



ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа №1. Правила взятия проб воды для исследования. Топографическая оценка водоемисточников

Для полного химического анализа пробы воды отбирают в бутылки емкостью 5 л, для сокращенного анализа – в бутылки емкостью 2 л. Бутылки должны быть чисто вымыты и ополоснуты дистиллированной водой.

Место взятия пробы определяют в зависимости от характера источника и цели исследования. При взятии пробы воды из водопроводного крана, колодезного насоса или артезианской скважины воду предварительно спускают или откачивают в течение 10 – 15 мин.

Из грунтовых колодцев и родников желательно производить две выемки проб: одну – рано утром, до начала расходования воды, а вторую – вечером, по окончании расходования.

Пробы воды из открытых водоемов берут с глубины 0,5 – 1,0 м в некотором отдалении от берега (1 – 2 м). При отсутствии батометра пробы воды отбирают бутылкой. Бутылку вставляют в тяжелую оправу или подвешивают к ней груз. К пробке бутылки прикрепляют шнур. Пробы воды с небольшой глубины берут при помощи шеста, к которому прикреплена бутылка. Помещают бутылку на намеченной глубине. Пользуясь шнуром, прикрепленным к пробке, вынимают ее. Во всех случаях отбора проб бутылку не менее двух раз ополаскивают водой, подлежащей исследованию. Бутылку заполняют водой доверху, после чего верхний слой ее сливают с таким расчетом, чтобы под пробкой остался только небольшой слой воздуха. При отборе пробы воды составляют сопроводительный документ, копию которого потом прилагают к анализу. В сопроводительном документе должны содержаться следующие сведения:

1. Наименование водоемисточника и его местонахождение;
2. Дата выемки пробы (год, месяц, число и час);
3. Место и точка взятия пробы. Если берут пробу воды из открытого водоема, в сопроводительном документе необходимо указать расстояние от берега и глубину, с которой взята проба воды (расстояние от поверхности воды и от дна водоема);
4. При отборе проб воды из колодцев, скважин и открытых водоемов указывают метеорологические условия: температуру воздуха, наличие осадков (в день отбора пробы и предшествующие 10 дней), силу и направление ветра, температуру воды при отборе пробы;
5. Особые условия, которые могут оказать влияние на качество воды;
6. Цель исследования воды;
7. Место работы, должность и подпись лица, производившего отбор пробы.

В том случае, когда пробы воды могут быть доставлены в лабораторию не ранее 5 ч с момента отбора, следует предохранить их от нагревания или замерзания. Пробы упаковывают в ящик или корзину (желательно с войлочной прокладкой). В случае невозможности исследования воды в день отбора проб их хранят в холодильнике. Предельно допустимый срок хранения для чистой воды – 72 ч, для малозагрязненной – 48 ч, для загрязненной – 12 ч.

Санитарно-топографическое обследование и оценка водоемисточника. Основной задачей санитарно-топографического обследования источников водоснабжения является определение качества воды и возможных источников ее загрязнения.

Обследование производится путем тщательного осмотра места расположения водоемисточника и прилегающей территории. При этом обращают внимание на рельеф, наличие





загрязняющих объектов – скотных дворов, населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, свалок, навозохранилищ, их расстояние до водосточника.

Особое внимание обращается на возможность установления зон санитарной охраны вокруг места будущего забора воды.

Карта санитарно-топографического описания пруда:

1. Название водосточника;
2. Почтовый адрес водосточника;
3. Размеры пруда: длина, ширина, средняя глубина;
4. Поверхностные водосточники, впадающие в пруд, и их дебит;
5. Скорость движения воды в водосточнике;
6. Характеристика берегов пруда (почва, рельеф, растительность);
7. Жилье, животноводческие, сельскохозяйственные, промышленные и другие объекты, расположенные у пруда, и их влияние на водосточник;
8. Имеются ли места для стока поверхностных вод с полей и огородов, на которых применяются органические и минеральные удобрения;
9. Имеются ли места для отдыха и купания;
10. Конструкция плотины;
11. Используются ли водосточники для поения животных, указать места водопоя и их состояние;
12. Расстояние от водосточника до пастбищ и ферм;
13. Физические свойства воды (температура, прозрачность, цвет и запах);
14. Водная растительность пруда;
15. Заключение о качестве воды в водосточнике и его изменениях по сезонам года.

Контрольные вопросы:

1. Какие существуют основные правила взятия средней пробы воды из открытых водосточников?
2. Как проводится санитарно-топографическое обследование и оценка открытого водосточника?
3. Какие существуют основные правила взятия средней пробы воды из открытых водосточников?





Лабораторная работа №2. Определение физических свойств воды (Применительно к ГОСТ 2874–82 и Сан П и Н 10-124 РБ 99)

Определение температуры. Температуру воды определяют непосредственно в водоеме или немедленно по выемке пробы. Для измерения температуры воды применяют термометры с ценой деления $0,1^{\circ}$. При измерении температуры с поверхностных слоев водоема применяют термометры в оправе с чашечкой вокруг ртутного шарика. При извлечении термометра из колодца для предупреждения смещения ртути ртутный шарик термометра обвязывают 5 – 6 слоями марли или ваты.

Для определения температуры воды на месте выемки проб воду в количестве не менее 1 л наливают в сосуд, температура которого доведена до температуры исследуемой воды. Стенки сосуда должны быть защищены от нагревания или охлаждения. Нижнюю часть термометра погружают в воду и через 5 мин делают отсчет его показаний. При отсчете мениск ртути в термометре должен быть на уровне глаз. Температуру воды выражают с точностью до 1° . Одновременно с измерением температуры воды открытых водоемов или подземных источников измеряют также температуру воздуха.

Определение запаха. Характер запаха и его интенсивность определяют органолептически. При этом должны соблюдаться следующие условия: а) воздух в помещении, где производится определение, не должен иметь никакого запаха; б) одежда, руки, лицо и волосы исследователя не должны иметь отвлекающего запаха; в) нельзя одному и тому же лицу длительное время подряд многократно производить определение запаха, так как наступает утомление и притупление обоняния.

Определение характера запаха. Температуру исследуемой воды доводят до $15-20^{\circ}$, после чего воду наливают в широкогабаритную колбу емкостью 150–200 мл на $2/3$ объема колбы. Колбу прикрывают часовым стеклом и встряхивают вращательными движениями, после чего снимают стекло и втягивают носом воздух из колбы. Различают две группы запахов:

а) естественного происхождения, вызванные живущими и отмирающими в воде организмами, влиянием берегов, дна, почвы, срубов колодцев;

б) искусственного происхождения, вызванные поступлением в водоем промышленных сточных вод или введением в воду химических соединений при ее очистке и обеззараживании на водопроводных станциях. Характер запаха естественного происхождения определяется по табл. 1. Характер запаха искусственного происхождения называют по соответствующему веществу (фенольный, хлорфенольный, бензинный, хлорный и др.).

Таблица 1. Определение характера и рода запаха воды

Символ	Характер запаха	Примерный род запаха
А	Ароматичный	Огуречный, цветочный
Б	Болотный	Илистый, тинистый
Г	Гнилостный	Фекальный, сточный
Д	Древесный	Запах мокрой щепы, древесной коры
З	Землистый	Прелый, свежеспаханной земли, гнилистый
П	Плесневый	Затхлый, застойный
Р	Рыбный	Рыбьего жира, рыбы
С	Сероводородный	Тухлых яиц
Т	Травянистый	скошенной травы, сена
Н	Неопределенный	Запахи естественного происхождения, не подходящие под предыдущие определения

Запах воды, подвергаемой хлорированию, определяют через 30 мин после введения хлора.

Определение интенсивности запаха. Интенсивность запаха определяют в балльной системе: а) при температуре $15 - 20^{\circ}$; б) при температуре около 60° (табл. 2).





Интенсивность запаха определяют так же, как и характер запаха. Нагревание производят и колбе, покрытой часовым стеклом.

Определение вкуса и привкуса воды. Качество вкуса и привкуса и их интенсивность определяют органолептически, в сырой воде, за исключением воды открытых водоемов и воды сомнительного происхождения в санитарном отношении. Эту воду перед определением вкуса необходимо прокипятить и охладить до комнатной температуры. Вкус и привкус хлорированной воды определяют спустя 30 мин после введения хлора.

Для определения вкуса и привкуса воду в количестве около 15 мл набирают в рот и держат там несколько секунд (проглатывать ее не следует). Различают 4 вида вкуса: соленый, горький, сладкий и кислый. Остальные виды вкусовых ощущений называют привкусами, характеризуя их по соответствующим признакам: рыбный, металлический, хлорный и т. д. Интенсивность вкуса и привкуса определяют по табл. 2 так же, как интенсивность запаха.

Таблица 2. Балльная оценка интенсивности запаха воды

Баллы	Запах	Описание
0	Нет	Отсутствие осязаемого запаха
1	Очень слабый	Запах, не поддающийся обнаруживанию потребителем, но обнаруживаемый в лаборатории опытным исследователем
2	Слабый	Запах, не привлекающий внимание потребителя, но такой, который можно заметить, если указать на него
3	Заметный	Запах, который легко обнаруживается и дает повод с подозрением относиться к воде
4	Отчетливый	Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду неприятной для питья
5	Очень сильный	Запах настолько сильный, что делает воду неприятной для питья

Определение прозрачности воды. Прозрачность воды определяют с помощью прибора Снеллена, который представляет собой стеклянный цилиндр с плоским дном. Цилиндр градуирован по высоте на сантиметры, начиная от дна. Высота градуированной части составляет 30 см. Цилиндр укрепляют в специальном штативе. Прозрачность воды определяют путем чтения специального шрифта через столб воды, находящейся в цилиндре. Цилиндр помещают на высоту 4 см от шрифта. Испытуемую воду хорошо взбалтывают и тотчас переливают в цилиндр. Определение проводят в хорошо освещенном помещении, не на прямом свете, на расстоянии 1 м от окна. Прозрачность воды выражают в сантиметрах высоты столба воды с точностью до 0,5 см.

При определении прозрачности воды в полевых условиях берут кольцо из проволоки толщиной 1–2 мм с диаметром кольца в 1 – 1,5 см. Кольцо на длинной проволочной рукоятке погружают в воду, налитую в цилиндр, до тех пор, пока его контуры сделаются невидимыми. Измеряют в сантиметрах глубину, при которой проволочное кольцо снова становится видимым при его подъеме в воде. Вода прозрачностью 30 см и более считается нормальной, а с прозрачностью менее 30 см – непригодной для питья.

Определение цветности воды. Цветность воды определяется путем сравнения испытуемой воды с дистиллированной. Исследуемую воду наливают в пробирку диаметром около 1,5 см, высотой 12 см и ставят рядом другую пробирку с дистиллированной водой. Цветность определяют по шкале, приведенной в табл. 3.

Цветность хорошей воды должна быть ниже 20°, а допустимой можно считать воду с цветностью до 40°





Таблица 3. Показатели цветности воды

Окрашивание при рассматривании сбоку	Окрашивание при рассматривании сверху	Цветность по американской платинокобальтовой шкале
Нет	Нет	Менее 10 ⁰
Нет	Едва уловимое, слабо-желтоватое	10 ⁰
Нет	Очень слабо-желтое	20 ⁰
Едва уловимое, при сравнении с дистиллированной водой	Слабо-желтоватое	30 ⁰
Едва уловимое, бледно-желтоватое	Желтоватое	40 ⁰
Едва заметное, бледно-желтоватое	Светло-желтоватое	80 ⁰
Очень бледно-желтоватое	Желтое	150 ⁰
Бледно-желтоватое	Интенсивно-желтое	300 ⁰
Желтое	Интенсивно-желтое	500 ⁰

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные физические показатели воды.
2. Как проводят определение температуры и прозрачности воды?
3. Как проводится определение в воде запаха и цветности?





Лабораторная работа №3. Определение реакции (рН) и окисляемости воды

Реакция воды. Обычная вода имеет слабощелочную реакцию. Вода, сильно загрязненная органическими веществами, может иметь кислую реакцию.

Определение реакции воды с помощью универсальной индикаторной бумаги. Полоску индикаторной бумаги погружают в испытуемую воду на 30 с. Вынимают полоску и немедленно сравнивают полученную окраску с цветной шкалой, имеющейся в комплекте с индикаторной бумагой.

Титрование деценомальным (0,1 н.) раствором HCl или 0,1 н. раствором NaOH. Наливают в колбу 100 мл воды, добавляют две капли 0,1%-ного раствора метилоранжа (при щелочной реакции воды получается светло-желтое окрашивание), титруют из бюретки 0,1 н. раствором HCl до перехода цвета жидкости в оранжевый или чуть заметный розовый. Количество миллилитров 0,1 н. раствора HCl будет выражать щелочность воды в градусах. 1⁰ щелочности воды – это содержание щелочей в 1 л воды, на нейтрализацию которых требуется 1 мл 1 н. раствора HCl.

Определение окисляемости воды. Окисляемость воды определяют титрованным раствором марганцовокислого калия в кислой среде. Метод основан на том, что марганцовокислый калий в присутствии серной кислоты окисляет органические вещества, находящиеся в воде, переходя при этом в сернокислый марганец.

Окисляемость воды выражают в миллиграммах кислорода, пошедшего на окисление органических веществ в 1 л воды.

Ход определения. В коническую колбу емкостью 250 мл вносят пипеткой 100 мл исследуемой воды, 5 мл раствора серной кислоты (1:3) и 10 мл 0,01 н. раствора марганцовокислого калия. Колбу покрывают часовым стеклом и нагревают на сильном огне до начала кипения, после чего, уменьшив нагрев, поддерживают кипение в течение 10 мин с момента начала закипания. Затем колбу снимают с нагревательного прибора, приливают к горячему раствору из бюретки точно 10 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты и перемешивают содержимое колбы кругообразным вращением. Обесцветившуюся жидкость титруют 0,01 н. раствором марганцовокислого калия до устойчивого слабо-розового окрашивания. По окончании кипячения содержимое колбы должно оставаться окрашенным в розово-фиолетовый цвет.

Результаты определения вычисляют по формуле:

$$X = \frac{[(A_1 + A_2) \times K - 10] \times 0,08 \times 1000}{V},$$

где X – окисляемость исследуемой воды, выраженная в миллиграммах кислорода на 1 л;

A₁ – число миллилитров 0,01 н. раствора марганцовокислого калия, прибавленного до начала кипячения;

A₂ – число миллилитров 0,01 н. раствора марганцовокислого калия, пошедшего на обратное титрование;

K – поправочный коэффициент 0,01 н. раствора марганцовокислого калия;

V – количество миллилитров воды, взятой для определения;

0,08 – количество миллиграммов кислорода, содержащегося в 1 мл 0,01 н. раствора марганцовокислого калия.

Пример. Для определения было взято 100 мл воды. До начала кипячения в колбу было внесено 10 мл 0,01 н. раствора марганцовокислого калия (A₁). На обратное титрование после прибавления щавелевой кислоты пошло 4,2 мл 0,01 н. раствора марганцовокислого калия (A₂). Поправочный коэффициент 0,01 н. раствора марганцовокислого калия равен 0,9804 (K). В данном случае окисляемость воды





$$X = \frac{[(10+4,2) \times 0,9804 - 10] \times 0,08 \times 1000}{100} = 3,1 \text{ мг/л.}$$

Для ориентировочного определения окисляемости воды в полевых условиях из открытых водоемов пользуются следующим методом. В пробирку наливают 10 мл исследуемой воды и добавляют 0,5 мл 25%-ной H_2SO_4 и 1 мл 0,01 н. раствора KMnO_4 , перемешивают и оставляют на 20 мин при температуре выше 20° или на 30 – 40 мин при температуре $10 - 20^\circ$. Затем, пользуясь табл. 4, определяют окисляемость по окраске в пробирке.

Очень чистая вода имеет окисляемость менее 1 мг/л. Для людей допустима вода с окисляемостью до 1–2 мг/л. Для поения животных допускается окисляемость воды 3–5 мг/л, если органические вещества в ней не животного, а растительного происхождения (табл. 4).

Таблица 4. Показатели окисляемости воды

Цвет воды в пробирке при рассматривании сбоку	Окисляемость O_2 , мг/л
Яркий лилово-розовый	1
Лилово-розовый	2
Слабо-лилово-розовый	4
Бледно-лилово-розовый	6
Розово-желтый	12
Желтый	12 и больше

Контрольные вопросы:

1. Методики определения реакции воды.
2. Какие факторы оказывают влияние на окисляемость воды?
3. Методики определения растворенного кислорода в воде.





Лабораторная работа №4. Определение жесткости воды

Определение устранимой (карбонатной) жесткости. В коническую колбу наливают 100 мл исследуемой воды, прибавляют 2 капли индикатора и титруют 0,1 н. раствором соляной кислоты до появления слабо-розового окрашивания.

Пошедший на титрование 0,1 н. раствор HCl соответствует 2,8 мг СаО. Если пересчитать это на 1 л воды, то результат будет равен 28 мг, или 2,8° жесткости. Умножая количество 0,1 н. раствора соляной кислоты (мл) на 2,8, получим количество карбонатной (устранимой) жесткости.

Пример: На титрование 100 мл исследуемой воды израсходовано 2,9 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты, следовательно, устранимая (карбонатная) жесткость будет равна $2,9 \times 2,8 = 8,12^\circ$ жесткости.

Определение общей жесткости. После определения устранимой жесткости в ту же колбу с водой, уже оттитрованной, добавляют из бюретки 20 мл щелочной смеси и кипятят в течение 5–7 мин.

После кипячения жидкость охлаждают до 20°C и туда доливают дистиллированную воду до объема 200 мл. Содержимое перемешивают и отфильтровывают 100 мл в чистую мерную колбу. К отфильтрованной жидкости добавляют 2–3 капли индикатора и титруют 0,1 н. раствором соляной кислоты до слабо-розового окрашивания. Для титрования было взято только 100 мл воды, поэтому количество 0,1 н. раствора соляной кислоты, затраченное на титрование, умножают на 2. Полученное число показывает количество миллилитров щелочного раствора, не вступившего в реакцию. Вычитаем это число из 20 мл щелочного раствора и получаем количество 0,1 н. раствора соляной кислоты. Полученную разность умножаем на 2,8 и получаем показатель общей жесткости.

Пример. На титрование 100 мл фильтрата израсходовано 5,8 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты. Следовательно, на 200 мл будет израсходовано 11,6 мл ($5,8 \times 2$). Отсюда следует, что из 20 мл щелочной смеси остались неизрасходованными 11,6 мл. Вычитая это число из 20 мл щелочной смеси, находим количество 0,1 н. раствора соляной кислоты, израсходованной на осаждение солей кальция и магния: $20 - 11,6 = 8,4$ мл. Тогда общая жесткость исследуемой воды будет равна $8,4 \times 2,8 = 23,52^\circ$.

Постоянная жесткость представляет собой разность между показателями общей и устранимой жесткости. Общая жесткость равна 23,52°, или 8,4 мг х экв/л, устранимая жесткость – 8,12°, или 2,9 мг/экв/л, постоянная жесткость – $23,52 - 8,12 = 15,4^\circ$, или 5,5 мг/экв/л. При санитарно-гигиенической оценке воды принято считать, что вода с жесткостью выше 7 мг/экв/л – жесткая, от 3,5 до 7 мг/экв/л – средней жесткости и до 3,5 мг/экв/л – мягкая.

Предельно допустимая жесткость по действующему стандарту (ГОСТ–2874–82) должна быть не более 7 мг/экв/л. В. А. Аликаев приводит данные, из которых следует, что для поения крупного рогатого скота может быть использована вода с общей жесткостью до 80° (28,6 мг х экв/л), овец – до 60° (21,4 мг/экв/л), лошадей и свиней – до 40° (14,3 мг/экв/л).

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте виды жесткости воды, приведите единицы измерения и гигиенические нормы для животных.
2. Какое санитарно-гигиеническое значение имеет жесткость воды?
3. По какому виду жесткости ведется гигиеническое нормирование?





Лабораторная работа №5. Количественное и качественное определение содержания хлоридов, сульфатов и железа в воде.

Определение содержания в воде хлоридов. Наиболее простым и распространенным методом определения хлор-иона является объемный метод Мора. Этот метод основан на следующем. Если к нейтральному раствору, содержащему ионы хлора, прибавить немного раствора хромовокислого калия, а затем понемногу прибавлять из бюретки раствор азотнокислого серебра, то выпадает осадок хлорида серебра. Образование осадка будет продолжаться до тех пор, пока в растворе еще имеются ионы хлора.

Реактивы: раствор хлористого натрия, содержащий 1 мг хлора в 1 мл; раствор азотнокислого серебра, 1 мл которого соответствует в реакции 1 мг хлора; калий хромовокислый, 5%-ный раствор; серебро азотнокислое, 10%-ный раствор.

Приближенное определение хлоридов. В пробирку вносят 5 мл исследуемой воды и прибавляют 3 капли 10%-ного раствора азотнокислого серебра, подкисленного азотной кислотой (раствор 4). Примерное содержание хлоридов определяют по степени мутности или количеству осадка по табл. 5.

Таблица 5. Приближенное определение хлоридов в воде

Осадок или мутность	Содержание хлора, мг/л
Опалесценция (слабая муть)	1–10
Сильная муть	10–50
Образуются хлопья, но осаждаются не сразу	50–100
Белый объемистый осадок	Более 100

Количественное определение хлоридов в воде. В две конические колбы емкостью 250 мл вносят по 100 мл исследуемой воды, прибавляют 1 мл хромовокислого калия (раствор В). Одну колбу титруют раствором азотнокислого серебра до появления оранжевого оттенка, используя вторую пробу в качестве контроля. К оттитрованной ориентировочной первой пробе прибавляют 2–3 капли раствора хлористого натрия (раствор А) до исчезновения оранжевого оттенка и, используя этот раствор в качестве контроля, титруют вторую пробу до появления оранжевого оттенка.

Содержание хлор-иона в исследуемой воде определяют по формуле

$$X = \frac{n \times K \times 1000}{V},$$

где X – содержание хлор-иона в миллиграммах на 1 л;

n – число миллилитров раствора азотнокислого серебра, израсходованного на титрование;

K – поправочный коэффициент раствора азотнокислого серебра;

V – количество миллилитров воды, взятой для определения.

Пример: На титрование 100 мл исследуемой воды израсходовано 7,3 мл раствора AgNO_3 , поправочный коэффициент которого равен 1,0239.

$$X = \frac{7,3 \times 1,0239 \times 1000}{100} = 74,7 \text{ мг/л.}$$

Определение содержания сульфатов в воде весовым методом. Весовой метод определения сульфатов в воде основан на том, что сульфат-ион осаждается в кислой среде хлористым барием в виде малорастворимого сульфата бария. Осадок отделяют на фильтре, отмывают, сушат, прокаливают и взвешивают.

Реактивы: кислота соляная, удельный вес 1,19; кислота соляная, 10%-ный раствор; барий хлористый, 5%-ный раствор; метиловый оранжевый, 0,05%-ный водный раствор.

Качественное определение сульфатов с приближенной количественной оценкой. В пробирку помещают 5 мл исследуемой воды, прибавляют 1–2 капли 10%-ного раствора соляной кислоты, 5 капель 5%-ного раствора хлористого бария и нагревают. Примерное содержание сульфатов определяют по наличию осадка или мути (табл. 6).





Таблица 6. Приближенное определение сульфатов в воде

Осадок или муть	Содержание сульфатов, мг/л
Слабая муть, появляющаяся через несколько минут	1,0–10
Слабая муть, появляющаяся сразу	10–100
Сильная муть	100–500
Большой осадок, быстро оседающий на дне пробирки	Более 500

Определение содержания железа в воде. При исследовании воды применяют колориметрический радановый метод определения железа. Этот метод основан на том, что роданистый калий или роданистый аммоний образуют с трехвалентным железом интенсивно окрашенное соединение.

Реактивы: роданистый аммоний или калий, 50%-ный раствор; персульфат аммония в кристаллах (или 3%-ная перекись водорода); кислота соляная с удельным весом 1,19, химически чистая.

Качественное определение общего содержания железа с приближенной количественной оценкой. В пробирку из бесцветного стекла наливают 10 мл исследуемой воды, прибавляют 2 капли концентрированной соляной кислоты и несколько кристаллов персульфата аммония или 2–3 капли 3%-ной перекиси водорода. После взбалтывания прибавляют 0,2 мл (4 капли) 50%-ного раствора роданистого калия или роданистого аммония. По интенсивности окраски судят о примерном количестве суммарного двух- и трехвалентного железа, содержащегося в исследуемой воде (табл. 7).

В случае необходимости отдельного определения двух- и трехвалентного железа определяют содержание трехвалентного железа без прибавления персульфата аммония, затем суммарно – содержание железа и по разности – содержание двухвалентного железа.

Таблица 7. Приближенное определение железа

Окрашивание при рассматривании сбоку	Окрашивание при рассматривании сверху вниз	Содержание железа, мг/л
Окрашивания нет	Окрашивания нет	Менее 0,05
Едва заметное, желтовато-розовое	Чрезвычайно слабое желтовато-розовое	0,1
Очень слабое желтовато-розоватое	Слабое желтовато-розоватое	0,25
Слабое желтовато-розоватое	Светлое желтовато-розоватое	0,5
Светлое желтовато-розоватое	Желтовато-розоватое	1,0
Сильное желтовато-розоватое	Желтовато-красное	2,0
Светлое желтовато-красное	Ярко-красное	5,0

Контрольные вопросы:

1. Дайте санитарно-гигиеническую оценку воды по содержанию хлоридов, сульфатов и железа.
2. Как образуются хлориды, сульфаты и железа в открытых и закрытых водоисточниках?





Лабораторная работа №6. Количественное и качественное определение содержания аммонийного азота, нитритов и нитратов в воде

Определение аммонийного азота. В природных водах аммонийный азот образуется в первой стадии минерализации азотсодержащих органических веществ. В хозяйственно-фекальных сточных водах содержание аммонийного азота превышает обычное содержание в сотни и даже тысячи раз. В воде допускается наличие только следов аммонийного азота.

Реактивы: сегнетова соль (калий-натрий виннокислый); реактив Несслера.

Качественное определение с приближенной количественной оценкой. В пробирку из бесцветного стекла с плоским дном диаметром 13–14 мм наливают 10 мл исследуемой воды, прибавляют 0,3 мл раствора сегнетовой соли и 0,3 мл реактива Несслера. Через 10 мин производят приближенное определение аммонийного азота по табл. 8.

Таблица 8. Приближенное определение аммонийного азота

Окрашивание при рассматривании сбоку	Окрашивание при рассматривании сверху вниз	Содержание аммонийного азота, мг/л
Нет	Нет	Менее 0,05
Нет	Чрезвычайно слабо-желтоватое	0,08
Чрезвычайно слабо-желтоватое	Слабо-желтоватое	0,2
Очень слабо-желтоватое	Желтоватое	0,4
Светло-желтоватое	Желтое	2,0
Желтое	Интенсивно желто-бурое	4,0
Мутновато-резко-желтое	Бурое, раствор мутный	8,0
Интенсивно-бурое, раствор мутный	То же	20,0

Определение азота нитритов. В процессе минерализации органических веществ, содержащихся в воде и почве, азот окисляется вначале до солей азотистой кислоты (нитритов), а затем – до солей азотной кислоты (нитратов).

Нитраты являются промежуточным продуктом распада азотсодержащих органических веществ. Поэтому наличие их в воде вызывает подозрение о недавнем загрязнении органическими веществами.

Определение содержания в воде азота нитритов производится колориметрически с реактивом Грисса, в состав которого входят сульфаниловая кислота и α -нафтиламин.

Реактивы: 1) кислота сульфаниловая; 2) кислота уксусная; 3) α -нафтиламин; 4) натрий азотнокислый.

Качественное определение с приближенной количественной оценкой. В плоскодонную пробирку бесцветного стекла диаметром 13–14 мм вносят 10 мл исследуемой воды и 0,5 мл 1%-ного раствора реактива Грисса. Помещают пробирку в химический стакан с водой, нагретой до 80°, и нагревают 5 мин при этой температуре. Приближенное содержание нитритов определяют по табл. 9.

Таблица 9. Приближенное определение азота нитритов

Окрашивание при рассматривании сбоку	Окрашивание при рассматривании сверху вниз	Содержание азота нитритов, мг/л
Нет	Нет	Меньше 0,001
Едва заметное розовое	Чрезвычайно слабо-розовое	0,002
Очень слабо-розовое	Слабо-розовое	0,004
Слабо-розовое	Светло-розовое	0,02
Светло-розовое	Розовое	0,04
Розовое	Сильно-розовое	0,07
Сильно-розовое	Красное	0,2
Красное	Ярко-красное	0,4





Качественное определение азота нитратов с приближенной количественной оценкой. Соли азотной кислоты (нитраты) являются конечным продуктом минерализации органических, азотсодержащих веществ, поэтому в случае отсутствия аммиака и солей азотной кислоты наличие нитратов будет являться показателем давнего загрязнения воды органическими веществами, т. е. законченной минерализации органических веществ.

В пробирку из бесцветного стекла диаметром 14 мм вносят 1 мл исследуемой воды и 1 мл дисульфогеноловой кислоты, которую прибавляют из пипетки по каплям так, чтобы капли падали на поверхность воды. Содержимое пробирки перемешивают и через 20 мин определяют приближенное содержание азота нитратов по табл. 10.

Таблица 10. *Приближенное определение азота нитратов с дисульфогеноловой кислотой*

Окраска при наблюдении сбоку	Содержание азота нитратов, мг/л
Уловимая только при сравнении с контролем	0,5
Едва заметная желтоватая	1
Очень слабо-желтоватая	3
Слабо-желтоватая	5
Слабо-желтая	10
Светло-желтая	25
Сильно-желтая	100

Для контроля изменения окраски в такую же пробирку наливают дистиллированную воду и также добавляют к ней сульфогеноловую кислоту.

Контрольные вопросы:

1. Какие показатели свидетельствуют о загрязненности воды органическими соединениями?
2. Какие существуют стадии распада органических веществ?





Лабораторная работа №7. Определение содержания активного хлора в хлорной извести

Как бы ни были совершенны методы очистки воды, полностью освободить ее от бактерий, в том числе патогенных, в процессе очистки невозможно. Среди химических способов обеззараживания воды наиболее распространено хлорирование. На водопроводных станциях для обеззараживания воды применяют газообразный хлор. Вода обеззараживается в специальных установках-хлораторах.

Доброкачественная хлорная известь содержит 25–27% активного хлора. Поэтому для точных расчетов при хлорировании воды растворами хлорной извести необходимо определить содержание в ней активного хлора.

Реактивы: гипосульфит натрия, 0,01 н. раствор; калий йодистый 0,5 г; кислота соляная, 1:5 (по объему); крахмал, 0,5%-ный раствор.

Из средней пробы хлорной извести берут навеску 3,55 г и растирают в фарфоровой ступке с небольшим количеством дистиллированной воды до образования однородной кашицы.

Кашицу разбавляют водой и осторожно переливают в мерную колбу емкостью 1000 мл. Ступку и пестик несколько раз ополаскивают водой, каждый раз сливая ее в ту же мерную колбу. Содержимое колбы доводят дистиллированной водой до метки и тщательно перемешивают.

В коническую колбу с притертой пробкой емкостью 200 мл вносят 0,5 г йодистого калия, растворяют его в 1–2 мл дистиллированной воды, добавляют 5 мл раствора соляной кислоты (1:5) и 10 мл хорошо перемешанного раствора хлорной извести. Колбу закрывают пробкой и через 5 мин приливают 100 мл дистиллированной воды. Выделившийся йод титруют 0,01 н. раствором гипосульфита натрия до слабо-желтого окрашивания, после чего прибавляют 1 мл 0,5%-ного раствора крахмала и продолжают титровать, до исчезновения синей окраски. Содержимое активного хлора, выраженное в процентах, рассчитывают по формуле

$$X = \frac{n \times k \times 0,000335 \times 1000 \times 100}{a \times b},$$

где X – содержание активного хлора в хлорной извести, выраженное в процентах;
n – количество миллилитров 0,01 н. раствора гипосульфита натрия, пошедшего на титрование;

k – поправочный коэффициент 0,01 н. раствора гипосульфита натрия;
0,000335 – количество граммов хлора, эквивалентное 1 мл 0,01 н. раствора гипосульфита натрия;

a – количество граммов хлорной извести, пошедшее на приготовление 1000 мл раствора;

b – количество миллилитров раствора хлорной извести, взятое для определения.

В том случае, когда навеска хлорной извести равна 3,55 и для титрования взято 10 мл ее раствора, формула упрощается:

$$X = \frac{n \times k \times 0,000335 \times 1000 \times 100}{3,55} = n \times k.$$

Пример. Для приготовления 1000 мл раствора было взято 3,55 г хлорной извести. Для титрования было взято 10 мл раствора хлорной извести. На титрование пошло 29,4 мл 0,01 н. раствора гипосульфита натрия, поправочный коэффициент которого равен 0,9920.

$$X = 29,4 \times 0,9920 = 29,2\%.$$

Контрольные вопросы:

1. Назовите способы обеззараживания воды?
2. Перечислите вещества-коагулянты, применяемые для хлорирования воды?





Лабораторная работа №8. Определение рабочей дозы для хлорирования воды, остаточного хлора, дехлорирование воды

Определение хлорпотребности воды (дозы хлора). Количество миллиграммов активного хлора, необходимого для хлорирования (обеззараживания) 1 л воды, называется ее хлорпотребностью, которая зависит от степени загрязненности. Для хлорирования чистой воды достаточно 1 мг активного хлора на 1 л, а для неочищенной – 2 –

4 мг/л. Некоторый излишек активного хлора, остающийся после хлорирования воды, называется остаточным. Его не должно быть более 0,2–0,5 мг/л.

При очень большом количестве остаточного хлора проводят дехлорирование, т. е. устранение лишнего активного хлора. В качестве дехлоратора обычно применяют гипосульфит.

Реактивы: соляная кислота, 1:2; йодистый калий, 5%-ный раствор; крахмал, 0,5%-ный раствор.

Ход определения. В три химических стакана наливают по 200 мл исследуемой воды:

а) в стакан № 1 пипеткой добавляют 0,2 мл 1%-ного раствора хлорной извести, в стакан № 2 – 0,4 мл, в стакан № 3 – 0,6 мл;

б) содержимое каждого стакана перемешивают стеклянной палочкой и оставляют на 30 мин;

в) во все три стакана добавляют по пять капель соляной кислоты (1:2), 5%-ного йодистого калия, 0,5%-ного крахмала.

При наличии в воде свободного (остаточного) хлора вода окрасится в синий цвет, причем интенсивность окраски зависит от количества хлора.

Для хлорирования используют ту дозу хлора, при которой вода в стакане окрасилась в слабо-синий цвет. Если вода не окрасилась в синий цвет, значит 1%-ного раствора хлорной извести недостаточно, и, наоборот, интенсивное посинение свидетельствует об излишней насыщенности воды свободным хлором.

Пример. В первом стакане после добавления крахмала не произошло синее окрашивание. Следовательно, остаточного активного хлора в ней нет. Поэтому и нет гарантии, что данная доза (т.е. 0,2 мл на 200 мл) достаточна для обеззараживания воды. Во втором стакане вода окрасилась в слабо-синий цвет, доза правильная (немного остаточного хлора). В третьем стакане интенсивно синяя окраска – доза велика (много остаточного хлора).

Таким образом, за основу берем вторую колбу со слабо-синим окрашиванием. В нее на 200 мл воды было добавлено 0,4 мл 1%-ного раствора хлорной извести. Следовательно, на 1 л такой воды потребуется 2 мл (0,4–5) 1%-ного раствора хлорной извести или 5,84 мг/л (2 мл – 2,92) активного хлора.

Дозированное хлорирование. Проводится, когда известны активность хлорной извести и хлорпотребность воды. В нашем примере на 1 л воды требуется 5,84 мг хлора. Составим пропорцию: в 10 мг сухой хлорной извести содержится 2,92 мг хлора; в X мг – 5,84 мг.

$$\bar{O} = \frac{10 \times 5,84}{2,92} = 20 \text{ мг.}$$

Таким образом, для хлорирования 1 л воды требуется 20 мг сухой хлорной извести.

Например, для однократного поения 200 коров необходимо в среднем по 15 л воды на 1 гол., а всего – 3000 л. Потребность в сухой хлорной извести составляет:

$$20 \text{ мг} \times 3000 = 60000 \text{ мг, или } 60 \text{ г.}$$

Определение остаточного хлора. Для определения наличия количества остаточного хлора берут стакан со слабо-синим окрашиванием и титруют 0,01 н. раствором гипосульфита до исчезновения синего окрашивания. Расход 0,01 н. раствора гипосульфита, израсходованного на титрование, свидетельствует о количестве остаточного хлора.





Пример. На 200 мл хлорированной воды израсходовано 2,5 мл 0,01 н. раствора гипосульфита, а на 1л его будет израсходовано 12,5мл ($2,5 \times 5$). Таким образом, количество остаточного хлора в 1л хлорированной воды составит 4,44мг/л ($12,5 \times 0,355$). По ГОСТ 2874–82 при хлорировании в воде допускается не более 0,2 – 0,5мг/л остаточного хлора.

При перехлорировании воды избыток хлора в питьевой воде необходимо нейтрализовать, т. е. провести дехлорирование.

Дехлорирование. Дехлорирование воды может быть произведено гипосульфитом натрия. В нашем примере после хлорирования воды было обнаружено 4,44 мг/л остаточного хлора. Количество остаточного хлора в хлорированной воде необходимо изменить до 0,5 мг/л.

Количество гипосульфита, необходимое для дехлорирования, устанавливают по следующей формуле:

$$X = \frac{(A \times 5 \times 0,355) - 0,5}{0,355} \times 2,48,$$

где X – количество гипосульфита, мг/л;

A – количество 0,01 н. раствора гипосульфита, пошедшее на титрование остаточного хлора в 200 мл исследуемой воды, мл;

5 – множитель для перевода расхода гипосульфита на титрование 1 л воды;

0,355 – количество активного хлора, которому эквивалентен 1 мг 0,01 н. раствора гипосульфита, мг;

0,5 – количество активного хлора, которое необходимо оставить после дехлорирования (остаточный хлор), мг/л;

2,48 – количество сухого гипосульфита, находящегося в 1 мл 0,01 н. раствора гипосульфита, мг.

$$X = \frac{(2,5 \times 5 \times 0,355) - 0,5}{0,355} \times 2,48 = 27,5 \text{ мг/л.}$$

Таким образом, для дехлорирования остаточного хлора в 100л воды необходимо взять 2750 мг, или 2,75г ($27,5 \times 100$) сухого гипосульфита.





Лабораторная работа №9. Определение температуры воздуха и барометрического давления в воздухе животноводческих помещений

Оборудование и материалы: ртутные, спиртовые термометры, термограф, психрометры Августа и Ассмана, барометр (анероид), барограф, гигрограф, гигрометр.

Определение температуры воздуха. Температура окружающей среды оказывает большое влияние на тепловое состояние организма животных. Несмотря на значительные возможности механизма терморегуляции, организм животных может сохранять состояние теплового равновесия в известных пределах.

Прогревание организма возникает при высокой температуре, повышенной влажности воздуха, недостаточности движения воздуха. Способствует прогреванию тяжелая работа, быстрое движение, скученное содержание, ожирение животных. При этом у животных учащается дыхание, усиливается потоотделение, уменьшается теплообразование, понижается газообмен, потребление кислорода, обмен веществ, аппетит, подавляется половая функция. Может наступить тепловой удар.

Для предохранения животных от перегревания в помещениях необходимо снижать влажность и производить вентиляцию, поить, обливать животных холодной водой, избегать скученности, уменьшать кормовой рацион.

При пониженной температуре животные горбятся, пульс замедляется, в организме усиливается теплопродукция – рефлекторная дрожь, повышается аппетит (перерасход кормов), обмен веществ, могут возникнуть и болезни: катар верхних дыхательных путей, пневмония, воспаление суставов.

Правила измерения. Параметры микроклимата в животноводческих помещениях измеряют в разное время суток (в 6, 14 и 22 ч) в трех точках помещения по диагонали (в начале, середине и конце) на расстоянии 3 м от продольных стен и 0,8–1,0 м от торцовых, а также на двух высотах по вертикали (на уровне лежащего животного – 0,2–0,5 м, в зоне дыхания животного и обслуживающего персонала – 1,5–1,7 м), в птичниках с клеточным содержанием измерения проводят на уровне расположения ярусов батарей. Все измерения микроклимата необходимо проводить не реже двух раз в месяц в течение трех смежных дней.

Для измерения температуры воздуха как в помещениях, так и вне их применяют ртутные, спиртовые и электрические термометры. Ртутные термометры имеют более широкое распространение. Они отличаются большей точностью и позволяют измерять температуру от -37 до $+750^{\circ}\text{C}$. В основу измерения температуры положено свойство ртути расширяться при нагревании. Спиртовые термометры менее точны, но дают возможность измерять более низкие температуры от -80 до $+70^{\circ}\text{C}$. Термометры градуируются в градусах Цельсия. Градус Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) равен одной сотой деления температурной шкалы между точками кипения (100°C) и замерзания воды (0°C). Для фиксации наибольшей или наименьшей температуры в помещении за определенный период времени (сутки, неделя) применяют соответственно максимальный и минимальный термометры (рис.1).



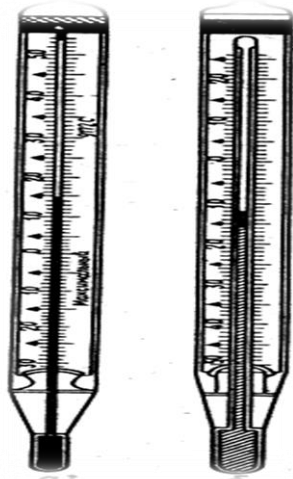


Рис. 1. Максимальный
и минимальный термометры

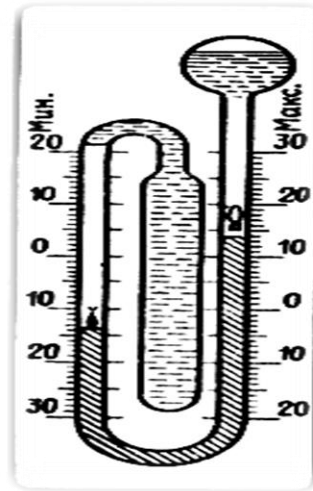


Рис.2. Максимально-минимальный
термометр.

Устанавливают их в горизонтальном положении. Максимальный термометр – ртутный. В месте перехода резервуара термометра в капилляр имеется сужение. Это препятствие преодолевается ртутью только при повышении температуры. Когда температура воздуха снижается, ртуть остается в том положении, которое установилось при максимальной температуре. Для возвращения ртути в резервуар термометр встряхивают. Минимальный термометр – спиртовой со штифтом (указателем в капилляре). Перед началом измерения штифт подводят к верхнему уровню спирта (путем наклона термометра). При повышении температуры штифт остается на месте, а при понижении мениск спирта тянет штифт по направлению к резервуару и тем самым отмечается самая низкая температура за период исследования.

Термометры могут быть и комбинированные – максимально-минимальные (рис.2).

Для записи колебаний температуры за определенный отрезок времени (сутки, неделя) применяют термографы (рис.3). Состоят они из датчика температуры, биметаллической пластинки, передаточного механизма, стрелки с пером, барабана с часовым механизмом и корпуса.

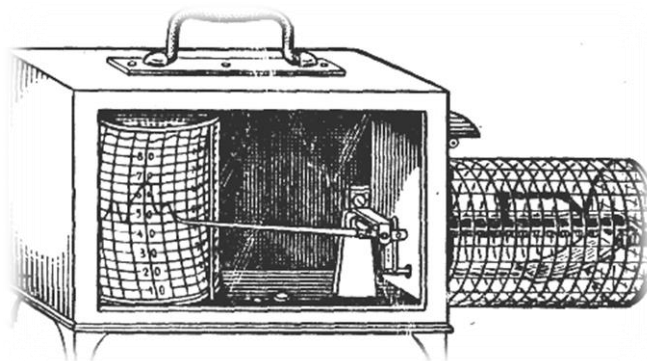


Рис. 3. Термограф.

Принцип работы их основан на свойстве биметаллической пластинки изменять кривизну в зависимости от температуры воздуха и чертить ее на специальной диаграммной ленте.

Термограф ставят на подставку строго горизонтально. Выпускают термографы двух типов: суточные с продолжительностью одного оборота барабана часового механизма 26 ч и недельные – 176 ч.

Для определения температуры используют психрометры Августа и Ассмана (показания сухого термометра).





Определение температуры воздуха проводится следующим образом:

- 1) термометр подвешивают на шнур к деревянному шесту;
- 2) размещают термометр так, чтобы на него не падали прямые солнечные лучи, тепло от обогреваемых устройств, холод от окон, дверей и вентиляционных каналов;
- 3) отсчет показаний проводят через 10–15 мин после установки прибора;
- 4) показания следует снимать на уровне мениска жидкости в капилляре;
- 5) нельзя трогать резервуар со спиртом или ртутью рукой и дышать на него.

Определение барометрического давления. Барометрическое давление (В) измеряют ртутными и металлическими барометрами (рис.4,5).



Рис.4. Барометранероид

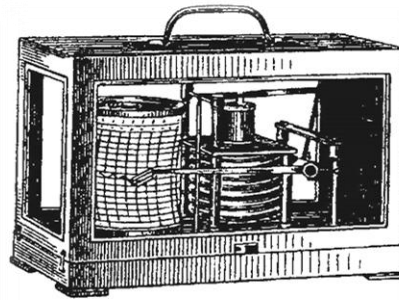


Рис.5. Барограф М-22С.

Наиболее распространены металлические барометры-анероиды. Они дают менее точные показания, но являются портативными и при регулярной проверке по ртутному барометру могут широко использоваться при гигиенических исследованиях. Работа их основана на свойстве тонкостенной гофрированной металлической коробки или трубки (с разреженным воздухом – до 50–60 мм рт. ст.) деформироваться (прогибаться или выпрямляться) под действием атмосферного давления. Эти измерения через систему рычагов передаются стрелке, движущейся по циферблату, разделенному на миллиметровые (полумиллиметровые) деления.

Для записи изменения атмосферного давления в течение определенного отрезка времени применяются самопишущие приборы – барографы М-22С и М-22Н, соответственно суточные и недельные с продолжительностью оборота барабана 26 и 176 часов. Они предназначены для непрерывной регистрации изменений атмосферного давления и обеспечивают регистрацию последнего в диапазоне 90 мбар в пределах от 870 до 1060 мбар при температуре воздуха от -10 до $+40^{\circ}\text{C}$. Это позволяет использовать прибор в условиях как равнинной, так и высокогорной местности.

Реагирующим на изменение давления органом является пакет металлических коробочек. Нормальное атмосферное давление – 760 мм рт. ст. (на уровне моря при температуре 0°C), или 1013 Па.

Вопросы:

1. Какие приборы применяются для определения температуры в животноводческих помещениях?
2. Назовите приборы для определения барометрического давления воздуха.
3. Каковы принцип действия и порядок работы с приборами для определения температуры воздуха и барометрического давления?
4. Назовите нормативы температуры воздуха для животных различных половозрастных групп.





Лабораторная работа №10. Определение влажности воздуха в животноводческих помещениях

С температурой воздуха тесно связана его влажность. Воздух всегда содержит водяные пары, количество которых меняется в зависимости от температуры и скорости его движения. Основным источником поступления водяных паров в атмосферу служит испарение воды с поверхности водоемов, почвы, растений, животных. В воздухе помещений для животных водяных паров, как правило, бывает больше, чем в атмосферном воздухе. При высокой влажности воздуха уменьшается испарение влаги с поверхности пола, животные сильно загрязняются, что предрасполагает к кожным заболеваниям, а в итоге приводит к снижению продуктивности. Влажность воздуха оказывает на организм животных прямое и косвенное влияние. При слишком низкой влажности и высокой температуре воздуха помещений у животных наблюдается пневмония. Особый вред наносит высокая влажность при низкой температуре воздуха, когда волосяной покров животных влажный. Это одна из причин простудных заболеваний, а также воспалений дыхательных путей. Непосредственное влияние влажности сводится к воздействию на тепловое состояние организма животных, косвенное влияние зависит от свойств ограждающих конструкций, развития микроорганизмов.

Влажность воздуха характеризуется следующими гигрометрическими показателями: абсолютная, максимальная, относительная, дефицит влажности, точка росы.

Абсолютная влажность (А) – количество водяных паров (в г), содержащихся в 1 м³ воздуха при данной температуре.

Максимальная влажность (Е) – предельное количество водяных паров (г), которое может содержаться в 1 м³ воздуха при данной температуре.

Относительная влажность (R) – отношение абсолютной влажности к максимальной, выраженное в процентах:

$$R = \frac{A}{E_{\text{сух}}} \times 100\% .$$

Дефицит влажности (Д) – разность между максимальной и абсолютной влажностью:

$$Д = E_{\text{сух}} - А \text{ (г/м}^3\text{)} .$$

Точка росы (Т) – температура, при которой воздух достигает полного насыщения водяными парами и они конденсируются в виде капелек на холодных поверхностях. Точка росы указывает на приближение абсолютной влажности к максимальной. Определив абсолютную влажность, можно по таблице найти температуру точки росы.

Пример. Показания «сухого» термометра – 15,3⁰С, а «влажного» – 13,1⁰С, барометрическое давление – 754 мм рт. ст. Определить абсолютную и относительную влажность, дефицит влажности, точку росы.

Максимальная влажность (Е_{вл}) при температуре «влажного» термометра – 11,24 мм рт. ст. (приложение 1). Тогда абсолютная влажность А=11,24–0,0011 (15,3–13,1)х754=9,41 мм рт. ст.

Относительную влажность воздуха вычисляют по следующей формуле:

$$R = \frac{A}{E_{\text{сух}}} \times 100\% .$$

При этом берем максимальную влажность (Е_{сух}) при температуре «сухого» термометра (приложение 1):

$$R = \frac{9,41}{12,95} \times 100 = 72,7\% .$$

Дефицит влажности Д = Е_{сух}–А=12,95–9,41=3,54 г/м³.





Точку росы (T) находим по приложению 1. Исходя из данной абсолютной влажности 9,41 мм рт. ст. определяем температуру, при которой абсолютная влажность станет максимальной ($10,4^{\circ}\text{C}$). Точка росы равна $10,4^{\circ}\text{C}$.

Влажность воздуха в животноводческих помещениях определяют в тех же точках, зонах и в те же часы, что и температуру. Для этого используют статический психрометр Августа и динамический (аспирационный) психрометр Ассмана. В каждом имеется по два одинаковых термометра. Психрометр Августа – спиртовой, Ассмана – ртутный.

Статический психрометр Августа состоит из двух совершенно одинаковых спиртовых термометров, укрепленных в одном штативе на расстоянии 4–5 см один от другого (рис. 6).

Резервуар одного из термометров (влажного) обернут кусочком батиста, конец которого опущен в сосуд с дистиллированной водой. С поверхности этого термометра будет испаряться вода, понижая его температуру. В связи с этим и показания температуры на влажном термометре ниже, чем на сухом. Показания термометров записывают через 10–15 минут с момента установки прибора в месте исследования.

Абсолютная влажность воздуха при использовании психрометра Августа определяется по формуле Ренье:

$$A = E_{\text{вл}} - \alpha (t_{\text{с}} - t_{\text{вл}}) \times B,$$

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

$E_{\text{вл}}$ – максимальная влажность при температуре влажного термометра;

α – психрометрический коэффициент, зависящий от скорости движения воздуха (в среднем 0,0011);

$t_{\text{с}}$ – температура «сухого» и $t_{\text{вл}}$ – «влажного» термометров;

B – барометрическое давление, мм рт. ст.

Психрометр Ассмана МВ-4М служит для измерения влажности и температуры воздуха в стационарных и походных условиях (рис. 7).

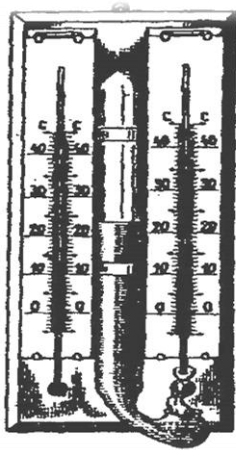


Рис. 6. Статический психрометр Августа

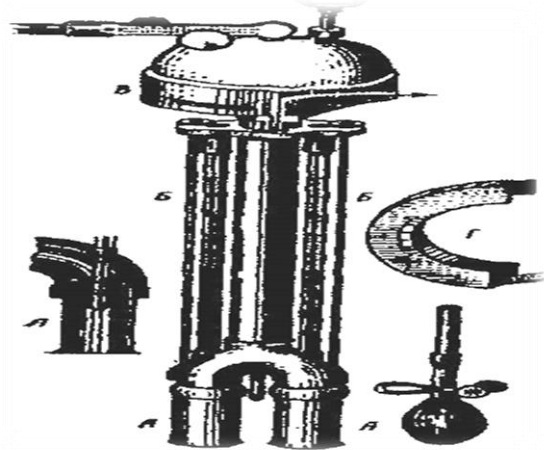


Рис. 7. Психрометр Ассмана МВ-4М.

Принцип действия прибора основан на разности показаний сухого и смоченного термометров в зависимости от влажности окружающего воздуха.

Прибор состоит из двух одинаковых ртутных термометров, закрепленных в специальной оправе, имеет заводной механизм с вентилятором, протягивающий воздух около резервуаров термометров. Термометры защищены с боков от механических повреждений механическими планками. Резервуар правого термометра обернут батистом в один слой и перед работой смачивается дистиллированной водой при помощи резиновой груши с пипеткой. Вентилятор обеспечивает всасывание воздуха возле резервуаров термометров со



скоростью 4 м/с. Показания обоих термометров фиксируют через 4–5 минут работы вентилятора и подставляют в формулу

$$A = E_{\text{вл}} - 0,5 \times (t_c - t_{\text{вл}}) \times \frac{B}{760},$$

где 0,5 – психрометрический коэффициент (постоянная величина);
760 – среднее барометрическое давление.

Гигрометр мембранный М-18 служит для измерения влажности в диапазоне 20–100% в интервале температур от +35 до –60⁰С. В приборе в качестве датчика вместо волоса используется мембрана, выполненная из синтетической гигроскопической пленки (рис. 8).

Строение гигрометра МВ-18 следующее: 1 – гайка для перемещения ходового винта; 2 – ходовой винт; 3 – обезжиренный волос; 4 – рама; 5 – шкала; 6 – стрелка.

Для длительного контроля за влажностью воздуха применяют **гигрографы** суточного (М-21С) и недельного (М-21Н) действия. Гигрографы обеспечивают регистрацию относительной влажности в пределах 30–100% при температуре –35 до +45⁰С. Они действуют по тому же принципу, что и гигрометры.

Вместо одного волоса в приборе используется пучок обезжиренных волос, расположенных в специальной раме (арфоровой системе) за пределами футляра. Изменения длины пучка волос передаются системе рычагов с прикрепленным к ним пером, которое пишет кривую на ленте вращающегося барабана.

Прибор устанавливают в зоне исследования строго горизонтально. Контрастность измерения и точки исследования влажности те же, что и при измерении температурного режима (рис.9).

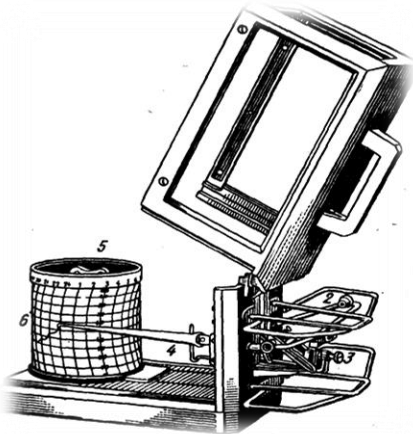


Рис. 8. Гигрометр МВ-18.

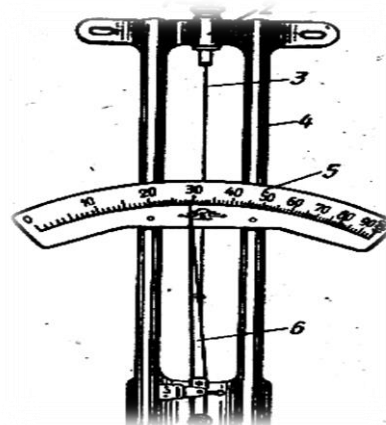


Рис. 9. Гигрограф суточный М-21С.

Гигрограф суточный М-21С имеет следующее строение: 1 – корпус; 2 – датчик – пучок обезжиренных волос; 3 – коррекционный винт; 4 – стрелка с пером; 5 – барабан с часовым механизмом; 6 – диаграммная лента.

Вопросы:

1. Какие гигрометрические показатели характеризуют влажность воздуха животноводческих помещений?
2. Назовите приборы для определения влажности воздуха животноводческих помещений?
3. Перечислите нормативные показатели оптимальной влажности воздуха для животноводческих помещений.



Лабораторная работа №11. Определение охлаждающей способности и скорости движения воздуха животноводческих помещений

Оборудование и материалы: анемометры крыльчатые и чашечные, кататермометр, горячая вода ($65-75^{\circ}\text{C}$), полотенце, люкметры Ю-116,117 и «ТКА-ЛЮКС».

Воздушные массы, находясь в непрерывном движении, оказывают влияние на тепловой баланс помещения. Зимой при значительной скорости движения воздуха увеличиваются потери тепла животными за счет конвекции и испарения пота, что отрицательно влияет на состояние их организма, а летом такие скорости оказывают положительное влияние, способствуя удалению излишнего тепла с поверхности кожи животного.

С целью предотвращения простуды необходимо устранять сквозняки в помещениях, поддерживать оптимальную температуру.

Скорость движения воздуха определяют, прежде всего, в зоне расположения животных и обслуживающего персонала. Вне помещения, а также в вентиляционных каналах ее определяют, как правило, анемометрами – крыльчатыми и чашечными (рис.10 и рис. 12), в помещении – кататермометрами.

Пределы измерения скорости движения крыльчатым анемометром – $0,3-5,0$ м/с, чашечным – $1-20$, кататермометром – менее 1 м/с.

Чашечный анемометр отличается от крыльчатого только ветроприемником, где вместо крыльчатки находится крестовина с четырьмя полушариями. Определение скорости воздушного потока аналогично предыдущему, за исключением того, что в исследуемой точке прибор устанавливают осью перпендикулярно току воздуха.

Нормативы допустимой скорости движения воздуха в животноводческих помещениях представлены в приложении 4.

Принцип действия анемометров обоих типов одинаков. Воздух давит на ветроприемник (легкие подвижные крылья или чашечки) прибора и приводит их во вращение, которое через систему шестеренок передается стрелке на циферблате. Специальный арретир позволяет включать и выключать счетчик оборотов. Прибор включают на 100 с.

Для более точного определения скорости движения воздуха в одной точке наблюдают $2-3$ раза, при этом берут среднюю скорость и полученную величину умножают на поправочный коэффициент по прилагаемой к каждому анемометру таблице.

Низкие скорости движения воздуха определяются посредством **кататермометров**. Это особые спиртовые термометры, имеющие цилиндрический резервуар со шкалой, разделенный на градусы от 35 до 38°C , или шаровые со шкалой $33-40^{\circ}\text{C}$ (рис.11).

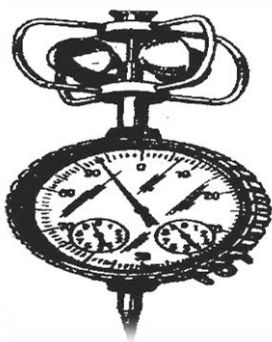


Рис. 10. Анемометр чашечный типа МС-13.

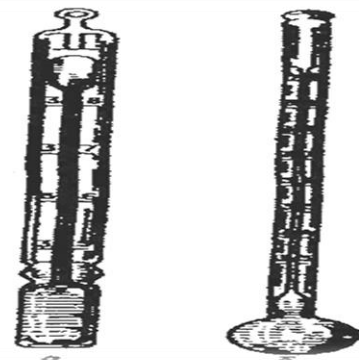


Рис. 11. Кататермометры: цилиндрический и шаровой.

На тыльной стороне кататермометра обозначен его фактор, который характеризует теплотери в милликалориях в 1 см^2 поверхности спиртового резервуара при охлажде-





нии его от 40 до 37⁰С. Фактор устанавливается для каждого прибора при изготовлении на заводе.

Правила работы с кататермометром.

1. Перед исследованием резервуар сухого кататермометра погружают в воду, нагретую до 65–75⁰С, и ждут, когда расширившийся спирт заполнит 1/3 верхнего цилиндрического расширения.

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

3. По секундной стрелке часов или секундомера определяют время охлаждения прибора от 40 до 37⁰С. Измерения повторяют три раза и берут среднюю величину времени охлаждения (А).

4. Регистрируют температуру воздуха в точке измерения. Далее вычисляют катаиндекс (Н) путем деления фактора (F) данного кататермометра на время прохождения спиртом расстояния от 40 до 37⁰С:

$$H = \frac{F}{A}, \text{ мкал/см}^2/\text{град/с.}$$

Затем находят скорость движения воздуха по формуле соответственно Хилла или Вейса:

$$v = \left[\frac{H/Q - 0,20}{0,40} \right]^2; v = \left[\frac{H/Q - 0,14}{0,49} \right]^2,$$

где v – скорость движения воздуха;

H – охлаждающая способность воздуха по кататермометру;

0,20 и 0,40; 0,14 и 0,49 – эмпирические величины;

Q – разница между средней температурой кататермометра и температурой в точке исследования.

$$t^0_{\text{к}} = \frac{33 + 40}{2} = 36,5^0 \text{С.}$$

Здесь t⁰_к – средняя температура кататермометра.

Если показатель H, деленный на Q, меньше 0,6, то скорость движения воздуха будет меньше 1 м/с. В этом случае пользуются формулой Хилла. Если же он больше или равен 0,6, то скорость движения воздуха равна или больше 1 м/с. Тогда вычисление ведут по формуле Вейса.

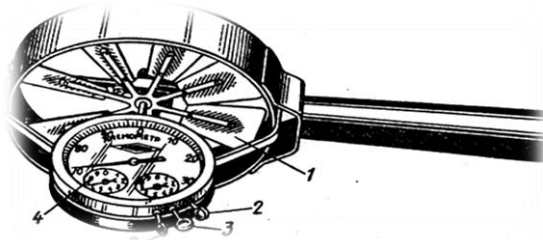


Рис. 12. Анемометр крыльчатый типа АСО-3:

1 – крыльчатка; 2 – ушки; 3 – арретир; 4 – шкала.

Для измерения скорости движения воздуха применяют также электрические термоанемометры типа ЭА-1М, ЭА-2М, ЭМ-5М и ТА на 1–10 точек, а также полупроводниковые термоанемометры типа ПТА-68. Диапазон измерения скорости движения равен 0–5 м/с, температуры – 10–60⁰С и направления потоков воздуха – 0–360⁰.

Для упрощения расчетов пользуются специальной таблицей (приложение 2), в которой по величине H/Q находят скорость движения воздуха.

Контрольные вопросы:

1. Какие приборы применяются для определения скорости движения воздуха в животноводческих помещениях? Каковы принципы их действия и порядок работы?

2. Назовите нормы скорости движения воздуха в животноводческих помещениях для различных половозрастных групп.





Лабораторная работа №12. Определение естественной и искусственной освещенности в животноводческих помещениях

Свет как один из основных раздражающих факторов внешней среды обладает высоким биологическим действием и играет первостепенную роль в регуляции важнейших функций организма. Обмен веществ в организме, происходящий под действием света, является жизненно необходимым процессом для всей органической природы и, следовательно, обязательным условием нормальной жизнедеятельности организма животных. Кроме того, повышается активность окислительных ферментов и усиливается газообмен. Под влиянием света возрастает азотистый обмен, а баланс азота становится положительным. Недостаточная освещенность животноводческих помещений создает предпосылки к возникновению у животных анемии, остеопороза, рахита и других заболеваний. Наоборот, хорошее освещение способствует повышению невосприимчивости организма к заболеваниям. Для нормального функционирования животного организма, а также обеспечения рабочего процесса на фермах, комплексах и птицефабриках необходим естественный и искусственный свет. Формирование режима освещения в животноводческих зданиях зависит от ряда условий: наружной освещенности, типа и конструкции здания, расположения его на местности, конструктивного решения светопропускающей части ограждений, состояния остекления, типа расположения и мощности светильников и пр.

Естественная освещенность внутри животноводческих зданий нормируется двумя способами: светотехническим и геометрическим. Светотехническое нормирование основывается на определении коэффициента естественной освещенности (КЕО):

$$\text{КЕО} = \frac{E_{\text{в}}}{E_{\text{нар}}} \cdot 100\%,$$

где $E_{\text{в}}$ – освещенность точки внутри помещения, лк;

$E_{\text{нар}}$ – освещенность площадки под открытым небом диффузным светом, лк.

Интенсивность естественного освещения во многом зависит от типа и конструкции здания и колеблется по сезонам года от 0,3 до 1,8 %.

Геометрическое нормирование, или световой коэффициент (СК), определяет отношение остекленной площади поверхности окон к площади освещаемого помещения:

$$\text{СК} = \frac{S_{\text{ост.окон}}}{S_{\text{пола}}}$$

Контроль за освещенностью в отдельных участках одного и того же помещения осуществляется определением угла падения, препятствия и отверстия. Угол падения образуется двумя линиями, идущими от определенного места (кормушки, стойла, автопоилки и др.): одна линия идет горизонтально к окну, другая – к верхнему краю окна (остекленной поверхности). Чем больше этот угол, тем лучше освещенность, так как угол отверстия будет меньше.

Для определения угла падения необходимо знать расстояние от определенного места до окна и высоту окна по верхнему краю остекленной поверхности (т.е. два катета).

Угол отверстия образуется двумя прямыми: одной, исходящей от определенного места и идущей через верхний наружный край окна, и другой, исходящей оттуда же, но проходящей через верхний край противоположного здания или другого какого-либо предмета. Для нормальной освещенности животноводческих помещений угол падения света должен быть не менее 27° , а угол отверстия – не менее 5° .

Зная тангенс искомого угла, по табл. 1 можно определить угол падения света и угол отверстия.

Для измерения освещенности применяют объективные люкметры типа Ю-16 (рис.13). Люкметр состоит из чувствительного к свету селенового фотоэлемента, стрелочного гальванометра, которые соединены гибким проводом шкалы, отградуированной в люксах, и светофильтров разной плотности.





Гальванометр имеет зеркальную шкалу, разделенную на 50 делений, представленную тремя диапазонами измерений освещенности (лк): 0–25, 0–100 и 0–500. При сильной интенсивности освещения (более 500 лк) на корпус фотоэлемента надевают матовый светопоглотитель, который позволяет увеличить пределы измерений в 10, 100 и 1000 раз. Когда используют поглотитель, шифровую величину умножают на предел его увеличения.

Для восполнения недостаточности естественной освещенности и удлинения светового дня в стойловый период в животноводческих помещениях широко применяют искусственное электрическое освещение. Интенсивность искусственного освещения в помещениях определяют в люксах (лк) или в ваттах (Вт) на 1 м² площади пола.

Для перевода количества ватт в люксы удельную мощность ламп умножают на коэффициент (табл.1).

Таблица 1. Величина коэффициента для перевода ватт в люксы

Мощность ламп, Вт	Вид ламп	
	накаливания	люминесцентные
До 100	2,0	6,5
100 и более	2,5	8,0

Таблица 2. Таблица натуральных тригонометрических величин

tg α	α	tg α	α	tg α	α
0	0	0,30	17	1,00	45
0,01	1	0,36	20	1,15	49
0,03	2	0,44	24	1,39	53
0,05	3	0,50	27	1,60	58
0,08	5	0,58	30	2,05	64
0,12	7	0,65	33	2,47	68
0,18	10	0,70	35	3,07	72
0,25	14	0,80	39	4,01	76

Для определения искусственного освещения на 1 м² площади пола подсчитывают в помещении число электрических лампочек и устанавливают их мощность в ваттах. Эту величину делят на полезную площадь помещения (м²) и находят удельную мощность ламп в ваттах на 1 м²:

$$ИО = \frac{\text{Колич. ламп} \times \text{мощность}}{S_{\text{пола}}} = \text{Вт} / \text{м}^2.$$

При измерениях искусственной освещенности в помещениях с люминесцентными лампами ЛД показатель люксметра необходимо умножить на поправочный коэффициент 0,9.

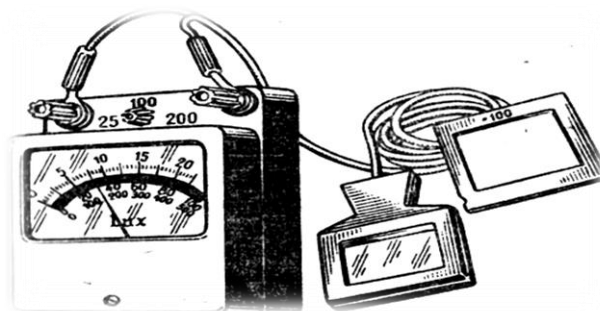


Рис. 13. Люксметр Ю-16.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите методы определения естественной и искусственной освещенности в животноводческих помещениях.
2. Расскажите о работе с люксметрами.
3. Назовите нормативы естественной и искусственной освещенности для животноводческих помещений.





Лабораторная работа №13. Определение газового состава воздуха в животноводческих помещениях

Оборудование и материалы: газовый анализатор УГ-2, раствор едкого бария, 1%-ный индикатор – фенолфталеин, щавелевая кислота, калиброванный флакон емкостью 1л, индикаторные трубочки.

В воздухе животноводческих помещений могут накапливаться вредные газы в концентрациях, часто превышающих допустимые нормы. К таким газам относятся углекислый, аммиак, сероводород, окись углерода и др.

При повышении предельно допустимых норм вредных газов в воздухе животноводческих помещений снижается продуктивность и естественная резистентность животных.

Аммиак, сероводород и окись углерода в больших концентрациях вызывают тяжелые отравления животных.

Способ Гесса. Берут калиброванный флакон или колбу емкостью 1л, наполняют его (ее) в течение 0,5 мин исследуемым воздухом и закрывают пробкой с двумя отверстиями, заткнутыми стеклянными палочками. Вынув одну из стеклянных палочек, вливают во флакон 10 мл раствора едкого бария, вновь вставляют стеклянную палочку в отверстие пробки и взбалтывают баритовую воду с воздухом в течение 10 мин. После взбалтывания вновь вынимают стеклянную палочку, вливают во флакон 2 капли 1%-ного индикатора – фенолфталеина и, вставив в отверстие конец бюретки, осторожно титруют мутный баритовый раствор раствором щавелевой кислоты до исчезновения розового цвета.

Расчет. Из 10 мл раствора едкого бария вычитают количество щавелевой кислоты (мл), затраченное на титрование раствора. Полученную разность умножают на титр раствора едкого бария (примерно 0,995). Произведение будет соответствовать количеству углекислого газа (мг) в исследуемом воздухе. Миллиграммы найденного углекислого газа переводят в миллилитры, умножая на 0,509 (1 мг CO_2 при нормальных условиях занимает объем 0,509 мл). Затем из объема колбы вычитают 10 мл (количество влитого в колбу раствора едкого бария), после чего объем взятой пробы воздуха приводят к температуре 0°C и давлению 760 мм рт. ст. по формуле

$$V_{760} = \frac{(V_t - 10) \times B}{(1 + \alpha^0) \times 760}$$

или пользуются приложением 3.

Процентное содержание углекислого газа рассчитывают по соотношению

$$\frac{V^{0760} - 100\%}{V - x},$$

где x – искомый процент углекислого газа;

V – количество найденного углекислого газа в исследуемом объеме воздуха, мл;

V^{0760} – объем исследуемого воздуха, приведенный к нормальным условиям.

Определение содержания CO_2 , NH_3 , H_2S и CO газоанализатором УГ-2. Газоанализатор УГ-2 состоит из корпуса, калиброванного штока, фиксатора, сильфонного насоса и резиновой трубочки (рис.14). Действие прибора основано на использовании свойства индикаторного порошка изменять окраску под действием газов (под влиянием аммиака желтый цвет порошка изменяется на темно-коричневый).

Порядок определения.

1. Перед началом работы открыть крышку сильфонного насоса. Взять индикаторные трубочки, шток, шкалу измерения.

2. При открытой крышке насоса отвести палец фиксатора и вставить шток (на анализируемый газ) в направляющую втулку. Давлением руки на головку штока сжать сильфон до захвата пальца фиксатора в верхнее отверстие в канавке штока.





3. Взять индикаторную трубочку и соединить ее с резиновой, открытый конец трубочки поместить в то место, где исследуется воздух.

Отвести палец фиксатора. Как только шток начнет двигаться вверх, фиксатор отпустить. После фиксации пальца стопорного устройства в нижнем фиксирующем отверстии на канавке штока (слышен щелчок) дать выдержку несколько секунд до полного окончания просасывания исследуемого воздуха.

4. Для определения допустимых концентраций газов объем исследуемого воздуха должен составлять для CO_2 – 400 мл, NH_3 – 250, H_2S – 300, CO – 220 мл.

При определении токсичных концентраций указанных газов объем просасываемого воздуха через индикаторные трубочки должен составлять 100, 30, 30 и 60 мл.

5. Индикаторную трубочку снять с резиновой и приложить к шкале таким образом, чтобы нижняя граница окрашенного столбика индикаторного порошка совпадала с нулевым делением шкалы. Верхняя граница окрашенного столбика укажет на шкале концентрацию определенного газа (мг/м^3).

Определение концентрации аммиака и углекислого газа в исследуемом воздухе можно также проводить при помощи универсального газоанализатора **фирмы «Хехст» (Германия)**.

Прибор состоит из шайбы, расчетного устройства, корпуса помпы, впускного клапана, резиновой груши, сдавливателя, стоп-шайбы, счетчика, фиксатора, пружины, уплотнителя, выпускателя воздуха (рис. 15).

К прибору также прилагается комплект индикаторов для определения содержания аммиака и углекислого газа.

Для определения концентрации аммиака и углекислого газа концы индикаторов обламывают и вставляют в тело помпы.

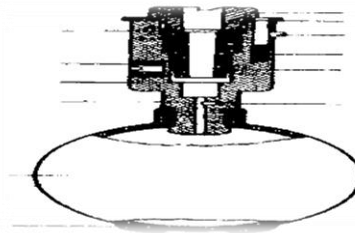
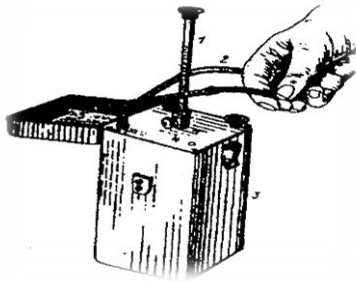


Рис.14. Универсальный газоанализатор (УГ-2). Рис. 15. Газоанализатор фирмы «Хехст».



Рис. 15. Газоанализаторы для определения углекислого газа, сероводорода и аммиака фирмы «Драгер»

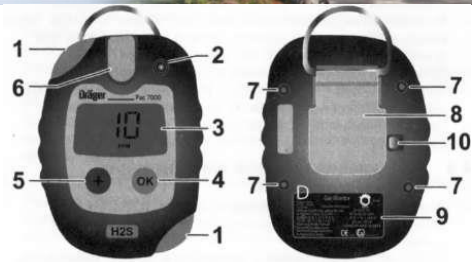


Рис. 16. Устройство газоанализатора фирмы «Драгер»: 1 – сигнальный светодиод; 2 – звуковое сигнальное устройство; 3 – дисплей (концентрация газа); 4 – кнопка ОК для включения/выключения прибора и квитирования тревог; 5 – кнопка + для выключения прибора и проведения функциональной проверки; 6 – впускное отверстие; 7 – винт; 8 – пружинный зажим; 9 – паспортная табличка; 10 – ИК-интерфейс.



Рис. 24. Комплексный газоанализатор для определения углекислого газа, аммиака и сероводорода фирмы «Драгер» и его устройство: 1 – поступление газа; 2 – сигнальный светодиод; 3 – звуковое сигнальное устройство; 4 – кнопка ОК; 5 – блок питания; 6 – кнопка +; 7 – дисплей; 8 – ИК-интерфейс; 9 – зажим для крепления; 10 – паспортная табличка; 11 – зарядные контакты; 12 – индикация измеряемого газа; 13 – индикация измеренного значения; 14 – специальные символы; 15 – инструмент для замены сенсора.

Затем прокачивают грушей объемом 100 мл через индикатор исследуемый воздух 10 раз для определения аммиака и 4 раза – углекислого газа. Так можно измерить концентрацию аммиака в диапазоне от 5 до 1000 мг/м³.

Контрольные вопросы:

1. Расскажите об устройстве, принципе действия и порядке работы с прибором УГ-2.
2. Назовите ПДК вредных газов для животноводческих помещений.
3. Какие мероприятия необходимо проводить для снижения концентрации вредных газов в воздухе животноводческих помещений?





Лабораторная работа №14-15 Санитарно-гигиеническая оценка качества грубых и сочных кормов

Статистические данные показывают, что более 80% заболеваний приходится на долю незаразных болезней. Среди последних большое место, особенно в стойловый период, занимают болезни общего обмена, которые возникают в результате нарушения порядка и правил кормления или в результате скармливания недоброкачественных кормов.

В практике зоогигиенического контроля за качеством кормов используют органолептический метод, ботанический и лабораторный анализ, биологическую пробу на животных. Предварительные исследования и гигиеническую оценку кормовых средств производят непосредственно на месте их хранения или заготовки, где определяют их однородность, структуру, влажность, цвет, запах, наличие примесей, признаков заплесневения и др. Средняя проба для лабораторного анализа должна полностью отражать качество исследуемых кормов (грубых, сочных, концентрированных или комбинированных, гранул, брикетов, премиксов, кормовых добавок и др.). Санитарно-гигиеническая оценка доброкачественности кормов, контроль за их скармливанием дают возможность предупредить заболевания животных.

Контроль за доброкачественностью и полноценностью кормовых средств осуществляют ветеринарный врач и зоотехник. Предварительное исследование проводится на месте их хранения, при этом обращают внимание на приведенные ниже качества.

1. *Однородность*, если в одном месте сосредоточено сено разного качества, из разных партий и разных мест, то в таких случаях оценивают каждую партию отдельно.

2. *Влажность* определяется органолептически:

а) сухое сено (влажность не более 15%) – при скручивании в жгут издает своеобразный треск, кажется жестким, рукой не ощущается влажность или прохлада, при сгибании и разгибании пучка он быстро переламывается;

б) сено средней сухости (влажность не более 17%) – при скручивании пучок не трещит и на ощупь кажется мягким, при сжатии сена ладонью ощущается некоторая прохлада, при скручивании пучок разрывается не целиком;

в) влажное сено (влажность 17–20%) – при скручивании пучок не издает никакого звука, свитый жгут выдерживает многократное перекручивание и сгибание, при сжатии пучка в ладони ощущается свежесть;

г) сырое сено (влажность 20–23%) – при скручивании пучка на его поверхности выступает влага. Рука, опущенная в сложенное сырое сено, ощущает тепло;

д) прессованное сено – при определении влажности обращают внимание на боковые поверхности тюка. У тюка повышенной влажности они не пушатся, кажутся сглаженными. Оттянутая проволока на сухом тюке возвращается при опускании на прежнее место. На влажном сене натяжение проволоки уменьшается, на месте прилегания виден ржавый след. Тюк сухого сена, сброшенный со скирды или с воза, подскакивает, как мяч, тюк сырого сена ложится пластом.

3. *Цвет сена*:

а) нормально убранное сено с преобладанием злаков имеет сероватый оттенок, бобовое сено – буровато-зеленого, люцерновое сено – ярко-зеленого цвета;

б) сено, продолжительное время, лежавшее в рядках на солнечном свете (пересушенное), имеет белесоватый вид;

в) сено, находившееся во время уборки под дождем, – светло-зеленого, степное сено – бледно-зеленого цвета;

г) подмокшее сено в скирдах – ярко-желтого цвета;

д) совершенно испорченное сено (подвергшееся сильному самосогреванию во время хранения) – темно-желтого, коричневого и черного цвета. Такой цвет имеет, кроме того, сено верхних слоев скирд.





4. *Запах.* Свежеубранное сено обладает специфическим приятным запахом. Очень слабый запах бывает у сена, долго лежавшего под дождем или перестоялого. Несвежий, затхлый запах характерен для сена, хранившегося в неблагоприятных условиях. Сено с большим содержанием влаги покрывается плесенью, приобретает специфический запах плесени, сохраняющийся, несмотря на сушку и пересыхание. Сильно согревшееся сено имеет запах печеного хлеба. Сгнившее сено – черное, слизистое, имеет землистый, гнилостный запах. Если запах сена установить трудно, то небольшую порцию его помещают в стакан и заливают водой (температура 60⁰С). Стакан закрывают стеклом и через 2–3 мин исследуют запах.

5. *Время уборки* устанавливают по наличию в сене цветков и семян, а отчасти по цвету.

Для профилактики отравлений животных зооинженер должен знать ядовитые и вредные растения, которые условно подразделяются на десять групп.

К 1-й группе относятся грубые, несъедобные растения: звербой, камыши, мхи, осоки, полынь мелкая, чертополох, хвощи.

К 2-й группе относятся растения, действующие на центральную нервную систему и вызывающие преимущественно симптомы возбуждения: белладонна, белена черная, дурман, мак-самосейка, чистотел; растения, вызывающие преимущественно судороги: вех ядовитый, чемерица, полынь таврическая; растения, вызывающие преимущественно симптомы угнетения и паралича: болиголов, хвощи, горчак, плевел опьяняющий, живокость.

К 3-й группе относятся растения, вызывающие преимущественно симптомы поражения органов пищеварения: молочай обыкновенный, паслен черный, пролеска многолетняя, лютики, сон-трава.

К 4-й группе относятся растения, вызывающие преимущественно симптомы поражения органов пищеварения и дыхания: горчица полевая, редька дикая, рапс, репняк, сурепка.

К 5-й группе относятся растения, действующие на обмен веществ:

– растения, вызывающие светочувствительность кожи: гречиха посевная, звербой обыкновенный, клевер, лебеда белая, люцерна посевная, просо посевное, эспарцет посевной, райграс;

– растения, действующие на тканевое дыхание: клевер, вика, сорго, суданская трава;

– растения, действующие на солевой обмен: щавель кислый, щавель малый, кислица обыкновенная.

К 6-й группе относятся растения, вызывающие преимущественно симптомы поражения сердца и сосудов: ландыш, наперстянка, горицвет, вороний глаз, нарцисс белый и желтый, донник желтый.

К 7-й группе относятся растения, вызывающие симптомы поражения печени: люпин синий и желтый, крестовник обыкновенный, крестовник Якоба.

К 8-й группе относятся растения, содержащие фитоэстрогены: борщевик Сосновского, горох кормовой, донник белый, картофель, клевер (разные виды), кукуруза, люцерна, подсолнечник, соя культурная, хмель.

К 9-й группе относятся растения, вызывающие аборт у беременных самок: конопля посевная, клещевина, можжевельник, паслены, плевел опьяняющий, рапс.

К 10-й группе относятся соленосные растения: борщевик, сныть обыкновенная, солянка.

Взятие средней пробы. Сено и солома. После органолептического исследования сена и соломы на месте хранения отбирают среднюю пробу для лабораторного анализа. Для получения средней пробы сено или солому отбирают в количестве не менее 5 кг на каждые 25 т непрессованного и 50 т прессованного корма. Среднюю пробу составляют из отдельных проб по 200–250 г из 20 мест в разных участках скирды.

К каждой пробе, посылаемой для исследования, прикладывают сопроводительную записку, в которой указывают: 1) вид корма; 2) когда и откуда взят корм; 3) почему обра-





зец посылается на исследование; 4) какая клиническая картина наблюдалась у животных, заболевших после поедания корма; 5) условия хранения корма; 6) почтовый и телефонный адрес отправителя; 7) дату, должность и подпись лица, направляющего корм на оценку.

Силос и сенаж. Пробу корма (около 2 кг) для лабораторного исследования необходимо брать после снятия верхнего слоя массы на глубине не менее 20 см. Образцы сенажа упаковывают в чистые стеклянные банки, плотно закупоривают и доставляют в лабораторию. На банки наклеивают сопроводительную записку.

Определение качества соломы. Доброкачественная солома должна быть сухой (не выше 16% влаги), но не ломкой. Солома, содержащая до 20% влаги, считается влажной, а свыше 20%, – сырой. В ней не должно быть большого количества пыли.

Цвет. Зависит от вида растений, а также от условий уборки и хранения. Хорошая солома имеет присущий ей цвет и блеск. При длительном хранении она темнеет, становится грубой и ломкой, дает много трухи. Особенно заметно темнеет солома, убранная в дождливую погоду. Влажная солома при хранении поражается плесневыми грибами.

Запах. Для определения запаха пучок соломы помещают в стакан с теплой водой, закрывают его крышкой и через 3 мин определяют запах. Испорченная солома, хранившаяся влажной, имеет затхлый, плесневый запах.

Определение качества сенажа. Сенаж – это корм, приготовленный из трав, провяленных до 45–55%-ной влажности. Консервирующий фактор сенажа – физиологическая сухость массы и анаэробные условия хранения. Активность молочнокислых бактерий в этой среде значительно снижается, поэтому в сенаже меньше образуется органических кислот и больше остается сахара. Кислотность (рН) сенажа в зависимости от видов трав составляет 4,5–5,5. Этот корм характеризуется высокой питательной ценностью (0,32–0,35 к.ед.; 38–65 г переваримого протеина в 1 кг корма).

При сенажировании зеленых кормов главные условия получения высококачественного корма – быстрое заполнение хранилищ и создание герметичных анаэробных условий, так как даже при сильном трамбовании остается много пор, через которые проникает воздух в глубокие слои.

Запах хорошего сенажа – ароматный, цвет – серовато-зеленый, желто-зеленый, для клевера допускается светло-коричневый. Содержание масляной кислоты в сенаже первого класса не допускается, а для второго – не более 0,1% от массы. К внеклассному относят сенаж бурого или темно-коричневого цвета.

Определение качества силоса. В основе силосования кормов лежат микробиологические процессы. В результате молочнокислого брожения в корме образуются органические кислоты, которые консервируют корм и определяют его кислотность. Поэтому все технологические приемы заготовки силоса направлены на обеспечение нормальных условий для развития желательной микрофлоры, а именно молочной кислоты, которая использует для своей жизнедеятельности растительный сахар. Избыток или недостаток сахара изменяет величину рН, общее количество и соотношение органических кислот. При высокой влажности и избытке сахара в силосуемой массе могут возникать нежелательные бродительные процессы, в результате чего углеводы сбраживаются с образованием спирта и углекислого газа, а белки разлагаются до аммиака. Практика показывает, что силос, содержащий свыше 80 % влаги, имеет, как правило, низкое качество. Он содержит много масляной кислоты и продуктов распада белков.

Оценку силоса производят через 1–2 месяца после его заготовки. Доброкачественный силос имеет цвет, характерный для исходного сырья, т.е. зеленый или желто-зеленый с легким буроватым оттенком. Явно бурый цвет силос приобретает при сильном перегревании исходного сырья в хранилище.

Черный или темно-коричневый цвет имеет испорченный силос. К первому и второму классу относится силос, приготовленный из любого вида сырья, имеющий приятный фруктовый запах или запах квашеных овощей. Силос третьего класса имеет слабый запах меда, свежеепеченного ржаного хлеба или слабый запах уксусной кислоты.





Резкий запах уксуса свидетельствует о начальной стадии порчи силоса. Едкий, аммиачный, селедочный, навозный, затхлый, долго не исчезающий с рук запах является признаком испорченного силоса. Такой силос является нестандартным и не подлежит дальнейшей оценке.

В доброкачественном силосе хорошо различают структуру растений, его отдельные вегетативные части, легко отделяющиеся друг от друга. Консистенция доброкачественного силоса рассыпчатая. Ослизлая, мажущаяся консистенция служит показателем низкого качества корма.

Окончательная оценка силоса производится после лабораторных исследований. Согласно ГОСТу кукурузный силос оценивается самостоятельно. Стандартный кукурузный силос высшего класса, заготовленный в условиях Республики Беларусь согласно СТБ 1223–2000, должен содержать не менее 30 % сухого вещества и не менее 40 мг каротина в 1 кг сухого вещества силоса. Он должен иметь рН в пределах 3,9–4,2, содержать (в % к общему количеству органических кислот) не менее 50% молочной кислоты и не содержать масляной.

Силосы из других растений должны иметь сухого вещества не менее 25–30%, каротина – 30 мкг/кг; рН силосов допускается в пределах 3,9–4,2; содержание молочной кислоты – не менее 40%, масляной – нет.

Контрольные вопросы:

1. Перечислите правила отбора проб грубых и сочных кормов для исследования.
2. Назовите, какие вредные и ядовитые растения содержатся в грубых кормах?





Лабораторная работа № 16-17 Санитарно-гигиеническая оценка качества зерна и комбикормов. Правила отбора проб зерна.

Отбор проб зерна для исследования можно производить непосредственно из автомашин и вагонов, со складов при хранении зерна насыпью, из затаренных мешков, из бункеров-элеваторов при выгрузке зерна.

Пробу зерна из автомашин отбирают щупом в четырех точках кузова: с поверхности и у дна по всей насыпи на расстоянии 0,5 м от бортов. Общая масса зерна из каждой точки взятия и смешанной средней пробы должна быть не менее 1 кг. В вагонах пробы зерна берут в одиннадцати точках по двум диагоналям. Общая масса зерна из всех точек должна быть не менее 2 кг. На складах при хранении зерна насыпью высотой до 1,5 м пробы отбирают вагонным щупом в пяти точках поверхности насыпи. Общая масса зерна из всех точек должна составлять около 2 кг. Из партии затаренного в незашитые мешки зерна пробы отбирают щупом в трех местах: вверху, в середине и внизу. При наличии до 10 мешков пробы берут из каждого второго мешка, от 10 до 100 – из каждых пяти мешков и свыше 100 – из каждых десяти мешков.

Из бункеров-элеваторов пробы зерна отбирают при его погрузке в транспортные средства или при затаривании в мешки.

Определение физических свойств зернофуража.

Цвет. В зависимости от вида зерна цвет бывает различный. У доброкачественного зерна пленка гладкая, а у подмоченного – морщинистая. При длительном хранении зерно с повышенной влажностью становится тусклым, приобретает матовый цвет. В результате развития микроорганизмов и грибов на зерне появляются пятна.

Появление красноватого или коричневого цвета свидетельствует о самонагревании зерна в буртах. Зеленоватый цвет указывает на незрелость зерна, т.е. на раннюю уборку.

Запах. Определяется как в целом, так и в размолотом зерне. Из предварительно перемешанного среднего образца берут на ладонь зерно (целое или размолотое), согревают его дыханием и исследуют на присутствие постороннего для зерна запаха. Для усиления ощущения запаха зерно высыпают в стакан, заливают горячей водой (температура 60–70°C), накрывают стеклом, оставляют его на 2–3 мин, после чего сливают воду и исследуют зерно на присутствие запаха.

Доброкачественное зерно имеет приятный ароматический запах. При недоброкачественности зерно приобретает посторонний запах. Например, затхлый запах зерна указывает на недостаточную вентиляцию в местах хранения с повышенной влажностью, солодовый – зерно подвергалось самонагреванию, медовый – поражение зерна амбарными вредителями, селедочный – зерно поражено головней, мышинный – в помещении с зерном много грызунов, запах плесени – поражение зерна плесневыми грибами, гнилостный – зерно поражено микроорганизмами.

Вкус. Для определения вкуса зерна из среднего образца берут небольшое количество его, размалывают и разжевывают 2 г. Перед каждым определением и после рот тщательно прополаскивают водой. Хорошее зерно имеет молочно-сладковатый вкус. При хранении с высокой влажностью зерно имеет кислый вкус, а при порче приобретает горьковатый или гнилостный вкус.

Влажность. Ориентировочно влажность зерна определяют в местах его хранения. Зерно «сухое» при раскусывании разлетается на две части, а влажное расплющивается. Сухое зерно, если его взять в ладонь, «вытекает» из нее, влажное – задерживается.

Если при разрезании зерно отскакивает, то примерная влажность до 15%, если остается на месте – влажность около 20%, а если расплющивается – то более 20%.

Кислотность. Под действием микроорганизмов в зерне разрушаются белки, жиры, углеводы и накапливаются органические кислоты, которые и обуславливают его кислотность.





Из средней пробы отбирают 50 г зерна, очищают его от сорной примеси и размалывают на лабораторной мельнице так, чтобы все размолотое зерно прошло при просеивании через металлическую сетку № 08. Из размолотого зерна взвешивают 5 г, высыпают в сухую коническую колбу (емкостью 100–150 мл) и наливают 50 мл дистиллированной воды, оставляют на 30 мин при комнатной температуре. Содержимое колбы перемешивают, встряхивают до исчезновения комочков. В полученную смесь добавляют 5 капель 1%-ного раствора фенолфталеина, взбалтывают и титруют 0,1 н. раствором едкого натрия до получения розового окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин.

Кислотность выражается в градусах, определяемых количеством миллилитров раствора едкой щелочи, требующейся для нейтрализации кислот в 100 г зерна:

$$X = \frac{100 \times A}{10 \times C} \times K,$$

где X – кислотность, град;

A – количество 0,1 н. раствора едкой щелочи, пошедшей на титрование, мл;

100 – количество зерна, г;

C – масса навески, взятой на исследование;

10 – пересчет на нормальный раствор щелочи;

K – поправочный коэффициент к титру 0,1 н. раствора едкого натрия.

Характеристика зерна по кислотности представлена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика зерна по кислотности

Градусы кислотности зерна	Характеристика зерна	Выводы
3,4–4,5	Намечается процесс порчи	Необходимо улучшить условия хранения
4,5–5,5	Хранить зерно опасно	Необходима реализация
7,5	Зерно не выдерживает хранения	Необходима быстрая реализация
9,5	Зерно испорчено	Скармливать взрослым животным осторожно, молодняку нельзя

Определение зараженности зерна амбарными вредителями. При хранении зернофуража в условиях повышенной влажности он довольно часто поражается амбарными вредителями. Они хорошо развиваются при температуре 10 °С и повышенной влажности. Паразиты наносят большой экономический ущерб, так как зерно может терять ежемесячно от 5,5 до 7,5% питательных веществ. Пораженное зерно не может храниться долгое время. Продукты распада органических веществ, которые образуются в результате жизнедеятельности амбарных вредителей, могут вызывать отравления у животных при использовании пораженного зерна в корм (табл.2).

Таблица 2. Определение степени зараженности зерна

Степень зараженности	Количество экземпляров вредителей в 1 кг зерна	
	долгоносиков	клещей
1	От 1 до 5	От 1 до 20
2	От 6 до 10	Свыше 20
3	Свыше 10	Клещи образуют сплошной войлочный слой

Все амбарные вредители подразделяются на три отряда: паукообразные (клещи), жесткокрылые (долгоносики) и прусаки. Зараженность зерна амбарными вредителями определяют путем просеивания всего среднего образца. Степень зараженности устанавливают по количеству обнаруженных живых вредителей в 1 кг зерна. При обнаружении зараженности зерна долгоносиком или клещом устанавливают ее степень.

Основные требования к комбикормам. Нормативы оценки доброкачественности комбикормов в процентах приведены в табл.3.

Таблица 3. Основные требования к комбикормам





Показатели	Нормативы
лажность, %	14–15
Кислотность, °	5
Содержание неразмолотых зерен, %	1
Содержание песка, %	2
Головня, %	0,06
Зараженность амбарными вредителями, степень, %	Не более 1

Готовый комбикорм должен быть однородным по внешнему виду, без признаков плесени. Цвет должен соответствовать набору входящих в его состав компонентов. Большой частью комбикорма бывают серого цвета с различными оттенками в зависимости от преобладания в нем тех или иных кормовых средств. Например, с большим количеством кукурузы – желтый, травяной муки – зеленый. Запах соответствует набору ингредиентов: при наличии рыбной муки – запах сушеной рыбы.

Общая кислотность комбикормов. Общую кислотность определяют путем обработки навески комбикорма водой и титрованием вытяжки раствором щелочи. Для этого отвешивают 25 г комбикорма и вносят его в сухую колбу емкостью 500 мл, приливают 250 мл дистиллированной воды. Взбалтывают в течение 10 мин, после чего оставляют на 35 мин. Жидкость отфильтровывают через сухой фильтр в сухую колбу, первые порции фильтрата отбрасывают, а затем 25 мл фильтрата переносят в колбу на 100 мл и титруют 0,1 н. раствором едкого натрия в присутствии фенолфталеина до слабо-розового окрашивания.

Кислотность выражают в градусах, вычисляя ее по формуле

$$X = 4 \times A \times K,$$

где А – количество 0,1 н. раствора едкого натрия, израсходованного на титрование, мл;

К – поправка для пересчета на точный 0,1 н. раствор едкого натрия;

4 – коэффициент пересчета.

Содержание поваренной соли в комбикормах и мясокостной муке. Навеску комбикорма или мясокостной муки (5 г), взятой из средней пробы, помещают в колбу и приливают 50 мл дистиллированной воды.

После основательного встряхивания оставляют колбу на 5–10 мин, периодически перемешивая ее круговыми вращениями. Затем жидкость отфильтровывают. Берут 10 мл фильтрата и титруют 0,1 н. раствором азотнокислого серебра при индикаторе – 10%-ном растворе хромовокислого калия (K_2CrO_4) – до исчезновения желтовато-красного окрашивания.

Общее содержание поваренной соли в полнорационных комбикормах, определенное по химическому анализу, не должно превышать допустимые нормы (табл.4).

Таблица 4. Нормы содержания NaCl в комбикормах, %

Вид животных и птицы	Содержание поваренной соли
Крупный рогатый скот	1,0-1,5
Взрослые свиньи	0,8
Ремонтный молодняк свиней	0,6
Поросята на дорацивании	0,5
Поросята-сосуны	0,3
Взрослая птица и молодняк старше 60 дней	0,6
Молодняк птицы в возрасте от 5 до 60 дней	0,3

Для вычисления процентного содержания соли в пробе комбикорма или мясокостной муке пользуются следующей формулой:

$$X = \frac{A \times 0,0058 \times 50 \times 100}{5 \times 10},$$

где А – количество 0,1 н. раствора азотнокислого серебра, затраченного на титрование, мл;





0,0058 – количество хлористого натрия (г), соответствующее 1мл 0,1 н. раствора азотнокислого серебра;

50 – общий объем воды, взятой для экстрагирования;

5 – величина навески, г;

100 – процентное выражение;

10 – количество экстракта, взятое для титрования, мл.

Питательность и качество жмыхов и шротов зависят от вида масличных культур, способа их производства, условий хранения, влажности и наличия примесей.

Запах и свежесть определяют после выдерживания в течение суток небольших порций корма, смоченных водой (35–40⁰С). Неприятный запах указывает на порчу жмыха или шрота, при хранении они нередко покрываются плесенью.

Примеси песка в жмыхах и шроте определяются так же, как в зерновых и комбикормах.

Некоторые виды жмыхов и шротов содержат ядовитые и летучие горькие вещества, которые также необходимо определять.

Льняные жмыхи определяют пробой на ослизнение. Чайную ложку измельченных в муку жмыхов помещают в стаканчик, в который добавляют 10-кратное количество горячей воды, хорошо перемешивают и дают постоять. Доброкачественные жмыхи в таком случае образуют студенистую массу с приятным запахом.

Жмыхи из семян крестоцветных (рапсовый и сурепковый) содержат горчичное масло, поэтому в них нужно определять наличие масел. Для этого небольшое количество измельченных жмыхов замешивают в стакан с водой, нагретой до 70–80⁰С, до состояния жидкой кашицы. Стакан закрывают стеклом. Если через 20 минут обнаруживается резкий горчичный запах, то скармливать животным такие жмыхи нужно осторожно и в небольших количествах.

Хлопчатниковые жмыхи и шроты обладают ядовитыми свойствами из-за наличия в них глюкозида госсипола. Для определения госсипола из средней пробы измельченного корма берут 20–25 мг. Навеска разделяется на 8–10 равных частей, каждую из которых помещают на предметное стекло. Перед просмотром под малым увеличением микроскопа на каждое из предметных стекол с исследуемым кормом наносится 1 капля концентрированной серной кислоты. При этом частицы корма (железки оболочек семян хлопчатника), содержащие госсипол, приобретают красное окрашивание. Подсчитывают число круглых, овальных или бесформенных железок ярко-красного или ало-красного цвета во всех 8–10 препаратах.

Процентное содержание госсипола вычисляют по формуле

$$X = \frac{K \times 0,085}{20},$$

где X – процентное содержание госсипола;

K – общее количество красных точек во всех 8–10 препаратах;

0,085 – постоянный коэффициент;

20 – взятая навеска.

Контрольные вопросы:

1. Как отбирают среднюю пробу зерна для лабораторного исследования?
2. Как определяют доброкачественность зерна и комбикормов?
3. Как определяют засоренность и повреждение зерна амбарными вредителями?





Лабораторная работа № 18-19. Методы определения ядовитых веществ в кормах и оценка качества жира

Определение содержания соланина в картофеле. В растениях из семейства пасленовых находится в значительных количествах гликоалкалоид соланин. При кормлении сельскохозяйственных животных картофелем и отходами его переработки могут наблюдаться отравления соланином. Качественный анализ на соланин проводится с помощью реакции Ниловой.

Качественная проба. С клубня картофеля производят срезы толщиной в 1 мм по оси, делящей картофель на две половины от верхушки до основания, с боков клубня, около глазков. Срезы помещают на часовые стекла или фарфоровую чашку и наносят по 1–2 капли уксусной кислоты, концентрированной серной кислоты и перекиси водорода. Быстро появляющееся интенсивно-розовое окрашивание или темно-малиновое на срезах картофеля указывает на наличие соланина.

Качественное определение нитритов в свекле. В практике животноводства отмечались случаи отравления запаренной или вареной свеклой. При медленном остывании сваренной свеклы образуются нитриты и окислы азота из имеющейся в свекле калийной селитры. Нитриты вызывают кислородное голодание тканей, которое может привести животных к гибели.

Для определения нитритов в свекле поступают следующим образом. На поверхность свежего среза свеклы наносят 2–3 капли 1%-ного раствора дифениламина на серной кислоте. Интенсивное синее окрашивание поверхности среза указывает на наличие нитритов, розовое окрашивание – на малое количество нитритов, а при их отсутствии цвет среза свеклы не изменяется.

Пробу (10–15 г) свекловичной мякоти из разных мест помещают в колбу, кипятят в течение 15 мин и фильтруют через однослойный бумажный фильтр. Фильтрат собирают и выпаривают в фарфоровой чашке. К желтому осадку добавляют 1–2 капли 1%-ного раствора дифениламина (или несколько кристалликов), 1–2 капли серной кислоты. При значительном количестве нитритов появляется синее окрашивание, при малом содержании – розовое, при их отсутствии цвет осадка не изменяется.

Определение перекисного (йодного) числа. В жирах в результате длительного или неправильного хранения комбикормов и их компонентов активизируются процессы свободнорадикального окисления и образуются перекиси, альдегиды, оксикислоты, кетоны и другие токсические продукты. Попадание в организм этих продуктов вызывает интенсификацию процессов перекисного окисления на уровне клеток и тканей, приводит к сдвигу кислотно-основного равновесия в кислую сторону, инактивации ряда ферментов, повреждению мембран клеток и субклеточных органелл вплоть до лизиса клеток, нарушению работы иммунной системы. В крови больной птицы снижается содержание гемоглобина, а в сыворотке крови – каротина, витамина Е, повышается активность ферментов АсАТ и АлАТ, резко увеличивается содержание конечных наиболее токсичных продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ), например, малонового диальдегида (МДА), уменьшается содержание витаминов Е и А в печени, повышается кислотное число внутреннего жира. В инкубационных яйцах снижается содержание каротиноидов, витаминов А и Е и повышается кислотное число желтков.

Токсические продукты окисления жиров, кроме непосредственного влияния на организм, разрушают в кормах и биопрепаратах витамины А, Д, Е и др.

Ход определения. Перекисное (йодное) число показывает, какое число йода в граммах вступает в реакцию с перекисями, содержащимися в 100 г исследуемого жира. В колбу емкостью 200–250 мл вносят навеску жира массой 1 г, взятую с точностью до 0,0002 г, приливают 10 мл хлороформа и 10 мл ледяной уксусной кислоты. Быстро добавляют к содержимому колбы 0,5 мл насыщенного раствора йодистого калия, тщательно смешивают и оставляют в темном месте на 3–5 мин. После этого в колбу вливают 100 мл дистиллиро-





ванной воды, в которую заранее добавлен 1 мл 1%-ного раствора крахмала. Далее содержимое колбы титруют 0,01 н. раствором гипосульфита до исчезновения синей окраски.

Расчет перекисного числа ведется по формуле

$$X = \frac{a \times 0,00127 \times 100}{n},$$

где a – количество гипосульфита, пошедшее на титрование;

0,00127 – количество йода в граммах, эквивалентное 1 мл 0,01 н. раствора гипосульфита;

n – навеска исследуемого образца жира;

100 – количество дистиллированной воды.

Жир, имеющий перекисное число до 0,03, считается свежим, от 0,03 до 0,06 – свежим, но подлежащим быстрой реализации, от 0,06 до 0,1 – сомнительной свежести, более 0,1 – испорченным.

Определение кислотного числа. Ход определения. Кислотным числом называется количество миллиграммов едкого калия, которое затрачивается на нейтрализацию свободных жирных кислот, находящихся в 1 г жира.

В колбочку или химический стаканчик отвешивают 1 г жира с точностью до 0,01 г. Приливают 50 мл нейтрализованной смеси, состоящей из серного эфира и 96⁰ этилового спирта (в соотношении 2:1).

Содержимое колбочки взбалтывают и добавляют 3–5 капель фенолфталеина. Далее производится титрование содержимого колбочки 0,1 н. раствором едкого калия до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 мин.

Расчет кислотного числа ведется по формуле

$$X = \frac{a \times 5,6 \times K}{n},$$

где a – количество 0,1 н. раствора КОН, пошедшего на титрование;

5,6 – количество КОН (мг), содержащегося в 1 мл 0,1 н. его раствора;

K – поправочный коэффициент на титр раствора КОН;

n – навеска исследуемого образца жира.

Кислотное число свежих, доброкачественных жиров находится в пределах от 2,2 до 2,6. Для быстрого растворения жира можно использовать водяную баню с температурой воды 70–80⁰С.

Контрольные вопросы:

1. Как определить содержание соланина в картофеле и нитритов в свекле?
2. Какие причины приводят к недоброкачественности жиров животного происхождения?
3. В каких случаях происходит отравление животных жмыхами?

