения животных и подготовки кормов к скармливанию использовать только после очистки и обеззараживания; после проведения указанных мероприятий провести повторное исследование воды.

## Раздел IV

# ИССЛЕДОВАНИЕ КОРМОВ

### Занятие 1

#### ОТБОР ПРОБ И ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ

**Цель занятия.** Ознакомиться с порядком отбора проб и приемами органолептического анализа кормов.

**Материалы и оборудование.** Химический стакан; горячая вода (60—70 °С); фарфоровая чашка; водяная баня.

**Общие сведения.** Образцы корма отбирает комиссия, в состав которой входят ветеринарные и зоотехнические специалисты, представители администрации хозяйства (предприятия) и заинтересованных служб, а в конфликтных случаях представители организации-поставщика и местных органов Госстандарта.

**Содержание занятия.** Перед взятием пробы пастбищных растений устанавливают примерный их ботанический состав, определяют господствующие в травостое растения. Затем выделяют несколько участков, каждый размером 1 м<sup>2</sup>. Траву с этого участка скашивают или срезают ножницами все части растения — листья, цветы, плоды, стебель. Затем траву сушат в помещении. После этого пробу помещают в чистую банку и направляют в лабораторию.

Часто в больших партиях кормов в местах максимального увлажнения могут развиваться грибы в виде гнезд (сено, солома) или комков (отруби, комбикорм и т. д.). Пробы из этих мест высылают отдельно.

Для пересылки и хранения пробы кормов повышенной влажностью досушивают при температуре 40—45 °С до влажности, предусмотренной соответствующими ГОСТами.

Независимо от типа силосных сооружений пробы силоса в количестве не менее 1 кг отбирают из различных мест, помещают в чистые банки с плотно закрывающимися пробками.

Отобранные пробы кормов с сопроводительной запиской направляют в ветеринарные лаборатории для анализа.

Органолептический анализ кормов проводят в соответствии с требованиями ГОСТов.

**Определение запаха.** Для определения запаха пробы зерна, сена или соломы помещают в стакан и заливают горячей водой (60—70 °С). Прикрыв стакан стеклом, оставляют его на 2—3 мин; затем воду сливают и устанавливают запахи корма.

Пробы комбинированных, мучнистых кормов, жмыхов и шротов насыпают в фарфоровую чашку (навеска не менее 20 г), закрывают стеклом, ставят в предварительно доведенную до кипения водяную баню и прогревают в течение 5 мин.

**Определение цвета.** Небольшое количество корма (грубые корма, зерно, продукты его переработки, жмыхи и шроты) на белой бумаге исследуют при рассеянном свете.

На грубых кормах могут быть выявлены потемнение, побурение, плесневой налет различного цвета (черный, зеленый и др.), слежавшиеся пласты. Это свидетельствует о наличии грибов. Зерновые корма (ячмень, овес, пшеница и др.) могут содержать легковесные, морщинистые, щуплые, тусклые, иногда розовато-красного цвета или потемневшие зерна в результате поражения грибами из рода *Fusarium*. При развитии грибов рода *Aspergillus*, *Penicillium* зерно часто приобретает зеленый, серый, сизый оттенки.

При органолептическом анализе особое внимание уделяют оценке сочных кормов, и в частности силоса. Нормально заквасившийся силос имеет зеленовато-желтый или оливковый цвет с различными оттенками, т. е. напоминает цвет растений, из которых он приготовлен.

Зеленый цвет свидетельствует о том, что силос в процессе закладки не подкислили. Преобладание желтого оттенка указывает на высокое содержание органических кислот. Коричневый, темно-бурый или даже черный цвет свойствен силосу, который в процессе приготовления сильно прогрелся (горячее силосование). При порче силоса появляется матовый оттенок, особенно на поверхности листьев.

Силос хорошего качества имеет приятный аромат, напоминающий запах моченых яблок, хлебного кваса. Запах меда, свежеспеченного ржаного хлеба свидетельствует о том, что силосованная масса подвергалась сильному самосогреванию. Неприятный запах, долго сохраняющийся на руке, говорит о присутствии в силосе масляной кислоты и продуктов разложения белка.

**Заключение.** Органолептический анализ не всегда дает возможность определить пораженность корма. Часто пораженные токсическими грибами корма не имеют признаков порчи, т. е. по внешнему виду не отличаются от доброкачественных. Поэтому все корма, поступившие для анализа, необходимо исследовать на зараженность грибами и токсинами.

На основании органолептического анализа считают недоброкачественными корма со следующими признаками:

зерно первой степени порчи: солодовый запах, цвет внешних покровов зерна без изменений, эндосперм с нормальным оттенком;

зерно второй степени порчи: плесенно-затхлый запах, внешний покров зерен без блеска, потемневший, эндосперм и зародыш темные (при поражении их микроорганизмами);

зерно третьей степени порчи: плесенно-гнилостный запах, цвет внешних покровов серо-черный, эндосперм — кремовый, зародыш поражен;

зерно четвертой степени порчи: гнилостный запах, цвет эндосперма коричневый;

комбинированные корма, отруби, мучка кормовая: затхлый или плесенный запах, комковатость (в подвергшихся самосогреванию); мякина, жмыхи и шроты: затхлый, плесенный или гнилостный запах, часто изменения цвета;

корма животного происхождения: плесенный или гнилостный запах, комковатость;

силосованные корма: наличие плесневых налетов различного цвета в зависимости от вида гриба — красный (*Fusarium*), зеленый различных оттенков (*Aspergillus*, *Penicillium*), черный;

сено и солома: в непрессованном виде более 10 % горелых, заплесневелых, с затхлым запахом участков, а в прессованном более 10 % кип с прослойкой плесени и затхлым запахом участков.

С зерном первой и второй степени порчи проводят дальнейшие санитарно-микологические исследования с целью определения его пригодности к скармливанию животным.

Запрещается использовать для кормления животных солому, сено с затхлым запахом, пораженные плесенью более чем на 10 %; зерно третьей степени порчи (только на технические цели); зерно четвертой степени порчи (уничтожают); корма животного происхождения, шрот и жмых с затхлым, плесеным и гнилостным запахом.

Корма, подлежащие уничтожению или идущие на технические цели по результатам органолептического исследования, токсикомикологическому анализу не подвергают.

## Занятие 2

### ИССЛЕДОВАНИЕ КОРМОВ НА БЕЗВРЕДНОСТЬ

**Цель занятия.** Ознакомиться с показателями безвредности кормов, их характеристиками и методами определения.

**Материалы и оборудование.** Лабораторные весы; мельница; фарфоровая ступка; шприц с иглами; химические стаканы; автоклав; субстрат и экстракт корма; сыворотка крови; лабораторные животные (крысы, кролики, цыплята); оплодотворенные куриные яйца на 9—13-й день инкубации; культура инфузорий.

**Общие сведения.** В соответствии с Законом Российской Федерации «О ветеринарии» все корма, предназначенные для кормления животных, должны быть безопасными (безвредными) для здоровья животных и окружающей среды, соответствовать ветеринарно-санитарным требованиям и нормам.

Безвредность кормов можно определять по характеру и степени минимальной выраженности вредности: токсичности, токсигенности, аллергенности, морфогенности, тератогенности, канцерогенности и др.

Токсичность и токсигенность — способность веществ корма действовать угнетающе на процессы жизнедеятельности организма вплоть до его гибели.

Токсичность кормов может быть обусловлена: минеральными ядами (удобрения, поваренная соль и др.), фосфорорганическими, хлорорганическими веществами, в том числе пестицидами и другими синтетическими соединениями; ядовитыми растениями, содержащими алкалоиды, гликозиды, сапонины и др.; грибными токсинами (микотоксинами); токсинами микробов (ботулизма и др.); токсинами, накапливающимися в кормах (нитраты, нитриты, соланин, госсипол, глюкозинолактин и др.).

Аллергия представляет собой измененную иммунобиологическую реакцию организма, отклоняющуюся в сторону повышения (гиперэргия, анафилаксия, септическое воспаление) или понижения (гипоэргия, анэргия) от нормального физиологического уровня.

Все вещества, изменяющие реактивную способность организма, называются аллергенами. Ими могут быть различные белковые вещества животного или растительного происхождения (сыворожка крови, чешуйки кожи или шерсти, цветочная пыльца); липоиды; сложные углеводы; различные лекарственные препараты и др. В организме могут образовываться аутоаллергены. В крови появляются аутоантитела, и развивается клиническая картина поражения соответствующих органов и тканей. Белки крови и тканей при различных патологических состояниях приобретают аллергенные, чужеродные для организма свойства.

Морфогенность — это способность веществ кормов вызывать морфологические изменения в организме, что отрицательно сказывается не только на продуктивности, но и на развитии потомства.

Для оценки веществ, вредных для организма животных и человека, особенно вызывающих рождение уродов (феномен тератогенности), в качестве объекта исследования используют куриные эмбрионы.

К канцерогенным веществам относят различные химические соединения, которые способны при воздействии на организм вызывать новообразования. К ним относят полициклические углеводороды, особенно производные антрацена и фенантрена, содержащиеся в каменноугольных смолах, дегте, азокрасители, ароматические амины, уретан, некоторые алкалоиды, синтетические полимеры, биологически активные вещества (стерины, кортикостероиды, половые гормоны, желчные кислоты и др.). Канцерогенные вещества могут накапливаться в организме при нарушении липоидного и стероидного обменов.

Определение вышеперечисленных веществ, входящих в корма, возможно только в хорошо оборудованных специализированных лабораториях.

**Содержание занятия.** Определение токсичности и токсигенности на цыплятах. Пробу корма (5—20 г) растирают в ступке до размера частиц, свободно проходящих через толстую иглу шприца. Часть корма переносят в химический стакан и разводят водой до консистенции сметаны. Шприцем набирают 1—

3 мл полученной суспензии и вводят внутривентриально цыплятам недельного возраста (5 голов) I опытной группы.

II опытной группе цыплят (5 голов) вводят то же количество охлажденной суспензии корма, но предварительно прокипяченной в течение 20—30 мин или автоклавированной.

Цыплятам контрольной группы вводят аналогичное количество кипяченой воды.

Каждого цыпленка помещают в отдельную клетку, обеспечивая свободный доступ к воде, но лишают корма на 1—2 сут, в течение которых отмечают общее состояние птицы. Случаи гибели выражают в процентах к общему числу цыплят, которым вводили исследуемый корм.

Каждые 20 % гибели оценивают в 1 балл: 100%-ная гибель (5 баллов) — корм очень высокотоксичен; 80 % (4 балла) — корм высокотоксичен; 60 % (3 балла) — корм токсичен; 40 % (2 балла) — корм среднетоксичен; 20 % (1 балл) — корм малотоксичен.

Если гибель цыплят отмечают после введения предварительно нагретого корма, то корм считают токсигенным, т.е. токсичным из-за наличия в нем термолabileльных микроорганизмов и их токсичных продуктов метаболизма.

Отсутствие острой токсичности кормов еще не дает полной гарантии их безвредности, так как в них могут присутствовать вредные вещества, которые начинают действовать постепенно по мере их накопления (кумуляции) в организме. Для этого исследуют корм на подострую (длительность опыта 2 нед) или хроническую (длительность опыта более 4 нед) токсичность. Корм скармливают птице без ограничения и при свободном доступе к воде. В качестве контроля в зависимости от целей исследования берут стандартный полноценный рацион, рубленое вареное яйцо или дробленую пшеницу.

За время опыта учитывают общее состояние птицы, выживаемость, прирост живой массы, в том числе на единицу потребленного корма.

**Определение аллергенности на инфузориях.** Принцип и суть метода заключаются в известной реакции «антиген—антитело», где антителом являются антитела сыворотки крови теплокровных лабораторных животных (крыс, кроликов), иммунизированной культурой (*Tetrahymena patifogmis*), а антигеном — сами инфузории. На сенсibilизированную культуру инфузории путем выращивания ее на аллергенном субстрате воздействуют антисывороткой, содержащей антитела против самой инфузории. Под ее действием инфузории постепенно гибнут и лизируются. По силе активности этих реакций на фоне контроля судят о наличии аллергенного действия, его характера и степени.

**Определение морфогенности на инфузориях.** Инфузории четко реагируют на морфогенные (мутагенные, тератогенные, бластомогенные) факторы. При этом обращают внимание на форму инфузорий и характер их движения.

Продолжительность опыта 7 сут. Инфузорий выращивают в среде с добавлением исследуемого субстрата (500 мг на 1 мл среды). Концентрация субстрата не должна вызывать гибели инфузорий, т.е. не должна быть токсичной и токсигенной. Один раз в сутки из инкубируемого субстрата берут по капле и просматривают под микроскопом для выявления измененных форм (выпячиваний, вздутий и др.) инфузорий. При наличии отмечают примерное их число. Показатель «аномалии развития» выражают в баллах или процентах: 0 — нормальные формы; 1 — слабоизмененные; 2 — среднеизмененные; 3 — сильноизмененные формы. Кроме этого определяют характер их движения (быстрое, замедленное), а также изменения, произошедшие во внутренних структурах (величина, цвет вакуолей).

Определение эмбриотоксичности и тератогенности на куриных эмбрионах. В оплодотворенное яйцо на 9—13-е сут инкубации с соблюдением всех правил асептики вводят 0,1—0,5 мл экстракта с токсином. В контроле вместо токсина используют такое же количество растворителя, воды или масла.

Учитывают число проклюнувшихся цыплят и погибших эмбрионов. Если отмечен высокий процент гибели, опыт повторяют с меньшими дозами токсина, которые не вызывали бы гибели, с тем чтобы можно было четко отделить токсический эффект от тератогенного. Выживших цыплят осматривают, отмечая наличие возможных деформаций скелета, ног, крыльев, глаз, клюва, твердого неба.

Полученные результаты в опыте и контроле сравнивают между собой и делают соответствующие выводы о наличии и степени тератогенности исследуемых кормов.

### Занятие 3

#### АНАЛИЗ КОРМОВ НА ЗАРАЖЕННОСТЬ ГЕЛЬМИНТАМИ И АМБАРНЫМИ ВРЕДИТЕЛЯМИ

**Цель занятия.** Ознакомиться с качественными и количественными методами выявления гельминтов, а также явных и скрытых форм амбарных вредителей.

**Материалы и оборудование.** Микроскоп; предметные и покровные стекла; стеклянные палочки; скальпель; препаровальная игла; лупа; фильтровальная бумага; лабораторные весы; сита с диаметром отверстий 1,5 и 2,5 мм; разборная доска; белое и черное стекло; сетка в жестяной оправе; стеклянная чашка; насыщенные растворы хлорида натрия (плотность 1,18 г/см<sup>3</sup>) или сульфата магния (плотность 1,35 г/см<sup>3</sup>), или гипосульфита натрия (плотность 1,37—1,41 г/см<sup>3</sup>), или азотнокислого натрия (плотность 1,4 г/см<sup>3</sup>); 1%-ный раствор перманганата калия; 1%-ный раствор серной кислоты; 3%-ный раствор пероксида водорода; вода; глицерин.

**Содержание занятия.** Гельминтологические исследования. Их делят на качественные, с помощью которых можно ус-

тановить, какими гельминтами заражены корма, и количественные, по которым можно приближенно судить о степени инвазии.

При качественном методе на предметное стекло наносят каплю жидкости (состоящую из равных частей воды и глицирина) и соскоб с исследуемого корма, тщательно перемешивают стеклянной палочкой, накрывают покровным стеклом и исследуют под микроскопом.

Большинство качественных методов основано на разнице удельной массы яиц, личинок гельминтов, с одной стороны, и жидкости, в которой взвешены исследуемые корма, с другой. В зависимости от соотношения удельной массы этих компонентов различают методы флотации, осаждения и комбинированные. Используют жидкости такие, как насыщенный раствор поваренной соли (плотность  $1,18 \text{ г/см}^3$ ), сульфата магния (плотность  $1,35 \text{ г/см}^3$ ), гипосульфита натрия (плотность  $1,37\text{—}1,41 \text{ г/см}^3$  в зависимости от температуры окружающей среды) и азотнокислого натрия (плотность  $1,4 \text{ г/см}^3$ ), удельная масса которых больше массы яиц гельминтов.

Количественные методы по технике выполнения напоминают качественные. Однако имеется ряд особенностей: должны быть определены навески кормов; время отстаивания взвесей фекалий; использована посуда одного объема. Достоверность результатов повышается при увеличении количества и кратности исследований.

Определение зараженности и поврежденности зерна амбарными вредителями. Среди амбарных вредителей встречаются представители трех отрядов: паукообразные (клещи); жесткокрылые (долгоносики и хрущаки); чешуйчатокрылые (моль).

Устанавливают явную и скрытую формы и степень зараженности или поврежденности зерна амбарными вредителями.

Для определения явной формы зараженности берут среднюю пробу зерна и просеивают его через сита (нижнее с диаметром ячеек  $1,5 \text{ мм}$  и верхнее с диаметром ячеек  $2,5 \text{ мм}$ ). Если температура проверяемого на зараженность зерна ниже  $5^\circ\text{C}$ , его прогревают при температуре  $25\text{—}30^\circ\text{C}$  примерно  $10\text{—}20$  мин, с тем чтобы вызвать активизацию насекомых, впавших в оцепенение. По окончании просеивания определяют зараженность зерна крупными насекомыми (большой мучной, молянобурый хрущак и др.). Для этого тщательно просматривают остаток на сите с диаметром ячеек  $2,5 \text{ мм}$  на белом стекле вручную, а с диаметром ячеек  $1,5 \text{ мм}$  под конической лупой с увеличением в  $4\text{—}4,5$  раза на черном стекле.

Выбирают живых вредителей (мертвые вредители относятся к сорной примеси и при определении степени зараженности их не учитывают), устанавливают их вид и число экземпляров в  $1 \text{ кг}$  зерна.

При обнаружении долгоносиков или клещей устанавливают степень зараженности зерна по табл. 26.



## 26. Степень зараженности зерна амбарными вредителями

Степень зараженности	Содержание вредителей в 1 кг, экз.	
	долгоносиков	клешей
I	От 1 до 5	От 1 до 20
II	От 6 до 10	Свыше 20 экз.
III	Свыше 10	Клеши образуют сплошной войлочный слой

Для определения скрытой формы зараженности зерна амбарным долгоносиком из средней пробы корма отбирают 50 зерен и раскалывают их кончиком ножа или препаровальной иглой вдоль по бороздке. Расколотые зерна рассматривают под лупой для выявления наличия личинок и куколок жука. Дефектные зерна подсчитывают и выражают в процентах к количеству отобранных для анализа.

Скрытую форму зараженности зерна долгоносиком можно выявить по внешнему виду зерна — наличию на поверхности зерен проточек — отверстий, которые просверливают жуки. Для этого берут 15 г зерна, освобождая от сорной и зерновой примесей, помещают на чистую металлическую сетку в жестяной оправе. Сетку опускают на 1 мин в чашку с водой для набухания зерна, а затем переносят ее на 20—30 с в 1%-ный раствор перманганата калия. При этом в черный цвет окрасятся не только проточки, но и поврежденные места оболочки зерна. Излишки краски с поверхности зерна удаляют путем погружения сетки в холодную воду или раствор серной кислоты с пероксидом водорода (на каждые 2 мл 1%-ного раствора серной кислоты берут 1 мл 3%-ного пероксида водорода) на 20—30 с. При этом зерно приобретает первоначальный цвет, а черная выпуклая проточка размером 0,5 мм остается.

К подсчету зараженных зерен приступают немедленно, особенно после обработки их серной кислотой с пероксидом водорода, не давая им подсохнуть, иначе окраска проточек исчезнет. Анализ обработанного зерна проводят на фильтровальной бумаге.

Скрытую зараженность зерна долгоносиком в 15 г навески пересчитывают на 1 кг, для чего полученное число зараженных зерен делят на 3 и умножают на 200.

### Занятие 4

#### МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами санитарно-микробиологического анализа кормов.

**Материалы и оборудование.** Лабораторные весы; термостат; шуттель-аппарат; эксикатор; стерильные пробирки; пипетки; чашки Петри; фарфоровые ступки; ватно-марлевые фильтры; питательные среды (мясо-пептонный бульон, агар, желатин, пептонная вода, вис-

мут-сульфит-агар, селенитовый бульон, магниевая среда, среды с мочевиной, глюкозой и сернокислым железом, углеводами и индикатором Андраде в сочетании с тимоловым синим, цитратно-аммонийная среда, мясо-пептонный желатин, среды Вильсона—Блера, Киллиана, Китта—Тароцци, Кларка, Левина, Плоскирева, Ресселя, Эндо, Эйсмана, кровяной агар по Цейслеру, бульон Хоттингера, молоко, печеночный бульон); физиологический раствор; индикаторные бумажки; лабораторные животные (белые мыши, морские свинки).

**Общие сведения.** От каждой партии корма отбирают две средние пробы массой не менее 500 г. Одну направляют в лабораторию, другую сохраняют в хозяйстве до окончания исследования. Для упаковки проб используют стерильную пластмассовую или стеклянную тару.

В пробах корма определяют общую микробную обсемененность, содержание сальмонелл, энтеропатогенных типов кишечной палочки, анаэробов.

**Содержание занятия.** Определение микробной обсемененности. В стерильную пробирку помещают 1 г корма, взятого из средней пробы, добавляют 9 мл физиологического раствора и тщательно встряхивают (получают разведение 1 : 10). Из взвеси готовят последующие разведения (1 : 100, 1 : 1000, 1 : 10 000 и т. д.). После осаждения взвешенных частиц для посевов берут жидкость из верхнего слоя.

Для количественного учета микробов в стерильные чашки Петри вносят по 1 мл из пробирок с разным разведением и доливают 10—15 мл стерильного, расплавленного и охлажденного до температуры 44—45 °С мясо-пептонного агара (МПА). Осторожно покачивая чашки, засеянный материал равномерно распределяют в агаре. После застывания среды чашки помещают (вверх дном) в термостат при температуре 37 °С на 24—48 ч. После этого подсчитывают выросшие колонии. Полученные результаты умножают на степень разведения, суммируют и определяют количество микробов в 1 г корма.

**Пример расчета.** В первой чашке обнаружено 200 колоний, во второй — 21, в третьей — 1. В эти чашки посевной материал брали из пробирок с разведениями соответственно 1 : 10 000, 1 : 100 000, 1 : 1 000 000. Следовательно, в 1 г корма будет содержаться

$$200 \cdot 10\,000 + 21 \cdot 100\,000 + 1 \cdot 1\,000\,000 : 3 = 1,7 \text{ млн микробов.}$$

Микробную обремененность мясо-костной муки можно определить экспресс-методом с применением резазурина. Для этого в одну стерильную пробирку помещают 1 г средней пробы мясо-костной муки, добавляют 10 мл мясо-пептонного бульона (МПБ) и встряхивают, а в другую пробирку (для контроля) вносят только 10 мл МПБ. Пробирки помещают в термостат при 40 °С на 3 ч. После этого в них добавляют по 1 мл 0,01%-ного раствора резазурина и вновь выдерживают в термостате в течение 2 ч.

Результаты реакций учитывают через каждые 30 мин. По восста-

новлению резазурина (изменению окраски из синей в розовую) определяют общую микробную обсемененность мясо-костной муки. Если в пробирке с мясо-костной мукой розовое окрашивание наступает позднее чем через 2 ч, то это говорит о том, что в 1 г продукта содержится до 500 тыс. микробов, а при окрашивании в розовый цвет до 2 ч — более 500 тыс. микробов.

Контролем служит пробирка с 10 мл МПБ и 1 мл 0,01%-ного раствора резазурина, выдержанная в термостате при том же температурном режиме и экспозиции и без изменения цвета содержимого.

**Исследование на сальмонеллы.** Для анализа берут 50—200 г исследуемого корма, измельчают его в стерильной фарфоровой ступке и переносят в колбу со средой предварительного обогащения (пептонная вода, МПБ с содержанием 5 % маннита) при соотношении материала и среды 1 : 5. Содержимое колбы тщательно перемешивают и помещают в термостат при температуре 37 °С. Через 16—18 ч материал высевают в чашки Петри на твердые дифференциально-диагностические среды (висмут-сульфит-агар, среда Плоскирева или Левина) и на две основные среды обогащения (селенитовый бульон, среда Киллиана в соотношении 1 : 1).

После 16—18 ч выдержки в термостате при 37 °С из сред обогащения делают вторично посевы в чашки с висмут-сульфит-агаром и в чашки со средами Плоскирева и Левина (по выбору) и ставят их в термостат при 37 °С.

Чашки просматривают через 16—24 и 48 ч.

На висмут-сульфит-агаре *S. typhi* и *S. paratyphi* А растут в виде мелких, нежных, серовато-зеленых колоний с черным центром, *S. cholerae suis* — в виде зеленых колоний. Колонии всех других сальмонелл значительно крупнее, темно-коричневого цвета, с металлическим блеском, окруженные светлым ореолом, участок среды под колонией черный. На среде Плоскирева вырастают прозрачные или нежно-розовые колонии, на среде Левина — прозрачные, бледные, нежно-розовые или розовато-фиолетовые.

В случае обнаружения колоний, похожих на сальмонеллы, 3—5 из них высевают на комбинированную среду Ресселя или скошенный агар с мочевиной и бульон Хоттингера для определения индола и сероводорода (под пробирки с бульоном подкладывают специальные индикаторные бумажки). Для определения подвижности культуры делают посев уколом в полужидкий агар (0,3—0,5%-ный).

На среду Ресселя и скошенный агар посевы делают сначала штрихом на скошенной поверхности, а затем уколом в глубину столбика. Если разлагается мочевина в скошенном агаре, то окраска среды меняется на оранжевую при индикаторе ВР и на коричнево-фиолетовую при индикаторе тимоловый синий в сочетании с индикатором Андраде.

Морфологию культуры изучают в мазках, окрашенных по Граму, и подвижность — в висячей или раздавленной капле или полужидком агаре. Культуры, представляющие грамотрицательные подвиж-

ные палочки, ферментирующие глюкозу с образованием газа, не ферментирующие лактозу и сахарозу, не разлагающие мочевины и не образующие индол, исследуют серологически — испытывают в реакции агглютинации (РА) на предметном стекле с набором агглютинирующей адсорбированной поливалентной сальмонеллезной О-сыворотки (группы, А, В, С, D, E).

Для РА с О-сыворотками культуру следует брать из верхней части скошенного агара, а для агглютинации с Н-сыворотками — из нижней части (конденсационной воды), где микробы наиболее подвижны. По групповой О-сыворотке устанавливают принадлежность культур к той или иной серологической группе.

Исследования на энтеропатогенные типы кишечной палочки. 50 г корма помещают в колбу, содержащую 500 мл стерильного физиологического раствора, встряхивают на шутель-аппарате в течение 20 мин. Из полученной взвеси стерильными пипетками готовят разведения 1 : 100, 1 : 1000, 1 : 10 000, 1 : 100 000, 1 : 1 000 000. По 1 мл каждого разведения вносят в пробирки со средой Эйкмана. Посевы помещают в термостат при температуре 43 °С. Через 24 ч учитывают рост по помутнению среды и образованию газа. Титр кишечной палочки устанавливают по наибольшему разведению, в котором еще наблюдался ее рост.

Из пробирок, где наблюдается рост микробов, производят посев на плотные дифференциальные среды (Эндо, Левина, Плоскирева), разделенные на секторы для каждого разведения.

Типичные колонии *E. coli* круглой формы, гладкие, выпуклые или слегка приподнятые в центре с ровными краями розового, красного или малинового цвета, с металлическим блеском или без него на среде Эндо или черного цвета на среде Левина.

Выросшие изолированные колонии S-формы (не менее 4) пересевают на МПБ, выдерживают в термостате при температуре 37 °С в течение 16—24 ч. После этого одну часть пробирок используют для приготовления мазков, посевов на дифференциальные диагностические среды, заражения мышей; вторую — для приготовления автоклавированного антигена, если кипяченный антиген не будет агглютинироваться поливалентными (комплексными) коли-сыворотками.

У выделенных культур определяют морфологические и культурально-биохимические свойства для установления их родовой принадлежности. Морфологию бактерий изучают в мазках, окрашенных по Граму, их подвижность определяют по характеру роста в 0,3%-ном полужидком МПА.

Для определения культурально-биохимических свойств бактерий используют набор питательных сред (с углеводами и индикатором Андраде, цитратно-аммонийную, мясо-пептонный желатин, МПБ или бульон Хоттингера и агар с глюкозой и сернокислым железом).

Патогенные свойства кишечной палочки определяют путем постановки биологической пробы на белых мышах. Для этого трем

мышам массой 14—16 г внутрибрюшинно вводят смывы с суточных агаровых культур в дозе 500 млн микробов. Культуру признают патогенной в случае гибели одной или более мышей в первые 4 сут после заражения.

Исследования на анаэробы. 50 г корма растирают в стерильной ступке, разводят физиологическим раствором и засевают в несколько пробирок со средой Китта—Тароцци, Вильсона—Блера, молоком и в две чашки со средами и кровяным агаром по Цейслеру. Для уничтожения вегетативных форм микробов по одной пробирке с жидкими средами нагревают при температуре 80 °С в течение 20 мин. Посевы помещают в термостат при температуре 37 °С. Чашки должны находиться в специальных аппаратах для анаэробных культур или в эксикаторе, куда заранее вносят тот или иной поглотитель кислорода.

Результаты посевов регистрируют в тот же день. Почернение среды Вильсона—Блера в течение 1—3 ч после посева, свертывание молока с образованием ноздревато-губчатого сгустка и прозрачной сыворотки в течение 6 ч, а также быстрое начало роста на среде Китта—Тароцци (через 4—5 ч) при обильном газообразовании — характерные признаки присутствия возбудителей *Cl. perfringens*.

Рост *Cl. botulinum*, наблюдаемый обычно на 2—3 сут, характеризуется помутнением среды Китта—Тароцци, образованием осадка и появлением запаха прогорклого масла.

При обнаружении роста на среде Китта—Тароцци проводят микроскопическое исследование и выделение чистой культуры посевом в 2—3 чашки с кровяным агаром по Цейслеру. Последние выдерживают в анаэробных условиях при температуре 37 °С в течение 24—48 ч, после чего просматривают рост в чашках и отбирают культуры, которые классифицируют по морфологическим и биохимическим свойствам.

Биологическую пробу ставят на морских свинках или белых мышях, вводя внутрибрюшинно бульонную культуру. При положительном результате подопытные животные погибают через 12—48 ч.

Для идентификации отдельных возбудителей или типов одного вида проводят опыт нейтрализации токсина со специальной сывороткой. Для этого минимальную смертельную дозу культуры в смеси с 0,2—0,5 мл соответствующей типоспецифической сыворотки выдерживают в термостате 45 мин и вводят мышам внутрибрюшинно. Для контроля испытываемую культуру или фильтрат применяют без сыворотки. Вид и тип микроба определяют по выживаемости мышей.

При исследовании кормов на ботулизм (наличие токсинов) в качестве подопытных животных используют белых мышей. При этом могут быть применены два способа:

а) нейтрализация токсина противоботулиновой сывороткой (антитоксином). Корм предварительно растирают в стерильной ступке, добавляют физиологический раствор (1 : 4) и настаивают в течение 1—2 ч при комнатной температуре. После этого настоем центри-

фигурируют и фильтруют через ватно-марлевый фильтр. К 0,5 мл фильтрата добавляют 0,2 мл поливалентной противоботулиновой сыворотки. Смесь выдерживают 1 ч при комнатной температуре, затем одному животному вводят подкожно 0,5 мл фильтрата, другому — смесь фильтрата с сывороткой в той же дозе.

Аналогичные испытания могут быть проведены чистой культурой, выращенной (в течение 6—7 сут) на печеночном бульоне. В этом случае пастеровской пипеткой отсасывают верхний слой культуры и пропускают через ватно-марлевый фильтр. Далее поступают, как указано выше;

б) разрушение токсина кипячением фильтрата. Фильтрат готовят, как указано в подпункте «а». Одну половину фильтрата кипятят в течение 30 мин. Затем одному животному внутрибрюшинно вводят 0,5—1 мл некипяченого фильтрата, другому — такую же дозу кипяченого.

Положительным результатом биологической пробы по первому и второму способам считают гибель мышей, наступившую как от фильтрата, не обработанного противоботулиновой сывороткой, так и от некипяченого фильтрата.

## Занятие 5

### МИКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОРМОВ

**Цель занятия.** Ознакомиться с приемами микологического анализа кормов.

**Материалы и оборудование.** Чашки Петри; агаровая среда Чапека; вата; фильтровальная бумага; стерильная вода; пинцет; лабораторная мельница; шуттель-аппарат; пробирки; градуированные пипетки на 1 мл; термостат; лабораторные весы; физиологический раствор; предметные и покровные стекла; микроскоп; микологическая игла; мальц-агар; суслевый агар; среда Билай; фиксирующая жидкость; лактофенол Аммана; 0,1%-ный раствор поверхностно-активного вещества (ОП-7, ОП-10, твин-80); 70%-ный этиловый спирт; среда Ван-Интерсона; 3%-ный раствор формалина; 5%-ный раствор аммиака.

**Общие сведения.** Для выявления наличия грибов корма сеют на питательные среды, получают чистые культуры из первичных посевов, проводят их количественный учет, изучают морфологию, определяют токсичность. Если на кормах отмечают поверхностные поражения, грибной налет, проводят микроскопические исследования для установления рода, а иногда и вида гриба.

**Содержание занятия.** **Первичные посевы.** Для первичного выделения грибов из мучнистых, зерновых кормов используют обычно агаровую среду Чапека, а для выделения грибов из грубых кормов — влажные камеры. Для дифференциации видов и разновидностей грибов в каждом отдельном случае применяют специальные методы и приемы культивирования.

Заражение зерна грибами может быть поверхностным (заспорение) и глубинным (поражение). Для выявления глубинного поражения проводят дезинфекцию зерна 3%-ным раствором формалина (за основу берут 40%-ный формальдегид) или водным раствором сулемы (1 : 1000).

Зерна (50 штук), завернутые в марлевую салфетку, помещают в стаканчик с дезинфицирующим раствором. Через 1—2 мин их переносят в стаканчик со стерильной водой, к которой для нейтрализации формалина добавляют 2—3 капли 5%-ного раствора аммиака. Затем воду сливают и стерильным пинцетом переносят зерна на питательную среду (агар Чапека) так, чтобы они не соприкасались. Мелкие зерна (пшеница, овес, ячмень, рожь, просо и др.) раскладывают по 10 штук на чашке, крупные (кукуруза, бобы, горох) — по 5. Крупные зерна рекомендуется после дезинфекции разрезать пополам или расщепить. Число чашек при посеве мелких зерен должно быть не менее 5, а при посеве крупных — не менее 10.

Выявление поверхностной микрофлоры, необходимое для контроля зерна на зараженность патогенным грибом, проводят путем раскладывания зерен по поверхности среды без предварительной поверхностной дезинфекции. Число посеянных зерен должно быть не менее 20.

Если имеется подозрение на поражение зерна грибами целлюлозоразрушителями (*Dendrodochium toxicum*, *Stachybotrys alternans* и др.), их сеют дополнительно во влажные камеры со средой Ван-Итерсона (или стерильной водой).

Для выделения грибов *Dendrodochium toxicum*, *Stachybotrys alternans* из грубых кормов применяют влажные камеры. На дно чашки Петри кладут тонкий слой ваты и на нее помещают кружок фильтровальной бумаги (по диаметру чашки), затем чашки стерилизуют и перед посевом фильтровальную бумагу увлажняют небольшим количеством стерильной среды Ван-Итерсона (или стерильной воды).

Солому, сено нарезают кусочками длиной по 2 см и переносят стерильным пинцетом в три чашки Петри с агаризированной средой, раскладывают их по 10 кусочков в каждую чашку, а в три влажные камеры помещают не менее 90 кусочков из той же пробы (по 30 кусочков в каждую чашку).

Для выделения гриба *Dendrodochium toxicum*, развивающегося внутри стебля растения, стебель предварительно расщепляют или разрезают вдоль.

Нарезанный силос и измельченный жмых для выделения грибов раскладывают по 10 кусочков на поверхности агара Чапека.

Для выделения грибов из муки, отрубей, комбикорма, шротов мясо-костной муки пользуются методом разливки. Для этого образец гранулированного или брикетированного корма предварительно размалывают на лабораторной мельнице. Корм (10 г) помещают в колбу со 100 мл стерильного 0,1%-ного раствора поверхностно-

активного вещества (ОП-7, ОП-10, твин-80) в дистиллированной воде. Затем пробу встряхивают на шуттель-аппарате в течение 15—20 мин. Из полученной взвеси № 1 (1 : 10) готовят последующие разведения, используя также стерильные растворы вышеназванных поверхностно-активных веществ (ПАВ), следующим образом: 1 мл взвеси переносят стерильной градуированной пипеткой (конец пипетки следует обрезать для свободного прохождения частиц комбикорма, после чего пипетка должна быть откалибрована на 1 мл) в пробирку с 9 мл раствора ПАВ и получают взвесь № 2 (1 : 100). Из полученной взвеси № 2 готовят аналогичным образом взвесь № 3 (1 : 1000) и, если необходимо, взвесь № 4 (1 : 10 000). Перед взятием очередной порции взвеси как для получения дальнейшего разведения, так и для посева необходимо тщательно перемешивать взвесь пипеткой, а также промывать пипетку во взвеси не менее 5 раз.

Корм с нормальными органолептическими показателями разбавляют 1 : 1000, подвергавшийся порче — 1 : 10 000.

Посев проводят сразу после приготовления последней взвеси (№ 3 или № 4), не давая ей отстояться. При этом 1 мл взвеси равномерно распределяют по всей поверхности питательной среды.

Число чашек, необходимых для посева, зависит от разведения: при разведении 1 : 1000 требуется 5 чашек, при разведении 1 : 10 000 — 8.

**Культивирование посевов.** Чашки Петри с посевами закрывают в стерильную бумагу, помещают в термостат и выдерживают при температуре 22—25 °С в течение 7—10 сут. Рост и спороношение грибов становятся заметными уже через 3 сут. Однако для идентификация грибов необходимо большее время культивирования — 5—7 сут.

Для выявления гриба *Asp. fumigatus* в комбикормах пробу (10 г) взвешивают с точностью до 0,01 г и тщательно перемешивают. Корм высевают в разведении 1 : 1000.

Выявление *Asp. fumigatus* в зерне проводят путем посева зерен без предварительной дезинфекции, однако для количественного учета гриба необходимо предварительно измельчить зерна и провести их посев способами, изложенными выше.

Показателем степени засоренности корма грибом служит число диаспор (грибных зародышей) в 1 г исследуемого корма, которое определяют после подсчета выросших колоний с учетом количества посеянного материала и степени разведения.

Количественный учет грибов. В мучнистых кормах подсчет колоний после посева начинают на 2—3-и сутки. Для облегчения подсчета дно чашки размечают карандашом на секторы или используют счетную камеру Вольфюгеля.

Проводят 2—3 последовательных подсчета. Общее число колоний данного вида гриба определяют в пересчете на 1 г исследуемого корма.



**Пример расчета.** Комбикорм в разведении 1 : 1000 посеян в 5 чашках. Количественный и качественный учет показал, что в 5 чашках выросло 7 колоний *Asp. fumigatus*. Число зародышей этого вида гриба в 1 г комбикорма равно  $7 \cdot 1000 : 5 = 1400$ .

В зернофураже определение степени глубинного поражения зерна проводят ориентировочно, выводя процентное соотношение выросших колоний каждого вида гриба к общему числу посеянных зерен.

**Пример расчета.** 50 зерен пшеницы посеяно в 5 чашках с агаром. Во всех 5 чашках выросло 3 колонии *Fusarium sporotri.*, что составляет 6 % числа посеянных зерен.

Более точный учет грибов в зернофураже (а также в грубых кормах) можно провести, предварительно измельчив корм и посеяв так же, как мучнистые корма.

Выделение чистых культур грибов из первичных посевов. Родовую, а в ряде случаев и видовую принадлежность грибов устанавливают в первичном посеве, однако часто вид гриба определяют после выделения его в чистую культуру. Для этого применяют два метода: метод непосредственного пересева и метод разделения. Получение чистых культур необходимо для дальнейшего изучения их токсигенности.

*Метод непосредственного пересева* — иглой, загнутой под тупым углом, осторожно захватывают кусочек мицелия и помещают его на поверхность питательной среды. При этом следует избегать комкания, скручивания или прочих деформаций подхваченного кусочка мицелия. В случае обильного спороношения у гриба сухой иглой переносят минимальное количество спор (метод сухой иглы).

При работе с грибами нельзя производить посевы штрихом, а тем более зигзагообразным штрихом. Допускается только легкое касание в одном месте (если посев проводится в пробирку, то посередине ее) поверхности среды иглой, несущей споры или мицелий.

Метод непосредственного пересева возможен только тогда, когда в чашке с первичными посевами имеются достаточно чистые колонии или когда необходимо возобновить чистую культуру с целью длительного поддержания культуры гриба.

*Метод разделения* применяют в двух случаях.

1. Если колонии загрязнены другими грибами или бактериями. Это устанавливают обычно визуально, готовя 3—4 последовательных разведения взвеси спор гриба в стерильном 0,1%-ном растворе твина-80 в воде, и высевают из одного-двух последних разведений по 1 мл на поверхность агара в чашки Петри, распределяя взвесь шпателем или наклоняя чашку в разные стороны.

2. При наличии обильного спороношения. Разделение проводят с помощью посева — коснувшись стерильной влажной иглой (или крючком) ограниченного участка спороносящей поверхности, проводят штрихом по поверхности агаровой пластинки в чашке Петри.

Культивируют посеvy при 22—25 °С. Сроки культивирования в

зависимости от рода и вида гриба различны — до образования характерного спороношения.

По истечении срока культивирования гриба проводят макроскопическое изучение колоний. При этом обращают внимание на их цвет и форму, характер роста (распростертые или компактные), растущий край колонии (гладкий или извилистый), окраску субстратного мицелия, на наличие или отсутствие пигмента, выделенного в субстрат, цвет пигмента, на степень развития воздушного мицелия, наличие или отсутствие склероцитов.

Микроскопическое исследование грибов проводят прежде всего непосредственно в чашках, пользуясь только малым увеличением микроскопа (МБС-1, МБС-2). При этом выявляют наличие мицелиальных тяжей склероцитов плодовитых тел, строение и характер ветвления спорангиеносцев или конидиеносцев, форму спорангия мукоровых грибов или головки аспергиллов, расположение конидий (цепочками или одиночно) и т. д.

Затем готовят препараты для детального изучения морфологии гриба. Частицы гриба в зависимости от вида берут из различных мест колонии: в старых частях колонии из центра, в более молодых по краям.

На предметное стекло наносят каплю фиксирующей жидкости. Затем иглой осторожно берут небольшое количество мицелия гриба, стараясь не повредить его, и вносят в каплю жидкости, аккуратно снимая его другой иглой. Препарат накрывают покровным стеклом, оттянув избыток жидкости кусочком фильтровальной бумаги.

Фиксирующей жидкостью, наиболее пригодной для приготовления препаратов грибов из рода *Aspergillus*, *Penicillium* и ряда других, служит лактофенол Аммана (дистиллированная вода — 1 часть, молочная кислота — 1 часть, глицерин — 2 части, фенол — 1 часть). Прежде чем поместить материал в эту жидкость, его следует кратковременно обработать 70°-ным этиловым спиртом.

Для изучения грибов из рода *Fusarium* и некоторых других используют жидкость, состоящую из равных частей дистиллированной воды, этилового спирта и глицерина. При этом исследуемый материал не обрабатывают 70°-ным этиловым спиртом. Для улучшения видимости контуров конидий и перегородок в них к 100 мл указанной жидкости добавляют 0,5—1 мл 0,01%-ного водного или спиртового раствора метиленового синего.

Оба вышеуказанных фиксатора позволяют хранить препарат в течение долгого времени.

С помощью малого ( $\times 8$ ,  $\times 10$ ), а затем большого ( $\times 40$ ,  $\times 90$ ) увеличения микроскопа изучают препараты и, пользуясь специальными определителями с микроскопическими ключами, идентифицируют грибы.

## Занятие 6

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ КОРМОВ И КУЛЬТУР ГРИБОВ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами определения токсичности кормов и культур грибов; дать оценку корма по результатам исследований.

**Материалы и оборудование.** Вытяжной шкаф; водяная баня; шуттель-аппарат; ножницы; шприц на 1 мл; лабораторная мельница; стеклянная лопатка; выпаривательная чашка; автоклав; колбы с притертой пробкой на 500 и 1000 мл; делительная воронка; бумажный фильтр; химические стаканы на 500 мл; предметные стекла; лабораторные животные (кролики, мыши, рыбки-гуппи, культуры простейших); ацетон; хлороформ; медицинский эфир; стерильное растительное масло; гексан; 70°-ный этиловый спирт, физиологический раствор, 0,1%-ный раствор твин-80 или ОП-7.

**Содержание занятия.** Методы определения токсичности кормов.

*Кожная проба на кролике.* Метод основан на дермонекротическом действии токсических веществ микогенного происхождения, извлекаемых эфиром.

Пробу зерна или продуктов его переработки измельчают на лабораторной мельнице. В банку или колбу на 500 мл с притертой пробкой помещают 50 г измельченного корма, доливают 150 мл медицинского эфира или ацетона и экстрагируют 3 ч на шуттель-аппарате. Если слой экстрагента над пробкой будет менее 1 см, объем его увеличивают.

После окончания процесса экстракции жидкость фильтруют через бумажный фильтр в выпаривательную чашку. Оставшуюся в колбе или в банке пробу корма дополнительно промывают небольшой порцией экстрагента (не менее 20 мл), которую пропускают через тот же фильтр.

Экстракт концентрируют до получения маслянистого остатка желтоватого или коричневатого оттенка. Для ускорения процесса выпаривательную чашку с экстрактом помещают в водяную баню с температурой 30—40 °С. Экстракт, оставшийся на стенках чашки, смывают экстрагентом и выливают в ту же чашку. После этого снова концентрируют.

Все операции связанные с использованием экстрагента, проводят в вытяжном шкафу.

У кролика массой 2—2,5 кг в области бедра, лопатки или бока в день постановки пробы тщательно выстригают волосяной покров на участке кожи размером 6 × 6 см (до полного оголения). Не допускается повреждение кожи. Пигментированная кожа непригодна для проведения опыта. На одном кролике можно ставить не более четырех кожных проб.

На выстриженный участок кожи (по центру) стеклянной лопат-

кой наносят, слегка втирая, экстракт. Если экстракта недостаточно для двух нанесений, его предварительно разбавляют подсолнечным маслом, чтобы общее количество экстракта составляло не менее 1 г.

Для предупреждения слизывания экстракта кролику на шею надевают защитный воротник, который снимают по окончании опыта.

Учет кожной реакции ведут на следующий день после повторного нанесения экстракта и в течение 3—5 сут в зависимости от степени токсичности корма.

О токсичности корма судят по развитию воспалительной реакции:

отсутствие воспалительной реакции или наличие гиперемии, сохраняющейся не более 2 сут после нанесения экстракта и не сопровождающейся шелушением кожи, — зерно, продукты его переработки нетоксичны;

гиперемия, сохраняющаяся 2—3 сут после нанесения экстракта, заканчивающаяся шелушением кожи, или гиперемия, болезненность и отечность, проявляющаяся в незначительном утолщении кожи с последующим образованием отдельных корочек — зерно, продукты его переработки слаботоксичны;

резкая гиперемия, болезненность, складчатость, отек, проявляющийся в сильном утолщении кожи, по всей поверхности участка появляются язвы, затем сплошной струп — зерно, продукты его переработки токсичны.

*Подкожное введение экстракта белым мышам.* Метод основан на свойстве микотоксинов, извлеченных из комбикормов ацетоном, вызывать воспалительную реакцию тканей или гибель мышей при введении им экстрактов под кожу. Для исследования берут две группы мышей — опытную и контрольную. Мышам опытной группы (4 головы массой по 18—20 г) стерильным шприцем вводят под кожу с внутренней стороны бедра 0,2 мл подготовленного экстракта. Затем их помещают в клетку. Мышам контрольной группы (в том же количестве и той же массы) вводят под кожу вместо экстракта 0,2 мл стерильного масла.

Кожный покров до и после инъекций обрабатывают 70°-ным раствором этилового спирта. За мышами наблюдают в течение 3 сут.

Токсичность исследуемой пробы определяют по наличию воспалительного процесса в месте инъекций или гибели мышей:

все мыши живы, на месте инъекции отсутствие воспалительного процесса — корм нетоксичен;

все мыши живы, но у 2—4 отмечен воспалительный процесс — корм слаботоксичен;

гибель хотя бы одной мыши и наличие воспалительного процесса у всех оставшихся в живых мышей — корм токсичен.

*Введение экстракта в желудок белым мышам.* Методика основана на извлечении токсических веществ из шротов, жмыхов и кормовых

дрожжей ацетоном и однократном введении концентрированного экстракта в желудок белым мышам.

Для приготовления экстракта берут навеску корма (100 г), помещают в колбу с притертой пробкой, заливают ацетоном (300 мл) и экстрагируют при встряхивании на шуттель-аппарате в течение 2—3 ч. При отсутствии шуттель-аппарата корм, залитый ацетоном, оставляют при комнатной температуре на 24 ч и периодически встряхивают. Экстракт фильтруют через бумажный фильтр в чашки для выпаривания, добавляют 2,5 мл растительного масла (кроме экстракта из жмыхов). Ацетон выпаривают в водяной бане при температуре 45—50 °С под вытяжным шкафом до исчезновения запаха.

Для опыта берут 5 мышей массой 20—25 г, выдерживают без корма 4—5 ч, после чего шприцем с тупой иглой (3—4 см) вводят однократно внутрь 0,5 мл экстракта. За мышами наблюдают в течение 3 сут, не ограничивая их в кормлении и поении.

В качестве контроля 5 мышам вводят то же количество растительного масла, которое использовали для разведения экстракта.

Учет токсичности ведут по выживаемости мышей и патологоанатомическим изменениям (при вскрытии):

мышь живы, при вскрытии у убитых мышей патологических изменений не обнаружено — корм нетоксичен;

мышь живы, при вскрытии выявлено геморрагическое воспаление желудочно-кишечного тракта, чаще очаговое — корм слаботоксичен;

погибли все или хотя бы одна мышь, при вскрытии павших и убитых мышей отмечено геморрагическое воспаление желудочно-кишечного тракта, дегенерация печени, почек или кровоизлияния в паренхиматозных органах — корм токсичен.

*Алиментарные пробы.* Эти исследования проводят в случае, когда вышеуказанными методами трудно выявить токсичность корма при наличии отравлений в хозяйстве. Для установления токсичности подозреваемый корм дают лабораторным животным: цыплятам, утятам, белым мышам, морским свинкам, кроликам.

Для определения токсичности концентрированных или комбинированных кормов используют цыплят в возрасте 10—15 сут, утят в возрасте 10 сут, мышей массой 20—25 г, а для определения токсичности грубых кормов — молодых морских свинок и кроликов.

Суточную норму кормов заменяют исследуемым кормом и скармливают его подопытным животным не менее 10 сут подряд. Токсикоз проявляется быстрее, если пораженный корм дают подопытным животным на голодный желудок; для этого их выдерживают перед опытом 5—6 ч без корма (дачу воды не ограничивают).

Для опыта берут 3—6 животных, за которыми ведут ежедневное клиническое наблюдение.

Если корм слаботоксичен, то у мышей, морских свинок, кроликов отмечают потери живой массы, расстройство желудочно-кишечного тракта (понос, запор) и центральной нервной системы

(дрожь, угнетение, нарушение координации движений, судороги, параличи); у цыплят и утят — цианоз гребня и сережек, сонливость, нередко понос, развитие анемии, судороги, паралич; у голубей — рвоту.

Токсичные корма могут вызвать гибель подопытных животных без проявления клинических признаков.

В зависимости от степени токсичности и количества съеденного корма заболевание и гибель подопытных животных могут наступать в различные сроки.

Если после скармливания исследуемого корма или выпаивания экстракта из него гибель подопытных животных в сроки наблюдения (10 сут) не наступает, то их убивают и вскрывают.

При вскрытии павших или убитых подопытных животных обнаруживают чаще катаральное воспаление желудочно-кишечного тракта, иногда кровоизлияния, а также дегенеративные изменения в паренхиматозных органах. Кроме этого у птиц отмечают токсический гепатит различной интенсивности (цвет печени — оранжевый, желтый и др.) в зависимости от степени токсичности корма.

При выявлении неизвестных токсических грибов, которыми поражен корм, для опыта берут животных тех видов, у которых было замечено отравление.

При постановке биопробы непосредственно в хозяйстве подопытным животным (3—5 голов) скармливают подозрительные корма в количестве, предусмотренном суточным рационом, в течение 10 сут. За подопытными животными ведут ежедневные клинические наблюдения и учитывают: температуру тела, пульс, дыхание, деятельность желудочно-кишечного тракта, состояние слизистых оболочек, особенно ротовой полости, общее поведение животных. Одновременно фиксируют количество съеденного животным корма за сутки.

При отравлении токсическими грибами у животных отмечают снижение массы, расстройство желудочно-кишечного тракта (понос, запор, атония с тимпанией или без нее), скрежетание зубами, стоматит, пониженный аппетит (может быть нормальный), нарушение координации движений, дрожь, угнетение, аборт. Температура при этом может быть нормальной или повышенной на 1—1,5 °С.

*Определение токсичности фуражного зерна, продуктов его переработки и комбикормов на рыбах-гуппи.* Концентрированные корма необходимо исследовать на токсичность, которая может быть обусловлена наличием в них химических соединений и микотоксинов. Для этой цели определяют общую токсичность и возможное присутствие микотоксинов.

Метод определения общей токсичности основан на извлечении из зерна, продуктов его переработки и комбикормов ацетоном жирорастворимых фракций токсических веществ и последующем воздействии этих фракций на аквариумных рыбок-гуппи. С помощью этого метода можно определить токсичность концентрированных кормов в течение суток.

Пробу зерна (ячмень, овес, пшеница, горох, кукуруза, просо) в количестве 50 г тщательно измельчают на лабораторной мельнице (отруби и комбикорма экстрагируют без измельчения), помещают в плоскодонную колбу с притертой пробкой, доливают 150 мл ацетона и экстрагируют при встряхивании на шуттель-аппарате в течение 2 ч.

Экстракт фильтруют через бумажный фильтр в фарфоровую чашку и выпаривают под тягой в водяной бане (55—60 °С). Сухой остаток растворяют в 5 мл ацетона и переносят его в химический стакан (емкость 700—800 мл, диаметр 11—15 см) с 500 мл воды комнатной температуры (17—20 °С), взятой из аквариума. Экстракты из комбикормов, кукурузы, гороха и проса после растворения в воде помещают в бытовой холодильник на 40—45 мин при 6—7 °С. По истечении срока экстракты фильтруют через небольшой слой ваты, подогревают до исходной температуры (17—20 °С), помещают в них 5 рыбок-гуппи (независимо от пола, возраста), за которыми ведут наблюдение. Если экстракт содержит токсины, рыбки погибают в течение 24 ч (табл. 27).

#### 27. Степень токсичности концентрированных кормов

Степень токсичности корма	Число погибших рыбок	Время гибели
Нетоксичный	Не более 1	В течение 24 ч
Слаботоксичный	2—4	То же
Токсичный	5	»

Для извлечения микотоксинов из концентрированных кормов пробу зерна (50 г) тщательно измельчают на лабораторной мельнице (отруби и комбикорма экстрагируют без измельчения), помещают в плоскодонную колбу с притертой пробкой, доливают 150 мл ацетона и экстрагируют при встряхивании на шуттель-аппарате в течение 2 ч. Экстракт фильтруют через бумажный обеззоленный фильтр в фарфоровую чашку и упаривают под тягой в водяной бане (55—60 °С) до объема 45—50 мл. Сухой остаток переносят в делительную воронку, в которую добавляют 10 мл воды. Чашку ополаскивают 5 мл ацетона и содержимое сливают в делительную воронку. После этого в воронку вносят 50 мл гексана и встряхивают 1—2 мин. После разделения слоев нижний сливают в другую делительную воронку и дважды экстрагируют 40 мл хлороформа (в каждом случае встряхивают 2 мин). Гексановую фракцию при необходимости исследуют на хлор- и фосфорорганические соединения. После разделения слоев хлороформные фракции (нижний слой) сливают в фарфоровую чашку и упаривают под тягой в водяной бане (55—60 °С) до испарения хлороформа. Сухой остаток растворяют в 5 мл ацетона и переносят его в химический стакан с 500 мл воды (17—20 °С), взятой из аквариума. Далее поступают так же, как при определении общей токсичности.

В качестве контроля используют 1%-ный водный раствор ацето-

на, в котором рыбки в течение суток должны остаться живыми. Контроль ставится с целью определения качества ацетона.

Корма слаботоксичные реализуют в соответствии с методическими указаниями по санитарно-микологическому исследованию кормов.

Методы определения токсичности культур грибов. Токсичность культур грибов, выделенных из проб корма, необходимо устанавливать в следующих случаях:

если скармливание подозрительного по качеству корма вызвало заболевание или гибель подопытных животных;

если отмечена положительная воспалительная реакция на коже кролика;

для выяснения роли выделенного из корма гриба в этиологии заболевания.

Токсичность культур грибов определяют на парамециях, кроликах и другими методами.

*Определение токсичности культур грибов на парамециях (Paramecium caudatum).* Метод применяется для ориентировочного определения токсичности грибов, в первую очередь таких, как *Stachybotrys alternans*, *Dendrodochium* и рода *Fusarium*.

Из культуры гриба на агаризованных средах (на среде Чапека, сусловом агаре и др.) готовят водные экстракты. Для этого пленки грибов снимают с поверхности агара, измельчают, помещают в пробирку и заливают дистиллированной водой в соотношении 1 : 1, встряхивают и оставляют при температуре 4—10 °С на 24 ч.

Две капли экстракта из культуры гриба наносят на предметное (часовое) стекло и добавляют одну каплю среды с парамециями. Все три капли должны быть одинаковыми по объему, поэтому их наносят градуированной пипеткой.

Предметное (часовое) стекло помещают в чашки Петри с фильтровальной бумагой, смоченной водой. Критерием чувствительности служит время от начала воздействия испытуемого экстракта до гибели парамеций, которую определяют по прекращению их движения и распаду.

Для быстрого определения токсичности грибов, таких, как *Stachybotrys alternans*, *Fusarium sporotrichiella*, *Dendrodochium*, берут кусочки колонии гриба, выросшего в чашке Петри при первичном посеве корма, переносят на предметное стекло шпателем или петлей, измельчают, заливают несколькими каплями дистиллированной воды и смешивают. Через 2 ч пленку гриба удаляют или отодвигают в сторону, вносят каплю среды с простейшими и ведут наблюдение.

Многие метаболиты с острой токсичностью вызывают гибель простейших в течение 1—30 мин; со слабой — 1—2 ч.

*Определение токсичности культур грибов методом кожной пробы на кролике.* В коническую колбу на 1 л помещают 200 г раздробленного зерна (кукуруза, рис, ячмень, пшеница и др.) или 30—50 г гру-



бого корма, увлажняют водой (к зерну добавляют 100 мл для культивирования *Aspergillus* и *Fusarium* и 200 мл для культивирования *Penicillium*; 20 мл к грубому корму) и стерилизуют в автоклаве в течение 30 мин. Приготовленную питательную среду засевают суспензией спор испытуемого гриба, предварительно выделенного в чистую культуру из первичного посева. Суспензию получают путем добавления в пробирку с культурой 3—5 мл физиологического раствора, содержащего 0,1 % твина-80, или ОП-7, или ШП-10, и встряхивают для отделения спор.

Культивируют грибы при температуре 25—27 °С в течение 10 сут. Для накопления микотоксинов грибами из рода *Fusarium* (Т-2-токсин) культуры дополнительно выдерживают при пониженной температуре (5—7 °С) в течение 15—30 сут.

Накопление токсических веществ в среде идет параллельно с ростом и развитием грибов. По окончании сроков культивирования культуру извлекают из сосудов, помещают в пакеты из фильтровальной бумаги и подсушивают при температуре 40—45 °С, после чего измельчают.

Кожную пробу на кролике ставят и учитывают так же, как при определении токсичности кормов.

**Заключительная оценка кормов.** По результатам исследований кормов намечают пути их использования. Грубые корма (сено, солома, полова), если они оказались токсичными, запрещается использовать для кормления животных и в качестве подстилки. Если их токсичность обусловлена грибом *Stachybotrys alternans*, разрешается использовать только после обезвреживания при условии отрицательного результата в повторных их исследованиях на токсичность; грибами *Fusarium* и *Dendrodochium* — запрещается использовать; грибами из родов *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* или другими, исключая вышеперечисленные, — разрешается скармливать после переработки и просушивания крупному и мелкому рогатому скоту, кроме лактирующих и беременных маток, в количестве 25 % нормы грубых кормов.

Токсичные комбинированные и концентрированные корма запрещается использовать для фуражных целей.

Слаботоксичные комбинированные и концентрированные корма, токсичность которых обусловлена грибами рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* и другими, кроме *Fusarium*, дают животным на откорме (крупному рогатому скоту и овцам) в количестве 25 % нормы комбикормов, свиньям, лошадям и птице — в том же количестве после обезвреживания и получения отрицательного результата при повторном исследовании на токсичность; корма, пораженные грибами рода *Fusarium*, используют для кормления крупного рогатого скота на откорме после обезвреживания в количестве 25 % суточной нормы комбикормов.

Слаботоксичное зерно и продукты его переработки, токсичность которых обусловлена грибами рода *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*,

Rhizogus и другими, дают животным на откорме (крупному рогатому скоту и овцам) в количестве 25 % нормы комбикормов, свиньям, лошадям и птице — в том же количестве после обезвреживания и получения отрицательного результата при повторном исследовании на токсичность: грибами рода *Fusarium* — скармливают после обезвреживания крупному рогатому скоту на откорме в количестве 25 % суточной нормы комбикормов.

Слаботоксичные шроты, жмыхи разрешается скармливать только крупному рогатому скоту на откорме в количестве, не превышающем зоотехнических норм. Слаботоксичный шрот, выработанный из дефектных семян подсолнечника, пораженных склеротинией, может быть использован для приготовления комбикормов, предназначенных для крупного рогатого скота на откорме, свиней на откорме; ремонтного молодняка птицы промышленного стада яичных пород старше 60 сут, кур-несушек промышленного стада. Запрещается давать такой шрот свиноматкам, лактирующим и беременным маткам крупного и мелкого рогатого скота, молодняку сельскохозяйственных животных и птице раннего возраста.

### З а н я т и е 7

#### ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ МИКОТОКСИНОВ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами определения микотоксинов.

**Материалы и оборудование.** Термостат; сушильный шкаф; лабораторная мельница; выпаривательная чашка; шуттель-аппарат; вытяжной шкаф; градуированные пипетки на 0, 1 мл; пробирки; диски фильтровальной бумаги; чашки Петри; этиловый спирт; хлороформ; бактериальные тест-культуры.

**Общие сведения.** Для обнаружения, идентификации и количественной оценки многих микотоксинов, которые могут содержаться в различных кормах, используют хроматографические методы. С помощью этих методов были детально изучены многочисленные токсические метаболиты грибов. Для быстрого определения комплекса микотоксинов применяют экспресс-метод с бактериальными тест-культурами.

**Содержание занятия.** Физико-химические методы определения токсинов.

**Определение афлатоксинов В<sub>1</sub> и G<sub>1</sub>.** Афлатоксины могут накапливаться в зернофураже, чаще в кукурузе, пораженном грибами *Aspergillus flavus* и *Aspergillus parasiticus*, подвергшемся самосогреванию. Из шротов и кормов, прошедших термическую обработку, эти грибы могут не выделяться, но афлатоксины сохраняются.

Метод основан на экстракции токсинов из кормов водным ацетоном при шуттелировании, очистке первоначального экстракта от сопутствующих примесей гексаном с дальнейшей переэкстракцией токсинов в хлороформ или бензол и очисткой на хроматографичес-

кой колонке с силикагелем и оксидом алюминия. Идентификация и количественное определение основано на методе хроматографии экстракта в тонком слое с использованием пластинок «Силуфол».

Чувствительность метода составляет 10 мкг/кг, время анализа 3 ч.

*Определение микотоксина Т-2.* Токсин Т-2 — один из остротоксических метаболитов рода *Fusarium*. Показанием к исследованию на наличие токсина служит положительный результат при проверке токсичности корма по кожной пробе на кролике. Наиболее вероятные источники отравления токсином Т-2 животных и птицы — зерновые корма, пораженные грибом рода *Fusarium* в поле и особенно перезимовавшие под снегом, длительное время хранившиеся в валках и недостаточно просушенные перед закладкой на хранение.

Отравление животных всегда сопровождается острым катаральным воспалением желудочно-кишечного тракта. Специфический клинический признак при отравлении птицы токсином Т-2 — наличие изъязвлений в ротовой полости.

Метод определения основан на извлечении токсина ацетоном, очистке экстракта от липидов и растительных пигментов гексаном, переэкстракции токсина в хлороформ с последующей дополнительной очисткой хлороформного экстракта на хроматографической колонке, концентрировании его на пластинке «Силуфол».

*Определение зеараленона F-2.* Зеараленон наиболее часто обнаруживают в кукурузе, пораженной различными видами грибов из рода *Fusarium*, чаще *F. graminearum* и *F. moniliforme*. Сдиагностической целью целесообразно анализировать остатки кормов, использовавшихся для кормления в 2—3-недельный период, предшествующий заболеванию.

Метод определения микотоксина F-2 в фуражном зерне и комбикормах основан на извлечении его ацетоном, очистке экстракта на колонке оксидом алюминия, элюировании токсина 0,005 н. водным раствором щелочи с последующим хроматографированием элюата в тонком слое силикагеля и обработкой хроматограмм красителем прочным красным ЖЖ. Чувствительность определения F-2 на пластинках «Силуфол» составляет 250 мкг/кг. Минимально определяемое количество F-2 в исследуемом материале составляет 0,1 мкг/кг.

*Определение охратоксина А.* Принцип основан на извлечении микотоксина смесью хлороформа и 0,1 М раствора ортофосфорной кислоты, переэкстракции микотоксина из хлороформа в 0,1 н. раствор натрия двууглекислого, отделении щелочного раствора от хлороформа, подкислении его муравьиной кислотой до pH 2—3, реэкстракции микотоксина в новую порцию хлороформа, концентрировании его и разделении методом хроматографии в тонком слое. Хроматограммы просматривают в ультрафиолетовых лучах (УФЛ) с длиной волны 365 нм. Минимальное количество охратоксина А, определяемое на хроматографических пластинках «Силуфол», составляет 0,001 мкг/кг. Чувствительность метода 10 мкг/кг.

**Определение стеригматоцистина.** Метод основан на извлечении микотоксина смесью хлороформа и 4%-ного водного раствора хлорида калия, концентрировании хлороформенного остатка, разделении его в тонком слое силикагеля, просматривании хроматограмм в УФЛ с длиной волны 365 нм до и после обработки их раствором хлорида алюминия. Минимальное количество стеригматоцистина, определяемое на хроматографических пластинках «Силуфол», составляет 0,003 мкг/кг. Чувствительность метода 30 мкг/кг.

**Микробиологический метод выявления комплекса микотоксинов.** Метод основан на использовании селекционных, чувствительных к токсическим метаболитам грибов дрожжевых и бактериальных тест-культур, что позволяет быстро, в течение 24—48 ч, выявлять комплексы микотоксинов, образуемых грибами *Fusarium sporotrichiella*, *Aspergillus fumigatus*, *Dendrodochium toxicum*, *Myrothecium verrucaria*, *M. roridum* и *Penicillium urticae*.

В качестве тест-культур для определения комплекса микотоксинов, образуемых *F. sporotrichiella*, используют культуру *Saccharomyces fragilis* штамм Д-25; *D. toxicum* и грибами рода *Myrothecium* — *Saccharomyces vini* штамм «Феодосия»; *A. fumigatus* — *Staphilococcus aureus* штамм 209; *Penicillium urticae* — *Escherichia coli* штамм 1749.

Чувствительность метода для комплекса токсинов, образуемых грибами родов *Dendrodochium*, *Myrothecium*, *A. fumigatus*, — 10—20 мкг/кг, *Penicillium* и *Aspergillus* — 25, *Fusarium* — 50—100 мкг/кг. Микробиологический метод позволяет обнаружить наличие указанных токсических метаболитов в зерне, отрубях и муке в течение 24—48 ч.

Для анализа из средней пробы отбирают 50 г корма, измельчают на лабораторной мельнице, помещают в колбу с притертой пробкой и заливают 200 мл хлороформа. Содержимое экстрагируют на шутель-аппарате в течение 2 ч.

Экстракт фильтруют через два слоя марли и бумажный фильтр в выпаривательную чашку, которую выдерживают под тягой до исчезновения запаха растворителя. Затем в чашку добавляют 2 мл этилового спирта и, перемешивая легкими круговыми движениями, растворяют осадок. Спиртовым раствором, содержащим растворимые метаболиты, пропитывают диски фильтровальной бумаги (по два на каждую индикаторную культуру) и подсушивают их на воздухе.

Диски готовят из фильтровальной бумаги с помощью канцелярского дырокола и стерилизуют их в сушильном шкафу в течение 2 ч при температуре 100—120 °С.

Индикаторные культуры выращивают в бактериологических пробирках в течение 24 ч на следующих средах: *Sacch. fragilis* и *Sacch. vini* — на скошенном сусло-агаре или среде Ридера при 26 °С; *Staph. aureus* и *E. coli* — на скошенном мясо-пептонном агаре при 37 °С.

Выращенные таким образом суточные культуры смывают физиологическим раствором хлорида натрия (3—5 мл) до получения од-

народной суспензии бактериальных культур с концентрацией 10 ед. по оптическому стандарту мутности, дрожжевых культур — 5 ед.

Суспензии индикаторных культур вносят по 0,1 мл в пробирки с 10 мл расплавленной и охлажденной до 45 °С среды, тщательно перемешивают и выливают в чашки Петри, подогретые до 40—50 °С.

После застывания среды с индикаторными культурами на их поверхности размещают диски, пропитанные экстрактами из различных исследуемых кормов. В качестве контроля используют диск, пропитанный спиртом и подсушенный на воздухе. На одной чашке Петри можно исследовать 4 пробы кормов в двух повторностях (8 дисков).

Чашки с индикаторными культурами *Sacch. fragilis* штамма Д-25 и *Sacch. vini* штамма «Феодосия» выдерживают в термостате при температуре 37 °С в течение 12—18 ч, *Staph. aureus* штамма 209 и *E. coli* штамма 1749 — при температуре 37 °С в течение 12—18 ч. Чашки помещают в термостат дном вверх.

Отсутствие или задержка роста индикаторных культур свидетельствует о том, что используемые пробы кормов не содержат токсических метаболитов грибов *F. sporotrichiella*, *D. toxicum*, *M. roridum*, *A. fumigatus*, *P. urticae*. Такой корм может быть использован для кормления животных.

Появление зон задержки роста хотя бы одной из индикаторных культур указывает на наличие в исследуемых кормах токсических метаболитов грибов.

Пробы корма, давшие положительные результаты по микробиологическому методу, исследуют методами, предусмотренными «Методическими указаниями по санитарно-микологической оценке и улучшению качества кормов» и в зависимости от полученных результатов решают вопрос об использовании корма.

## Занятие 8

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГОЛОВНИ И СПОРЫНИИ В КОРМАХ

**Цель занятия.** Ознакомить студентов с методами определения головни и спорынии в кормах.

**Материалы и оборудование.** Аналитические весы; вытяжной шкаф; теххимические весы; модифицированный прибор Зейтца; колба Бунзена; лабораторная мельница; микроскоп; камера Горяева; сито с отверстиями диаметром 1 мм; фарфоровая ступка; водоструйный насос; сушильный шкаф; коническая колба на 250 мл; пастеровская пипетка; стеклянный бюкс; предметные и покровные стекла; препаровальная игла; диэтиловый спирт; хлороформ; этиловый спирт; 0,5%-ный раствор гидроксида калия, 3 н. раствор гидроксида натрия; дистиллированная вода.

**Содержание занятия.** Выявление фитопатогенных грибов спорынии и головни проводят только в период вегетации злаков.

Определение головневых мешочков в зерне. Пораженные зерна (мешочки) вручную отделяют из навески зерна (400 г), взвешивают на технoхимических весах с точностью до 0,01 г и определяют их процентное содержание.

Определение спор головневых грибов в зерне. Суть метода заключается в отмывании спор головни от зерна, последующем осаждении их на бумажном фильтре фильтрованием под вакуумом, взвешивании и вычислении их процентного содержания.

Фильтрацию проводят с помощью модифицированного прибора Зейтца. Для этого в нижнюю треть цилиндрической части прибора вставляют кольцо из стальной проволоки диаметром 1—2 мм. На кольцо помещают металлическую сетку с размером ячеек 2—4 мм, а на сетку — два кружка из полотна сита № 0105. Размер кольца, сетки и кружков из полотна сита должны соответствовать внутреннему диаметру цилиндрической части прибора.

Кружок, вырезанный из фильтра «синяя лента», диаметром на 3 мм превышающим внешний диаметр прибора Зейтца, обезжиривают в диэтиловом эфире в течение 20—30 мин и после высушивания взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г.

Фильтр помещают в разъемную часть прибора на резиновую прокладку по размеру внешнего диаметра прибора, которую предварительно 2—3 ч выдерживают в эфире. Под резиновую прокладку укладывают металлическую сетку, приложенную к прибору. Затем винтами соединяют цилиндрическую и конусовидную части прибора.

Прибор Зейтца, собранный указанным способом, вставляют в отверстие пробки, которой закрыта колба Бунзена. Колбу Бунзена соединяют шлангом с водоструйным насосом или с вакуум-насосом Камовского.

После подготовительных операций приступают к анализу. Навеску исследуемого зерна (50 г), взвешенную на технoхимических весах, помещают в коническую колбу на 250 мл, заливают 100 мл диэтилового эфира, взбалтывают в течение 1 мин, после чего жидкость сливают в прибор Зейтца. Такую промывку зерна проводят до получения бесцветной жидкости в колбе с навеской зерна.

После окончания фильтрации прибор разбирают, извлекают фильтр, выдерживают его 5 мин в вытяжном шкафу и взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,001 г.

Содержание спор головневых грибов (%)

$$x = (m_1 - m_2)2,$$

где  $m_1$  — масса фильтра после фильтрации, г;  $m_2$  — масса фильтра до фильтрации, г.

Допускаемые расхождения между результатами контрольных испытаний не должны превышать 0,01 %.

Определение спор головневых грибов в комбикормах и продуктах переработки зерна. Суть

метода заключается в подсчете спор головневых грибов с помощью счетной камеры Горяева.

Среднюю пробу комбикорма массой 1 кг измельчают на лабораторной мельнице до частиц размером 1 мм. Указанного измельчения достигают просеиванием и дополнительным измельчением остатка комбикорма на сите. После этого 10 г измельченного хорошо перемешанного корма помещают в фарфоровую ступку и высушивают в сушильном шкафу при 100 °С в течение 15 мин. Затем навеску тщательно растирают в фарфоровой ступке, периодически (3—5 раз) добавляя по 3 мл диэтилового эфира для равномерного распределения спор. После этого готовят препарат для микроскопирования. В каплю воды на предметное стекло с помощью препаровальной иглы помещают небольшое количество корма, растертого в диэтиловом эфире, накрывают покровным стеклом и просматривают под микроскопом. В хорошо растертой навеске не должно содержаться склеенных в кучки спор. На одном стекле готовят одновременно два препарата.

0,1 г комбикорма, растертого в эфире, помещают в пробирку, приливают 10 мл 0,5%-ного раствора гидроксида калия, взбалтывают, нагревают над пламенем горелки до кипения и охлаждают.

После тщательного перемешивания тонко оттянутой пастеровской пипеткой сразу же берут небольшое количество содержимого пробирки и вносят его в счетную камеру Горяева.

Просмотр и подсчет спор производят с помощью микроскопа при хорошем освещении и увеличении  $\times 200$  — 300. Считают число спор на всей сетке камеры, площадь которой равна 9 мм<sup>2</sup>. При наличии половинок спор каждую половинку считают за одну спору.

Споры грибов хорошо различимы под микроскопом. Они могут быть шаровидной, продолговатой, эллиптической или неправильной формы, желтоватого, коричневого или оливкового цвета; оболочка спор — гладкой, бородавчатой или шетинистой.

Проводят не менее шести подсчетов, после чего вычисляют среднее арифметическое. Содержание головни (%)

$$x = a \cdot 0,1 / 22,$$

где  $a$  — среднее арифметическое значение числа спор; 22 — количество спор головневых грибов, установленное опытным путем для корма, содержащего 0,1 % головни.

Допустимое расхождение между результатами испытаний не должно превышать 0,01 %.

**Определение спорыньи в зерне.** Из навески зерна (400 г) отбирают вручную все склероции («рожки»), как целые, так и их частицы, взвешивают на теххимических весах с точностью до 0,01 г и определяют процентное содержание.

**Определение спорыньи в комбикормах и продуктах переработки зерна.** Суть метода заключается

ся в отделении частиц склероциев спорыньи от массы корма путем обработки навески хлороформом, этиловым спиртом и 3 н. раствором гидроксида натрия (калия).

Среднюю пробу комбикорма массой 1 кг измельчают на лабораторной мельнице до частиц размером 1 мм, тщательно перемешивают и разравнивают тонким слоем, из нескольких точек которого (не менее 5) берут навески по 1 г.

Затем 1 г измельченного комбикорма помещают в стеклянную бюксу, добавляют 10 мл хлороформа и небольшими порциями при постоянном встряхивании 5 мл этилового спирта. Темные частицы спорыньи вместе с небольшим количеством комбикорма всплывают на поверхность, а остальная масса оседает на дно. Не допуская смешивания слоев, по стенке бюксы приливают 3 н. раствор гидроксида натрия (калия) с таким расчетом, чтобы он покрыл всю поверхность жидкости слоем не более 3 мм.

При ярком освещении в желтоватом слое щелочи будут хорошо различимы красновато-фиолетовые частицы наружных слоев и серовато-сиреневые частицы внутренних слоев склероциев спорыньи. Просмотр и подсчет частиц спорыньи проводят с помощью лупы.

За окончательный результат принимают среднее арифметическое пяти параллельных определений.

Число всплывших частиц спорыньи (среднее арифметическое)	Содержание спорыньи, %
Не более 1	0,05
От 1,1 до 2	0,1
От 2,1 до 4	0,25

## Занятие 9

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА КОРМОВОГО ЗЕРНА

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами оценки качества кормового зерна.

**Материалы и оборудование.** Технические и аналитические весы; лабораторная мельница; комплект сит; металлическая сетка № 08; конические колбы на 100 и 250 мл; часовые стекла; скальпель; пинцет; лупа; термометр; подковообразный магнит; литровая пурка с разновесом; мерные цилиндры; химический стакан на 0,5—1,8 л; стеклянная палочка; бумажная воронка; металлические бюксы с крышками; банка с притертой пробкой; фарфоровая чашка диаметром 8—10 см; электрический сушильный шкаф; эксикатор; вода дистиллированная; 0,1 н. раствор гидроксида натрия; 1%-ный раствор фенолфталеина; сухой хлорид кальция или серная кислота (плотность 1,84 г/см<sup>3</sup>).

**Общие сведения.** Для оценки доброкачественности кормового зерна из различных мест всей партии заготовленного или купленного корма составляют среднюю пробу массой не менее 1 кг и отправляют в лабораторию.



**Содержание занятия.** Кормовое зерно оценивают по физико-механическим (влажность, натура, засоренность) и химическим (кислотность) свойствам (табл. 28)

### 28. Нормативы доброкачественности кормового зерна

Показатель	Овес	Рожь	Ячмень	Кукуруза	Кормовые бобы	Пшеница
Влажность, %, не более	19	19	17	16	20	19
Содержание сорной примеси, всего, %	8	5	8	5	5	5
В том числе, %:						
гальки	1	1	1	1	1	1
спорыньи	0,5	0,5	0,5	0,15	0,5	0,5
горчачка розового, софоры, мышатника	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
везеля	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
гелиотропа опушенноплодного	0,1	0,1	0,1	—	0,1	0,1
триходесмы седой				Не допускается		
Содержание зерновой примеси, всего, %	15	15	15	15	15	15
В том числе проросшего зерна, %	5	5	5	—	5	3

Примечание. Заражение амбарными вредителями не допускается, кроме заражения клещом I степени.

**Определение влажности.** Ориентировочно влажность зерна определяют в местах его хранения. Сухое зерно при раскусывании распадается на две части (примерная влажность 15%), а влажное расплющивается (примерная влажность 20%). Сухое зерно, если его взять в ладонь, соскальзывает с ладони, влажное — остается в ней.

**Высушивание навесок** — основной метод определения влажности зерна. Из пробы зерна отделяют около 30 г, размалывают на лабораторной мельнице и помещают в банку с притертой пробкой. Перед взятием навесок размолотое зерно тщательно размешивают в банке. Затем отбирают порции, немногим более 5 г каждая, и насыпают в две металлические предварительно взвешенные чашечки (бюксы) с крышками. Бюксы с пробами переносят на весы и отвешивают точно по 5 г. При температуре 140 °С в сушильный шкаф быстро помещают пробы зерна в бюксах вместе со снятыми с них крышками. При этом температура сушильного шкафа обычно падает, на что указывает включение сигнальной лампы. Высушивание пробы в сушильном шкафу длится 40 мин с момента отключения сигнальной лампы. По истечении 40 мин бюксы с навесками вынимают из шкафа тигельными щипцами, закрывают крышками и переносят в эксикатор до полного охлаждения, примерно на 15—20 мин. В нижнюю часть эксикатора должен быть насыпан слой сухого хлорида кальция или налита крепкая серная кислота (плотность 1,84 г/см<sup>3</sup>).

По охлаждении бюксы снова взвешивают и по разности масс до высушивания и после определяют потерю влаги. Взвешивания при определении влажности зерна проводят с точностью до 0,01 г. Влажность выражают в процентах, для чего при навеске в 5 г массу испарившейся влаги умножают на 20. Из двух определений берут сред-

нее значение влажности, которое и принимают за влажность пробы зерна (табл. 29).

### 29. Характеристика зерна по влажности, %

Состояние зерна	Рожь, ячмень, овес, кукуруза	Кормовые бобы
Сухое	До 14	До 14
Средней сухости	14,5—15,5	14—16
Влажное	15,5—19	16—20
Сырое	19 и более	20 и более

**О п р е д е л е н и е н а т у р ы.** Натура — масса 1 л зерна, выраженная в граммах. Ее определяют в литровой пурке с падающим грузом, а также упрощенным методом.

Для определения натуры зерна с помощью *литровой пурки* пробу просеивают через сито с диаметром ячеек 6 мм и тщательно перемешивают. Предварительно пурку собирают и устанавливают на столе с горизонтальной поверхностью. К коромыслу весов подвешивают с правой стороны мерку с опущенным в нее падающим грузом, с левой — чашку для гирь и проверяют, уравновешивают ли они друг друга. При отсутствии равновесия пурка признается непригодной для работы. Затем падающий груз вынимают из мерки и устанавливают мерку в специальном гнезде на крышке ящика пурки. В щель мерки вставляют нож, на который кладут падающий груз, затем на мерку надевают наполнитель в виде цилиндра. После этого зерно насыпают в цилиндр до метки. Если в цилиндре такой метки нет, то зерно насыпают так, чтобы между поверхностью зерна и верхним краем цилиндра остался промежуток в 1 см. Нож быстро, без сотрясения прибора, вынимают из щели и после того, как груз и зерно упадут в мерку, нож вновь вставляют в щель.

Затем наполнитель с остатками зерна снимают, удаляют задержавшиеся на ноже зерна и вынимают нож из щели, а мерку с зерном переносят на весы и устанавливают натуру.

Необходимо провести два определения. Расхождения не должны превышать 5 г для всех зерновых культур, кроме овса (не более 10 г).

Взвешивание зерна при определении натурной массы в литровой пурке производят с точностью до 0,5 г.

Для определения натурной массы зерна *упрощенным методом* берут химический стакан на 0,5—1 л и взвешивают его с точностью до 0,5 г. Затем стакан до краев заполняют водой комнатной температуры и вновь взвешивают. Путем вычитания первой массы из второй узнают вместимость стакана.

Стакан высушивают и заполняют зерном через бумажную воронку. Излишки зерна удаляют стеклянной палочкой (проведя ею по краям стакана). Стакан взвешивают с точностью до 0,5 г и получают массу зерна в стакане.

Натуру зерна (г/л) вычисляют по формуле

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

где  $m$  — масса зерна в стакане, г; 1000 — коэффициент пересчета на 1 л;  $V$  — вместимость стакана, мл.

Натура пшеницы составляет 700—800 г/л, ржи — 650—750, ячменя — 500—650, овса — 380—520 г/л.

**О п р е д е л е н и е з а с о р е н н о с т и.** Различают следующие виды примесей: сорную, зерновую, вредную. К сорной примеси относят мелкие примеси, проходящие через сито с отверстиями диаметром 0,15 мм; минеральную примесь (песок, земля, пыль, галька); органическую примесь (части стеблей, стержни колоса, ость, мякина, пленки); сорные семена (семена дикорастущих растений, а также культурных растений, не относимые к зерновой примеси и к основному зерну); загнившие, заплесневевшие, обуглившиеся, все явно испорченные зерна овса, пшеница, ржи, ячменя, вики, гороха, чины, сои, фасоли и конских бобов и зерна, изъеденные вредителями.

К зерновой примеси (кроме одноименных культур) относятся зерна всех других зерновых, битые и изъеденные вредителями, если осталось меньше половины зерен; недоразвитые, шуплые; проросшие, с вышедшим наружу корешком или ростком; поврежденные самосогреванием или сушкой (поджаренные), с явно измененным цветом оболочки; раздутые при сушке; плесневелые; раздавленные.

К вредной примеси относят головню, спорынью, семена вязеля, софоры, горчица розового, плевела опьяняющего, мышатника, гелiotропа опушенноплодного и триходесмы седой.

Засоренность зерновых кормов определяют после выделения из средней пробы остатков соломы, комков почвы, колосьев — крупных примесей — с помощью сита с отверстиями диаметром 6 мм.

В дальнейшем при определении засоренности крупные примеси, выраженные в процентах, добавляют к соответствующим фракциям сорной примеси. Колосья относятся к сорной примеси после извлечения из них зерна.

В зависимости от видов зерновой культуры и примесей установлены следующие массы навесок, г: бобы — 200, кукуруза, горох, фасоль, чина, нут — 100, пшеница, рожь, овес, ячмень — 50, просо — 25.

Навеску массой 25 г и более взвешивают на технических весах с точностью до 0,5 г.

Навеску на засоренность просеивают на лабораторных ситах. Для облегчения разборки применяют дополнительные сита с пробивными продолговатыми или круглыми отверстиями разных диаметров (табл. 30).

При просеивании вручную набор сит с навеской помещают на стол с гладкой поверхностью или на стекло, проводя продольно-воз-

### 30. Сита для определения засоренности зерновых кормов

Корм	Сита с диаметром отверстий, мм		
	для разбора навески	для мелких зерен	для сорной примеси
Пшеница	2,5	1,7	1
Рожь	2,5 2,2 1,8	1,4	1
Ячмень	—	—	1,5
Овес	—	—	1,5
Кукуруза (в зерне)	—	3,5—4,5	1,5

вратные движения. Зерно раскладывают на кучки (фракции) и определяют их процентное содержание.

Кроме вышеперечисленных примесей в зерно могут попадать металлические частицы при перевозке его в вагонах насыпью, небрежной выгрузке и транспортировке и т. д. Наличие металлической примеси определяют в пробе зерна массой 1 кг. Для этого зерно рассыпают на стекле или гладкой доске ровным слоем толщиной не более 0,5 см и проходят по нему (2—3 раза) подковообразным магнитом. Приставшие к магниту металлические частицы собирают в чашку.

Металлическую примесь (частицы) взвешивают с точностью до 0,0002 г на аналитических весах и выражают в миллиграммах на 1 кг зерна.

Категории засоренности зерна представлены в табл. 31.

#### 31. Категория засоренности зерна, %

Категория зерна	Овес		Ячмень		Кукуруза		Просо	
	Примеси							
	сорная	зерновая	сорная	зерновая	сорная	зерновая	сорная	зерновая
Чистое	До 1	До 2	До 2	До 2	До 1	До 2	До 1	До 1
Средней чистоты	1—3	2—4	2—4	2—5	1—3	2—5	1—4	1—4
Сорное	3 и выше	4 и выше	4 и выше	5 и выше	3 и выше	5 и выше	4 и выше	4 и выше

**О п р е д е л е н и е к и с л о т н о с т и.** Под действием микроорганизмов в зерне разрушаются белки, жиры и углеводы и накапливаются органические кислоты, которые и обуславливают кислотность зерна.

Из средней пробы отбирают 50 г зерна, очищают его от сорной примеси и размалывают на лабораторной мельнице так, чтобы частицы прошли при просеивании через металлическую сетку № 08. Из размолотого зерна берут навеску 5 г, высыпают в сухую коническую колбу на 100—150 мл и доливают 50 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы перемешивают до исчезновения комочков. В полученную «болтушку» добавляют 5 капель 1%-ного раствора фе-

нолфталеина, перемешивают и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия до получения розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Кислотность выражают в градусах, определяемых количеством миллилитров 1 н. раствора гидроксида натрия, требующимся для нейтрализации кислот в 100 г зерна (табл. 32).

### 32. Характеристика зерна по кислотности

Градусы кислотности	Характеристика зерна	Выводы
3,5—4,5	Намечается процесс порчи	Необходимо улучшить условия хранения
4,5—5,5	Хранить зерно опасно	Необходима реализация
7,5	Зерно не подлежит хранению	Необходима быстрая реализация
9,5	Зерно испорчено	Скармливать животным после соответствующей обработки

Расчет ведут по формуле

$$x = 100 a K / (10m),$$

где 100 — навеска зерна;  $a$  — количество мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия, пошедшее на титрование;  $K$  — поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора гидроксида натрия; 10 — коэффициент пересчета на нормальную щелочность;  $m$  — масса навески, взятой для исследования, г.

## Занятие 10

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА КОМБИКОРМОВ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами лабораторного анализа комбикормов.

**Материалы и оборудование.** Прибор для выделения металломагнитной примеси марки ПФ-2; прибор для измерения величины частиц металломагнитной примеси марки ПИФ-2; магнит подковообразный; весы технические и аналитические; стекло часовое; бумага миллиметровая; палочка стеклянная; тигель фарфоровый; лупа; сита с отверстиями диаметром 3—5 мм; бумага белая и черная; прибор Лисенко; 10%-ный раствор соляной кислоты; спирт этиловый (ректификат); углерод четыреххлористый (плотность 1,59 г/см<sup>3</sup>) или хлороформ (плотность 1,48 г/см<sup>3</sup>); 10%-ный раствор хромовокислого калия; 10%-ный раствор азотной кислоты; насыщенный раствор железосаммонийных квасцов; 0,05 н. раствор азотнокислого серебра; 0,05 н. раствор хлорида калия; 0,05 н. раствор хлорида натрия; 0,05 н. раствор роданистого аммония; 1%-ный спиртовой раствор фенолфталеина; 0,1 н. раствор гидроксида натрия.

**Общие сведения.** Комбикорма представляют собой смесь концентрированных кормов и различных видов кормовых добавок. Разработаны рецепты комбикормов, которые используют для кормления животных разных видов и птицы.

Комбикорма должны соответствовать требованиям, приведенным ниже.

Внешний вид, цвет, запах	Соответствующий набору компонентов комбикорма, без признаков плесени и гнилостного запаха
Влажность, %	13—14,5
Кислотность, градусов, не более	5
Крупность помола %:	
остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм	2—30
остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм	0—10
Содержание:	
песка, %	0,2—0,8
металломагнитной примеси:	
частиц размером до 2 мм включительно в 1 кг корма. мг	8—30
металлических частиц с острыми краями и частиц размером более 2 мм	Не допускается
вредной примеси (по анализу зерна), %:	
куколя, плевела опьяняющего, головни, горчака, везеля	В соответствии с нормативно-технической документацией на используемое сырье
спорыньи, триходесмы седой, гелиотропа опушенноплодного	Не допускается
целых семян (в том числе дикорастущих), %	0,1—1
Зараженность амбарными вредителями (паукообразными и насекомыми) в 1 кг, экз.	0,0—5

Содержание поваренной соли в полнорационных комбикормах, определенное химическим путем, не должно превышать предельно допустимые нормы, %: для молодняка птицы в возрасте от 5 до 60 сут — 0,3; для молодняка старше 60 сут и взрослой птицы — 0,6; для поросят-сосунов до 2-месячного возраста — 0,3; для поросят-отъемышей — 0,5; для ремонтного молодняка свиней в возрасте от 4 до 8 мес — 0,6; для взрослых свиней, в том числе племенных, — 0,8.

**Содержание заниятия.** Кроме органолептических показателей (внешний вид, запах, цвет) устанавливают крупность помола комбикорма, содержание металломагнитных примесей, песка, поваренной соли, определяют общую кислотность.

**О п р е д е л е н и е к р у п н о с т и п о м о л а.** Комбикорма в зависимости от назначения могут быть мелкого, среднего и крупного помола. Степень помола определяют по остаткам на ситах: мелкий (тонкий) помол — остаток на сите с отверстиями диаметром 2 мм не более 5 %, остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм не допускается; средний помол — остаток на сите с отверстиями диаметром 2 мм не более 12 %, остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм не допускается; крупный помол — остаток на сите с отверстиями диаметром 3 мм не более 35 %, остаток на сите с отверстиями диаметром 5 мм не более 5 %.

Для контроля состояния помола комбикормов для поросят-сосунов используют сита с отверстиями диаметром 1,25 мм, для поросят-отъемышей — 1,50 мм, для хряков, супоросных и подсосных маток и молодняка на откорме — 2 мм, при помоле минеральных веществ — 1,25 мм.

Определение содержания металломагнитных примесей. Перед анализом гранулированные и брикетированные комбикорма измельчают в ступке, слегка раздавливают и доводят до состояния исходного продукта.

При *ручном способе* среднюю пробу комбикорма массой 1 кг распределяют ровным слоем не выше 0,5 см на чистом сухом стекле. Затем полюсами подковообразного магнита медленно проводят вдоль и поперек рассыпанного продукта таким образом, чтобы он весь был захвачен полюсами магнита (ножки магнита должны проходить в самой толще продукта, слегка касаясь поверхности стекла).

Частицы металломагнитной примеси снимают над листком белой бумаги и рассматривают в лупу. Частицы, вызывающие сомнения, помещают в тигель и раздавливают стеклянной палочкой, затем, высыпав на бумагу, проверяют магнитом. Извлечение металломагнитной примеси из пробы повторяют 3 раза. Собранную металломагнитную примесь помещают на часовое стекло и взвешивают на аналитических весах. Крупные металлические частицы переносят на миллиметровую бумагу и, пользуясь лупой, определяют максимальный размер в миллиметрах. Металлические частицы размером от 0,5 до 2 мм взвешивают.

При *механическом способе* среднюю пробу комбикорма массой 1 кг засыпают в питатель включенного прибора ПФФ-2. После того как весь комбикорм пройдет через магнитное поле, прибор выключают. Задержанные частицы металломагнитной примеси снимают с экрана и переносят на бумагу. Взвешивание и определение металломагнитной примеси проводят так же, как и при ручном способе.

Размер частиц определяют с помощью прибора ПИФ-2. Для этого крупные металлические частицы раскладывают на предметном стекле и помещают в прибор. Измерение проводят на увеличительном экране, имеющем сетку с ценой деления 0,05 мм. Содержание металломагнитной примеси выражают в миллиграммах на 1 кг комбикорма.

**Определение песка.** При использовании специального прибора углубление в кране этого прибора поворачивают на 90° так, чтобы органические частицы навески корма не могли попасть в это углубление. Навеску комбикорма массой 5 г помещают в сухой прибор, доливают 50 мл четыреххлористого углерода, закрывают пробкой и встряхивают в течение 5 мин. После этого поворачивают кран углублением вверх и оставляют в покое на 15 мин. Затем кран поворачивают на 90°, открывают верхнюю пробку и сливают жидкость. Собранную в углублении крана минеральную примесь переносят в химический стакан.

Если нет специального прибора, то навеску комбикорма помещают в химический стакан и заливают 50 мл четыреххлористого углерода. Содержимое размешивают стеклянной палочкой. Затем стакан закрывают часовым стеклом и оставляют на 15 мин, после чего четыреххлористый углерод вместе с частицами комбикорма осторожно выливают из стакана.

В химический стакан с осажденным песком приливают 10 мл 10%-ного раствора соляной кислоты и нагревают в водяной бане в течение 15 мин, после чего кислоту выливают, а к осадку вновь приливают соляную кислоту и повторяют указанную обработку до тех пор, пока жидкость над осадком не обесцветится. Осадок переносят на фильтровальную бумагу и промывают его горячей водой.

Фильтр с осадком помещают в предварительно прокаленный и взвешенный фарфоровый тигель, подсушивают, а затем осторожно озоляют и прокаливают в течение 20 мин. Тигель с прокаленным осадком ставят в эксикатор на 20—30 мин — для охлаждения до комнатной температуры, после чего взвешивают.

Содержание песка в комбикорме (%)

$$x = \frac{m_1 - m_2}{m} 100,$$

где  $m_1$  — масса тигля с песком, г;  $m_2$  — масса пустого тигля, г;  $m$  — навеска комбикорма, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты.

**Определение поваренной соли.** Суть метода заключается в осаждении белковых веществ раствором азотной кислоты и титровании хлоридов в кислой вытяжке по Фольгарду.

Предварительно устанавливают титры азотнокислого серебра и роданистого аммония.

*Титр азотнокислого серебра.* В коническую колбу на 100 мл отмеривают бюреткой 20 мл 0,05 н. раствора хлорида натрия (калия), добавляют 4 капли 10%-ного раствора хлоромовокислого калия и титруют раствором азотнокислого серебра (при постоянном энергичном помешивании) до изменения цвета раствора со взмученным в нем осадком от лимонного до слабо-оранжевого. Поправку к титру 0,05 н. раствора азотнокислого серебра ( $T_1$ ) вычисляют по формуле

$$T_1 = aT/a_p,$$

где  $a$  — количество 0,05 н. раствора хлорида натрия (калия) мл;  $T$  — титр 0,05 н. раствора хлорида натрия (калия), равный 1;  $a_p$  — количество 0,05 н. раствора азотнокислого серебра, израсходованное на титрование, мл.

*Титр роданистого аммония.* В коническую колбу на 250 мл отмеривают 25 мл 0,05 н. раствора азотнокислого серебра, добавляют 2 мл насыщенного раствора железоаммонийных квасцов. 50—100 мл дистиллированной воды и титруют раствором роданистого аммония до слабо-оранжевой окраски. Поправку к титру роданистого аммония ( $T_2$ ) вычисляют по формуле

$$T_2 = a_1 T_1 / a_2,$$

где  $a_1$  — количество 0,05 н. раствора азотнокислого серебра, мл;  $T_1$  — поправка к титру 0,05 н. раствора азотнокислого серебра;  $a_2$  — количество 0,05 н. раствора роданистого аммония, израсходованное на титрование, мл.

Затем навеску комбикорма массой 2 г переносят в мерную колбу на 200 мл и наливают в нее 20 мл 10%-ного раствора азотной кислоты. Содержимое встряхивают, чтобы оно пропиталось кислотой, и приливают 100—120 мл дистиллированной воды. Раствор в колбе



периодически взбалтывают в течение 5 мин, доводят до метки, перемешивают и затем дают раствору отстояться не менее 1 мин. Пипеткой на 50 мл отбирают 50 мл раствора над осадком и переносят в коническую колбу на 100 мл. К раствору добавляют 2 мл насыщенного раствора железоммонийных квасцов и избыточное количество (5 или 10 мл) титрованного раствора азотнокислого серебра. Избыток азотнокислого серебра титруют 0,05 н. раствором роданистого аммония при энергичном помешивании содержимого колбы до окрашивания раствора в слабо-оранжевый цвет, который не исчезает 10—15 с. Содержание хлоридов (%) рассчитывают по формуле

$$x = (aT_1 - a_1T_2) 0,002922 V \cdot 100 / (a_2m),$$

где  $a$  — количество 0,05 н. раствора азотнокислого серебра, добавленное к испытуемому раствору, мл;  $T_1$  — поправка к титру азотнокислого серебра, 0,05 н. раствора;  $a_1$  — количество 0,05 н. раствора роданистого аммония, израсходованное на титрование, мл;  $T_2$  — поправка к титру роданистого аммония, 0,05 н. раствора; 0,002922 — количество хлорида натрия, соответствующее 1 мл 0,05 н. раствора азотнокислого серебра, г;  $V$  — объем жидкости в мерной колбе, мл; 100 — коэффициент пересчета в проценты;  $a_2$  — количество раствора, взятое для титрования, мл;  $m$  — масса навески, г.

**Определение общей кислотности.** Отвешивают 25 г комбикорма и вносят его в колбу на 500 мл, приливают 250 мл дистиллированной воды, содержимое взбалтывают в течение 10 мин, после чего оставляют в покое на 35 мин. Жидкость фильтруют через сухой фильтр. Первые порции фильтрата сливают, затем 25 мл фильтрата переносят в колбу на 100 мл и титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия в присутствии фенолфталеина до слабо-розового окрашивания. При исследовании темноокрашенных растворов при титровании можно пользоваться в качестве индикатора 1%-ным раствором тимолфталеина.

Кислотность выражают в градусах

$$x = 4aK,$$

где 4 — коэффициент пересчета на 100 г комбикорма;  $a$  — количество 0,1 н. раствора гидроксида натрия, израсходованное на титрование, мл;  $K$  — поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора гидроксида натрия.

## Занятие 11

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА МУЧНИСТЫХ КОРМОВ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами оценки доброкачественности отходов мукомольной и крупяной промышленности.

**Материалы и оборудование.** Лабораторные весы; комплект сит; лупа; пробирки; колбы конические на 100 и 250 мл; муфельная печь; фарфоровые тигли и чашки; воронки; водяная баня; обратный холодильник; шпатель; беззольные фильтры; газовая горелка или ав-

токлав; 10%-ный раствор гидроксида натрия; 10%-ный раствор соляной кислоты; 0,1 н. раствор гидроксида натрия (калия); концентрированная серная кислота (плотность 1,84 г/см<sup>3</sup>); разведенная серная кислота в соотношении 1 : 2; 35 и 96%-ный этиловый спирт; хлороформ; дистиллированная вода.

**Общие сведения.** К мучнистым кормам относят побочные продукты (отходы) мукомольной и крупяной промышленности: муку, отруби (пшеничные, ржаные, ячменные, рисовые и др.), мучнистую пыль, гречневую и пшеничную мучку, просяной мучель. Основные показатели качества мучнистых кормов приведены в таблице 33.

### 33. Требования, предъявляемые к качеству мучнистых кормов

Показатель	Отруби	Мука ржаная	Мучка кормовая
Цвет и внешний вид	Коричнево-сероватый	Серовато-белый с заметными частицами оболочек	Коричнево-серый
Запах	Свойственный продукту, без постороннего, не затхлый, не плесневелый		
Вкус	Без горьковатого или кисловатого привкуса	Слегка сладковатый, без горького или кислого привкуса	Без горьковатого или кисловатого привкуса
Влажность, % не более	15	15	15
Кислотность, градусов, не более	5	6	5
Зараженность амбарными вредителями	Не допускается		

**Содержание занятия.** Оценку качества мучнистых кормов начинают с осмотра на месте хранения. При этом оценивают такие показатели, как цвет, запах, вкус, влажность, а также отбирают среднюю пробу для лабораторного исследования.

**О п р е д е л е н и е в л а ж н о с т и.** Влажность муки определяют приблизительно при осмотре на месте. Сухая мука, сжатая в горсть, слегка хрустит и в руке сжимается в комок, который легко распадается при надавливании пальцами; влажная мука также образует комок, но не рассыпающийся при надавливании.

Влажность мучнистых кормов в лабораториях определяют теми же методами, что и влажность зерна или комбикормов.

**О п р е д е л е н и е с в е ж е с т и м у к и.** В широкую пробирку насыпают около 2 г муки и приливают 5 мл 10%-ного раствора гидроксида натрия (калия). Через 10 мин слегка подогревают пробирку (не более 30 °С) для разжижения образовавшегося клейстера и приливают по каплям серную кислоту, разведенную водой в соотношении 1 : 2.

Свежая мука пахнет клейстером и имеет кислотность не выше 5°, испорченная мука пахнет сероводородом.

— **Определение сорной примеси.** Сорные примеси в отрубях и муке бывают минеральными (песок, земля, известь и др.) и растительными (спорынья, куколя, головня, плевел опьяняющий, горчак). Как те, так и другие вредны для животных.

Содержание *минеральной примеси* в мучнистых кормах определяют по не растворимой в соляной кислоте части золы. Для этого навеску отрубей или муки (2—3 г) помещают в фарфоровый тигель и сжигают в муфельной печи при температуре 550—600 °С. Золу заливают 10%-ным раствором соляной кислоты для удаления минеральных составных частей отрубей или муки. Остаток переносят на беззольный фильтр, который помещают в фарфоровый тигель, подсушивают, сжигают, прокаливают и взвешивают.

Содержание минеральных примесей (%) определяют по формуле

$$x = m_1 \cdot 100/m,$$

где  $m_1$  — масса остатка после прокаливания, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты;  $m$  — масса навески корма, г.

В мучнистых кормах минеральных примесей должно содержаться не более 0,8 %.

При содержании примесей в больших количествах корма необходимо очищать, а если сделать это невозможно, то дачу кормов животным следует ограничить.

Для определения *куколя* берут навеску 10—20 г и обрабатывают горячей смесью из 4 частей хлороформа и 1 части спирта. Полученную вытяжку фильтруют, а фильтрат испаряют.

При наличии *куколя* на дне чашки остается белый осадок. Если прибавить к осадку несколько капель химически чистой серной кислоты (плотность 1,84 г/см<sup>3</sup>), осадок окрасится в желтый цвет, переходящий в коричневый или слабо-розовый, а затем в буро-красный.

Для определения *плевела опьяняющего* в колбу помещают 10 г исследуемой муки, приливают 100 мл 35%-ного спирта и, присоединив колбу к обратному холодильнику, нагревают ее в водяной бане при температуре воды 75—85 °С. Через 1 ч жидкость фильтруют. Вытяжка из муки с примесью *плевела опьяняющего* будет иметь зеленоватый цвет, неприятный запах и горький вкус.

**О п л е с е н е й.** В коническую колбу на 100 мл наливают 50 мл воды, закрывают ватной пробкой, кипятят или помещают на 30 мин в автоклав при 130 °С. После охлаждения в колбу всыпают обожженным шпателем или ложкой пробу муки или отрубей до получения густой кашицы. Колбу закрывают обожженной ватной пробкой и оставляют при комнатной температуре. Если в пробе содержится большое количество спор плесеней, через 24 ч появляется неприятный затхлый или кислый запах, ясно ощутимый при открывании колбы, и налет плесени на поверхности корма.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ГРУБЫХ КОРМОВ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами определения качества грубых кормов — сена, соломы, мякины.

**Материалы и оборудование.** Весы технические и аналитические; сушильный шкаф; эксикатор; бюксы (стаканчики) стеклянные или металлические; ножницы (нож); водяная баня; печь муфельная лабораторная; палочка стеклянная с оплавленным концом; стаканы стеклянные лабораторные на 200 и 1000 мл; мерный цилиндр на 50 и 550 мл; пипетка мерная на 10 мл; колба мерная на 1000 мл; воронка стеклянная диаметром 5 см; промывалка стеклянная лабораторная; тигель фарфоровый; бумага фильтровальная; фильтр беззольный диаметром 7 см; вытяжной шкаф; набор сит; лупа; хлорид кальция, четыреххлористый углерод (плотность 1,59 г/см<sup>3</sup>) или хлороформ (плотность 1,48 г/см<sup>3</sup>); 10%-ный раствор соляной кислоты; серебро азотнокислородное; кислота азотная; вода дистиллированная.

**Содержание занятия.** Каждую пробу грубого корма (сено, солома, мякина) оценивают органолептически, определяют физико-механические и другие показатели качества.

**Определение качества сена.** Чтобы иметь представление о качестве сена, необходимо прежде всего знать его ботанический состав, влажность, засоренность примесями.

Для *определения ботанического состава* из пробы отбирают сено массой 400—500 г. Сено 3—4 раза встряхивают для отделения частей растений длиной 2—3 см и сорной примеси. Оставшееся сено взвешивают с точностью до 0,1 г.

Навеску сена разбирают на следующие фракции: бобовые, злаковые, ядовитые растения, прочие растения. Выделенные фракции взвешивают с точностью до 0,1 г и определяют их процентное содержание:

$$x = m \cdot 100/m_1,$$

где  $m$  — масса фракции, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты;  $m_1$  — масса навески сена, г.

Для *определения влажности* 200—300 г исследуемого сена измельчают (ножницами или ножом) до размера частиц не более 1 см и тщательно перемешивают. В предварительно высушенный до постоянной массы стаканчик или бюксу помещают навеску сена массой 5 г, взвешенную с точностью до 0,01 г.

Бюксу с навеской (без крышки) высушивают в сушильном шкафу в течение 4—5 ч при температуре 100—150 °С до постоянной массы. Затем бюксу вынимают из сушильного шкафа, закрывают крышкой и ставят в эксикатор для охлаждения. После охлаждения бюксу с навеской взвешивают с точностью до 0,01 г и определяют влажность (%) по формуле

$$x = (m - m_1) 100/m,$$

где  $m$  — масса навески до высушивания, г;  $m_1$  — масса навески после высушивания, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты.

Влажность сена не должна превышать 17 %. Влажность сена можно определить приблизительно. Если сено на ощупь жесткое, при скручивании ломается, издает треск, а листья превращаются в труху — влажность соответствует 17 %. Если сено мягкое, при скручивании не издает треска, а при сжатии в ладони ощущается влага — влажность более 17 %.

Для *определения минеральной примеси* навеску сена массой 5 г помещают в химический стакан на 200 мл и заливают 50 мл четыреххлористого углерода. Содержимое стакана тщательно размешивают стеклянной палочкой. Приставшие к палочке частицы корма смывают в стакан тем же количеством (50 мл) четыреххлористого углерода. Стакан закрывают стеклом и оставляют на 15 мин, после чего четыреххлористый углерод осторожно выливают из стакана. Осевшие на стенках стакана частицы сена удаляют фильтровальной бумагой.

В стакан с осажденными минеральными веществами приливают 10 мл 10%-ного раствора соляной кислоты и, накрыв стеклом, помещают в кипящую водяную баню, где нагревают в течение 15 мин.

Надосадочную жидкость сливают через беззольный фильтр, а к осадку вновь прибавляют 10 мл разбавленной соляной кислоты. Осадок обрабатывают раствором соляной кислоты до тех пор, пока раствор над осадком не будет совершенно бесцветным. После каждой обработки осадка раствор сливают через один и тот же фильтр. После окончания последней обработки осадок без потерь переносят на тот же фильтр, осторожно смывая его со стакана горячей водой из промывалки.

Фильтр с осадком помещают в предварительно прокаленный и взвешенный фарфоровый тигель, подсушивают, а затем озоляют и прокаливают в течение 10 мин. Тигель с полученным после прокаливания остатком помещают в эксикатор на 20—30 мин для охлаждения до комнатной температуры, после чего взвешивают.

Содержание минеральной примеси (%) вычисляют по формуле

$$x = (m_1 - m_2) 100/m,$$

где  $m_1$  — масса прокаленного тигля с песком, г;  $m_2$  — масса пустого тигля, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты;  $m$  — масса навески корма, г.

**Определение качества соломы.** Обязательному исследованию подлежит солома, имеющая органолептические отклонения от норм.

Солома не должна содержать вредные и ядовитые примеси. Масса пучков ядовитых трав, встречающихся в отдельных местах исследуемой соломы, не должна превышать 200 г. Не разрешается использовать для кормления животных сильно запыленную (загрязненную землей) солому, поскольку она может быть заражена микотоксинами.

**Оценка качества мякни.** Влажность мякни должна составлять 15—16 %. При влажности более 16 % мякина портится, приобретает плесенный запах и плохо поедается животными. Влажность мякни определяют, как и влажность сена.

Часто мякина теряет кормовое достоинство вследствие большого содержания различных примесей. Для определения количественного содержания и характера примесей среднюю пробу мякины рассыпают на гладкой и ровной поверхности стола и последовательными диагональными движениями руки составляют навеску массой 300—400 г. Навеску пересыпают на гладкую поверхность и вручную отбирают все частицы размером больше 1 см. Оставшиеся мелкие частицы пропускают через сита с диаметром отверстий 5 и 3 мм. Частицы, оставшиеся на сите с диаметром отверстий 5 мм, высыпают к ранее отобранной фракции. Частицы, задержавшиеся на сите с диаметром отверстий 3 мм и на поддоне, рассматривают через лупу, отбирая семена сорных, ядовитых и вредных растений. Остаток растительной трухи и земляных частиц помещают в сосуд с водой, в котором все растительные частицы всплывают, а минеральные примеси опускаются на дно. Отстоявшуюся воду сливают, собирают на фильтр остаток песка и земли, высушивают, взвешивают. По количеству минеральных примесей и ядовитых семян (%) судят о качестве мякины и возможных путях ее использования.

### Занятие 13

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА СОЧНЫХ КОРМОВ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами определения качества сочных кормов — силоса, сенажа, корнеклубнеплодов, водянистых кормов.

**Материалы и оборудование.** Весы технические и аналитические; термостат или сушильный шкаф с активным вентилированием; чашки фарфоровые диаметром 15—20 см или кюветы с сетчатым дном; бюксы стеклянные широкие; эксикатор; воронки стеклянные диаметром 12—15 см; бюретки на 10, 50 мл; колбы круглые плоскодонные на 500 и 1000 мл со шлифами (и без них); цилиндры мерные на 250 мл; колбы мерные на 50, 100, 250 мл; колбы конические на 100, 200 мл; колбонагреватель на 300 Вт; штативы; холодильники Либиха прямые длиной 40 см; бумага фильтровальная; рН-метр; стаканы химические на 50, 100 мл; широкая пробирка с пробкой и проволочным крючком; индикаторы типа «Индам»; натратомер НМ-002; лакмусовая бумага; стеклянная палочка; вода дистиллированная; силосный индикатор; реактив Эбера; реактив Несслера; хлорид кальция; 10%-ный раствор оксида кальция; 10%-ный раствор серноокислой меди; раствор двуххромовокислого калия; 10%-ный раствор серной кислоты; спирт этиловый ректификат; спирт этиловый синтетический технический; 0,1 н. раствор гидроксида калия; 0,1 н. раствор соляной кислоты; насыщенный раствор кальция с хлоридом калия; нейтральный керосин; лакмусовая настойка; 0,1 н. раствор гидроксида бария; кипяченая дистиллированная вода.

**Содержание занятия.** Определение качества силоса. По органолептическим и химическим показателям силос подразделяют на три класса (I, II, III) и неклассный (табл. 34).

### 34. Требования, предъявляемые к качеству силоса

Показатель	Характеристика и нормы для классов		
	I	II	III
<i>Силос из кукурузы</i>			
Запах	Приятный, фруктовый, квашеных овощей		Допускается слабый запах меда, свежеспеченного ржаного хлеба, уксусной кислоты
Массовая доля сухого вещества, %, не менее	18—32	15—30	12—25
Содержание каротина в сухом веществе, мг/кг, не менее	20—40	20—40	10—40
Концентрация водородных ионов (рН)	3,8—4,3	3,7—4,3	3,6—4,5
Массовая доля молочной кислоты в общем количестве кислот, %, не менее	50—55	50	40
Массовая доля масляной кислоты в силосе для всех районов возделывания кукурузы, %, не более	0,1	0,2	0,3
<i>Силос из растений, кроме кукурузы</i>			
Запах	См. силос из кукурузы		
Массовая доля сухого вещества, %, не менее, в силосе:			
из подсолнечника, топинамбура	18	15	12
из свещекошенной травы	25	20	15
из однолетних трав	30	30	30
Содержание каротина в сухом веществе, мг/кг, не менее	60	40	30
Концентрация водородных ионов (рН)	3,9—4,3	3,9—4,3	3,8—4,5
Массовая доля молочной кислоты в общем количестве кислот, %, не менее	50	40	20
Массовая доля масляной кислоты, %, не более	0,1	0,2	0,3
<i>Силос с применением консервантов</i>			
Запах	См. силос из кукурузы		
Массовая доля сухого вещества, %, не менее, в силосе:			
из подсолнечника, топинамбура	18	15	12
из кукурузы	18	15	12
из многолетних и однолетних трав и их смеси	20	18	15
Содержание каротина в сухом веществе, мг/кг, не менее, в силосе:			
из многолетних трав	60	40	30
из кукурузы и прочих растений	70	60	40
Концентрация водородных ионов (рН)	3,8—4,3	3,8—4,3	3,7—4,5
Массовая доля молочной кислоты в общем количестве кислот, %, не менее	55	50	40
Массовая доля масляной кислоты, %, не более	0,1	0,1	0,2

К неклассному относят силос бурого и темно-коричневого цвета с сильным запахом меда или свежее испеченного ржаного хлеба, соответствующий по остальным показателям требованиям ГОСТа.

*Определение концентрации водородных ионов (рН)* 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.

	<i>Реактив № 1:</i>	
метилрот		0,1 г
спирт-ректификат		300 мл
дистиллированная вода		200 мл
	<i>Реактив № 2:</i>	
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 дистиллированной 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

$$x = 0,009a \cdot 100/m,$$

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.** Содержание аммиака в силосе служит показателем гнилостного разложения белка. Определяют с помощью реактивов Эбера и Нesslerа. Реактив Эбера можно использовать многократно.

1. В широкую пробирку наливают 1—2 мл реактива Эбера (1 часть крепкой соляной кислоты, 3 части 96%-ного спирта, 1 часть эфира). Пробирку закрывают пробкой с пропущенной через нее проволокой, загнутой на нижнем конце в виде крючка, с насаженным на него кусочком силоса. Реакцию наблюдают в проходящем свете. При наличии в силосе свободного аммиака около кусочка образуется хорошо видимое облачко или беловатый туман из хлористого аммония.

2. Навеску мелконарезанного силоса (25 г) помещают в колбу или мензурку на 250 мл и на 3/4 заливают дистиллированной или кипяченой и остуженной водой. Содержимое колбы настаивают в течение 4—5 ч при температуре 20—25 °С, периодически встряхивая или размешивая стеклянной палочкой. Полученный настой фильтруют через бумажный фильтр. Появление ярко-желтого или оранжевого окрашивания указывает на присутствие аммиачных соединений, а выпадение кирпично-красного осадка — на значительное их содержание.

**Оценка качества сенажа.** Сенаж представляет собой полувывсохшую массу травы. По органолептическим и химическим показателям сенаж подразделяют на три класса — I, II, III и неклассный. Качество сенажа I—III классов устанавливают в соответствии с требованиями, указанными в табл. 35.

К неклассному относят сенаж бурого и темно-коричневого цвета с сильным запахом меда или свежее испеченного ржаного хлеба, соответствующий по остальным показателям требованиям ГОСТа.

Сенаж влажностью более 63 % напоминает силос. В нем как правило, преобладают уксусная и масляная кислоты. Оценку кислотности в этом случае проводят так же, как и силоса.

### 35. Требования, предъявляемые к качеству сенажа

Показатель	Характеристика и нормы для классов		
	I	II	III
Запах	Ароматный фруктовый		
Цвет	Серовато-зеленый, желто-зеленый, для клевера допускается светло-коричневый		
Массовая доля сухого вещества, %, в сенаже:			
из бобовых	40—55	40—55	40—55
из злаковых и бобово-злаковых	40—60	40—60	40—60
Массовая доля в сухом веществе сырого протеина, %, не менее, в сенаже:			
из бобовых	15	13	11
из бобово-злаковых	13	11	9
из злаковых	12	10	8
Массовая доля в сухом веществе сырой золы, %, не более	12	14	15
Массовая доля в сухом веществе легкорастворимых углеводов, %, не менее	2	—	—
Содержание каротина в сухом веществе, мг/кг, не менее	55	40	30
Массовая доля масляной кислоты, %, не более	Не допускается	0,1	0,2

Сенаж темно-коричневого или черного цвета, с неприятным запахом, заплесневелый к скармливанию непригоден.

Оценка качества корнеклубнеплодов. При зоогигиенической оценке картофеля, кормовой свеклы, репе сахарной свеклы, турнепса и кормовой моркови проводят органолептический анализ, гельминтологические исследования и специальные исследования по определению нитратов и соланина в картофеле. Кроме того выявляют болезни и повреждения корнеклубнеплодов. Для определения безвредности пораженных кормов ставят биопробу на молочных животных.

До начала исследования корнеклубнеплоды взвешивают, очищают от земли и других посторонних примесей. После взвешивания отмытого картофеля все клубни пробы тщательно осматривают и группируют на проросшие, пораженные болезнями, поврежденные вредителями, подмороженные, недозревшие и др.

При необходимости клубни очищают от кожуры, разрезают и осматривают очищенную поверхность. Каждое заболевание картофеля учитывают отдельно. При выявлении в одном и том же клубне

нескольких заболеваний учитывают одно — наиболее выраженное. Степень пораженности картофеля выражают в процентах больных и поврежденных клубней от общего числа клубней в средней пробе (по счету).

*Исследование корнеклубнеплодов на яйца гельминтов.* Из средней пробы берут несколько корней или клубней и помещают в сосуд с водой на 1—2 ч. Затем извлекают их оттуда и обмывают над тем же сосудом небольшим количеством свежей воды. Воду после промывки фильтруют через металлическое сито над воронкой с бумажным фильтром. На сите задерживаются крупные частицы почвы, на бумажном фильтре — мелкие частицы и яйца гельминтов (если они есть).

После фильтрования бумажный фильтр расправляют и помещают в кювету с небольшим количеством 48%-ного раствора азотно-кислого натрия (плотность 1,39 г/см<sup>3</sup>) или с насыщенным раствором поваренной соли. Предметным стеклом тщательно соскабливают все задержавшиеся частицы с фильтра. Взмученный раствор сливают из кюветы в стакан или мензурку в зависимости от количества жидкости и тщательно размешивают стеклянной палочкой. Всплывшие растительные частицы удаляют шпателем; смесь отстаивают в течение 1 ч и исследуют образовавшуюся сверху пленку.

Если жидкости мало, ее нужно центрифугировать в течение 2—3 мин. Пленку снимают металлической петлей диаметром не больше 1 см и переносят на предметное стекло для микроскопирования. Кроме пленки исследуют и осадок. В препаратах из пленки и отстоя можно обнаружить яйца гельминтов.

*Определение нитратов.* Метод основан на извлечении нитратов из проб дистиллированной водой, восстановлении их до нитритов металлическим цинком в уксусном растворе и взаимодействии последних с реактивом Грисса.

Для исследования 10 г измельченного корма помещают в мешочки для диализа и опускают в стаканы или колбы с дистиллированной водой (50 мл) на 2 ч. Затем мешочки с пробами вынимают, а объем диализата точно измеряют. 6 мл диализата отбирают для анализа на нитраты. При малом содержании нитратов в пробе диализат концентрируют до небольшого объема, фильтруют его, измеряют объем и берут 6 мл для анализа.

В пробирку с анализируемым фильтратом приливают 2 мл 10%-ного раствора уксусной кислоты и вносят на кончике скальпеля смесь цинковой пыли с сернокислым марганцем (1 г цинковой пыли предварительно перемешивают с 100 г сернокислого 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 дистиллирован-

ной водой. Определение оптической плотности окрашенного раствора проводят только при наличии прозрачного фильтрата.

Для приготовления шкалы стандартов в химические пробирки наливают рабочий раствор нитрата калия (1 мл раствора содержит 0,2 мг нитрата калия) в количествах, указанных в табл. 36. Объем раствора в пробирках доводят до 6 мл дистиллированной водой, приливая в каждую пробирку 2 мл 10%-ной уксусной кислоты и внося на кончике скальпеля цинковую пыль с сернистым марганцем. Далее проводят все операции, как описано для опытной пробирки. Таким образом, шкала готова для визуального определения проб.

**36. Шкала стандартов**

№ 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 — значения 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.** На поверхность свежего разреза свеклы наносят несколько капель 1%-ного раствора дифениламина, приготовленного на концентрированной серной кислоте. Интенсивное синее окрашивание указывает на наличие большого количества нитритов, розовое — на малое их содержание, отсутствие окраски — на незначительное. При малом содержании нитритов нормы скармливания свеклы в рационах свиней снижают, при большом содержании — исключают ее из рациона.

**Определение соланина в картофеле.** Из клубня вырезают несколько пластинок толщиной 1 мм (от верхушки до половины, с боков и с участков около глазков). Пластины помещают в фарфоровую чашку или на большое часовое стекло. На срезы по каплям наносят 80%-ную уксусную кислоту, концентрированную серную кислоту

(плотность 1,84 г/см<sup>3</sup>) и 5%-ный пероксид водорода. При содержании соланина срезы окрашиваются в красный цвет. Особенно много соланина находится на периферии клубней и около глазков.

**Болезни и повреждения картофеля.** Среди болезней картофеля различают бактериозы, микозы и нематодозы, а также повреждения механического, термического происхождения и иного характера.

#### **Бактериозы**

1. Кольцевая гниль (возбудитель *Corynebacterium sependonicum*). В начальной стадии поражения на разрезе клубня в зоне сосудистого кольца видны отдельные размягченные участки, постепенно образующие кольцо гнили желтоватого, сероватого, серо-бурого или черного цвета. В поздней стадии поражения сгнившие части высыхают и отделяются от центральной части, а снаружи клубня появляются трещины.

2. Ямчатая гниль (возбудитель *Corynebacterium sependonicum*) выявляется при осмотре не менее 50 очищенных от кожуры клубней. При этом видны размягченные округлые пятна желтого или кремового цвета размером не менее 1 см в диаметре.

3. Черная ножка (возбудитель *Erwinia phytophthora*). В начальной стадии на клубнях видны выгнившие впадины, а при разрезе — бурое или черное пятно. На более поздних стадиях болезни обнаруживаются небольшие внутренние полости, симметрично расположенные в сердцевине клубня.

При обнаружении поражений клубней кольцевой, ямчатой гнилью или черной ножкой в начальной стадии их можно использовать в сыром виде (не более 50 % нормы неповрежденного картофеля) для кормления животных. В случаях поражения гниlostной микрофлорой до 1/3 клубней картофель можно давать животным только после проварки.

4. Мокрая гниль (возбудитель — комплекс микроорганизмов). При надавливании клубни превращаются в кашицеобразную или тягучую слизистую массу белого, серого, желтого или черного цвета с неприятным запахом. При поражении не более 1/3 клубней обрезают гнилые части и хорошо проваривают неповрежденные части клубней. Клубни, пораженные больше чем на 2/3, бракуют.

#### **Микозы**

1. Фитофтора (возбудитель *Phytophthora investans*). В начальной стадии поражения на поверхности клубней видны серовато-бурые слегка вдавленные пятна различной величины. На более поздних стадиях болезни на разрезе клубня видна побуревшая ткань, распространяющаяся в стороны в виде бурых вытянутых язычков.

2. Сухая гниль (возбудитель *Fusarium solani*). В начальной стадии болезни заметны небольшие сухие пятна в местах механических повреждений. На поздних стадиях отмечают побурение и отторжение тканей на месте пятен. Около поражений образуются концентрические складки. На разрезе клубня видна темная мякоть, пронизанная нитями беловатой или розоватой грибницы.

3. Ризоктониоз (возбудитель *Rhizoctonia Solani* Kühn). На поверхности клубня видны темно-коричневые комочки (склероции гриба) неправильной формы, напоминающие кусочки земли, которые легко отделяются.

4. Парша обыкновенная (возбудитель — актиномицеты). На пораженном клубне видны поверхностные круглые или угловатые язвы, покрытые пробковидными пленками коричневого цвета, иногда с нежным белым налетом.

5. Парша порошистая (возбудитель *Spongospora subterranea*). В начальной стадии поражения на клубнях видны гладкие твердые бугорки коричневого цвета с характерными подкорковыми жилками. На поздних стадиях оболочка клубней разрывается и становятся заметны пустулы, заполненные скоплением клубочков спор.

При обнаружении поражений клубней картофеля фитотфторой, сухой гнилью, ризоктониозом, паршой обыкновенной и порошистой с партией поступают так же, как и при поражении кольцевой гнилью.

#### Нематодозы

Стеблевой нематодоз (возбудитель *Ditylenchus destructor*). В начальной стадии поражения при снятии с клубней кожицы видны мелкие, с булавочную головку, белые пятнышки. На более поздних стадиях болезни на поверхности клубня появляются коричневые или свинцово-серые пятна и образуются трещины, в которых находится коричневая трухлявая ткань.

Клубни можно скармливать только в вареном виде.

Повреждения механического, термического и иного происхождения

1. Потемнение мякоти — возникает во время уборки, при перевозках и складировании картофеля. В начальной стадии заметно лишь потемнение мякоти. Затем оно распространяется по кольцу сосудистых пучков. Партию картофеля с потемнением мякоти в начальной стадии поражения можно скармливать без ограничений.

2. Черная гниль — развивается при хранении в помещении с высокой температурой и плохой вентиляцией. В начальной стадии поражения на разрезе клубня видна отмершая ткань черного цвета. Позже поврежденная ткань отпадает.

3. Мороженный картофель — результат воздействия низких температур. В начальной стадии заметна мягкость оттаявших клубней, при надавливании из них выступает сок. Позже появляются видимые на разрезе клубня пятна коричневого цвета, которые быстро распространяются.

Мороженный картофель с потемневшей мякотью, но без признаков гнили можно давать животным, но не более 1/3 положенной по рацииону нормы.

4. Железистая пятнистость — результат повышенного содержания железа в почве, на которой выращивали картофель. На разрезе клубня видны коричневые, бурые или розового цвета пятна твердой консистенции без признаков гнили.

Такой картофель можно скармливать в сыром виде, но в количестве, не превышающем 1/3 нормы, положенной по рациону.

**Повреждения вредителями и грызунами**

1. Повреждения проволочником — в мякоти клубня видны ходы. При скармливании такого картофеля следует учитывать возможность заноса вредителем в клубень возбудителей почвенных инфекций, и поэтому картофель следует проваривать.

2. Повреждения совкой — на клубнях видны ямки с гладкими краями, часто покрытые необъеденной кожурой.

3. Повреждения личинками жуков-хрущей — на клубнях видны ямки с неровными краями без остатков кожуры.

4. Повреждения грызунами — на клубнях видны отпечатки зубов.

Если в партии картофеля обнаружены поражения совкой, личинками жуков, хрущей или признаки повреждения грызунами, то для предотвращения заражения животных возбудителями инфекций (почвенных в первую очередь) картофель следует скармливать только в вареном виде.

**Постановка биопробы.** Безвредность нестандартного картофеля определяют путем скармливания животным. Для биопробы отбирают 2—3 подсвинков 4—5-месячного возраста, которым в течение 12 дней наряду с другими кормами скармливают пораженные клубни картофеля (свеклу) в сыром виде по 3—4 кг на голову в сутки. Для контроля другим подсвинкам дают этот же картофель, но в вареном виде.

Если признаки болезни (отравления) появились хотя бы у одного животного из подопытной групп, но отсутствуют у животных контрольной группы, то исследуемый картофель можно скармливать животным только в вареном виде; если токсикоз установлен у животных как подопытной группы, так и контрольной, то такой картофель утилизируют.

**Оценка качества водянистых кормов.** Для установления качества водянистых кормов (барды, жома, мезги) проводят органолептические исследования, определяют рН, общую кислотность, содержание органических кислот.

Свежая барда светло-коричневого цвета, с хлебным запахом; рН 3,6—4,2; соотношение кислот: молочной 80 %, уксусной 20 %.

Барда, хранившаяся в открытых ямах длительное время, коричневого цвета, с гнилостным запахом; рН 4,6; соотношение кислот: молочной 25 %, уксусной 25 %, масляной 50 %. Абсолютное количество масляной кислоты достигает 0,6 %. Для скармливания животным такая барда непригодна.

Свежий жом светло-серого цвета, пресного запаха. Соотношение кислот: молочной 50—60 %, уксусной 40—50 %.

Кислый жом грязно-серого цвета, мажущейся консистенции, с запахом масляной кислоты, рН 3,4—4,4. Соотношение кислот: молочной 20—25 %, уксусной 45—50, масляной 30—35 %. Абсолютное количество масляной кислоты может достигать 0,5—0,6 %. Санитар-

ное качество такого жома низкое, поэтому скармливать его животным не рекомендуется.

Кукурузную мезгу в свежем виде применяют редко, так как в ней быстро накапливается уксусная кислота и она приобретает запах сероводорода.

*Определение общего количества свободных кислот в сушеном жоме (барде, мезге).* Берут навеску (100 г) хорошо перемешанного измельченного корма и помещают в мерную колбу на 1000 мл, приливают туда 300—400 мл дистиллированной воды и энергично взбалтывают. Затем доливают воды до метки, снова взбалтывают и оставляют на 4—5 ч. Жидкость фильтруют через бумажный фильтр. После этого 100 мл фильтрата титруют 0,1 н. раствором гидроксида натрия в присутствии индикатора — фенолфталеина. Общее количество свободных кислот пересчитывают на уксусную или молочную кислоту в зависимости от того, какая из них преобладает.

1 мл 0,1 н. раствора гидроксида натрия при нейтрализации соответствует 0,006 г уксусной или 0,009 г молочной кислоты.

*Определение масляной кислоты.* 100 мл фильтрата, оставшегося после определения кислотности, выпаривают до объема 10—15 мл. К сгущенному фильтрату приливают такое количество 0,1 н. раствора соляной кислоты, сколько было затрачено 0,1 н. раствора гидроксида натрия на титрование при определении общей кислотности. Жидкость переливают в узкий мерный цилиндр с притертой пробкой, прибавляют туда 10 мл насыщенного раствора оксида кальция с хлоридом калия и 40 мл прозрачного нейтрального керосина. Измеряют объем полученной смеси.

Смесь фильтрата с керосином слегка взбалтывают в течение 15 мин, затем дают смеси отстояться. Из верхнего прозрачного слоя берут пипеткой 10 мл жидкости, переносят в сухую пробирку и приливают 10 капель лакмусовой настойки. Наблюдают за изменением ее цвета по образовавшемуся на дне слою. Если в исследуемом жоме (барде, мезге) имеется масляная кислота, лакмусовая настойка окрасивается в красный цвет различной интенсивности.

Для количественного определения масляной кислоты из того же верхнего слоя градуированной пипеткой переносят 20 мл в сухую колбу, прибавляют 100 мл кипяченой дистиллированной воды. Содержимое колбы взбалтывают и титруют 0,1 н. раствором гидроксида бария, 1 мл которого соответствует 0,0088 г масляной кислоты.

Содержание масляной кислоты (мг) в 100 г исследуемого корма рассчитывают по формуле

$$x = (aV \cdot 10 \cdot 0,0088) / 20,$$

где  $a$  — количество 0,1 н. раствора гидроксида бария, пошедшее на титрование, мл;  $V$  — объем, занимаемый в цилиндре смесью фильтрата, растворами оксида кальция с хлоридом калия и керосином, мл.

*Определение общей кислотности водянистых кормов (барды).* Среднюю пробу корма тщательно взбалтывают, берут 100 мл, переносят



в цилиндр и доводят объем до 1 л дистиллированной водой. Взвесь фильтруют через бумажный фильтр.

Затем берут 50 мл фильтрата и титруют 0,005 н. раствором гидроксида натрия. В качестве индикатора используют лакмусовую бумагу (применение фенолфталеина возможно, если смесь барды и воды имеет светло-желтый цвет). Титрование ведут до появления ярко выраженного синего венчика на красной лакмусовой бумаге (или до бледно-розового окрашивания фильтрата, не исчезающего в течение 1 мин).

Количество 0,005 н. раствора гидроксида натрия, израсходованное на титрование, умножают на 20, чтобы определить количество щелочи, необходимое для титрования всего полученного фильтрата (соответствующее 1 л барды). Общее количество кислот переводят на уксусную или молочную в зависимости от того, какая из них преобладает.

Для определения свободных летучих кислот берут 200 мл смеси (см. с. 151).

В перегонную колбу добавляют 100 мл дистиллированной воды и снова отгоняют до половины объема жидкости (100 мл). Дистиллят оттитровывают 0,05 н. раствором гидроксида натрия. Так повторяют 3 раза. Рассчитывают по формуле, применяемой для определения летучих кислот в силосе.

## Занятие 14

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ЖМЫХОВ, ШРОТОВ И КОРМОВ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

**Цель занятия.** Ознакомиться с методами определения качества жмыхов, шротов, кормов животного происхождения.

**Материалы и оборудование.** Весы технические и аналитические; пробирки; водяная баня; электроплитка; шкаф сушильный электрический; эксикатор; лабораторная мельница; сита № 0,5; 1; 2; 3; муфельная печь, тигли и чашки фарфоровые; бюксы алюминиевые с крышками; бумага белая; лупа; стеклянная палочка; магнит подковообразный; часовые стекла; стаканчики (бюксы) стеклянные с шлифованной крышкой; термостат; стеклянные мерные цилиндры на 10 и 50 мл; колбы мерные на 25, 200, 250 и 750 мл; колбы стеклянные лабораторные на 50, 100, 200, 500 и 1000 мл; холодильник стеклянный лабораторный; парообразователь; пикриновые бумажки; фильтры беззольные; патроны из фильтровальной бумаги; аппарат Сокслета; лакмусовые бумажки; стеклянные воронки; колбы для фильтрования под вакуумом; водоструйный или масляный насос; микроскоп; предметные и покровные стекла; компаратор; пипетки цилиндрические градуированные; 50- и 90°-ный спирт; концентрированная соляная и серная кислоты; 0,1 н. раствор йода; 4%-ный раствор пикриновой кислоты; 10%-ный раствор углекис-

лого натрия; 1%-ный раствор виннокаменной кислоты; 0,1 н. раствор гидроксида натрия; 0,5 н. раствор гидроксида калия; 0,1 н. раствор азотнокислого серебра; 10%-ный раствор йодида калия; 10%-ный раствор аммиака, анилин; эфир серный; пиридин; бензин; реактив Несслера; насыщенный раствор хромовокислого калия; дипиридил; ионол перекристаллизованный; хлорид кальция кристаллический; свежеприготовленный 0,2%-ный раствор хлорида железа; дистиллированная вода.

**Общие сведения.** Жмыхи, шроты, мясо-костная, костная, рыбная мука и пр. входят в группу белковых кормов — протеиновых добавок.

При использовании некоторых видов жмыхов и шротов в кормлении животных необходимо учитывать наличие в них ядовитых и вредных веществ. Так, в льняном жмыхе может содержаться циангликозид линамарин; в хлопковых жмыхе и шроте — госсипол; в сурепковом, рапсовом жмыхе или шроте — синигрин и синальбин.

**Содержание занятия.** Оценка качества жмыхов и шротов. Для каждого вида жмыхов и шротов характерны определенный цвет, специфичный запах и вкус, физико-химические показатели.

**Определение вида жмыха химическим способом.** Около 1 г измельченного жмыха насыпают в пробирку, доливают 5 мл смеси, состоящей из 20 мл 96°-ного этилового спирта и 1 мл соляной кислоты (плотность 1,19 г/см<sup>3</sup>). Пробирку ставят на несколько минут в кипящую водяную баню, затем хорошо взбалтывают и дают жмыху осесть на дно. Если жмых подсолнечниковый, надосадочная жидкость окрашивается в вишневый цвет, если льняной или рапсовый — в белый; если хлопчатниковый — в желтый цвет.

**Определение влажности жмыхов и шротов.** Нормальная влажность льняного и соевого жмыхов, хлопчатникового и кукурузного шротов должна быть не более 11 %, соевого шрота — не более 10, хлопчатникового жмыха — не более 9, подсолнечникового жмыха — не более 8,5 %. Устанавливают влажность такими же методами, как для зерновых кормов.

**Определение зольности жмыхов и шротов.** Повышенная зольность жмыхов и шротов указывает на недостаточную очистку масличных семян от минеральных примесей, а подсолнечникового и хлопчатникового жмыхов — от лузги, что снижает их кормовое достоинство.

В предварительно прокаленный, охлажденный в эксикаторе и взвешенный тигель помещают 2 г измельченного жмыха (шрота). Навеску сжигают в муфельной печи до белого или светло-серого цвета, затем охлаждают и взвешивают. Прокаливание, охлаждение и взвешивание проводят несколько раз до получения постоянной массы.

Содержание золы (%)

$$x = (m_1 - m)100/m_2,$$

где  $m_1$  — масса тигля с золой;  $m$  — масса пустого тигля; 100 — коэффициент пересчета в проценты;  $m_2$  — масса навески корма, г.

Для всех видов и сортов жмыхов и шротов установлены предельные нормы зольности, %:

Жмых:	
подсолнечниковый	6—7
льна	5,5—8
хлопчатниковый	7—8
сурепковый	7—8
соевый	4—6,5
Шрот:	
соевый	6
хлопчатниковый	6—7
кукурузный	6—7

*Определение металломагнитных примесей в шроте.* Проводят так же, как и в комбикормах. Количество таких примесей в шроте должно быть не более 0,1 %, причем размер частиц не более 2 мм в наибольшем линейном измерении, без острых режущих краев.

*Общая ориентировочная проба на доброкачественность жмыха.* Небольшое количество жмыха смачивают водой в стакане, закрывают сверху стеклом и ставят в термостат при 36—40 °С. Через 2—4 ч определяют запах. У доброкачественного жмыха сохраняется обычный запах, который лишь несколько усиливается. Жмых испорченный пахнет гнилью.

*Исследование льняного жмыха.* Льняной жмых обладает диетическими свойствами за счет образования слизи.

1. *Проба на ослизнение.* Небольшое количество измельченного льняного жмыха заливают горячей водой, перемешивают и дают смеси постоять некоторое время. Из доброкачественного жмыха получается нежная студенистая масса, которая затем в течение первых 10—15 мин начинает выделять воду; последняя собирается над осевшей массой.

2. *Проба на крахмал.* Льняное семя, вызревшее и доброкачественное, не содержит крахмала; следовательно, льняные жмыхи, изготовленные из чистого льняного семени, должны давать отрицательную реакцию на крахмал. Наличие в пробе крахмала указывает на содержание в нем примесей, среди которых часто встречаются малопитательные (например, конопляное семя) или вредодействующие (семена крестоцветных).

Для анализа на крахмал измельченный льняной жмых смачивают на стекле дистиллированной водой и добавляют каплю 0,1 н. раствора йода. Если при рассматривании через лупу замечают синефиолетовое окрашивание некоторых частиц, значит, в пробе присутствует крахмал.

3. *Проба на примесь рапса.* Небольшое количество мелкозернистого или растертого в ступке льняного жмыха смешивают с теплой водой в узком высоком цилиндре и дают массе осесть на дно сосуда. Наличие в осадке черно-бурых семенных оболочек указывает на примесь рапса.

Для подтверждения результата исследования из цилиндра сливают часть жидкости в пробирку и прибавляют туда несколько капель раствора гидроксида калия (натрия). Примесь рапса распознают по лимонно-желтому окрашиванию жидкости.

4. Проба для дифференциации льняных жмыхов. 15 г измельченных остатков от переработки льняного семени помещают в стакан, заливают кипящей водой (100—150 мл), размешивают и дают отстояться. Если в пробе шрот, то в течение часа на дне соберется осадок, а над ним будет чистая вода; если мука из льняного жмыха, в стакане образуется слизистая студневидная масса.

5. Проба на наличие синильной кислоты. Для быстрого ее обнаружения и грубого количественного определения пользуются пикриновыми бумажками, изменяющими свой цвет в присутствии паров синильной кислоты. Для их приготовления обычную фильтровальную бумагу разрезают на полоски шириной 1 см и длиной 4—6 см. Полоски опускают в 4%-ный водный раствор пикриновой кислоты, высушивают и пропитывают 10%-ным раствором углекислого натрия. После высушивания бумажки приобретают лимонно-желтый цвет.

Для анализа 2—5 г льняного жмыха в измельченном виде помещают в пробирку и добавляют дистиллированной воды, подогретой до 35—40 °С, до образования тестобразной массы. Пробирку закрывают пробкой, зажимая ею пикриновую бумажку так, чтобы она не касалась корма. Пробирку выдерживают 2—4 ч в термостате при 35—38 °С. При наличии в исследуемом жмыхе синильной кислоты пикриновая бумажка окрашивается от красного, красно-оранжевого до коричневого цвета в зависимости от содержания синильной кислоты.

При количественном определении синильной кислоты 50 г измельченного льняного жмыха помещают в колбу и доливают 150 мл 1%-ного раствора виннокаменной кислоты. Смесь взбалтывают и оставляют на сутки в покое. Затем в колбу быстро добавляют 150 мл воды, вставляют в нее пробку с отводной трубкой, присоединяют последнюю к холодильнику и отгоняют жидкость, нагревая колбу в парафиновой или водяной бане или же паром из паробразователя. Конец форштоса холодильника перед началом отгонки опускают в небольшое количество (15—20 мл) воды, влитой в приемник для сбора дистиллята, с добавлением к ней 15 мл 0,5 н. раствора гидроксида калия. Отгонку заканчивают, когда выходящий из холодильника отгон перестанет давать реакцию на синильную кислоту по пикриновой бумажке.

Содержание синильной кислоты устанавливают с помощью 0,1 н. раствора азотнокислого серебра, которым титруют (в присутствии индикатора — 10%-ного раствора йодида калия) отогнанную жидкость до появления исчезающей мути. В начале титрования белый осадок цианистого серебра быстро исчезает при взбалтывании. Когда вся синильная кислота соединится с серебром и калием (в

серебряно-синеродистый калий), от первой же капли появляется не исчезающая муть.

При вычислении результатов пользуются следующей формулой:

$$x = aK \cdot 0,318 \cdot 1000/m,$$

где  $x$  — содержание синильной кислоты в 1 кг жмыха, г;  $a$  — количество миллилитров 0,1 н. раствора азотнокислого серебра, израсходованное на титрование;  $K$  — поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора азотнокислого серебра; 0,318 — коэффициент пересчета молекулы азотнокислого серебра на молекулу синильной кислоты; 1000 — коэффициент пересчета на 1 кг корма;  $m$  — масса навески жмыха, г.

*Исследование рапсового и сурепкового жмыхов.* Эти жмыхи могут содержать в себе летучие вещества (например, горчичное масло), придающие им горький вкус и обуславливающие вредное воздействие на организм животного при скармливании.

1. Проба на наличие горчичного масла. В стакане замешивают в жидкую кашу небольшое количество измельченного жмыха с водой, нагретой до 70—75 °С. Стакан закрывают стеклом и оставляют на 20 мин. Если в жмыхе содержится много горчичного масла, при снятии со стакана крышки ощущается горчичный запах.

2. Количественное определение горчичного масла. Навеску хорошо измельченных и предварительно подсушенных жмыхов (5 г) насыпают в круглодонную колбу на 500 мл, доливают туда 100 мл воды и 10 мл 96%-ного этилового спирта. Колбу оставляют на 2 ч, предварительно плотно закрыв ее пробкой. После этого пробку заменяют новой с отводной трубкой, которую присоединяют к холодильнику. Колбу для предотвращения вспенивания жидкости сначала нагревают медленно и осторожно, на небольшом пламени, а после закипания жидкости нагревание усиливают. Отогнанную жидкость собирают в колбу с предварительно налитыми в нее 30 мл 10%-ного раствора аммиака, в который погружают нижний конец отводной трубки холодильника.

В приемник отгоняют около половины жидкости; в него же добавляют дистиллированную воду, использованную для обмывания конца отводной трубки холодильника из промывалки, и избыток 10%-ного раствора азотнокислого серебра. Колбу-приемник закрывают пробкой с обратным холодильником и нагревают в течение 1 ч в водяной бане. При этом образуется сернистое серебро. Последнему дают осесть, а не остывшую еще жидкость пропускают через беззольный фильтр. Остаток на фильтре промывают несколько раз горячей дистиллированной водой.

Фильтр высушивают сначала в сушильном шкафу, а затем сжигают в прокаленном, охлажденном и взвешенном тигле. По разнице между массой пустого тигля и тигля с золой (после охлаждения) узнают массу золы.

Содержание горчичного масла (%)

$$x = (m_2 - m_1)0,4594 \cdot 100/m,$$

где  $m_2$  — масса тигля с золой, г;  $m_1$  — масса пустого тигля, г; 0,4594 — количество гор-

чного масла, эквивалентное 1 г серебра: 100 — коэффициент пересчета в проценты;  $m$  — масса навески жмыха, г.

*Исследование хлопчатникового жмыха.* При длительном скармливании животным хлопчатникового жмыха может наступить отравление госсиполом.

1. Качественная проба. Чтобы убедиться в натуральности жмыха и установить наличие хлопчатникового жмыха в комбинированных кормах, на предметное стекло помещают небольшое количество муки из жмыха, шрота или отдельные частицы комбикорма и добавляют туда же каплю концентрированной серной кислоты. Растительные частицы, содержащие госсипол, окрашиваются при этом в красный цвет. Эти частицы удаётся отчетливо рассмотреть под малым увеличением микроскопа или же под сильной лупой. Из каждого образца исследуемого корма изготавливают и просматривают 5—6 препаратов.

2. Количественное определение госсипола. Навеску хлопчатникового жмыха (50 г), выделенную из средней пробы и измельченную, помещают в бумажный патрон аппарата Сокслета и экстрагируют серным эфиром. Аппарат нагревают в электрической водяной бане. Колбу аппарата погружают в воду приблизительно до половины высоты. Температуру в водяной бане поддерживают на уровне 45—50 °С. Экстрагирование продолжают 18—20 ч.

После извлечения патрона со жмыхом из экстрактора отгоняют большую часть эфира, а жидкость из него пропускают через небольшой фильтр в колбочку вместимостью 100 мл и прибавляют туда 0,5 г чистого анилина, не дающего щелочной реакции по лакмусовой бумажке. Госсипол связывается анилином. Колбочку освобождают путем отгона от остатка эфира, охлаждают, прибавляют в нее 2 мл пиридина, закрывают пробкой и оставляют на сутки для осаждения дианилин-госсипола в виде кристаллического коричневого осадка.

Этот осадок фильтруют через складчатый фильтр, предварительно выдержанный в эфире, высушенный, взвешенный и вставленный в стеклянную воронку. Во время фильтрования под фильтром разрежают воздух, для чего воронку с фильтром вставляют в пробку колбы с отводной трубкой, присоединенной к водоструйному или небольшому масляному насосу. Последние порции осадка перемещают на фильтр с помощью небольших порций чистого бесцветного бензина.

Фильтр с осадком дианилин-госсипола переносят в высушенный и взвешенный стаканчик, помещают его на 1 ч в сушильный шкаф при 50—55 °С, охлаждают и взвешивают. Выдерживание в сушильном шкафу, охлаждение и взвешивание повторяют до тех пор, пока разница между двумя взвешиваниями не окажется в пределах 0,0001 г. Вычтя из полученной массы массу стаканчика и фильтра, получают массу дианилин-госсипола. Молекулярная масса дианилин-госсипола 668, а молекулярная масса свободного госсипола 531. Чтобы определить содержание госсипола в дианилин-госсиполе,

необходимо полученную массу умножить на 0,793. Массу госсипола выражают в процентах или количеством миллиграммов, содержащихся в 1 кг жмыха.

Оценка качества кормов животного происхождения. Требования, предъявляемые к качеству кормов животного происхождения, представлены в табл. 37.

### 37. Требования, предъявляемые к качеству кормов животного происхождения

Показатель	Вид муки		
	мясо-костная	кровяная	рыбная
Внешний вид	Сухая рассыпчатая масса без плотных комков		Россыпью — без комков и плесени, допускается мелковолоконность; гранулированная — цилиндрические гранулы диаметром не более 20 мм, длиной не более 30 мм
Запах	Специфический, но не гнилостный и не затхлый		
Влажность, %	9—11	9—11	8—12
Крупность помола — остаток частиц на сите с диаметром отверстий 3 мм, %, не более	5	5	5
Содержание:			
посторонних примесей:			
металломагнитных с размером до 2 мм, мг/кг	150—200	150—200	100
металломагнитных частиц с острыми краями, песка стекла и пр.	Не допускается		
хлорида натрия, %, не более	—	—	5
антиокислителя, %	—	—	0,02—0,1
Наличие патогенных микроорганизмов	—	Не допускается	—

**Определение крупности помола.** Навеску муки массой 100 г просеивают через сита № 0,5; 1; 3. Остаток на каждом сите взвешивают и определяют его содержание (%) по формуле

$$x = m_1 \cdot 100/m,$$

где  $m_1$  — масса остатка муки на сите, г; 100 — коэффициент пересчета в проценты;  $m$  — масса навески муки, г.

**Определение влажности.** Влажность кормов животного происхождения характеризует их качество и определяет длительность хранения. Повышенное содержание влаги способствует развитию грибов и бактерий, что приводит к быстрой порче муки. Поэтому после 2-месячного хранения мясо-костной, мясной, кровяной или рыбной муки обязательно следует проверить их качество.

Содержание влаги в муке определяют весовым методом путем высушивания навески в сушильном шкафу при температуре 130 °С.

*Качественное определение аммиака в мясо-костной муке.* Навеску корма массой 10 г помещают в колбу, добавляют 100 мл дистиллированной воды, перемешивают и настаивают в течение 10 мин, затем фильтруют. В пробирку наливают 10 мл фильтрата и добавляют 10 капель реактива Несслера. Появление желтого окрашивания свидетельствует о наличии аммиачных соединений (раствор мутный). Интенсивность окраски указывает на большее или меньшее содержание аммиака в муке.

*Определение хлорида натрия в рыбной муке.* Навеску муки массой 2—5 г, взвешенную с точностью до 0,01 г, помещают в колбу на 200 мл и наливают 150 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы настаивают в течение 15—20 мин, периодически взбалтывая, и фильтруют. 10—25 мл фильтрата переносят в сухую колбу, добавляют одну каплю насыщенного раствора хромовокислого калия и титруют 0,1 н. раствором азотнокислого серебра до получения не исчезающей в течение 1 мин красновато-бурой окраски.

Содержание хлорида натрия (%)

$$x = K \cdot 0,00585 Va \cdot 100 / (V_1 m),$$

где  $K$  — коэффициент пересчета на 0,1 н. раствор азотнокислого серебра; 0,00585 — количество хлорида натрия, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора азотнокислого серебра, г;  $V$  — объем жидкости в мерной колбе, мл;  $a$  — количество 0,1 н. раствора азотнокислого серебра, пошедшее на титрование, мл; 100 — коэффициент перевода в проценты;  $V_1$  — объем водной вытяжки (фильтрата), взятой для титрования, мл;  $m$  — масса навески муки, г.

Чем меньше соли и влаги в рыбной муке, тем выше ее качество.

*Определение антиокислителя — ионола в рыбной муке.* Перед проведением анализа подготавливают следующие растворы.

1. Раствор дипиридила: 200 мг дипиридила растворяют в 1 мл 96°-ного этилового спирта и доводят объем дистиллированной водой до 100 мл.

2. Основной стандартный раствор ионола: 4 мг перекристаллизованного ионола растворяют в 96°-ном этиловом спирте, доводят объем до метки (200 мл) и перемешивают. Раствор содержит 0,2 мг ионола в 1 мл. Основной стандартный раствор ионола можно использовать в течение месяца при хранении его на холоде в темном месте.

3. Рабочий стандартный раствор ионола: 2,5 мл основного стандартного раствора ионола разбавляют 96°-ным этиловым спиртом в мерной колбе на 25 мл. Раствор готовят непосредственно перед определением.

4. Шкала стандартных растворов (эталонов) ионола: берут не менее трех пробирок, наливают в них рабочий стандартный раствор ионола и добавляют 96°-ный этиловый спирт в следующих количествах:



пробирка № 1 — 0,8 мл рабочего раствора ионола + 3,2 мл спирта;

пробирка № 2 — 2,4 мл рабочего раствора ионола + 1,6 мл спирта;

пробирка № 3 — 4 мл рабочего раствора ионола.

Количество миллиграммов ионола в пробирках соответствует следующему содержанию (%) в исследуемой муке:

пробирка № 1 — 0,02;

пробирка № 2 — 0,06;

пробирка № 3 — 0,1.

После этого приступают к анализу. В колбу с холодильником для отгонки помещают 3 г кристаллического хлорида кальция и приливают 10 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы охлаждают до комнатной температуры, после этого вносят 2 г исследуемой муки. Верхнее отверстие колбы закрывают пробкой, в которую вставлена трубка для введения в колбу пара из парообразователя. В процессе отгонки колбу нагревают на электроплитке. В приемник собирают дистиллят, содержащий ионол.

Когда в приемнике соберется 100 мл дистиллята, отгонку прекращают. Форштос холодильника обмывают небольшими порциями 96°-ного этилового спирта, сливая его в приемник. Общий объем дистиллята доводят до 200 мл 96°-ным этиловым спиртом. Затем в пробирку наливают 4 мл полученного дистиллята. Содержимое пробирок с дистиллятом, составляющих шкалу рабочего стандартного раствора ионола, доводят 50°-ным этиловым спиртом до объема 8 мл.

После этого в каждую пробирку добавляют по 2 мл дипиридила и по 2 мл раствора хлорида железа. Содержимое пробирок перемешивают и ставят на 30 мин в темное место.

По истечении указанного времени сравнивают окраску содержимого пробирки с испытываемой пробой с окраской эталонов, определяя таким образом содержание антиокислителя в муке (%). Если интенсивность окраски испытываемого раствора находится в интервале между двумя окрасками шкалы, указывают пределы содержания ионола.

---

## Раздел V

# ГИГИЕНА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

●

На основании раздела 4 статей 12 и 13 Закона РФ «О ветеринарии» при планировании и строительстве животноводческих комплексов, птицефабрик, мясокомбинатов, других предприятий по производству и хранению продуктов животноводства, крестьянских (фермерских) хозяйств и личных подсобных хозяйств граждан следует стремиться к созданию наиболее благоприятных условий для содержания животных и производства продуктов животноводства, для предупреждения загрязнения окружающей среды производственными отходами и возбудителями заразных болезней животных.

### Занятие 1

#### ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

**Цель занятия.** Ознакомиться с этапами проектирования.

**Материалы и оборудование.** Проекты помещений для животных разных видов.

**Содержание занятия.** Проекты животноводческих предприятий, отдельных зданий и сооружений подразделяют на типовые, индивидуальные и экспериментальные.

Типовой проект — это комплекс проектно-сметной документации всего объекта в целом, рекомендованный соответствующими инстанциями к многократному использованию в строительстве. Разрабатывают типовые проекты животноводческих зданий и сооружений проектные и научно-исследовательские институты Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации на основании задания заказчика. Подготовка задания на проектирование — сложная и ответственная задача, поскольку здесь должно быть все продумано, учтены рекомендации и требования, которые в последующем обеспечат здоровье и высокую продуктивность животных при эксплуатации объекта.

Заказчик составляет задание на проектирование с привлечением проектировщиков. Однако часто на практике проектировщик сам составляет задание на проектирование и в рабочем порядке согласовывает его с заказчиком. Технологическую часть проектного задания подготавливают ветеринарные специалисты и зооинженеры.

Задание на проектирование состоит из пяти частей и приложений.

I часть — пояснительная записка. В ней дают обоснование проекта, характеристику производственной мощности объекта, территории, указывают способ строительства (подрядный, хозяйственный), подрядную организацию, сроки и очередность строительства.

II часть — технологическая. В ней приводят основные сведения о технологии производства, типе кормления, системе содержания животных и др.

III часть — механизация и автоматизация производственных процессов. Здесь указывают, какие средства будут использованы для раздачи кормов в помещениях, на выгульных площадках, перевозки кормов от кормоцеха к производственным помещениям, уборки, удаления и утилизации навоза и др.

IV часть — архитектурно-строительное решение. В ней описывают конструкцию строений и сооружений: фундаменты, стены, покрытия, перекрытия, полы и др.

V часть — инженерные сети и оборудование. В ней приводят характеристику систем вентиляции, отопления, водоснабжения, канализации, электро- и газоснабжения, освещения и др.

Кроме этого к проектному заданию прилагают генеральный план предприятия.

На основании согласованного и утвержденного в установленном порядке задания на проектирование проектные организации разрабатывают проект.

Пользуясь только типовым проектом, нельзя построить объекты, так как в нем не учтены сугубо местные условия. Поэтому зональные проектные институты выполняют привязку типовых проектов к местным условиям с учетом размеров и конфигурации выделенной площадки для строительства, рельефа местности, уровня грунтовых вод, геологического строения почвы и других факторов.

Если невозможно подобрать для строительства действующие в данной зоне типовые проекты (при особых требованиях к запланированному объекту и др.), разрабатывают индивидуальный проект. Удачно выполненный индивидуальный проект, использованный для строительства других подобных объектов, называют проектом повторного применения.

Экспериментальный проект выполняют для проверки новых технологических и технических решений в производственных условиях.

Проектирование, строительство и экспертизу проектной документации ведут в соответствии с законодательными документами: строительные нормы и правила (СНиП), нормы технологического проектирования (НТП).

Различают проектную документацию на строительство животноводческих предприятий в целом (ферм, комплексов, птицефабрик и др.) и на строительство отдельных зданий и сооружений (коровников, свиноматок и др.).

В состав проекта животноводческого комплекса (фермы) входят: пояснительная записка, генеральный план, проекты отдельных зда-

ний и сооружений, заказные спецификации, сводная смета.

Пояснительная записка включает следующие разделы.

1. Общая часть. Указывают, когда и кем разработан и утвержден проект, его назначение, строительно-климатическую зону строительства, обеспеченность пахотной землей.

2. Выбор участка. Приводят требования к участку для строительства в соответствии с планом организационного и хозяйственного устройства, в увязке с планировкой прилегающего населенного пункта, действующим проектом районной планировки и устройством санитарно-защитных зон.

3. Технологическая часть и ветеринарное обеспечение комплексов. В технологической части подробно описывают технологию производства животноводческой продукции: пути комплектования стада; систему и способ содержания, вместимость зданий и плотность размещения животных; расчет движения поголовья; потребность в кормах, выделение земельных площадей для создания прочной кормовой базы, заключение договоров с комбикормовыми заводами, расход кормов на единицу продукции, состав рационов; продуктивность и валовой выход основной и побочной продукции; организацию труда (штатный состав бригад, служб и звеньев, нагрузка, обязанность работников, режим работы); комплекс необходимых машин и оборудования; организацию подготовки кадров; составление организационно-хозяйственного плана, технико-экономического обоснования на строительство комплексов до привязки проекта.

Во второй части этого раздела (ветеринарное обеспечение комплексов) описывают организацию и проведение противозпизоотических и ветеринарно-санитарных мероприятий (ветосмотр, санитарная обработка, профилактические и вынужденные обработки), устройство ветеринарно-санитарных пропускников, убойно-санитарного пункта, биотермических ям или утилизационных установок, дезбарьера и др.

4. Механизация производственных процессов. Дают описание способов транспортировки и раздачи кормов, поения животных, дезинфекции помещений и др.

5. Удаление навоза. Рассматривают способы удаления навоза (жиже-навоза) из помещений, хранения, обеззараживания и утилизации.

6. Архитектурно-планировочное решение. Предусматривает рациональное взаиморасположение зданий и сооружений комплекса с учетом зонирования территории и розы ветров.

7. Теплоснабжение, отопление и вентиляция. Проводят расчет расхода тепла на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение и перечень необходимого для этого оборудования.

8. Водоснабжение и канализация. Указывают источники водоснабжения для питьевых и технических нужд, на пожаротушение; рассчитывают водопотребление комплекса и устройство водопровода и канализации.

9. Электроснабжение. Указывают источники электроснабжения (основной и резервный) и их мощность, рассчитывают электрическую нагрузку по зданиям комплекса, разрабатывают молниезащиту зданий и заземление.

10. Автоматизация вентиляции. Приводят схемы автоматизации приточной и вытяжной вентиляции, схемы внешних соединений и размещения оборудования и щитов, указывают трассы прокладки соединительных линий и установки датчиков температуры в помещениях.

11. Техничко-экономическая часть. В ней приводят основные технико-экономические показатели предприятия: мощность, вместимость, годовой выпуск валовой и товарной продукции, продуктивность, общую сметную стоимость производственного строительства, транспортные средства и оборудование, не требующее монтажа, потери от изъятия земли из сельскохозяйственного пользования при строительстве, капитальные вложения производственного строительства, себестоимость продукции, производственные годовые затраты на 1 т продукции, количество работников, прибыль, уровень рентабельности, площадь застройки и продолжительность строительства и др.

Генеральный план должен предусматривать: комплексность экономических, технологических, инженерно-технических решений; природно-климатические, инженерно-геологические и топографические условия местности; наибольшую компактность размещения зданий производственного назначения; экономию материалов; непрерывность технологического процесса; взаимоувязку основных и вспомогательных зданий с целью максимального сокращения протяженности транспортных потоков и инженерных коммуникаций; ограждение всего участка и отдельных его зон, устройство пешеходных дорожек, освещение и озеленение территории.

Территория комплекса (фермы) должна включать следующие функциональные зоны: производственную — здания и сооружения для содержания животных и получения от них продукции (например, молочный блок), выгульные и выгульно-кормовые площадки, прогоны; зону хранения и приготовления кормов — силосные и сенажные траншеи, башни, сараи, навесы и т. д., автовесы; зону хранения и переработки навоза — навозохранилища, сооружения для обработки навоза и жидких стоков; зону ветеринарно-санитарных объектов — ветеринарно-санитарный пропускник, дезбарьеры, карантинное отделение, стационар, изолятор, убойный пункт, дезинфекционная, ветаптека и др.; административно-хозяйственную зону (для крупных животноводческих и птицеводческих комплексов) — административно-бытовые здания, столовая, медпункт, прачечная, гараж, мастерские, котельная, склады, площадка с местом для стоянки личного и общественного транспорта и др.

Генеральный план — схема расположения на местности зданий и сооружений. Рядом со схемой приводят экспликацию (перечень)

всех зданий и сооружений, изображенных на генеральном плане, и их условные обозначения.

Проекты отдельных зданий и сооружений (например, проект коровника, свинарника-откормочника, молочного блока, навозохранилища) — неотъемлемая часть типового проекта всего предприятия.

Проекты зданий разрабатывают с обязательной увязкой и координацией размеров их объемно-планировочных конструктивных элементов с размерами строительных изделий и сборочных деталей, выпускаемых промышленностью. Унификация размеров изделий и элементов частей зданий создает также возможность замены одного элемента другим без изменения принятых по проекту размеров частей зданий. В связи с этим при использовании одного и того же проекта в зависимости от местных условий можно применять различные варианты конструктивных решений.

Информацию о всех сборных изделиях, применяемых для строительства здания и сооружения, оформляют в виде заказных спецификаций — таблиц, содержащих перечень изделий и их технические характеристики. Для каждого здания и сооружения оформляют спецификации на все виды поставляемого оборудования, приборы, средства контроля, автоматизации, связи и др.

Строительные чертежи содержат проекционные изображения строительных объектов или их частей и другие данные, необходимые для их возведения, а также для изготовления строительных изделий и конструкций. Чертежи выполняют с соблюдением определенных масштабов.

Строительные объекты состоят из отдельных частей — конструкций: фундамента, стен, перегородок, перекрытий, покрытий, кровли и т. д. Конструкции бывают сборные, состоящие из отдельных элементов, и монолитные, изготавливаемые на месте монтажа. Участок конструкции, где соединяются отдельные составные его элементы, называют узлом.

Основные конструкции здания:

фундамент (ленточный, столбчатый, свайный);

стены — по назначению и расположению подразделяют на наружные, которые ограждают помещения от внешней среды и защищают их от атмосферных воздействий, и внутренние, которые отделяют одно помещение от другого. Стены бывают несущие, самонесущие и навесные;

перегородки — внутренние ограждающие конструкции, разделяющие смежные помещения в здании;

цоколь — нижняя часть наружной стены, которая лежит непосредственно на фундаменте и предохраняет стены от атмосферной влаги и повреждений;

отмостка — служит для отвода атмосферных вод от стен здания;

перекрытия — внутренние горизонтальные ограждающие конструкции, разделяющие здание по высоте. Перекрытия бывают над-

подвальные, междуэтажные, чердачные, цокольные (между первым этажом и подпольем);

покрытия — верхние ограждающие конструкции, отделяющие помещения здания от наружной среды, защищающие их от атмосферных осадков. Эти конструкции совмещают функции чердачного перекрытия и крыши;

кровля — верхний водоизолирующий слой покрытия или крыши здания;

стропила — несущие конструкции кровельного покрытия, которые представляют собой балки, опирающиеся на стены и внутренние опоры (стойки, подкосы);

проем — сквозное отверстие в стене, предназначенное для установки окна, двери, ворот;

оконный блок — оконный переплет с коробкой;

дверной блок — двери с коробкой;

лестничная клетка — огражденное капитальными стенами помещение лестницы;

лестничный марш — наклонный элемент лестницы со ступенями (в одном марше не более 18 ступеней);

лестничная площадка — горизонтальный элемент лестницы между маршами. Различают основные лестничные площадки на уровнях этажей и промежуточные для перехода с одного марша на другой;

пандус — наклонная площадка перед воротами (дверями) для въезда в здание.

В зависимости от вида несущего остова различают две основные конструктивные схемы здания: с несущими стенами и каркасную. В зданиях с несущими стенами нагрузку от перекрытий и крыши воспринимают стены. В каркасных зданиях вся нагрузка приходится на каркас, т. е. на систему связанных между собой вертикальных опор, на которые укладывают плиты перекрытий и покрытия.

По виду и размерам строительных изделий различают здания из мелких блоков и штучных элементов и здания из крупных блоков и панелей.

Сводная смета — документ, в котором отражены все денежные расходы, связанные со строительством: затраты на выполнение общестроительных работ, специальных и монтажных работ, приобретение оборудования, инструментов и инвентаря, рекультивацию земель, планирование участка по устройству дорог, дренажа, коммуникаций и др.

При экспертизе проектов проверяют:

соответствие принятых в проекте решений заданию на проектирование, утвержденному и согласованному с органами ветеринарного надзора;

применение действующих типовых проектов зданий и сооружений ветеринарного и ветеринарно-санитарного назначения, их номенклатуру, состав помещений, размер площадей и технологическое оборудование;

основные источники комплектования комплексов или ферм животными как для ремонта стада, так и для выращивания или откорма;

планируемые способы и системы содержания животных, организацию их кормления, поения, ухода за ними, оборудование и механизацию производственных процессов, хранение и переработку навоза;

наличие технологического оборудования для очистки, охлаждения и пастеризации молока и др. (для хозяйств молочного направления);

принятые решения по охране окружающей среды от загрязнения производственными и бытовыми сточными водами и отходами комплексов и ферм и распространению инфекционных и инвазионных болезней.

## Занятие 2

### РАСЧЕТ ВОЗДУХООБМЕНА В ПОМЕЩЕНИИ

**Цель занятия.** Освоить методику расчета воздухообмена в животноводческих помещениях.

**Содержание занятия.** Качество воздуха в животноводческих помещениях, его физические свойства и газовый состав постоянно изменяются под влиянием выделения животными теплоты, влаги, диоксида углерода, в результате разложения навоза, мочи, остатков корма, изменения свойств атмосферного воздуха, поступающего в помещение. В целях улучшения микроклимата воздух помещений должен постоянно заменяться свежим с помощью приточно-вытяжной вентиляции.

При нормальном воздухообмене создается хороший микроклимат, предупреждается конденсация водяных паров на ограждающих конструкциях и оборудовании. Заниженный воздухообмен приводит к ухудшению микроклимата, накоплению вредных продуктов обмена, влаги и теплоты. Высокий уровень воздухообмена в зимний период приводит к большому расходу теплоты, снижению температуры в помещении, повышению эксплуатационных расходов.

Для определения воздухообмена необходимо знать поступление вредных выделений (избытков теплоты, газов и водяных паров) в помещение за 1 ч и предельно допустимое количество вредных выделений в 1 м<sup>3</sup> воздуха помещения.

Объем воздуха, подаваемого в помещение или удаляемого из него за 1 ч, отнесенный к внутреннему объему вентилируемого помещения, называют кратностью воздухообмена ( $K$ ):

$$K = \pm L/V,$$

где  $L$  — воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч;  $V$  — объем помещения, м<sup>3</sup>. Знаком «+» обозначают воздухообмен по притоку, знаком «-» — по вытяжке.



Если кратность воздухообмена равна +1 и -2, это означает, что в помещение за 1 ч подается однократный и удаляется двукратный объем воздуха по отношению к объему помещения.

При расчете воздухообмена кроме кратности воздухообмена учитывают и норму воздухообмена — количество чистого воздуха, которое нужно подать для удаления всех вредных примесей.

В связи с тем что в летний период в помещениях накапливается избыток теплоты, а в зимний избыток диоксида углерода и влаги воздухообмен рассчитывают для каждого конкретного периода.

Вентиляцию помещений в зимний период надо организовать так, чтобы удалять все вредные примеси при минимальном расходе теплоты. Холодный наружный воздух имеет низкую влажность, поэтому для удаления избытка влаги из помещений зимой его требуется значительно меньше. В зимний период воздухообмен делают минимальным.

В жаркое время вентиляцию усиливают. Воздухообмен должен быть на таком уровне, чтобы температура в помещении не превышала наружную более чем на 5 °С.

В переходный период (осень — зима) воздухообмен должен быть интенсивнее, чем зимой, но медленнее, чем летом.

Более точный расчет воздухообмена проводят по отдельным видам вредных примесей.

Необходимый воздухообмен ( $L_{CO_2}$ , м<sup>3</sup>/ч) при повышенной концентрации диоксида углерода определяют по формуле

$$L_{CO_2} = C / C_1 - C_2,$$

где  $C$  — количество диоксида углерода, выделяемого всеми животными за 1 ч, м<sup>3</sup>/ч;  $C_1$  — допустимая концентрация диоксида углерода в воздухе помещений, м<sup>3</sup>/ч (от 0,002 до 0,025 м<sup>3</sup>/ч);  $C_2$  — содержание диоксида углерода в наружном воздухе, м<sup>3</sup>/ч (величина постоянная и равна 0,03 м<sup>3</sup>/ч).

Чтобы определить поступление диоксида углерода от животных, нужно количество диоксида углерода, выделяемое одним животным определенной массы и продуктивности (см. приложение 4), умножить на поголовье животных. Подставив в формулу найденные значения, получают воздухообмен. При обеспечении такой вентиляции в помещении концентрация диоксида углерода не будет превышать допустимую норму (0,25 %).

Поступление диоксида углерода от птицы ( $C$ , м<sup>3</sup>/ч) определяют по формуле

$$C = CO_2 nm,$$

где  $CO_2$  — количество диоксида углерода, выделяемого на 1 кг массы птицы за 1 ч, м<sup>3</sup>/ч;  $n$  — поголовье птицы в помещении;  $m$  — масса одной птицы, кг.

Количество воздуха ( $L$ , м<sup>3</sup>/ч), необходимое для удаления избыточной влажности, рассчитывают по формуле

$$L = W/d_b - d_n,$$

где  $W$  — поступление водяных паров от животных, при испарении с мокрых поверхностей ограждающих конструкций, поилок, кормушек и пр., г/ч;  $d_b$  — допустимое влагосодержание воздуха в помещении, г/м<sup>3</sup>;  $d_n$  — влагосодержание наружного воздуха, вводимого в помещение, г/м<sup>3</sup>.

Поступление водяных паров от животных находят в прилож. 4.

Норму выделения водяных паров одним животным умножают на число животных с определенными живой массой и продуктивностью.

Выделение водяных паров животными зависит от окружающей температуры, поэтому для повышения точности расчетов нужно учитывать поправочные коэффициенты (см. прилож. 6, 7).

Количество водяных паров ( $W$ , г/ч), выделяемых птицей, находят по формуле

$$W = W_0 n m r,$$

где  $W_0$  — количество влаги, выделяемой на 1 кг массы птицы, г/ч;  $n$  — поголовье птицы в помещении;  $m$  — масса одной птицы, кг;  $r$  — поправочный коэффициент, учитывающий изменение выделения влаги в зависимости от температуры (см. прилож. 7).

Для расчета влаги, испаряющейся с мокрых поверхностей, поилок, кормушек, можно применять специальные формулы. Для упрощения расчетов пользуются процентными надбавками (см. прилож. 8) к выделениям водяных паров животными.

Допустимое влагосодержание воздуха в помещении ( $d_b$ ) определяют расчетным путем. Для этого нужно знать нормативную температуру и относительную влажность ( $R$ ) помещения (см. прилож. 1). Например, в помещениях для содержания коров желательна температура 10 °С, а относительная влажность — 70 %. По таблице максимальной упругости водяных паров (см. табл. 3) находят максимальную влажность ( $E$ ) при данной температуре. Она равна 9,17 мм рт. ст., 9,17 г/м<sup>3</sup>. Тогда  $d_b = ER:100 = 9,17 \cdot 70:100 = 6,4$  г/м<sup>3</sup>.

Влагосодержание наружного воздуха ( $d_n$ ) зависит от климатических условий данной местности и времени года. Его находят в прилож. 9. Для расчета воздухообмена в зимний период берут значения показателя в январе, для расчета воздухообмена в переходный период — среднюю за ноябрь и март.

**Пример расчета.** В коровнике боксового содержания на 400 коров находятся: 40 сухостойных коров живой массой 600 кг; 60 коров живой массой 500 кг с удоем 10 кг; 300 коров живой массой 500 кг с удоем 15 кг в сутки. Размеры стойлового помещения: ширина 27 м, длина 106 м, высота стен 3,3 м. Коровник размещен в Челябинской области.

Рассчитать воздухообмен (по диоксиду углерода, влажности) и кратность воздухообмена.

Расчет воздухообмена по диоксиду углерода начинают с расчета его поступления (см. прилож. 4):

одна сухостойная корова живой массой 600 кг выделяет 153 м<sup>3</sup>/ч, а 40 — 6120 м<sup>3</sup>/ч; одна корова живой массой 500 кг с удоем 10 кг выделяет 152 м<sup>3</sup>/ч, а 60 — 9120 м<sup>3</sup>/ч; одна корова живой массой 500 кг с удоем 15 кг выделяет 185 м<sup>3</sup>/ч, а 300 — 55 500 м<sup>3</sup>/ч.

Общее поступление диоксида углерода составит 70 740 м<sup>3</sup>/ч.

$$L_{CO_2} = 70\,740 : [(0,025 - 0,003) \cdot 100] = 32\,154 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Расчет объема вентиляции для удаления избыточной влажности проводят в следующем порядке.

Вначале находят поступление водяных паров от животных (см. прилож. 4):

одна сухостойная корова живой массой 600 кг выделяет 0,489 кг/ч, 40 — 19,56 кг/ч;

одна корова живой массой 500 кг с удоем 10 кг выделяет 0,455 кг/ч, а 60 — 27,3 кг/ч;

одна корова живой массой 500 кг с удоем 15 кг выделяет 0,507 кг/ч, а 300 — 152,1 кг/ч.

Общее поступление водяных паров от животных равно 198,96 кг/ч. Поступление влаги, испарившейся с мокрых поверхностей помещения, принимаем за 10 % выделяемой животными, что составит 218,856 кг/ч.

По микроклиматическим нормативам температура в коровнике зимой должна быть 10 °С, относительная влажность — 70 %.

Максимальная влажность воздуха при температуре 10 °С равна 9,17 г/м<sup>3</sup>, а относительная влажность должна составлять 70 % максимальной, т. е. 9,17 · 0,7 = 6,4 г/м<sup>3</sup>.

Влаго содержание наружного воздуха для Челябинска, по данным метеостанции, в январе составило 1,1 г/м<sup>3</sup>, в марте — 2, в ноябре — 2,4 г/м<sup>3</sup>. Средняя температура самого жаркого месяца 18,8 °С (см. прилож. 9).

Для расчета воздухообмена в зимний период принимают влаго содержание в январе, равное 1,1 г/м<sup>3</sup>.

$$L_{\text{зимн}} = 218,856 \cdot 1000 : (6,4 - 1,1) = 41\,293 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Для расчета воздухообмена в переходный период берут среднее значение влаго содержания наружного воздуха за ноябрь и март: (2 + 2,4) : 2 = 2,2 г/м<sup>3</sup>.

$$L_{\text{перех}} = 218,856 \cdot 1000 : (6,4 - 2,2) = 52\,108 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Кратность воздухообмена (объемов в час) рассчитывают по формуле

$$K = L_{\text{перех}} / V,$$

где  $L_{\text{перех}}$  — воздухообмен, м<sup>3</sup>/ч;  $V$  — объем здания 27 · 106 · 3,3 = 9444,6 м<sup>3</sup>

или

$$K = 52\,108 : 9444,6 = 5,5.$$

В расчете на одну корову воздухообмен в зимний период составит 103,2 м<sup>3</sup>/ч (41 293 : 400), в переходный период — 130,3 м<sup>3</sup>/ч (52 108 : 400), а в расчете на 100 кг живой массы — соответственно 20,2 и 25,5 м<sup>3</sup>/ч.

Для обеспечения необходимого воздухообмена рассчитывают площадь вытяжных и приточных каналов и их число.

Площадь ( $S$ , м<sup>2</sup>) вытяжных шахт определяют по формуле

$$S = L / (V \cdot 3600),$$

где  $L$  — воздухообмен в переходный период, м<sup>3</sup>/ч;  $V$  — скорость движения воздуха в шахтах в переходный период, м/с (см. прилож. 1); 3600 — количество секунд в 1 ч.

Скорость движения воздуха в шахте зависит от разности температур внутреннего и наружного воздуха, высоты шахты и др. В переходный период принимают ее 1,2 м/с.

$$S = 52\,108 : (1,2 \cdot 3600) = 12 \text{ м}^2.$$

Если проектируемая шахта имеет сечение  $1 \times 1$  м, т. е. площадь  $1 \text{ м}^2 (S_1)$ , то их число составит  $n = S : S_1 = 12 : 1 = 12$ .

### З а н я т и е 3

#### РАСЧЕТ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА ПОМЕЩЕНИЯ

**Цель занятия.** Освоить методику расчета теплового баланса животноводческих помещений.

**Содержание занятия.** Тепловой баланс — это поступление и расход теплоты в здании. Его рассчитывают при проектировании и реконструкции зданий, выборе строительных конструкций и материалов, определении типа, мощности и числа отопительных и вентиляционных установок.

На тепловой режим здания влияет много факторов: климатические условия, объемно-планировочные решения зданий, вид, живая масса, физиологическое состояние и продуктивность животных, плотность их размещения, объем здания, мощность отопительных установок, кратность воздухообмена.

Расчет теплового баланса здания позволяет оценить теплотехнические свойства ограждающих конструкций, определить пути теплопотерь, найти способы улучшения микроклимата.

В животноводческих отапливаемых помещениях теплота поступает от животных ( $Q_{ж}$ ), отопительных приборов, отопительно-вентиляционных установок ( $Q_{от}$ ) и солнечных лучей; в неотапливаемых — в основном от животных.

Расход теплоты складывается из потерь через ограждающие конструкции здания ( $Q_{отр}$ ), на нагревание воздуха в вентиляционных установках и поступившего в результате инфильтрации через неплотности в конструкциях ( $Q_{инт}$ ), а также от испарения влаги с пола, подстилки, поилок, мокрых поверхностей ( $Q_{исп}$ ).

К ограждающим конструкциям относят стены, перекрытия, покрытия, окна, двери, ворота и пр.

Расчетную температуру воздуха в помещении ( $t_p$ ) для холодного периода года принимают в соответствии с зоогигиеническими нормативами для данного вида животных (см. прилож. 1).

Расчетная зимняя температура наружного воздуха ( $t_n$ ) зависит от климатических условий местности (см. прилож. 9). Для легких ограждающих конструкций берут среднюю температуру наиболее холодных суток, для массивных — среднюю температуру наиболее холодной пятидневки, для конструкций средней массивности — полусумму этих температур. К массивным конструкциям относят однородные стены толщиной более 0,6 м, выполненные из полнотелого кирпича, а также из сплошных бетонных камней или блоков.

Потери теплоты через ограждающие конструкции зависят от теплопроводности и толщины слоев ограждения, а также от лучистого

и конвективного теплообмена у внутренней и наружной поверхностей конструкции.

Теплопроводность строительных материалов зависит от вида, влажности и структуры материала. Она оказывает большое влияние на тепловой баланс здания.

Теплопроводность  $\lambda$  равна количеству теплового потока, проходящего через стену толщиной 1 м за 1 ч при разности температур на двух противоположных поверхностях в  $1^\circ\text{C}$  [ $\text{кДж}/(\text{ч} \cdot \text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ ]. При увеличении объемной массы и влажности материала возрастает его теплопроводность. Для определения теплопроводности строительных материалов пользуются следующими данными:

Материал	$\lambda$ , $\text{кДж}/(\text{ч} \cdot \text{м} \cdot ^\circ\text{C})$
Железобетон	1,98
Бетон на гравии или щебне из природного камня	1,80
Шлакопемзобетон	0,70
Кирпичная кладка из обыкновенного глиняного кирпича	0,76
Кирпичная кладка из силикатного кирпича	0,81
Штукатурка из цементно-песчаного раствора	0,84
Штукатурка из известково-песчаного раствора	0,76
Асфальтобетон	1,05
Дерево (сосна и ель, поперек волокон)	0,16
Стекло оконное	0,76
Асбоцементные листы	0,49
Рубероид, пергамин, толь	0,17
Битум нефтяной	0,27
Маты минераловатные	0,07
Опилки древесные	0,09
Щебень из доменного шлака	0,23
Гравий керамзитовый	0,22
Керамзитобетон на керамзитовом песке	0,20

Тепловой поток, проходя через ограждение, встречает сопротивление теплопередаче (тепловое сопротивление). Чем толще конструкция и меньше теплопроводность материала, тем выше тепловое сопротивление, т. е. тепловое сопротивление материального слоя прямо пропорционально его теплопроводности.

Тепловое сопротивление отдельного материального слоя выражают отношением его толщины к теплопроводности

$$R = \sigma/\lambda,$$

где  $R$  — тепловое сопротивление материального слоя,  $(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{кДж}$ ;  $\sigma$  — толщина слоя, м;  $\lambda$  — теплопроводность материального слоя,  $\text{кДж}/(\text{ч} \cdot \text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ .

Если ограждение состоит из нескольких плоских слоев, расположенных перпендикулярно к направлению теплового потока, тепловое сопротивление будет равно их сумме

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n.$$

При наличии в многослойном ограждении замкнутых воздушных пустот их также учитывают при расчете теплового сопротивления.

Сумму тепловых сопротивлений, преодолеваемых тепловым потоком через ограждение, называют общим тепловым сопротивлением.

Общее тепловое сопротивление  $[R_o, (\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{кДж}]$  рассчитывают по формуле

$$R_o = R_{в} + R + R_{н},$$

где  $R_{в}$  — тепловое сопротивление тепловосприятию внутренней поверхности ограждения;  $R$  — сумма тепловых сопротивлений;  $R_{н}$  — тепловое сопротивление теплоотдаче наружной поверхности ограждения.

При расчетах теплопотерь через плоские стены вместо общего теплового сопротивления принимают обратную ему величину, называемую коэффициентом теплопередачи ограждений  $[K, \text{кДж}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$ :

$$K = 1/R_o.$$

Коэффициент теплопередачи показывает, какое количество теплоты проходит через  $1 \text{ м}^2$  поверхности ограждения за  $1 \text{ ч}$  при разности температур между внутренним и наружным воздухом в  $1 ^\circ\text{C}$ .

Теплопотери здания складываются из основных теплопотерь (через все наружные ограждения) и дополнительных.

Основные теплопотери ( $Q_{\text{огр}}, \text{кДж}/\text{ч}$ ) вычисляют по формуле

$$Q_{\text{огр}} = KF(t_{в} - t_{н})h,$$

где  $K$  — коэффициент теплопередачи,  $\text{кДж}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ;  $F$  — площадь каждого ограждения,  $\text{м}^2$ ;  $t_{в}$  — температура внутреннего воздуха,  $^\circ\text{C}$  (расчетная);  $t_{н}$  — температура наружного воздуха,  $^\circ\text{C}$  (расчетная);  $h$  — поправочный коэффициент, зависящий от расположения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху (см. прилож. 11).

Дополнительные потери теплоты зависят от расположения здания по отношению к сторонам света, продуваемости помещения и т. д.

Для упрощения расчетов дополнительные теплопотери принимают в размере 13 % основных потерь теплоты через стены, окна, двери и ворота. Коэффициенты теплопередачи окон, дверей и полов приведены ниже.

Конструкция окон, дверей и полов	Коэффициент теплопередачи, $\text{кДж}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$
Одинарные переплеты (одинарное остекление)	5,8
Двойные переплеты спаренные (двойное остекление)	2,9
Двойные переплеты раздельные (двойное остекление)	2,57
Тройные переплеты одинарный + спаренные (тройное остекление)	1,92
Вертикальное остекление из блоков стеклянных пустотелых	2,32
Сплошные деревянные наружные двери и ворота:	
одинарные	4
двойные	2

Полы, расположенные непосредственно на грунте:  
 неутепленные, конструкция пола независимо от толщины  
 состоит из материалов, теплопроводность которых не более  
 1,16 кДж/(ч · м · °С) для зон

I	0,4
II	0,2
III	0,1

утепленные, конструкция пола состоит из материалов,  
 теплопроводность которых менее 1,16 кДж/(ч · м · °С) 0,8

Потери теплоты через полы определяют по условным коэффициентам. Так, теплотери через неутепленные полы, расположенные на грунте, определяют по зонам шириной 2 м, считая зоны от наружных стен.

Теплотери на вентиляцию ( $Q_{\text{вент}}$ , кДж/ч) определяют по формуле

$$Q_{\text{вент}} = GC(t_{\text{в}} - t_{\text{н}}),$$

где  $G$  — количество приточного воздуха, кг/ч;  $C$  — теплоемкость воздуха, кДж/(кг · °С);  $t_{\text{в}}$  и  $t_{\text{н}}$  — соответственно температура воздуха помещения и наружного, °С.

Теплотери на испарение влаги с мокрых поверхностей ( $Q_{\text{исп}}$ , кДж/ч) определяют по формуле

$$Q_{\text{исп}} = 2,5W,$$

где 2,5 — коэффициент теплотерьер на испарение влаги с мокрых поверхностей, кДж/кг;  $W$  — количество влаги, поступающее с мокрых поверхностей, кг/ч.

В зданиях с отопительными приборами уравнение теплового баланса будет иметь следующий вид:

$$Q_{\text{ж}} + Q_{\text{от}} = Q_{\text{отр}} + Q_{\text{исп}}.$$

Если теплоступление равно теплотерьям, то в помещении создается тепловое равновесие; если меньше, температура будет снижаться; если больше — температура будет повышаться.

В неотопливаемых зданиях формула для расчета теплового баланса следующая:

$$Q_{\text{ж}} = Q_{\text{отр}} + Q_{\text{вент}} + Q_{\text{исп}}.$$

## Занятие 4

### ЭЛЕМЕНТЫ КАНАЛИЗАЦИИ И СПОСОБЫ НАВОЗОУДАЛЕНИЯ

**Цель занятия.** Ознакомиться с устройством канализации и способами удаления навоза из животноводческого помещения.

**Материалы и оборудование.** Методические пособия, диафильм, справочные материалы, расчетные данные.

**Общие сведения.** При выборе способа навозоудаления необходимо учитывать размеры животноводческого помещения, способы содержания животных, климатические и гидрогеологические условия местности, а также технико-экономические особенности различных систем навозоуборочного оборудования, количество мочи и фекалий (см. прилож. 11).

**Содержание занятия.** Удалять навоз из животноводческих помещений можно вручную или механическим, самотечным и гидравлическим способами.

**Удаление навоза вручную.** При таком способе для стока мочи из стойла пол должен быть расположен наклонно, примерно 2 см на погонный метр в сторону навозного прохода, по краям которого имеются жижеотводные лотки. Открытые лотки по форме бывают прямоугольные, трапециевидные, овальные. Последние чаще всего применяют в конюшнях, так как в них не защемляются копыта. Глубина лотков в помещениях для крупного рогатого скота не более 20 см, в конюшнях 12, в свинарниках 10 см; ширина соответственно 25, 20 и 15 см.

Стекающая по лоткам жидкость поступает в поперечно идущие подземные выводные трубы, в которых оборудуют ящики-трапы с гидравлическим затвором, препятствующим обратному проникновению в помещение вредных газов, водяных паров, микроорганизмов. Из ящика-трапа жидкость по трубам, проложенным в грунте, попадает в смотровой колодец (для наблюдения за канализационной системой, чистки и ремонта ее), который располагают на расстоянии не менее 2 м от наружной стены здания, а из него в жиже-сборник, находящийся не ближе 10 м от помещения и не менее 100 м от колодцев с питьевой водой. Жиже-сборники рассчитаны на накопление 300—600 л жижи за 20—30 сут.

**Механический способ удаления навоза.** При беспривязном содержании крупного рогатого скота с использованием глубокой подстилки значительная часть навоза накапливается на кормовыгульных площадках и в проходах помещений, откуда через 1—2 сут его убирают бульдозером с навеской БН-1. Грузят навоз в транспортное средство в летнее время погрузчиком ПУ-0,5, в зимнее — ПБ-35.

При использовании для уборки навоза бульдозеров в условиях боксового содержания животных проход в помещении должен иметь форму прямоугольного лотка шириной не более 2,2 м и глубиной 0,2 м, который выполняется без уклона или с уклоном 0,0025—0,005° в сторону перемещения навоза.

В помещениях для привязного содержания коров в проходе устраивают два лотка глубиной 15—20 см, шириной 53 см с расстоянием между ними 1,1 м.

Скребокковые транспортеры применяют только при привязном содержании животных и двухрядном расположении стойл. Скреперные установки могут быть использованы как при привязном, так и при беспривязном способах содержания.



Скребковые транспортеры типа ТСН и скреперные установки УС-250, УС-15 (для продольных каналов) предназначены для уборки навоза из животноводческих помещений на фермах молочного направления на 400, 800 и 1200 голов и на фермах по выращиванию нетелей на 3000—6000 ското-мест.

Во избежание обмерзания наклонных скребковых транспортеров в северной части Нечерноземной зоны размещать их в неотапливаемых тамбурах животноводческих помещений не рекомендуется. Навозоприемный лоток при этом должен быть расширен до 0,5 м.

На свиноводческих фермах и комплексах мощностью до 12 тыс. голов в год для удаления навоза используют скребковые транспортеры и скреперные установки, при этом лотки перекрывают чугунными решетками. На таких фермах и комплексах рекомендуется применять установки УС-12 для размещения в канале шириной 80—90 см под решетчатым полом. В свиарниках-маточниках на 144 свиноматки ширина продольных каналов 45 см, из которых навоз удаляют двумя транспортерами: ТСН-3, ТС-1; в свиарниках, рассчитанных на дорастивание 3000 поросят, продольные каналы шириной 97 см оборудуют транспортером ТС-1; в откормочниках на 2000 свиней предусматривают площадки дефекации 1,3 × 3 м, размещенные над продольным каналом шириной 1,1 м, при этом продольные и поперечные каналы оборудуют транспортером ТС-1.

Самотечный способ периодического действия. В помещениях для крупного рогатого скота навоз накапливается в продольных каналах, оборудованных шиберами, откуда удаляется при открытии шиберов. Для сброса навоза продольный канал заполняют водой на высоту 10 см. В начале каналов устанавливают гидросмывные установки с баками на 100 л. Вместимость продольных каналов должна быть рассчитана на накопление навоза в течение 7—14 дней. Уклон для продольных каналов при самотечном способе периодического действия следует принимать в пределах 0,005—0,02°.

Размеры продольных каналов (м) в помещениях для крупного рогатого скота следующие:

Минимальная ширина:	
при привязном содержании	0,8
при беспривязном содержании	1,5
Минимальная длина:	
при привязном содержании	30
при беспривязном содержании	50
Минимальная глубина	0,8

При данном способе навозоудаления нормы расхода воды на одно животное составляют, л/сут: на фермах откорма и выращивания нетелей 15—17; на фермах молочного направления 30—32.

На свиноводческих фермах и комплексах при самотечном способе уборки навоза полы и решетки очищают скребком вручную без использования воды. Каналы различного сечения имеют ширину 0,7

и 1 м с уклоном 0,015°. Время заполнения каналов навозом от 5 до 12 сут. После сброса навоза остатки его смывают из канала водой, подаваемой насосом из бака вместимостью 100 л по смывному трубопроводу через сопла под напором 0,2—0,3 МПа. Для промывки навозных каналов одного свинарника на 2000 свиней требуется до 80 л воды.

**Самотечный способ непрерывного действия.** Эффективность способа обеспечивается при температуре навоза более 12 °С, влажности 88—92 % и при исключении попадания в навозные каналы остатков грубых кормов. Он применим в помещениях для крупного рогатого скота при содержании животных без подстилки и кормления силосом, корнеклубнеплодами, бардой, жомом и зеленой массой. Продольные каналы выполняют без уклона, в их конце устанавливают герметичные порожки (съёмные или поворотные). Высота порожков 8—15 см. При съёмных порожках допускается уклон 0,003°; высота порожка в этом случае должна перекрывать перепад глубины канала на 6—8 см. Минимальная ширина продольных каналов по верху при привязном содержании крупного рогатого скота 0,8 м, при беспривязном 1,5 м; максимальная длина при привязном содержании 30, при беспривязном 40 м. При содержании животных на сплошных решетчатых полах ширина продольных каналов должна быть до 3,5 м, а минимальная глубина — от 0,7 до 1,5 м (в зависимости от возрастных и производственных групп животных — откорм, пользовательные и т. д.).

Поперечные каналы располагают на 0,7 м глубже, чем продольные, расстояние между порожками 2 м. Из поперечных каналов навоз поступает в навозосборник, откуда перекачивается насосами НЖН-200 в навозохранилище.

На свиноводческих фермах и комплексах самотечный способ удаления навоза непрерывного действия применяют при содержании свиней в групповых станках. Продольные каналы имеют длину до 40 м, ширину 0,7 и 1,2 м, минимальную глубину (в зависимости от длины каналов) от 0,8 до 1,3 м. При содержании животных на сплошных решетчатых полах ширину продольных каналов увеличивают до 2 м. Общий смывной поперечный канал проходит посередине свинарника. Жидкий навоз по поперечным каналам отводится к насосным станциям. Промывку поперечного канала проводят 1 раз в неделю, продольных каналов — при смене поголовья.

**Г и д р о с м ы в.** Этот способ удаления навоза применяют на свиноводческих предприятиях мощностью более 24 тыс. свиней в год. Для смыва навоза в каналах, перекрытых решетками, используют гидроустановки (напорные бачки), а с площадок дефекации — установки поверхностного смыва. Один напорный бачок рассчитан на длину навозного канала не более 50 м.

Установки поверхностного смыва навоза в свинарниках группового содержания животных должны обеспечивать удаление навоза с поля в зоне дефекации (ширина 1—1,8 м, длина до 3 м, глубина 5—

6 см и уклон 0,001°) под напором воды 0,5 МПа в поверхностные лотки (от полутруб диаметром не менее 15 см), сбор и отведение жидкого навоза (по трубам диаметром не менее 30 см).

В конце каналов следует установить гидрозатворы или шторки для предупреждения сквозняков и проникновения вредных газов из магистральных каналов. Количество воздуха, удаляемого из навозных каналов, для свиноводческих предприятий не менее 50 % минимального воздухообмена.

Дно и стенки каналов должны быть гладкими, иметь гидроизоляцию и перед пуском в эксплуатацию апробированы на водонепроницаемость гидравлическим путем.

Поперечные каналы рекомендуется прокладывать под коридорами, разделяющими секции содержания животных. За пределами животноводческих помещений коллектор укладывают из труб диаметром не менее 50 см. Переход канала в трубу должен быть плавным. В каналах следует устанавливать вытяжные стояки диаметром 15 см через 50 м.

Рециркуляционный способ с использованием жидкой фракции навоза. Этот способ целесообразен в условиях дефицита воды. При рециркуляции уменьшается общий выход жидкого навоза в 2—2,5 раза, сокращается расход воды предприятием.

В продольных каналах размещают смывную трубу диаметром 15 см, заканчивающуюся соплом диаметром 10 см, а в конце канала — шибер. Навоз накапливается в течение 2 сут. Затем уровень навоза в каналах повышают до 1/3 высоты за счет подачи навозной жижи насосом. После 5 сут спускают жидкую фракцию навоза и промывают канал. Для промывки из открытого отстойника (на 500 л) насосом НФ-6 набирают навозную жижу. После промывки жидкий навоз по коллектору диаметром 70 см направляется в один из навозоаккумуляторов вместимостью 1000 л, а оттуда через дренажное устройство в отстойник.

По всей длине навозоприемные каналы закрывают решетками, в результате чего образуется щелевой пол. Он должен быть горизонтальным, ровным, без механических дефектов, плавно переходить в плоскость пола логова.

Решетки изготавливают из долговечного материала, не подвергающегося коррозии и деформации.

## Занятие 5

### ПОДСТИЛОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, РАСЧЕТ ВЫХОДА НАВОЗА

**Цель занятия.** Ознакомиться с подстилочными материалами разных видов, используемых при содержании животных.

**Материалы и оборудование.** Образцы различных подстилочных материалов (торф, солома, стружки, опилки и др.); справочные материалы; расчетные данные.

**Общие сведения.** Качество подстилочных материалов оказывает существенное влияние на микроклимат помещения и, как следствие, на здоровье и продуктивность животных. Для использования пригодна подстилка с низкой теплопроводностью, большой теплоемкостью, влагоемкостью, гигроскопичностью и газопоглотительными свойствами. Подстилка должна быть безвредной, свободной от патогенных микроорганизмов и плесневых грибов, а также не пылить и не приставать к волосяному покрову. Важно, чтобы подстилочный материал не терял ценности как удобрение. Нормы расхода подстилки на животное приведены в прилож. 12.

**Содержание занятия.** В качестве подстилочного материала используют солому, торф, древесные опилки, стружки, камыш, листья, лесной мох, тростник, осоку, дробленые стержни початков кукурузы, рисовую шелуху, подсолнечниковую лузгу, песок и др. Известны и нетрадиционные подстилочные материалы: вспученный вермикулит, цеолит, кремнезем или диатомитовая земля.

Вермикулит — это один из лучших теплоизоляционных материалов. Слой вермикулита толщиной 10 см по теплоизоляционным свойствам эквивалентен бетонной стене толщиной 2 м. Установлено, что вермикулит в количестве 1—1,5 кг способен впитать то же количество выделений, что и 10 кг опилок или песка.

Подстилочные материалы применяют следующим образом: меняют ежедневно после удаления навоза из помещения; если навоз убирают 1 раз в течение нескольких суток или недель, то часть загрязненной подстилки удаляют и добавляют чистую; меняют 1—2 раза за период стойлового содержания или после завершения цикла напольного выращивания птицы (несменяемая подстилка).

В первом случае обеспечивается чистота кожи животного и особенно вымени; во втором и третьем создается теплое ложе за счет происходящих в подстилке биотермических процессов, а при содержании на глубокой несменяемой подстилке, кроме того, получается хорошее удобрение.

Примерное количество навоза (кг), получаемое от животных за год в стойловый период, определяют по формулам

$$H_{\text{ст}} = CnH_1,$$

$$H_r = Cn(H_1 + M + B)$$

или

$$H_r = Cn(H_1 + M + П),$$

где  $H_{\text{ст}}$  — выход навоза в стойловый период, кг;  $H_r$  — выход навоза за год, кг;  $C$  — продолжительность накопления навоза, сут;  $n$  — число животных;  $H_1$  — среднесуточное выделение навоза одним животным, кг;  $M$  — среднесуточное выделение мочи одним животным, кг;  $B$  — количество воды, используемое при уборке помещения, кг;  $П$  — суточная норма подстилки на одно животное, кг.

Соотношение ширины щелей и планок должно обеспечивать максимальную проваливаемость навоза и в то же время не затруднять перемещение животных по щелевому полу. Планки и щели рас-

полагают параллельно кормушке, что исключает травмирование конечностей животных.

Для коров ширина щели должна составлять 35—40 мм, ширина планок — не менее 35; для телят 15—20-суточного возраста — 20 и 35, от 3 до 6-месячного возраста — 30 и 35; для откормочного молодняка свиней — 20 и 35; для поросят-отъемышей — 15 и 25; для взрослых свиней — 24 и 35 мм соответственно.

## З а н я т и е 6

### ХРАНЕНИЕ И МЕТОДЫ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ НАВОЗА И ПОМЕТА

**Цель занятия.** Ознакомиться с устройством навозохранилищ, биотермической обработкой навоза и помета.

**Материалы и оборудование.** Методические рекомендации; справочные и расчетные данные.

**Содержание занятия.** Для обработки, обеззараживания и хранения навоза и помета строят специальные сооружения (навозохранилища), которые размещают по отношению к животноводческому или птицеводческому предприятию и жилой застройке с подветренной стороны, а также ниже уровня водозаборных сооружений. Полевые навозохранилища располагают в районе удобряемых полей.

**В и д ы н а в о з о х р а н и л и щ.** Конструкция навозохранилищ и помехохранилищ зависит от консистенции навоза и помета, физико-химических свойств почвы, уровня грунтовых вод; они могут быть заглубленными или наземными, открытыми или закрытыми. Навозохранилища и помехохранилища должны иметь ограждения и съезды для транспорта.

Навозохранилище для неразделенного жидкого навоза должно быть оборудовано устройствами для перемешивания. Для этих целей используют насосы, механические мешалки и др. Подачу жидкого навоза осуществляют, как правило, снизу насосами. В навозохранилищах с отдельным хранением жидкой и твердой фракций последние не перемешивают. Глубина их до 5 м.

На крупных свиноводческих предприятиях мощностью 24 тыс. свиней в год и более не следует допускать строительства навозохранилищ для жидкого навоза, не разделенного на фракции.

Для хранения и обеззараживания подстилочного навоза и помета с подстилкой следует предусматривать незаглубленные водонепроницаемые площадки или хранилища глубиной 1,5—2 м. В районах выпадения повышенного количества атмосферных осадков допускается устройство перекрытых хранилищ. Хранилищ должно быть не менее двух. Для сбора и отвода жидкости из хранилищ следует предусматривать жижесборники. Дно хранилища должно иметь уклон 0,002—0,003° в сторону жижесборника или отводные канавки. При совмещении хранения и биотермической обработки навоза и помета высоту загрузки следует принимать не более 2 м.

Для хранения жидкой фракции навоза устраивают закрытые навозохранилища, которые должны иметь люки для проведения ремонтных и других работ, естественную и принудительную вентиляцию.

При размещении навозохранилища под помещениями для содержания крупного рогатого скота и птицы их высота при использовании мобильных погрузчиков должна быть не более 5 м, при применении стационарных установок УВН-800 — 2,5—3 м. При устройстве наклонных стен угол наклона должен быть не менее 50°.

Хранилища должны быть оборудованы устройствами для отвода навозной жижи. Все бетонные и железобетонные конструкции перекрытий и стен навозохранилища и помехохранилища должны иметь защитное покрытие, обеспечивающее их долговечность.

Жидкий навоз получают при содержании крупного рогатого скота и свиней без применения подстилки при гидравлическом способе уборки. На комплексах по выращиванию 108 тыс. свиней в год образуется до 1 млн л навозных стоков. При длительном хранении в прифермских навозохранилищах жидкий навоз разделяется на твердую и жидкую фракции.

Жидкую фракцию влажностью 97 % перекачивают в полевые навозохранилища, откуда по мере надобности подают в оросительную сеть для полива сельскохозяйственных культур (в не разбавленном или разбавленном водой виде). Твердую фракцию влажностью 75 % складировуют на специальной площадке с твердым покрытием для биологического обеззараживания, после чего вывозят на поля и запахивают. Жидкий навоз хранят 6 мес в неразделенном виде влажностью до 90 % в цилиндрических железобетонных емкостях на 500 л. В них навоз гомогенизируют 1—2 раза в месяц гидравлическим способом. При этом способе в навозе хорошо сохраняются питательные вещества. Для обеспечения биотермического процесса в подпольном хранилище рекомендуется на его дно укладывать слой резаной соломы (длиной 6—8 см) на высоту до 1 м.

В целях дезодорации и сбраживания навоза крупного рогатого скота при численности поголовья более 300 и влажности навоза 89—93 % применяют метантенки (резервуары для сбраживания навоза). Продолжительность сбраживания навоза в метантенках при температуре 53 °С — 7 сут, при 33 °С — 12 сут. Распад органического вещества до 20 %.

При хранении твердой фракции навоза в течение 6 мес потери общего азота составляют до 20 %, 12 мес — 25 %; при хранении жидкой фракции — до 15 %.

Компостирование навоза с торфом следует проводить при влажности навоза не более 92—93 %. Влажность торфа должна быть не более 50—60 %, компостной смеси — до 70 %. Допускается замена торфа другими материалами (соломой, опилками и т. п.). Ценность компоста можно повысить за счет введения минеральных добавок (суперфосфата, гашеной извести, фосфоритной муки и калийной соли), количество которых зависит от почвенных условий.

Способы хранения навоза. Существует два способа: анаэробный и аэробно-анаэробный. При первом способе навоз укладывают плотно и все время увлажняют его. Процесс брожения происходит при участии анаэробных микроорганизмов, при этом температура в навозной массе достигает 25—30 °С. При втором способе навозную массу укладывают рыхло слоем 2—2,5 м. В течение 4—7 сут происходит бурное брожение при участии аэробных микроорганизмов. Температура в массе навоза поднимается до 70 °С, при которой большинство бактерий (в том числе и патогенных) и зародышей гельминтов погибают. По истечении 5—7 сут штабель уплотняют и доступ воздуха в массу прекращают. С санитарной точки зрения этот способ хранения навоза имеет значительные преимущества перед анаэробным.

Расчет площади навозохранилища. Для расчета используют следующую формулу:

$$F = nHC/hm,$$

где  $F$  — площадь навозохранилища, м<sup>2</sup>;  $n$  — число животных;  $H$  — выход навоза от одного животного за сутки, кг;  $C$  — продолжительность хранения навоза, сут;  $h$  — высота укладки навоза, м;  $m$  — объемная масса навоза, кг/м<sup>3</sup>.

При стойлово-пастбищном содержании крупного рогатого скота выход навоза в пастбищный период принимают за 50 %, при выгульном содержании — за 85 % расчетного.

Нормативные данные для расчета площади навозохранилища приведены в табл. 38.

**38. Расчетные данные при устройстве навозохранилища**

Вид животных	Выход навоза от одного животного		Площадь навозохранилища на одно животное, м <sup>2</sup>
	за сутки, кг	за год, т	
Коровы	35—40	8—12	2,5
Молодняк крупного рогатого скота	10—15	2—3	0,8
Телята	5—10	1—2	0,6
Свиноматки	6	2—2,5	0,4
Свиньи на откорме	3	1—2	0,5
Овцы	4	1—1,5	0,3
Птица	—	1	0,3
Лошади	25—30	8	1,75

Объемная масса различных материалов, используемых при закладке в навозохранилище, приведена в табл. 39.

**Пример расчета.** В коровнике содержат 200 коров. Одна корова выделяет за сутки 35 кг навоза; срок хранения навоза 180 сут; высота укладки навоза 2,5 м; объемная масса навоза 1100 кг/м<sup>3</sup>. Площадь навозохранилища составит  $(200 \cdot 35 \cdot 180) : (2,5 \cdot 1100) = 458,18$  м<sup>2</sup>. Следует предусматривать площадь навозохранилища на 10 % больше фактического выхода навоза.

### 39. Объемная масса и влажность навоза и торфокрошки

Вид навоза	Объемная масса, кг/м <sup>3</sup>	Влажность, %
Экскременты	1010—1100	83—85
Навоз свежий, солоmistый	400—500	75
Навоз слежавшийся*	700—1200	75
Торфонавоз с содержанием подстилки, %:		
9	970	83—84
10	590	80—81
15	440	80
Торфокрошка	450—600	45—60

\* Объемная масса слежавшегося навоза от крупного рогатого скота после 2—5 мес хранения примерно 700—800 кг/м<sup>3</sup>.

**Методы обеззараживания навоза и помета.** Навоз может представлять большую опасность в эпидемиологическом и эпизоотическом отношениях, так как возбудители некоторых инфекционных болезней животных могут выделяться с фекалиями, мочой, слюной, маточными истечениями и др. Навоз может быть обеззаражен физическим, химическим или биологическим методами. Для выявления эпизоотической ситуации на животноводческих предприятиях следует предусматривать возможность карантинирования всех видов навоза в течение не менее 6 сут.

К физическим методам относят тепловой, ионизирующее и ультрафиолетовое облучение, электрогидравлический эффект и др.

Тепловой метод применяют при обеззараживании бесподстилочного жидкого навоза или сточных вод. Для этого сточные воды собирают в резервуары большой емкости и прогревают до 130 °С под давлением 0,2 МПа при влажности 93—94 % — 25 мин; 95—96 % — 15; 97 % и более — 10 мин.

Ионизирующее облучение эффективно при инфекционных и инвазионных болезнях. Полная дегельминтизация наступает при дозе облучения 1,5—2 Дж/кг, скорости потока 1,8 м/с и толщине слоя жидкости 6 мм. После гамма-облучения навоз используют для полива сельскохозяйственных угодий, рециркуляции и др.

Электрогидравлический эффект состоит в том, что инфицированную фракцию жидкого навоза помещают в специальную камеру, в которой создают высоковольтный разряд. В результате жидкость подвергается сверхвысокому давлению, ультразвуковому и прочим физико-химическим воздействиям.

Из химических методов используют хлорирование, озонирование, обработку навоза формальдегидом.

Хлорируют навоз газообразным хлором или хлорной известью. Доза активного хлора не выше 15 мг/л. Контакт активного хлора со стоком не менее 2 ч.

Озонирование применяют для обеззараживания жидкой фракции



навоза. Однако этот метод дорогостоящий и широкого применения не получил.

При обработке формальдегидом жидким навозом заполняют резервуар и добавляют 40%-ный раствор формальдегида (1 л на 1 л жидкой фракции навоза). Массу в течение 3 ч периодически гомогенизируют и выдерживают сутки.

Биологическую обработку жидкой фракции свиного навоза в аэротенках с последующей передачей ее на городские очистные сооружения карантинирования проводят с учетом времени выдержки жидкой фракции на очистных сооружениях предприятия.

Биологический метод обеззараживания предусматривает выдерживание жидкого навоза крупного рогатого скота в течение 6 мес, свиного навоза в течение 12 мес.

## Занятие 7

### САНАЦИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ

**Цель занятия.** Ознакомиться со способами и методами санации животноводческих помещений.

**Материалы и оборудование.** Методические рекомендации и указания.

**Содержание занятия.** Санация (в пер. с лат. — оздоровление, лечение) животноводческих помещений и окружающей среды достигается путем проведения комплекса мероприятий: дезинфекции, дератизации, дезодорации и дезинсекции.

**Д е з и н ф е к ц и я.** Это совокупность мер, направленных на уничтожение в окружающей среде патогенных и условно-патогенных микроорганизмов и включающих в себя механическую очистку помещений и собственно дезинфекцию.

Различают профилактическую (предупредительную) и вынужденную (текущую и заключительную) дезинфекции. Профилактическую дезинфекцию проводят в благополучных по инфекционным болезням хозяйствах с целью уничтожения возможно занесенных патогенных и условно-патогенных микроорганизмов или перед пуском в эксплуатацию помещения фермы, комплекса.

Текущую дезинфекцию проводят систематически со дня возникновения инфекционной болезни и всякий раз при обнаружении и выделении вновь заболевшего животного. Она направлена на предупреждение накопления и распространения возбудителей болезни в окружающей среде и заражения здоровых животных.

Заключительная дезинфекция заключается в полном уничтожении патогенных микроорганизмов в очаге инфекции, перед снятием карантина, после ликвидации в хозяйстве инфекционной болезни.

Механическую очистку и мойку помещений производят после освобождения их от животных. Предварительно полиэтиленовой

пленкой закрывают оборудование, портящееся под воздействием воды и дезинфицирующих растворов. После этого струей воды под давлением смывают основную массу навоза, остатки корма и др. Наиболее загрязненные навозом места в помещении орошают горячим 2%-ным раствором гидроксида натрия и через 30—40 мин производят окончательную механическую очистку и мойку помещения.

Для дезинфекции животноводческих объектов используют химические, физические и биологические средства.

Из химических средств дезинфекции применяют химические препараты: 2%-ный горячий раствор гидроксида натрия ( $1 \text{ л/м}^2$ ), 3%-ные растворы капсоза, парасода или фоспара ( $0,5 \text{ л/м}^2$ ); 4%-ный горячий раствор демпа ( $1 \text{ л/м}^2$ ); 3—5%-ные растворы хлорной извести (при содержании активного хлора  $0,75 - 1,25 \%$ ); аэрозоли: 20%-ный водный раствор резорцина ( $80 \text{ мг/м}^3$ ), 10%-ный раствор молочной кислоты ( $100 \text{ мг/м}^3$ ), йод-алюминий ( $0,2-0,3 \text{ г}$  йода кристаллического,  $0,01 \text{ г}$  пудры алюминиевой и 3—4 капли воды на  $1 \text{ м}^3$ ), 20%-ный спиртовой раствор риванола ( $80 \text{ мг/м}^3$ ) и др.

К физическим средствам дезинфекции относят высокую температуру, ультрафиолетовое облучение, ионизирующее излучение, ультразвук. Источниками высокой температуры могут быть сухой горячий воздух ( $140-150 \text{ }^\circ\text{C}$ ), водяной пар ( $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ), пламя ( $400-500 \text{ }^\circ\text{C}$ ) паяльной лампы для обеззараживания ограждающих конструкций. Для дезинфекции воздуха ультрафиолетовыми лучами применяют облучатели типов ОБП и ОБН с лампами ДБ-60 и др.

Из биологических средств используют фитонциды — вещества, продуцируемые растениями в процессе их жизнедеятельности и обладающие губительным свойством по отношению к микроорганизмам и плесневым грибам. Бактерицидное действие оказывают летучие вещества таких растений, как береза, черная смородина, можжевельник, крапива, чеснок, лук, алоэ и др.

Дезинфекцию проводят с помощью ветеринарной дезинфекционной машины ВДМ-2; автомобильно-дезинфекционного агрегата АДА; дезинфекционных установок ЛОД, ДУК, УДС, УДП и АСД-4; гидропульта «Костыль»; аэрозольных насадок ПВАН, ТАН.

**Д е р а т и з а ц и я.** Это комплекс мероприятий, направленных на борьбу с вредными для человека и животных мышевидными грызунами, представляющими опасность в эпизоотологическом (эпидемиологическом) отношении.

Дератизация складывается из профилактических и истребительных мероприятий. Грызунов истребляют с помощью химических, механических и биологических средств.

Из химических средств наиболее приемлемы зоокумарин в дозе  $60 \text{ мг/кг}$  массы крысы, пенокумарин в аэрозольной упаковке, содержащий 2 % натриевой соли зоокумарина, фентолацин в дозе  $4-5 \text{ мг/кг}$ , монофторин в дозе  $15 \text{ мг/кг}$ , фосфид цинка в дозе  $75-100 \text{ мг/кг}$ , дифенацин 3%-ной концентрации в дозе  $0,03-0,05 \text{ мг/кг}$  при трехкратном его скармливании.

На животноводческих комплексах и фермах промышленного типа фосфид цинка можно применять только в исключительных случаях, когда нет других химических средств борьбы с грызунами.

Применение химических средств в виде пищевых отравленных приманок — наиболее простой и весьма эффективный способ истребления грызунов. Для приманок используют хлеб, каши, вареный картофель, мясной и рыбный фарш, т. е. корма, содержащие достаточное количество влаги.

Из механических средств используют ловушки различного рода, но они малоэффективны при борьбе с грызунами в животноводческих хозяйствах.

Биологические средства в отличие от острых ядов не вызывают у грызунов защитно-оборонительных реакций и хорошо ими поедаются даже при массовом заболевании грызунов. Основным препаратом — бактокумарин — содержит живые бактерии тифа грызунов и натриевую соль зоокумарина на зерновой питательной среде. После скармливания 1—2 г бактокумарина крысам и 0,1—0,2 г мышам гибель их наступает на 4—10-е сутки. Биологические методы борьбы редко применяют, поскольку велика опасность отравления (заражения) людей и животных.

Все трупы грызунов собирают и сжигают.

**Дезодорация.** Это искусственное устранение или ослабление неприятного запаха, образующегося в результате гнилостного разложения органических субстратов.

Дезодорация животноводческих помещений позволяет уменьшить концентрацию вредных веществ в воздухе, что способствует профилактике болезней животных, улучшает условия работы обслуживающего персонала, снижает загрязненность воздушной среды на территории фермы, тем самым предохраняя окружающую среду от загрязнения.

Борьба с загрязнением воздуха в помещениях для животных достигается своевременной уборкой навоза, нормальной работой систем канализации и навозоудаления, вентиляцией воздуха с применением химических и физических средств.

Качественная уборка помещений от навоза и дезинфекция в период профилактического перерыва позволяют в определенной степени сохранить дезодорирующий эффект дезинфицирующих средств.

Для дезодорации из химических средств используют: 2%-ный раствор пероксида водорода, подкисленный 0,1%-ным раствором молочной кислоты из расчета 1 л/м<sup>2</sup>, экспозиция 3 ч; 3%-ный раствор надуксусной кислоты из расчета 150—200 мл/м<sup>2</sup>, экспозиция 1 ч; 0,3—0,5%-ный глутаровый альдегид из расчета 150—200 мл/м<sup>2</sup>, экспозиция 1 ч; 2%-ный раствор перманганата калия из расчета 150—200 мл/м<sup>2</sup>, экспозиция 1 ч; 2%-ный раствор медного купороса из расчета 150—200 мл/м<sup>2</sup>, экспозиция 1 ч. Обрабатывают помещения, как правило, с помощью гидропульта.

К физическим средствам относят различные адсорбенты, применяемые в качестве подстилки для животных (вермикулит и др.), которые в той или иной степени поглощают неприятные запахи; ультрафиолетовое облучение с помощью ламп типа ДРТ и облучателей ОРК-2, ОРКШ и др.; озонирование воздуха и др.

**Дезинсекция.** Это мероприятие по уничтожению вредоносных членистоногих (вшей, блох, клещей, мух, комаров, слепней и др.) во внешней среде.

Дезинсекцию подразделяют на предупредительную (профилактическую) и истребительную. Профилактическую дезинсекцию помещений и территории фермы, направленную на предупреждение развития и распространения насекомых, проводят планоно, как правило, весной, с наступлением устойчивой теплой погоды (от 10 °С и выше), т. е. в период наибольшей активизации жизнедеятельности насекомых. Обычно профилактическую дезинсекцию совмещают с профилактической дезинфекцией или же непосредственно после нее, с учетом совместимости препаратов, а в дальнейшем (после весенней) — по мере необходимости в зависимости от санитарного состояния помещений и эффективности химических средств.

Для истребления насекомых используют механические, химические и физические методы борьбы.

Механические методы включают очистку помещений и территории, чистку кожного покрова животных, применение липких лент и ловушек для отлова насекомых.

Химический метод предусматривает применение различных химических средств — инсектицидов: 0,5—1%-ный водный раствор хлорофоса из расчета 50—150 мл/м<sup>2</sup>; 0,5%-ная водная эмульсия трихлорметафоса-3 из расчета 50—150 мл/м<sup>2</sup>; 0,2%-ная водная эмульсия ДДВФ, или диброма; 0,25—0,5%-ная эмульсия циодрина; 0,25%-ная эмульсия неопида; 0,5—1%-ная эмульсия байтекса, байгона или тролена из расчета 50—150 мл/м<sup>2</sup> и др.

Для уничтожения личинок мух и предупреждения их вывоза навоз и мусор обрабатывают 0,1%-ной эмульсией трихлорметафоса-3; 20%-ной водной эмульсией нафтилизола, лизола или креолина. Все эти препараты применяют из расчета 4 л/м<sup>2</sup>.

Газовая дезинсекция обеспечивает проникновение фумиганта во все труднодоступные места животноводческого помещения (настилы, вентиляционные каналы и т. п.), в результате часто достигается 100%-ная гибель насекомых. Для газовой дезинсекции используют бромистый метил, формальдегид, сернистый ангидрид.

Рекомендован к применению ряд следующих препаратов: фосфамид в виде 0,1—1%-ной водной эмульсии (100—200 мл/м<sup>2</sup>); 0,25—0,5%-ная водная эмульсия севина (100—200 мл/м<sup>2</sup>); растворы метилацетофоса, ацетофоса, гептахлора. Эти препараты высокоэффективны в борьбе с насекомыми и малотоксичны для человека.

Аэрозольные шашки используют для уничтожения членистоногих в природных условиях. Эти шашки содержат инсектицид и пи-

рогенную смесь, при сжигании которой образуются высокодисперсные аэрозоли в результате возгонки препарата.

Из физических методов используют огонь, влажный горячий воздух, водяной пар.

Меры личной безопасности при проведении санации помещений. Операторы, выполняющие работы по санации животноводческих помещений, должны быть проинструктированы ветеринарными или зоотехническими специалистами, иметь комплект спецодежды (респираторы, противогазы, резиновые перчатки, защитные очки). Курить и принимать пищу во время работы запрещается. После работы лицо и руки тщательно моют теплой водой с мылом (желательно принять душ), а дезустановку и посуду промывают водой.

При работе с ультрафиолетовыми облучателями обслуживающий персонал должен обязательно надеть очки из синего дымчатого стекла. И даже в этом случае смотреть на включенные лампы не рекомендуется.

## **З а н я т и е 8**

### **САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ФЕРМЫ (КОМПЛЕКСА)**

**Цель занятия.** Ознакомиться с основными положениями комплексного обследования хозяйства.

**Содержание занятия.** Занятие проводят в животноводческом хозяйстве. Проведение обследования хозяйства должно быть направлено на практическое закрепление студентами знаний и навыков, полученных в процессе прохождения курса; расширение их профессионального кругозора; понимание особой роли зоогигиенических и ветеринарно-санитарных мероприятий в работе ветеринарного врача.

Предлагаемый план обследования фермы (комплекса):

1. Название хозяйства, его специализация.
2. Краткая характеристика природных условий (климат, рельеф, почва, водоемы).
3. Основной состав поголовья, возраст, продуктивность, способ содержания животных.
4. Месторасположение фермы (расстояние от других ферм, населенного пункта, ветеринарных построек, дорог, пастбищ и др.).
5. Характеристика участка фермы (площадь, почва, рельеф, уровень грунтовых вод, направление господствующих ветров).
6. Организация пастбищного, пастбищно-лагерного и стойлового содержания животных.
7. Наличие навозохранилищ и очистных сооружений (технология их эксплуатации).
8. Номер типового проекта.
9. Наличие проектной документации.

10. Год сдачи объекта.
11. Размер санитарно-защитной зоны для данного животноводческого (птицеводческого) предприятия.
12. Размер санитарного разрыва по отношению к животноводческим (птицеводческим) зданиям других хозяйств.
13. Размещение построек фермы (генплан).
14. Размеры помещения:
  - а) площадь;
  - б) объем.
15. Стойла (станки, групповые клетки, боксы и др.):
  - а) площадь;
  - б) строительный материал;
  - в) санитарное состояние.
16. Кормушки:
  - а) размер;
  - б) строительный материал;
  - в) санитарное состояние.
17. Поилки:
  - а) тип поилок;
  - б) санитарное состояние.
18. Проходы в помещении (навозные, кормовые, кормо-навозные, эвакуационные):
  - а) размеры;
  - б) строительный материал;
  - в) санитарное состояние.
19. Тип привязи.
20. Система вентиляции:
  - а) механическая или естественная приточно-вытяжная;
  - б) площадь сечения вытяжных труб и их число;
  - в) площадь сечения приточных каналов и их число;
  - г) наличие калориферов;
  - д) расположение элементов вентиляционного оборудования в помещении;
  - е) санитарное состояние вентиляционных сооружений.
21. Освещенность:
  - а) число окон;
  - б) размеры оконных рам;
  - в) остекление (одинарное или двойное);
  - г) площадь остекления всех оконных рам;
  - д) световой коэффициент (СК);
  - е) высота расположения окон над полом;
  - ж) искусственные источники инфракрасного излучения, их назначение;
  - з) искусственные источники ультрафиолетового облучения, их назначение;
  - и) санитарное состояние источников освещения и облучения.
22. Ворота (двери):

- а) число ворот (дверей);
  - б) размеры.
23. Наличие тамбуров.
24. Наличие чердачного помещения.
25. Система удаления навоза:
- а) мобильные средства удаления навоза;
  - б) стационарные средства удаления навоза;
  - в) другие системы удаления навоза;
  - г) санитарное состояние системы навозоудаления.
26. Способы хранения навоза.
27. Способы обеззараживания навоза.
28. Утилизация навоза (помета).
29. Дезинфекция, дезинсекция, дератизация, борьба с бродячими животными (кем выполняется, качество работы, регулярность проведения, наличие отчетных документов).
30. Укомплектованность обслуживающим персоналом и ветеринарными специалистами:
- а) по штатному расписанию;
  - б) фактически.
31. Организация зооветеринарной учебы работников фермы.
32. Организация санитарного дня на ферме (комплексе).
33. Роль ветеринарной службы в проведении санитарного дня.
34. Определение и оценка микроклимата помещений:
- а) температура воздуха;
  - б) относительная влажность воздуха;
  - в) скорость движения воздуха;
  - г) естественная освещенность;
  - д) искусственная освещенность;
  - е) концентрация вредных газов (аммиака, диоксида углерода, сероводорода, оксида углерода).
35. Заключение по обследованию помещений фермы (комплекса).
36. Предложения и рекомендации по устранению недостатков на ферме (комплексе) и улучшению ее ветеринарно-санитарного состояния.

## Раздел VI

# КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ)



В процессе изучения предмета «Гигиена животных» (зооигиена) учебными планами и программами для студентов ветеринарных и зооинженерных факультетов предусмотрено выполнение курсовых проектов (работ).

Методика их выполнения может быть различна, что во многом зависит от конкретных условий деятельности вуза и кафедры, наличия оборудования, подготовленности преподавателей, возможности привязки проекта к натуральным условиям и т. д.

Кафедрой могут быть рекомендованы студентам несколько вариантов курсовых проектов (работ): а) фрагмент научно-исследовательской работы, проводимой преподавателями, научными сотрудниками научно-исследовательского института и аспирантами кафедры; б) реферативное обобщение банка литературных данных, включая патентный поиск с анализом материалов по одному из вопросов гигиены содержания животных как основы профилактики их заболеваемости, а также связанных с этим экологических проблем; в) разработка проектов малых и больших ферм, а также предложения по реконструкции эксплуатируемых ферм, помещений и отдельных объектов, санитарно-гигиенических систем и технологических процессов.

Наиболее приемлем для выполнения курсового проекта последний из вышеперечисленных вариантов. Исходя из этого, студент уже на первом занятии по зооигиене по собственному желанию выбирает объект на проектирование (реконструкцию) отдельной фермы (семейной, коллективной и т. д.). В проекте студент должен обосновать и разработать оптимальные условия содержания животных, микроклимата помещения (температурного, влажностного, светового, газового режимов и т. д.), сделать расчеты по изучаемым параметрам гигиены для выбранной производственной группы животных. Это домашнее задание студент выполняет в тетради, которая является черновиком для написания курсового проекта.

Таким образом, работая над домашним заданием по выполнению курсового проекта, студент самостоятельно изучает и вопросы частной зооигиены. Для обработки цифрового материала можно использовать специальные компьютерные программы и технические средства.

Рекомендуемый план для выполнения курсового проекта (работы).



1. Задание на проектирование (реконструкцию) фермы (утверждает преподаватель).

2. Ветеринарно-гигиеническое и хозяйственно-экономическое обоснование отдельных параметров при строительстве, реконструкции и эксплуатации помещений для животных (аналитический отбор литературы и нормативных данных по каждому разделу, включая расчеты, схемы и т. д.).

2.1. Ветеринарно-гигиенические требования к оценке территории ферм.

2.2. Генеральный план (схема) и основные требования к нему.

2.3. Ветеринарно-санитарные разрывы и благоустройство территории фермы.

2.4. Внутреннее оборудование помещения (схема помещения и размещения в нем животных и др.).

2.5. Ветеринарно-гигиеническое обоснование показателей микроклимата: температуры, влажности, скорости движения воздуха, пылевой и микробной загрязненности, наличия вредно действующих газов, шума и пр.

2.6. Обоснование естественной и искусственной освещенности. Расчет светового коэффициента: число и расположение оконных проемов, электроламп (схема), источники и режимы УФ-излучения и ИК-облучения.

2.7. Обоснование и расчет воздухообмена по влажности воздуха или диоксиду углерода. Схема расположения вытяжных труб и приточных каналов, их размеры и число.

2.8. Обоснование и расчет теплового баланса.

2.9. Ветеринарно-санитарные требования к уборке, хранению, обеззараживанию и утилизации навоза. Расчет выхода навоза (за сутки, период содержания, год). Устройство навозохранилища (расчет площади и схема). Наличие других ветеринарно-санитарных объектов.

2.10. Ветеринарно-санитарные требования к качеству воды, гигиена поения. Расчет потребности животных в воде.

2.11. Ветеринарно-санитарные требования к качеству кормов. Потребность животных в кормах (суточная, за месяц, стойловый и пастбищный периоды, год). Режимы и правила кормления. Оценка качества кормов.

3. Проведение природоохранных мероприятий при строительстве и эксплуатации фермы.

4. Заключение.

5. Приложение (чертежи, графики, табличный материал, иллюстрации).

6. Список использованной литературы.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## 1. Параметры воздуха в помещениях для содержания животных (зимний период)

Вид и группа животных	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения, м/с
<i>Крупный рогатый скот</i>			
Молодняк старше года, коровы, нетели (привязное, беспривязно-боксовое содержание)	8—12	40—85	0,3—0,5
Телята:			
новорожденные (родильное отделение)	14—18	40—85	0,3—0,5
1—4 мес	12—18	40—75	0,1—0,5
4—12 мес	8—16	40—75	0,3—1,0
<i>Свиньи</i>			
Холостые и супоросные матки, хряки	14—16	40—80	0,3—1,0
Поросята-сосуны и поросята-отъемыши	18—22	40—80	0,1—0,6
Откормочное поголовье	12—19	40—80	0,3—1,0
<i>Овцы</i>			
Бараны, матки, молодняк после отбивки, валухи	4—6	50—85	0,3—1,0
Новорожденные (родильное отделение)	12—16	50—75	0,1—0,5
<i>Лошади</i>			
Взрослые животные	4—6	40—85	0,3—1,0
Молодняк	6—10	40—85	0,1—0,5
<i>Кролики</i>			
Самцы, самки	10—14	40—75	0,3—0,5
Молодняк	16	40—75	0,1—0,3
<i>Птица</i>			
Взрослые куры	16—18	60—75	0,1—0,5
Молодняк в возрасте, сут:			
1—30	35—22	60—75	0,1—0,5
31—60	20—18	60—75	0,1—0,5
60—150	16—18	60—75	0,1—0,5

## 2. 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
<i>Крупный рогатый скот</i>				
Коровы, нетели (привязное и беспривязное содержание), молодняк на доращивании	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
<i>Свиньи</i>				
Холостые и супоросные матки, хряки	0,5—1,2	1:10	75	20
Ремонтный молодняк, поросята на доращивании	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	0,35—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 содержа- нии (на уровне пола)	0,7	1:10—1:12	75	30
при клеточном содержа- нии (по фронту корм- ления)	0,7	1:10	70	30
Бройлеры	0,35	1:20	20	75
Молодняк	1	1:8—1:10	6—20	75

Примечание. При доении коров в стойлах необходимо обеспечить освещенность в зоне доения на уровне 150 лк.

### 3. Максимально допустимые уровни содержания вредных газов в воздухе животноводческих помещений (зимний период)

Помещение для животных разных видов и групп	CO <sub>2</sub> , %	NH <sub>3</sub> , мг/м <sup>3</sup>	H <sub>2</sub> S, мг/м <sup>3</sup>	CO, 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	0,25	15	5	2
для молодняка (от 1 до 150 сут)	0,20	10	5	2

### 4. Нормы выделения животными теплоты, вредных газов и водяных паров

Группа животных	Живая масса, кг	Теплота, кДж/ч		Водяные пары, г/ч	Диоксид углерода, м <sup>3</sup> /ч	
		общая	свободная			
<i>Крупный рогатый скот</i>						
Коровы стельные сухостойные и нетели за 2 мес до отела	300	2789	2008	319	120	
	400	3318	2390	380	141	
	600	4276	3079	489	153	
	800	5023	3616	574	214	
Коровы лактирующие при уровне лактации, кг:	5	300	2764	1991	316	118
		400	3297	2373	377	141
		500	3570	2528	408	152
		600	4272	3053	485	181
	10	300	2974	2142	340	127
		400	3532	2541	404	141
		500	3977	2864	455	152
		600	4414	1919	505	189
	15	300	3431	2469	392	147
		400	4007	2885	458	171
		500	4435	3192	507	185
		600	4801	3457	549	191
	Волы на откорме	400	4305	3100	493	184
		600	5237	3772	599	224
		800	6258	4507	715	267
		1000	7405	5330	846	316
Телята в возрасте, мес:	до 1	30	462	332	53	19
		40	651	470	74	27
		50	802	575	92	34
		80	1180	848	135	50

Группа животных	Живая масса, кг	Теплота, кДж/ч		Водяные пары, г/ч	Диоксид углерода, м <sup>3</sup> /ч
		общая	свободная		
от 1 до 3	40	680	491	78	28
	60	991	714	113	42
	100	1554	1117	177	66
	130	1764	1268	202	75
от 3 до 4	90	1147	823	131	49
	120	1705	1226	195	73
	150	1764	1268	202	75
	200	2491	1672	265	106
Молодняк от 4 мес и старше	120	1487	1071	170	63
	180	1890	1361	216	80
	250	2289	1646	261	98
	350	3007	2163	344	128
<i>Свины</i>					
Хряки-производители	100	1239	890	142	52
	200	1701	1226	194	73
	300	2171	1562	250	93
Матки холостые супоросные	100	1021	735	117	43
	150	1180	848	135	50
	200	1357	979	156	57
Матки тяжелосупоросные (за 7—10 сут до опороса)	100	1210	874	139	51
	150	1484	1025	164	61
	200	1613	1159	180	69
Матки подсосные с поросятами	100	2453	1764	282	105
	150	2790	2016	320	120
	200	3226	2331	370	138
Поросята до 2-месячного возраста	7	262	189	30	10
	10	364	262	41	15
	15	462	332	53	19
Поросята-отъемыши	20	506	364	59	21
	30	607	437	69	26
	40	709	512	81	30
Ремонтный и откормочный молодняк	50	777	559	89	33
	60	932	676	107	39
	80	1084	777	124	46
	90	1147	823	132	49
	100	1205	865	138	51
	110	1268	911	145	54
Взрослые свиньи на откорме	120	1319	949	151	56
	100	1331	958	153	57
	200	1764	1268	202	75
	300	2323	1672	267	99
<i>Овцы</i>					
Бараны-производители и пробники	50	710	512	79	30
	80	932	672	104	39
	100	1042	748	116	44
Матки холостые	40	525	378	59	22
	50	609	437	69	26
	60	693	500	77	30
Матки суягные	40	622	449	69	26
	50	710	517	79	30
	60	777	559	87	33

Группа животных	Живая масса, кг	Теплота, кДж/ч		Водяные пары, г/ч	Диоксид углерода, м <sup>3</sup> /ч
		общая	свободная		
Матки подсосные	40	655	470	74	27
	50	777	559	87	33
	60	865	621	97	37
Ягнята	5	168	122	18	7
	10	252	181	28	10
	20	403	290	45	16
	30	512	370	57	21

### 5. Нормы выделения птицей теплоты, вредных газов и водяных паров

Вид птицы	Живая масса, кг	Нормы выделения на 1 кг живой массы			
		теплоты, кДж/ч		диоксида углерода, м <sup>3</sup> /ч	водяных паров, г/ч
		общей	свободной		

#### *Взрослая птица*

Куры яичных пород:					
при содержании в клетках	1,5—1,7	41,16	28,56	2,0	5,1
при напольном содержании	1,5—1,7	47,46	33,18	2,6	5,8
Куры мясных пород	2,5—3	43,26	30,24	2,2	5,2
Индейки	6,8	40,32	28,14	2,0	5,0
Утки	3,5	28,98	20,16	1,44	3,6

#### *Молодняк*

Молодняк кур яичных пород в возрасте, сут:					
от 1 до 10	0,06	65,62	56,7	2,8	3,5
от 11 до 30	0,25	53,3	36,9	2,6	6,6
от 31 до 60	0,60	44,1	31,1	2,3	5,4
от 61 до 150	1,30	40,7	28,6	2,0	5,0
от 151 до 180	1,60	38,6	26,9	1,9	4,8
Молодняк кур мясных пород в возрасте, сут:					
от 1 до 10	0,08	63,0	54,2	2,6	4,0
от 11 до 30	0,35	49,56	34	2,4	6,3
от 31 до 60	1,20	43,7	30,2	2,2	5,4
от 61 до 150	1,80	44,0	28,1	2,0	5,0
от 151 до 210	2,50	37,04	25,2	1,9	4,8
Молодняк индеек в возрасте, сут:					
от 1 до 10	0,1	54,6	44,1	2,4	4,2
от 11 до 30	0,6	51,24	35,3	2,5	6,6
от 31 до 120	4,0	38,72	26,88	1,9	4,8
от 121 до 180	6,0	36,41	25,2	1,8	4,5
Утки в возрасте, сут:					
от 1 до 10	0,3	84,25	58,8	4,2	10,5
от 11 до 30	1,0	60,9	42,42	3,0	7,5
от 31 до 55	2,2	28,98	20,16	1,44	3,6
от 56 до 180	3,0	23,9	16,8	1,2	3,0

**6. Поправочный коэффициент для определения теплоты и водяных паров, выделяемых птицей, в зависимости от температуры воздуха**

Температура воздуха, °С	Коэффициент для определения	
	свободной теплоты	водяных паров
4	1,15	0,85
8	1,10	0,90
12	1,05	0,90
16	1,00	1,00
20	0,95	1,05
24	0,92	1,08
28	0,90	1,10
32	0,85	1,25
35	0,80	1,30

**7. Поправочный коэффициент для определения теплоты и водяных паров, выделяемых животными, в зависимости от температуры воздуха**

Температура воздуха, °С	Коэффициент для определения		
	общей теплоты	свободной теплоты	водяных паров
<i>Крупный рогатый скот</i>			
-10	1,31	1,59	0,61
-5	1,19	1,43	0,67
0	1,08	1,21	0,76
5	1,05	1,12	0,86
10	1,00	1,00	1,00
15	0,96	0,85	1,24
20	0,93	0,63	1,70
25	0,89	0,30	2,40
30	0,92	0,11	3,00
<i>Свиньи</i>			
-5	1,34	1,59	0,72
0	1,14	1,25	0,85
5	1,06	1,08	0,98
10	1,00	1,08	1,00
15	0,94	0,86	1,13
20	0,90	0,67	1,50
25	0,86	0,42	2,00
30	0,87	0,24	2,50
<i>Овцы</i>			
0	1,12	1,25	0,80
5	1,05	1,08	0,96
10	1,00	1,00	1,00
15	0,96	0,80	1,20
20	0,88	0,60	1,50
25	0,84	0,40	2,00

**8. Значения надбавок (к количеству водяных паров, выделенных животным) на испарение влаги с пола, из кормушек, поилок, со стен и перегородок, %**

Условия	Коровники, телятники, помещения для откорма	Свинарники-маточники и откормочники
Удовлетворительный санитарный режим, исправно действующая канализация, регулярная уборка навоза, применение торфяной подстилки в достаточном количестве	10	9
Те же условия, но при соломенной подстилке	10	12
Условия содержания удовлетворительные. Уборка навоза 2—3 раза в сутки. Применение недостаточных количеств подстилки	15	20
Те же условия, но при отсутствии подстилки (бесподстилочное содержание)	25	30

**9. Метеорологические данные по некоторым пунктам России (по СНиП)**

Наименование пунктов	Среднемесячная температура воздуха, °С		Средняя абсолютная влажность воздуха (по месяцам), г/м <sup>3</sup>		
	самого холодного месяца	самого жаркого месяца	январь	март	ноябрь
Архангельск	-12,5	15,6	1,95	2,50	3,40
Астрахань	-6,8	25,3	2,70	3,70	4,60
Барнаул	-17,7	19,7	1,10	2,00	2,25
Благовещенск	-24,3	21,4	0,60	1,65	1,50
Братск	-23,6	18,2	0,75	1,50	1,60
Брянск	-8,5	18,4	2,50	3,10	4,00
Великие Луки	-8,2	17,2	2,60	3,00	4,20
Владивосток	-14,4	20,0	1,10	2,50	3,00
Владикавказ	-5,0	19,7	2,90	4,00	4,80
Владимир	-11,4	18,1	2,30	2,70	3,50
Волгоград	-9,2	24,2	2,25	3,40	4,00
Вологда	-11,7	17,1	1,90	2,30	3,30
Воркута	-20,3	11,7	1,10	1,30	1,80
Воронеж	-9,3	19,9	2,25	3,00	3,80
Грозный	-3,6	23,8	3,15	4,50	5,60
Енисейск	-22,0	18,4	0,90	1,60	1,05
Иваново	-11,8	17,4	1,95	2,55	3,40
Иркутск	-20,9	17,6	0,80	1,20	1,90
Казань	-13,5	19,0	1,65	2,30	3,15
Калининград	-3,4	17,4	3,45	3,70	5,20
Калуга	-10,0	17,6	2,20	2,35	3,70
Вятка	-14,2	17,8	1,65	2,80	2,90
Комсомольск-на-Амуре	-25,6	19,9	0,50	1,65	1,80
Краснодар	-1,8	23,2	5,25	4,50	5,40
Курск	-8,6	19,3	2,50	3,20	4,05



Наименование пунктов	Среднемесячная температура воздуха, °С		Средняя абсолютная влажность воздуха (по месяцам), г/м <sup>3</sup>		
	самого холодного месяца	самого жаркого месяца	январь	март	ноябрь
Магадан	-21,0	12,6	0,80	1,10	1,40
Москва	-9,4	19,3	2,20	2,90	3,70
Мурманск	-10,0	22,4	1,90	2,25	3,30
Нижний Новгород	-12,0	18,1	1,95	3,55	3,30
Новгород	-8,6	17,3	2,50	2,70	4,10
Новосирийск	-2,6	23,7	4,70	5,00	6,80
Новосибирск	-19,0	18,7	1,05	1,90	2,10
Омск	-19,2	18,3	1,05	2,00	2,30
Оренбург	-14,8	21,9	1,50	2,50	2,75
Пенза	-12,1	19,8	1,90	2,60	3,30
Пермь	-15,1	18,1	1,50	2,20	2,60
Петрозаводск	-9,8	16,6	1,90	2,30	3,70
Ростов-на-Дону	-5,7	22,9	3,15	5,30	5,00
Рязань	-11,1	18,8	2,10	2,80	3,52
Самара	-13,8	20,7	1,65	2,60	3,15
Санкт-Петербург	-7,7	17,8	2,55	2,70	4,10
Саратов	-12,0	21,5	1,90	2,80	3,45
Смоленск	-8,6	17,6	2,40	3,00	4,00
Тамбов	-10,8	20,2	2,05	2,85	3,60
Тверь	-10,4	17,2	2,25	2,70	3,70
Тула	-10,1	18,4	2,18	2,90	3,70
Ульяновск	-13,8	19,6	1,75	2,40	3,20
Уфа	-14,1	19,3	1,60	2,25	2,60
Челябинск	-15,5	18,8	1,20	2,20	2,40
Чита	-26,6	18,8	0,50	1,31	1,35

Примечание.  $1 \text{ мб} \cdot 0,75 = 1 \text{ г/м}^3$ .

### 10. Скорость движения воздуха в вентиляционных вытяжных трубах, м/с

Разность температуры внутреннего и наружного воздуха, °С	Высота трубы, м						
	4	5	6	7	8	9	10
6	0,64	0,73	0,80	0,87	0,92	0,98	1,03
8	0,76	0,84	0,93	1,00	1,07	1,14	1,20
10	0,85	0,95	1,05	1,12	1,20	1,28	1,34
12	0,93	1,05	1,15	1,24	1,32	1,40	1,48
14	1,01	1,13	1,24	1,34	1,43	1,52	1,60
16	1,09	1,22	1,33	1,44	1,54	1,63	1,72
18	1,16	1,29	1,42	1,53	1,64	1,74	1,83
20	1,23	1,37	1,50	1,62	1,73	1,84	1,94
22	1,29	1,44	1,58	1,71	1,82	1,94	2,04
24	1,35	1,51	1,66	1,79	1,91	2,03	2,14
26	1,41	1,58	1,73	1,87	2,00	2,12	2,24
28	1,47	1,65	1,80	1,95	2,08	2,21	2,33

Разность температуры внутреннего и наруж- ного воздуха, °С	Высота трубы, м						
	4	5	6	7	8	9	10
30	1,53	1,71	1,87	2,02	2,16	2,30	2,42
32	1,59	1,77	1,94	2,10	2,24	2,38	2,51
34	1,64	1,84	2,01	2,17	2,32	2,46	2,60
36	1,69	1,90	2,08	2,24	2,40	2,54	2,68
38	1,75	1,96	2,14	2,32	2,47	2,62	2,77
40	1,80	2,02	2,21	2,39	2,55	2,70	2,85

### 11. Количество мочи и фекалий от одного животного в сутки

Вид и группа животных	Моча, л	Фекалии, кг
<i>Крупный рогатый скот</i>		
Коровы:		
при привязном содержании	20	35
при беспривязном содержании	20	50
Быки-производители (при привязном содержании)	10	30
Нетели:		
при привязном содержании	7	20
при беспривязном содержании	7	25
Молодняк:		
при привязном содержании	6	12
при беспривязном содержании	4	15
<i>Свиньи</i>		
Супоросные и холостые матки	8	8
Подсосные матки с поросятами	10	15
Ремонтный молодняк	2,5	5
Поросята-отъемыши	0,8	2,5—3,5
Взрослые свиньи на откорме	4,0	6,5
Откормочное поголовье	2,5	5,0
<i>Овцы</i>		
Взрослые	1	4
Молодняк после отбивки	0,5	2
<i>Лошади</i>		
Взрослые	10—12	20
Молодняк	6—8	10—15
Жеребята	4	8

## 12. Нормы расхода подстилки, кг на голову в сутки

Вид и группа животных	Солома	Торф сфагновый	Опилки (стружка)
<i>Крупный рогатый скот</i>			
Коровы молочных и молочно-мясных пород:			
при боксовом (привязном) содержании	0,5—1,5	6—10	3—4
при беспривязном содержании на глубокой подстилке	5	10	—
Откормочное поголовье при боксовом и привязном содержании	1	3	3—4
Молодняк на всех фермах при беспривязном и привязном содержании	3	8	—
Телята в индивидуальных клетках	1,5	1	8
<i>Свиньи</i>			
Хряки-производители	1,5	3—5	3
Матки супоросные и холостые	1	4—6	2,5—3
Матки подсосные	2	—	—
Отъемыши (от отъема до 4 мес)	18	6	—
Ремонтный молодняк	0,25	—	3
Откормочное поголовье	6,2	—	3
<i>Овцы</i>			
	0,3—0,5	—	—
<i>Лошади</i>			
Рабочие	2	6—8	2—3
Племенные и спортивные	3	8—10	4—5
<i>Птица</i>			
Куры взрослые на глубокой подстилке	—	0,025—0,04	6—8
Цыплята в возрасте 1—26 нед	—	1	1,5

**П р и м е ч а н и е.** Нормы расхода подстилки для крупного рогатого скота при беспривязном содержании на глубокой подстилке в районах с расчетной наружной температурой воздуха 20 °С и выше допускается уменьшать не более чем на 20 %. Слой слежавшейся за год несменяемой подстилки должен быть не толще 1 м.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Введение</i> .....	3
<b>Раздел I. Исследование воздушной среды</b> .....	5
Занятие 1. Определение температуры воздуха .....	5
Занятие 2. Определение атмосферного давления .....	9
Занятие 3. Определение влажности воздуха .....	11
Занятие 4. Определение подвижности и охлаждающей способности воздуха .....	17
Занятие 5. Определение освещенности помещений (фотометрия) и интенсивности инфракрасного облучения и ультрафиолето- вого излучения .....	22
Занятие 6. Определение уровня шума .....	25
Занятие 7. Определение концентрации аэроионов .....	26
Занятие 8. Определение запыленности воздуха .....	27
Занятие 9. Санитарно-микробиологическое исследование воздуха .....	28
Занятие 10. Определение диоксида углерода (углекислого газа) в воздухе .....	30
Занятие 11. Определение оксида углерода (угарного газа) в воздухе .....	34
Занятие 12. Определение аммиака в воздухе .....	36
Занятие 13. Определение окислов азота и азотной кислоты в воздухе .....	38
Занятие 14. Определение сероводорода в воздухе .....	40
Занятие 15. Определение озона в воздухе .....	41
Занятие 16. Определение вредных газов в воздухе с помощью универ- сального газоанализатора УГ-2 .....	42
Занятие 17. Мониторинг за микроклиматом и его комплексная оценка .....	44
<b>Раздел II. Исследование почвы</b> .....	47
Занятие 1. Исследование механического состава и физических свойств почвы .....	47
Занятие 2. Исследование химического состава и биологических свойств почвы .....	50
<b>Раздел III. Исследование воды</b> .....	54
Занятие 1. Обследование водоисточников, отбор проб воды .....	54
Занятие 2. Исследование физических и органолептических свойств воды .....	56
Занятие 3. Определение общей токсичности воды .....	64
Занятие 4. Определение окисляемости воды .....	65
Занятие 5. Определение растворенного в воде кислорода .....	68
Занятие 6. Определение биохимического потребления кислорода воды (БПК) .....	70
Занятие 7. Определение хлоридов в воде .....	70
Занятие 8. Определение сульфатов в воде .....	72
Занятие 9. Определение сероводорода в воде .....	73
Занятие 10. Определение аммонийного и альбуминоидного азота в воде .....	75
Занятие 11. Определение нитритов в воде .....	78
Занятие 12. Определение нитратов в воде .....	80
Занятие 13. Определение полифосфатов в воде .....	81
Занятие 14. Определение общего железа в воде .....	83
Занятие 15. Определение свободного диоксида углерода в воде .....	84

Занятие 16. Определение щелочности воды .....	85
Занятие 17. Определение жесткости воды .....	86
Занятие 18. Определение эффективности обеззараживания воды хлорной известью .....	89
Занятие 19. Ветеринарно-санитарные исследования воды .....	91
Заключительное занятие .....	94
<b>Раздел IV. Исследование кормов .....</b>	<b>97</b>
Занятие 1. Отбор проб и органолептический анализ кормов .....	97
Занятие 2. Исследование кормов на безвредность .....	99
Занятие 3. Анализ кормов на зараженность гельминтами и амбарными вредителями .....	102
Занятие 4. Микробиологический анализ кормов .....	104
Занятие 5. Микологический анализ кормов .....	109
Занятие 6. Определение токсичности кормов и культур грибов .....	114
Занятие 7. Физико-химические и микробиологические методы выявления микотоксинов .....	121
Занятие 8. Определение головни и спорыньи в кормах .....	124
Занятие 9. Определение качества кормового зерна .....	127
Занятие 10. Определение качества комбикормов .....	132
Занятие 11. Определение качества мучнистых кормов .....	136
Занятие 12. Определение качества грубых кормов .....	139
Занятие 13. Определение качества сочных кормов .....	141
Занятие 14. Определение качества жмыхов, шротов и кормов животного происхождения .....	152
<b>Раздел V. Гигиена животноводческих помещений .....</b>	<b>161</b>
Занятие 1. Основы проектирования животноводческих помещений .....	161
Занятие 2. Расчет воздухообмена в помещении .....	167
Занятие 3. Расчет теплового баланса помещения .....	171
Занятие 4. Элементы канализации и способы навозоудаления .....	174
Занятие 5. Подстилочные материалы, расчет выхода навоза .....	178
Занятие 6. Хранение и методы обеззараживания навоза и помета .....	180
Занятие 7. Санация животноводческих помещений .....	184
Занятие 8. Санитарно-гигиеническое обследование фермы (комплекса) .....	188
<b>Раздел VI. Курсовое проектирование, рекомендации по выполнению курсовых проектов (работ) .....</b>	<b>191</b>
<i>Приложения</i> .....	193

Учебное издание

**Кузнецов Анатолий Федорович, Шуканов Александр Андреевич,  
Баланин Владимир Иванович, Мухина Нина Васильевна,  
Немилов Валерий Александрович, Сафронов Евгений Николаевич**

**ПРАКТИКУМ ПО ЗООГИГИЕНЕ**

Учебное пособие для высших учебных заведений

Художественный редактор *Н. Л. Минаева*  
Технические редакторы *В. А. Маланичева, Т. Я. Белобородова*  
Корректор *Е. В. Кудряшова*

Лицензия № 010159 от 06.03.97

Сдано в набор 07.12.98. Подписано в печать 23.02.99. Формат 60x88<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага  
офсетная № 1. Гарнитура Ньютон. Печать офсетная. Усл. п. л. 12. Изд. № 294.  
Тираж 1500 экз. Заказ № 271. «С» № 016.

Государственное унитарное предприятие  
ордена Трудового Красного Знамени  
издательство «Колос»  
107807, ГСП-6, Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Типография ОАО «Внешторгиздат»  
127576, Москва, Илимская, 7.

ISBN 5-10-003393-2



9 785100 033936

---

---

**В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ «КОЛОС»**  
*вы можете приобрести книги*  
*по животноводству и ветеринарии*

**Анатомия домашних животных**  
Под ред. проф. И. В. Хрустальной

Материал изложен по системам органов: анатомия скелета, связочного аппарата, мышц, кожного покрова и его производных, нервной, сердечно-сосудистой, иммунной и кроветворной систем, органов чувств и желез внутренней секреции. Приведены особенности анатомии птиц.

Цена 35 руб.

**Общая ветеринарная хирургия**  
Под ред. проф. А. В. Лебедева,  
доц. В. А. Лукьяновского,  
проф. Б. С. Семенова

Рассмотрены виды и профилактика травматизма животных, хирургическая инфекция, открытые и закрытые повреждения тканей и органов. Приведены этиология, патогенез, терапия хирургических болезней кожи, мышц и сухожилий, костей, суставов и других тканей. Отражены физические методы лечения и новокаиновая терапия хирургически больных животных.

Цена 55 руб.

**Паразитология и инвазионные болезни животных**  
Под ред. проф. М. Ш. Акбаева

Даны сведения по общей и частной паразитологии, рассматриваются вопросы гельминтологии, протозоологии, арахноэнтомологии. Описаны паразитарные болезни не только скота, но и собак, кошек, пушных зверей, оленей, птиц.

Цена 55 руб.

---

---

---

---

**Патологическая анатомия сельскохозяйственных животных**  
Под ред. проф. В. П. Ш и ш к о в а и проф. А. В. Ж а р о в а

Учебник состоит из двух разделов. В разделе «Общая патологическая анатомия» рассматриваются сущность и морфологические проявления патологических процессов. В разделе «Частная патологическая анатомия» описаны морфогенез, патоморфологические изменения и диагностика болезней органов систем организма, инфекционных, микозных, токсических и инвазионных болезней. Третье издание (второе вышло в 1980 г.) существенно переработано и дополнено.

Цена 60 руб.

**Практикум по ветеринарной вирусологии**  
Троценко Н. И., Белоусова Р. В.,  
Преображенская Э. А.

Изложены формы и методы лабораторных занятий по общей и частной вирусологии. Рассмотрены вопросы, имеющие значение при диагностике вирусных болезней животных, методы индикации и идентификации вирусов. Отражена специфика диагностики наиболее значимых вирусных болезней животных.

Цена 25 руб.

**Практикум по зоогигиене**  
Кузнецов А. Ф., Мозжерин В. И., Шуканов А. А.

Изложены методики проведения исследований воздушной среды, почвы, воды, кормов. Представлены материалы по гигиене помещений для содержания животных разных видов и расчету зоогигиенического оптимума при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Цена 30 руб.

---

---



---

---

## **Ветеринарное акушерство, гинекология и биотехника размножения**

Под ред. проф. В. Я. Никитина  
и проф. М. Г. Миряловова

Рассмотрены анатомия и физиология органов размножения, способы осеменения животных, физиология и патология беременности, родов и послеродового периода. Даны сведения по акушерской терапии, болезням молочной железы, гинекологии домашних животных. В отличие от шестого издания (вышло в 1986 г.) вновь написаны разделы по трансплантации зародышей, кистам яичников; внесены изменения и дополнения в большинство глав книги, в частности по физиологии размножения пушных зверей, импотенции производителей, профилактике бесплодия животных и т. д.

Цена 60 руб.

## **Фармакология**

Под ред. проф. В. Д. Соколова

Учебное пособие состоит из двух частей: общей и частной фармакологии. В общей части изложены закономерности, касающиеся фармакокинетики и фармакодинамики лекарственных средств, в частной — характеристика фармакологических групп и механизм их действия.

Цена 35 руб.

## **Частная ветеринарная хирургия**

Под ред. проф. Б. С. Семенова  
и проф. А. В. Лебедева

Приведены сведения по этиологии, патогенезу, клиническим признакам, специальным методам исследования, диагностике, особенностям лечения и профилактики хирургических болезней отдельных органов и тканей животных.

Цена 40 руб.

---

---

