

Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

Учреждение образования
«Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия
ветеринарной медицины»

Д. Г. Готовский, С. Б. Спиридонов

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Учебно-методическое пособие для студентов
факультета ветеринарной медицины по специальности
1 - 74 03 02 «Ветеринарная медицина» и слушателей ФПК и ПК

Витебск
ВГАВМ
2017

УДК 619:614.777 (07)
ББК 48.113
Г74

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная
академия ветеринарной медицины»
от 28.09.2017 г. (протокол № 2)

Авторы:

доктор ветеринарных наук, профессор *Д. Г. Готовский*, кандидат
ветеринарных наук, доцент *С. Б. Спиридонов*

Рецензенты:

кандидат ветеринарных наук, доцент *С. В. Петровский*; кандидат
ветеринарных наук, доцент *Г. Э. Дремач*

Готовский, Д. Г.

Санитарно-гигиенический контроль качества воды : учеб. - метод.
Г74 пособие для студентов факультета ветеринарной медицины по
специальности 1 - 74 03 02 «Ветеринарная медицина» и слушателей
ФПК и ПК / Д. Г. Готовский, С. Б. Спиридонов. – Витебск : ВГАВМ, 2017.
– 32 с.

ISBN 978-985-591-043-6.

Учебно-методическое пособие подготовлено с учетом образовательного стандарта по специальности 1 - 74 03 02 «Ветеринарная медицина», содержит современные методики определения наиболее значимых санитарно-гигиенических показателей качества воды для поения животных. Содержит современные санитарно-гигиенические требования к качеству питьевой воды. Предназначено для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1 - 74 03 02 «Ветеринарная медицина» и слушателей ФПК и ПК.

УДК 619:614.777 (07)
ББК 48.113

ISBN 978-985-591-043-6

© УО «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной
медицины», 2017

Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение | 4 |
| 1. Составление санитарного паспорта на водоисточник. Оценка воды по физическим и бактериологическим свойствам | 5 |
| 2. Определение окисляемости воды | 16 |
| 3. Определение аммиака и нитритов в воде | 17 |
| 4. Определение хлоридов, нитратов, сульфатов, железа и активной реакции воды | 20 |
| 5. Определение жесткости воды | 23 |
| 6. Санитарно-гигиеническая оценка методов обеззараживания воды | 25 |
| Список рекомендуемой литературы | 31 |

Введение

Значение воды для организма животных неопределимо. Она играет важнейшую роль для организма животных. Жизнь и здоровье животных тесно связаны с физическими, химическими и биологическими свойствами воды.

При остром недостатке воды у животных наступает расстройство многих физиологических функций организма: нарушается обмен веществ и нарастает количество молочной кислоты, снижаются окислительные процессы, увеличивается вязкость крови, повышается температура тела, учащается дыхание, нарушается секреция пищеварительных желез, резко снижается аппетит и продуктивность. При этом усиливается расход белков, нарушается выведение из организма вредных веществ, образующихся в результате обмена веществ.

Длительное потребление воды низкого качества, загрязненной различными химическими примесями, микроорганизмами и т. п., приводит к возникновению у животных ряда болезней заразной и незаразной этиологии.

Поэтому необходим регулярный санитарно-гигиенический контроль качества воды, используемой для поения животных.

Питьевая вода должна обладать хорошими органолептическими свойствами, т. е. быть прозрачной, бесцветной, без посторонних привкусов и запаха, иметь освежающий вкус и без видимых примесей. Хорошая питьевая вода не должна содержать токсические, канцерогенные и радиоактивные вещества в концентрациях, опасных для здоровья животных. В питьевой воде не должно быть веществ, ухудшающих ее органолептические свойства (закисные соли железа, гидрокарбонаты кальция и магния и др.). Питьевая вода должна быть безопасна в эпизоотологическом и эпидемиологическом отношении (не содержать патогенных бактерий, вирусов, ооцист простейших и яиц гельминтов).

Цель данного пособия – научить студентов проводить санитарно-гигиенический анализ воды, используемой для поения животных.

Тема 1. Составление санитарного паспорта на водоем. Оценка воды по физическим и бактериологическим свойствам

Время – 180 минут.

Место проведения – практикум и открытый водоем.

Цель занятия: приобретение навыков по обследованию и предварительной гигиенической оценке воды водоемов.

Результат обучения: занятие дает возможность провести самостоятельную оценку водоема и изучить физические показатели питьевой воды.

Задание: провести санитарно-топографическое описание водоема, произвести отбор проб воды, изучить физические свойства воды.

Материальное обеспечение: КФК-2 или КФК-3, кюветы на 10 мм, батометр, бутылка с грузом, термометр, проволочное кольцо, шриффт Снеллена, цилиндр с плоским дном, линейка, таблицы нормативов физических показателей питьевой воды, чашки Петри со стерильными средами (МПА, солевой агар, Эндо, КОДА), подложки Rida® Count (фирмы Ар-Биофарм, Германия).

Литература: 1, 4, 9, 8, 11, 12.

Правила отбора проб

Пробы воды отбирают в химически чистую посуду, а для бактериологических исследований – в стерильную посуду, которую предварительно автоклавируют в течение 2 ч при температуре – 150 °С. Для отбора проб воды используют специальную посуду: батометр или бутылка с грузом.

Из открытых источников воды пробы берут в 1–2 м от берега с глубины 0,5–1 м. Из колодца – утром и вечером. При взятии воды из водопроводной сети воду предварительно спускают 10–15 минут. В проточных водоемах воду берут напротив предполагаемого источника загрязнения, а также выше и ниже по течению. Периодичность отбора проб воды изложена в таблице 1.

Таблица 1 – Количество и периодичность отбора проб воды для лабораторных исследований в местах водозабора

| Виды показателей | Количество проб воды в течение 1 года, не менее | |
|--|---|-------------------------|
| | подземные источники | поверхностные источники |
| Микробиологические | 4 (по сезонам года) | 12 (ежемесячно) |
| Паразитологические | 4 (по сезонам года) | 12 (ежемесячно) |
| Органолептические | 4 (по сезонам года) | 12 (ежемесячно) |
| Обобщенные показатели | 4 (по сезонам года) | 12 (ежемесячно) |
| Неорганические и органические вещества | 1 | 4 (по сезонам года) |
| Радиологические | 1 | 1 |

Объем пробы воды для проведения исследований зависит от назначения анализа: полный – 5 л, неполный – 2–3 л, единичный – 1 л. Время хранения в лаборатории: чистая вода – 72 ч, средней степени загрязненности – 48 ч, очень

загрязненная – 12 ч после отбора проб. Для консервации используют: хлороформ или 25% раствор серной кислоты, из расчета 2 мл/л воды.

Пробы воды для биологических исследований не консервируют!

При проведении ветеринарно-санитарного надзора за водоснабжением животноводческих предприятий, летних лагерей, животных в пастбищный период необходимо проводить **санитарно-топографическое обследование водоемного источника** и составлять **санитарный паспорт на источники воды**.

Санитарный паспорт

1. Адрес: область, район, населенный пункт, расстояние от него.
 2. Рельеф местности: открытая, закрытая, пересеченная, холмистая, равнинная, горная.
 3. Размеры: длина, ширина, глубина.
 4. Грунт дна и берегов.
 5. Как образован: естественным, искусственным путем (запруда и прочее).
 6. Какой водой питается: ключевой, атмосферной, талой, сточной, грунтовой, речной, болотной.
 7. Проточный или непроточный.
 8. Близость источников загрязнения: распаханная почва, животноводческие постройки, навозохранилища, выпас скота и др.
 9. Для каких целей используется вода и водоем: питьевых, технических, противопожарных.
 10. Характеристика воды по биоценозу: планктон, нектон, бентос.
 11. Данные о заболеваемости среди людей и животных в районе водосбора данного водоемного источника (заразные заболевания).
 12. Общее заключение о санитарном состоянии водоемного источника (предварительное), для каких целей пригоден.
 13. Мероприятия по улучшению санитарного состояния водоемного источника: спуск, очистка, хлорирование, ограждение, озеленение, охрана.
 14. Кто составил: должность, Ф. И. О., подпись, дата.
- После взятия пробы оформляют сопроводительную записку на пробу воды, оформляя ее прямо у водоемного источника.

Сопроводительная записка

1. Вид и название водоемного источника.
2. Место его нахождения.
3. Место взятия пробы воды. Дата взятия пробы (год, месяц, число, час).
4. Цель анализа.
5. По чьему заданию взята проба.
6. Способ взятия пробы. Количество взятой пробы и № пробы.
7. Применялось ли консервирование, и каким методом.
8. Погода в момент взятия пробы (температура воздуха, осадки, ветер) и в предыдущие дни.
9. Санитарно-топографическое описание водоемного источника с указанием местных условий, влияющих на загрязненность воды (санитарный паспорт).

10. Данные физического анализа воды на месте (температура, цвет, прозрачность, вкус, запах).

11. Кто взял и направил для исследований пробу: Ф. И. О., должность, место работы, подпись.

После оформления документов воду исследуют в лаборатории.

Определение температуры воды. Температуру воды определяют ртутным или спиртовым черпальным термометром, погрузив либо прямо в водоеме при взятии пробы, либо в бутылки (емкость не менее 1 дм³) немедленно после взятия пробы на 5 минут. Далее производят отсчет показаний шкалы прибора, не извлекая его из воды. При этом, температура бутылки перед отбором пробы должна быть приведена к температуре исследуемой воды. В другом случае резервуар термометра обертывают 5–6 слоями марли, погружают на определенную глубину (на 5 минут), и для снятия показаний вынимают из воды. Для определения температуры воды на различных глубинах пользуются черпальным термометром, который заключен в металлический футляр, а резервуар термометра погружен в чашечку, наполняющуюся водой при взятии пробы.

Оптимальная температура питьевой воды для животных: взрослые – 10–12 °С, беременные – 12–15 °С, молодняк – 15–30 °С (в зависимости от возраста).

Определение цвета. Цвет воды обусловлен химическими и биологическими особенностями, а также растворенными в ней органическими веществами. В естественном состоянии вода имеет зеленовато-голубой оттенок.

Наиболее простой способ – сравнение цвета исследуемой воды с цветом дистиллированной воды. Для этого в два прозрачных цилиндра из стекла емкостью 100 см³ наливают воду: в один – исследуемую, а в другой – дистиллированную воду и сравнивают визуально. Для более точной оценки цвета исследуемой воды используют эталон цвета – хромово-кобальтовая шкала.

Определение цветности воды. Воду рассматривают на белом фоне при естественном свете и обозначают: бесцветная, светло-желтая, желтая, интенсивно желтая, бурая и т. д. Более точно цветность исследуемой воды определяют фотометрически, при длине волны 440 нм в кюветах на 10 мм. В качестве раствора для сравнения используют дистиллированную воду. Цветность определяют в градусах по калибровочному графику со следующей точностью: 1–50 ° (погрешность – до 2 °); 51–80 ° – (погрешность – до 5 °) (рисунок 1).

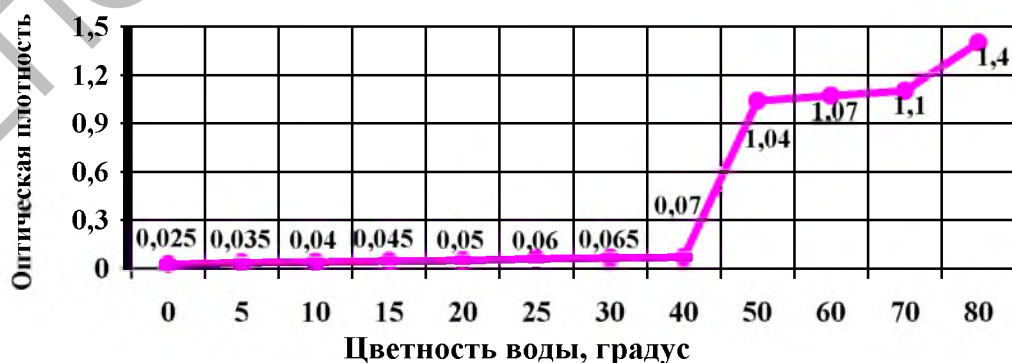


Рисунок 1 – Калибровочный график для определения цветности воды (построен на основании собственных исследований авторов)

Определение прозрачности. Прозрачность воды зависит от содержания в ней взвешенных частиц и химических примесей. Мутная непрозрачная вода подозрительна в эпизоотическом и санитарном отношении, т. к. в ней создаются благоприятные условия для сохранения возбудителей инфекционных болезней.

Для определения прозрачности используют следующие методы.

1. Метод сравнения. В один цилиндр из бесцветного стекла наливают исследуемую воду, а во второй для сравнения – дистиллированную. При этом вода оценивается как: прозрачная, слабо прозрачная, слабо опалесцирующая, опалесцирующая, слабо мутная, мутная и сильно мутная.

2. Метод диска. Глубину прозрачности воды непосредственно в открытом водоеме определяют следующим образом: берут белый диск диаметром 20 см и при помощи мерной веревки или лески диск опускают в воду и устанавливают глубину, при которой он перестает быть видимым. Вода считается прозрачной, если диск различим на глубине не менее 60 см. Для более точной оценки используют диск, окрашенный в виде секторов по 90 ° белого, красного и зеленого цветов. Сектора разделены трехлучевым черным крестом с лучами по 30 °. Диск закреплен на мерной штанге, что повышает точность измерения.

3. Метод шрифта Снеллена. При количественном определении прозрачности пробы воды после взбалтывания наливают в прозрачный цилиндр, разделенный по высоте на сантиметры. У основания такого цилиндра имеется тубус с резиновой трубкой и зажимом для спуска воды. Цилиндр фиксируется на подставке на высоту 4 см. Исследуемую воду наливают в цилиндр и под его дно подкладывают шрифт Снеллена № 1: **5 4 1 7 8 3 0 9**. Затем, постепенно спуская воду через резиновую трубку, смотрят сверху вниз, через столб исследуемой воды до тех пор, пока можно будет отчетливо различать шрифт. Высота столба воды, обозначенная в сантиметрах, при которой свободно читается шрифт, показывает степень прозрачности воды.

4. Метод кольца. В полевых условиях для определения прозрачности воды пользуются проволочным кольцом диаметром 1–1,5 см с поперечным сечением 1 мм, которое опускают в исследуемую воду, налитую в цилиндр объемом не менее 1 дм³, высотой 60 см и диаметром 3–3,5 см, до тех пор, пока контуры проволочного кольца не станут невидимыми. Затем линейкой измеряют глубину (в см), на которой проволочное кольцо становится отчетливо видимым при извлечении. Полученные результаты исследования прозрачности воды «по кольцу» можно перевести в показания по методу шрифта Снеллена (таблица 2).

Таблица 2 – Таблица перевода показателей прозрачности воды «по кольцу» в величины шрифта Снеллена, см

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

Определение мутности воды. Мутность воды обусловлена присутствием в ней нерастворимых веществ неорганического и органического происхождения. Определяют мутность не позднее 24 ч после отбора проб.

Органолептическое определение мутности. Исследуемую пробу воды хорошо взбалтывают и наливают в мерный цилиндр из прозрачного стекла высотой слоя 30 см, далее вода отстаивается 1 ч, а затем устанавливают наличие выпавшего осадка и степень осветления воды, которую оценивают как: вода прозрачная, осветление незаметное, слабое и сильное.

При оценке мутности внимательно изучают характер осадка, оценивая его визуально: хлопьевидный, слизистый, песчаный, серый, бурый, черный, незначительный, большой и очень большой, измеряя его толщину в мм.

Фотометрическое определение мутности. Для этого кювету на 10 мм с исследуемой водой фотометрируют при длине волны 530 нм против дистиллированной воды. Массовую концентрацию мутности в 1 дм³ исследуемой воды определяют по калибровочному графику (рисунок 2).

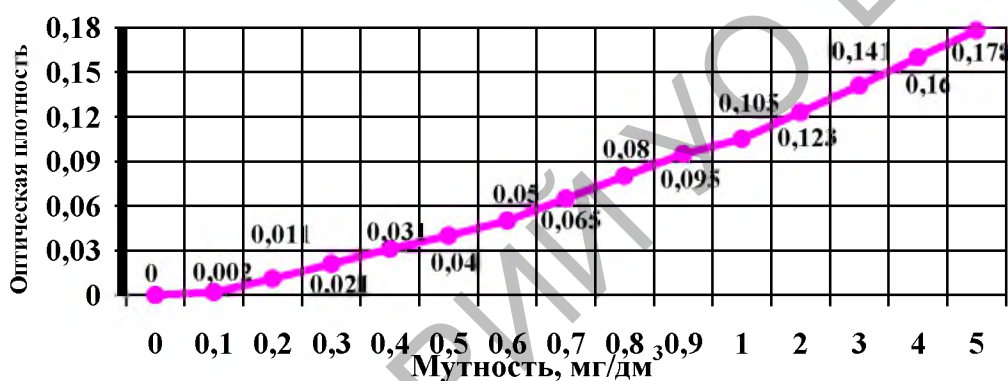


Рисунок 2 – Калибровочный график для определения мутности воды
(построен на основании собственных исследований авторов)

Определение запаха и вкуса. Запахи воды по происхождению делят на: естественные – живущие и отмершие в воде организмы, влияния берегов, дна, окружающих почв, грунтов и т. д., и искусственные – сточные воды и т. д.

Запахи естественного происхождения классифицируют по таблице 3.

Таблица 3 – Классификация запахов воды естественного происхождения

| Символ | Характер запаха | Примерный род запаха |
|--------|-----------------|---|
| А | Ароматический | Огуречный, цветочный |
| Б | Болотный | Илистый, тинистый |
| В | Гнилостный | Фекальный, сточный |
| Д | Древесный | Запах мокрой щепы древесной коры |
| З | Землистый | Прелый, свежевспаханной земли, глинистый |
| П | Плесневый | Затхлый, застойный |
| Р | Рыбный | Рыбьего жира, рыбы |
| С | Сероводородный | Тухлых яиц |
| Т | Травянистый | Скошенной травы, сена |
| Н | Неопределенный | Естественный, не похож на запах скошенной травы |

Оценку запаха проводят в колбе емкостью 250 см³, в которую наливают 100 см³ исследуемой воды температурой 20 °С. Затем колбу закрывают пробкой, тщательно взбалтывают и проводят органолептическую оценку. Устанавливают характер запаха и его интенсивность. Для усиления интенсивности запаха содержимое колбы нагревают в водяной бане до 60 °С. При наличии запаха тухлых яиц в воде следует определять содержание сероводорода в воде.

Запахи искусственного происхождения классифицируют по таблице 4 [12].

Таблица 4 – Классификация запахов воды искусственного происхождения

| Характеристика запаха | | | | Класс запаха | Химические типы | Примеры |
|-----------------------|--------------|---------------|-------------------|------------------------|--|--|
| сла- дость | ед- кость | дым- ность | гнилост- ность | | | |
| 100 | 50 | 0–50 | 50 | Эфир- ный | Простые и сложные эфиры, низшие кетоны | Лак, растворители, большинство фруктов и некоторые цветы |
| 100 | 50–100 | 0–100 | 50 | Спирто- вой | Фенолы и крезолы, спирты, углеводороды | Креозол, смолы, копоти, спирт, щелок, роза и ароматные цветы, специи и лекарственные травы |
| 50 | 50 | 0–50 | 50 | Карбо- нильный | Альдегиды и высшие кетоны | Прогорклые жиры, масло, фрукты с косточками, орехи, травы и овощи |
| 50 | 100 | 0–50 | 50 | Кислот- ный | Ангидриды кислот, органические кислоты, диоксид серы | Уксус, пот, прогорклые масла, смолы, запах тела животного |
| 100 | 50–100 | 50–100 | 0–100 | Галоид- ный | Хиноны, оксиды и озон, галогениды, соединения азота | Инсектициды, средства для уничтожения водной растительности, затхлые и перегнившие запахи, медицинские запахи, земля, торф |
| 50 | 50 | 100 | 100 | Серный | Селениды, арсениды, меркаптаны | Гниющие рыба и мясо, капуста, лук, сточные воды |
| 100 | 50 | 50 | 100 | Нена- сыщен- ный | Производные ацетилена, бутадиен | Разбавители красок, лаки, керосин, скипидар, эфирные масла |
| 100 | 50 | 0–50 | 100 | Основ- ной | Мономеры винила, амины, алкалоиды, аммиак | Фекальные запахи, навоз, рыба и ракообразные, затхлые цветы (сирень, лилия, жасмин и жимолость) |

Примечание. Степень восприятия характеристики запаха обозначена следующим образом: 100

– *высокий уровень восприятия, 50 – средний уровень восприятия, 0 – низкий уровень восприятия.*

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Интенсивность запаха естественного и искусственного происхождения определяют в баллах и классифицируют по таблице 5.

Таблица 5 – Оценка интенсивности запаха питьевой воды

| Интенсивность запаха | Характер проявления запаха | Оценка интенсивности запаха, балл |
|----------------------|--|-----------------------------------|
| Нет | Запах не ощущается | 0 |
| Очень слабая | Запах не ощущается, но обнаруживается при лабораторном исследовании | 1 |
| Слабая | Запах замечается, если обратить на это внимание | 2 |
| Заметная | Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде | 3 |
| Отчетливая | Запах обращает на себя внимание и может заставлять воздержаться от питья | 4 |
| Очень сильная | Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению | 5 |

Определение вкуса и привкуса. Вкусовые качества воды зависят от присутствия в ней веществ естественного происхождения или загрязняющих веществ, попавших в воду со стоками. Подземные воды часто имеют специфический привкус, который обусловлен наличием солей железа, марганца, магния, натрия, калия, хлоридов и карбонатов.

Выделяют 4 основных вкуса: соленый, сладкий, горький, кислый. Все иные вкусовые ощущения – привкусы: металлический, хлорный, болотный и др.

Вкус и привкус определяют в заведомо безопасной воде (прозрачной, не имеющей подозрительных запахов и не содержащей токсических веществ) при температуре пробы воды 20 °С по балльной системе. Для определения вкуса в рот набирают 10–15 см³ воды, держат во рту 3–5 с, не проглатывая ее. Воду сомнительного санитарного происхождения на вкус не исследуют!

В зависимости от качества воды все подземные источники водоснабжения согласно Сан ПиН 10-124 РБ 99 [8] подразделяют на три класса: 1 класс – качество воды по всем показателям удовлетворяет требованиям Сан ПиН 10-124 РБ 99; 2 класс – качество воды имеет отклонения по отдельным показателям от требований, которые могут быть устранены аэрированием, фильтрованием, обеззараживанием; или источники с непостоянным качеством воды, которое проявляется в сезонных колебаниях сухого остатка в пределах нормативов и требует профилактического обеззараживания; 3 класс – доведение качества воды до требований, предусмотренных во 2 классе, с применением дополнительных методов улучшения качества: фильтрованием с предварительным отстаиванием, использованием реагентных методов.

Поверхностные источники водоснабжения в зависимости от качества воды согласно Сан ПиН 10-124 РБ 99 также подразделяют на три класса: 1 класс – при котором получаемая вода должна подвергаться обеззараживанию, филь-

трованию с коагулированием или без него; 2 класс – при котором вода должна подвергаться коагулированию, отстаиванию, фильтрованию, обеззараживанию, а при наличии фитопланктона – микрокоагулированию; 3 класс – при котором питьевая вода, кроме методов улучшения качества, указанных во 2 классе, также подвергается дополнительному осветлению, обработке окислительными и сорбционными методами, обеззараживанию и т. д.

Таким образом, питьевая вода должна отвечать требованиям: СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»; СанПиН 25-10-2012 «Требования к физиологической полноценности питьевой воды».

Наиболее значимые показатели качества воды представлены в таблицах 6–8.

Таблица 6 – Показатели качества воды поверхностных водисточников

| Наименование показателя | Показатели качества воды | | |
|---|--------------------------|---------|---------|
| | 1 класс | 2 класс | 3 класс |
| Мутность, мг/дм ³ , не более | 20 | 1500 | 10000 |
| Цветность, град., не более | 35 | 120 | 200 |
| Запах при 20 °С и 60 °С, не более | 2 | 3 | 4 |
| Водородный показатель (рН) | 6,5–8,5 | 6,5–8,5 | 6,5–8,5 |
| Железо, мг/дм ³ , не более | 1 | 3 | 5 |
| Марганец, мг/дм ³ , не более | 0,1 | 1 | 2 |
| Фитопланктон, мг/дм ³ , не более | 1 | 5 | 50 |
| Фитопланктон, кл/дм ³ , не более | 1000 | 100000 | 100000 |
| Биохимическое потребление кислорода (БПК), мгО ₂ /дм ³ , не более | 3 | 5 | 7 |
| Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³ , не более | 7 | 15 | 20 |
| Термотолерантные колиформные бактерии в 100 см ³ воды, не более | 1000 | 10000 | 50000 |

Примечание. Одноклеточные организмы считают по числу клеток в 1 см³ (количество КОЕ/см³), а пленчатых и нитчатых – в мг/дм³.

Таблица 7 – Показатели качества воды подземных водисточников

| Наименование показателя | Показатели качества воды | | |
|---|--------------------------|---------|---------|
| | 1 класс | 2 класс | 3 класс |
| Мутность, мг/дм ³ , не более | 1,5 | 1,5 | 10 |
| Цветность, град., не более | 20 | 20 | 50 |
| Водородный показатель (рН) | 6–9 | 6–9 | 6–9 |
| Железо, мг/дм ³ , не более | 0,3 | 10 | 20 |
| Марганец, мг/дм ³ , не более | 0,1 | 1 | 2 |
| Сероводород, мг/дм ³ , не более | - | 3 | 10 |
| Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³ , не более | 2 | 5 | 15 |
| Общие колиформные бактерии в 100 см ³ , не более | - | 100 | 1000 |

Таблица 8 – Требования к качеству питьевой воды

| Показатели | Нормативы |
|---|-----------|
| Запах при 20 °С и при 60 °С, баллы | 2 |
| Привкус при 20 °С, баллы | 2 |
| Цветность, градусы | 20 |
| Прозрачность (по шрифту Снеллена), см | 30 |
| Мутность по стандартной шкале, мг/дм ³ | 1,5 |
| Водородный показатель, рН | 6–9 |
| Общая жесткость, мг-экв/дм ³ | 7 |
| Окисляемость перманганатная, мг/дм ³ | 5 |
| Общая минерализация (сухой остаток), мг/дм ³ | 1000 |
| Железо, мг/дм ³ | 0,3 |
| Марганец, мг/дм ³ | 0,1 |
| Фенольный индекс, мг/дм ³ | 0,25 |
| Хром 6-валентный, мг/дм ³ | 0,05 |
| Нефтепродукты, суммарно, мг/дм ³ | 0,1 |
| Хлороформ (при хлорировании воды), мг/дм ³ | 0,2 |
| Медь, мг/дм ³ | 1 |
| Цинк, мг/дм ³ | 5 |
| Молибден, мг/дм ³ | 0,25 |
| Мышьяк, мг/дм ³ | 0,05 |
| Аммиак (по азоту), мг/дм ³ | 2 |
| Нитриты, мг/дм ³ | 3 |
| Нитраты (по азоту), мг/дм ³ | 45 |
| Хлориды, мг/дм ³ | 350 |
| Сульфаты, мг/дм ³ | 500 |
| Озон остаточный, мг/дм ³ | 0,3 |
| Свинец, мг/дм ³ | 0,03 |
| Кадмий, мг/дм ³ | 0,001 |
| Ртуть, мг/дм ³ | 0,0005 |
| Селен, мг/дм ³ | 0,01 |
| Стронций, мг/дм ³ | 7 |
| Фтор, мг/дм ³ | 0,5–1,5 |
| Полифосфаты остаточные, мг/дм ³ | 3,5 |
| Алюминий, мг/дм ³ | 0,5 |
| Хлор свободный, мг/дм ³ | 0,3–0,5 |
| Хлор связанный, мг/дм ³ | 0,8–1,2 |
| Общая α-радиоактивность, Бк/дм ³ | 0,1 |
| Общая β-радиоактивность, Бк/дм ³ | 1 |
| Число микроорганизмов, КОЕ/см ³ | 50 |

Параллельно биохимическим исследованиям проводятся биологические исследования воды.

Определение общей микробной обсемененности, бактерий группы кишечной палочки (БГКП) и стафилококков в воде. Данные бактерии являются санитарно-показательными микроорганизмами (СПМ) степени безопасности питьевой воды в эпидемиологическом и эпизоотическом отношении.

Наиболее доступным и распространенным способом определения степени микробного загрязнения воды является метод серийных десятикратных разведений исследуемой воды с последующим посевом на мясопептонный агар (МПА) и другие элективные питательные среды.

Определение общей микробной обсемененности воды

Порядок работы. Для определения общего микробного загрязнения воды берут 1 см³ исследуемой воды. При поверхностном способе культивирования на поверхность МПА стерильной пипеткой наносят 1 см³ исследуемой воды и равномерно распределяют ее. После посева чашки Петри помещают в термостат крышками вниз. Посевы выращивают в зависимости от цели исследования при температуре 37 °С в течение 24 ч или/и при 20–22 °С – до 48 ч. При выборе нового источника водоснабжения определяют две группы сапрофитов: 1 группа – вырастающие при температуре 20–22 °С в течение 48 ч; 2 группа – вырастающие при 37 °С в течение 24 ч.

При глубинном способе культивирования в чашку Петри вносят по 1 см³ исследуемой воды и заливают 10–15 см³ расплавленного и остуженного до 45 °С МПА, затем агар и посевной материал тщательно перемешивают. При исследовании мутной и ржавой воды (заведомо загрязненной микроорганизмами) используют метод серийных разведений. Предварительно готовят пробирки, содержащие 9 см³ стерильной водопроводной воды или физиологического раствора. В первую пробирку вносят 1 см³ исследуемой воды (разведение 1:10). Содержимое первой пробирки тщательно перемешивают, а затем берут из нее стерильной пипеткой 1 см³ и переносят его во вторую пробирку (разведение 1:100) и т. д. Количество разведений зависит от предполагаемой загрязненности воды (всего готовят 3–7 разведений). Затем исследуемую воду и ряд ее десятикратных разведений в объеме 1 см³ вносят в чашки Петри, после чего в чашки заливают стерильный остуженный МПА. Инкубацию проводят аналогично вышеуказанному способу. Расчет количества бактерий ведут путем визуального подсчета колоний, выросших на поверхности питательной среды, исходя из правила: одна колония – одна КОЕ (колонию образующая единица). При прямом подсчете с обратной стороны дна чашки Петри с помощью маркера отмечают каждую подсчитанную колонию (чтобы не учесть ее дважды).

Общее микробное число, т. е. число колоний бактерий в 1 см³ питьевой воды, не должно быть более 50.

Определение стафилококков. Стафилококки широко распространены в водной среде, а их патогенные штаммы в питьевой воде свидетельствуют о ее эпидемическом и эпизоотическом неблагополучии.

Посев проводят «глубинным способом»: в 2–3 стерильные чашки Петри заливают по 1 см³ исследуемой воды, а затем доливают по 10 см³ охлажденного молочно-желточно-солевого агара (солевой) или кровяного агара. Далее чашки

Петри помещаются в термостат на 48 ч при температуре 37 °С. После этого изучают культуральные признаки всех видов колоний, а из подозрительных колоний готовят мазки, окрашивая их по Граму.

Определение БГКП. Наличие колиформных бактерий является показателем степени санитарной чистоты питьевой воды и свидетельствует о ее эпизоотическом (эпидемиологическом) неблагополучии.

Посев проводят «глубинным способом»: на дно стерильной чашки Петри заливают 1 см³ исследуемой воды, затем доливают 10 см³ охлажденного агара Эндо. В дальнейшем чашки Петри помещают в термостат на 48 ч (температура 37 °С) и подсчитывают количество выросших колоний.

Определение общей микробной загрязненности, БГКП и стафилококков в воде с использованием подложек Rida® Count (фирмы Ар-Биофарм, Германия). Перед проведением исследований проводят вскрытие стерильного пакета с подложками. Затем из открытого пакета извлекают подложку, приподнимают прозрачную пленку, находящуюся на ее поверхности, равномерно наносят 1 см³ исследуемой воды на питательную среду. Затем подложку закрывают прозрачной пленкой и помещают в термостат на 24–48 ч при температуре 35–37 °С. После инкубации в термостате подсчитывают колонии, выросшие на поверхности питательной среды. Расчет ведут исходя из правила: 1 колония – 1 КОЕ. Например, на подложке выросло 70 колоний микроорганизмов, т. е. общая микробная обсемененность в 1 см³ исследуемой воды составит 70 КОЕ.

Ветеринарно-санитарное и гигиеническое значение физических и бактериологических свойств воды. Поение животных очень холодной водой способствует переохлаждению, возникновению простудных заболеваний и нарушению пищеварения. У беременных животных при поении холодной водой возможны аборт, а у разгоряченных лошадей – колики и ревматическое воспаление копыт. Теплую воду (с температурой более 20 °С) животные пьют неохотно и при длительном потреблении становятся восприимчивыми к респираторным заболеваниям.

Общее микробное загрязнение воды, повышенное содержание колиформной флоры и стафилококков способствует развитию у животных диспепсии, гастроэнтерита, колибактериоза, сальмонеллеза, стафилококкоза и некоторых др. болезней. С точки зрения гигиены, наиболее приемлема для поения животных артезианская вода, что обусловлено наличием уникального минерального состава и отсутствием микрофлоры.

Проверочные вопросы:

1. С какой целью, в какие сроки и как проводится отбор проб воды для лабораторных исследований, какие документы при этом составляются?
2. Какие показатели отражают физические свойства воды?
3. В каких документах отражены требования к питьевой воде?
4. Как проводится оценка степени бактериального загрязнения воды?

Тема 2. Определение окисляемости воды

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум

Цель занятия: получение навыков по определению окисляемости воды.

Результат обучения: занятие дает возможность студенту самостоятельно оценить концентрацию кислорода в воде.

Задание: Ознакомить студентов с санитарно-гигиеническим значением окисляемости воды, отработать методику ее определения и на основании полученных результатов дать рекомендации по безопасному использованию исследуемой воды для поения животных.

Материальное обеспечение: колбы объемом 200 см³, калия перманганат, 25% раствор серной кислоты, 0,1 Н раствор щавелевой кислоты, электроплитка, штатив с бюреткой, дистиллированная и исследуемая вода.

Литература: 1, 2, 3, 4, 9, 12.

Определение окисляемости исследуемой воды. Окисляемость – косвенный показатель, характеризующий количество легко окисляемых органических веществ, находящихся в воде. При этом, чем выше окисляемость воды, тем больше в воде содержится органических соединений, на окисление которых расходуется большее количество кислорода.

Определение окисляемости дистиллированной воды. Для определения титра калия перманганата к 100 см³ дистиллированной воды прибавляют: 5 см³ 25% раствора серной кислоты, 8 см³ 0,1 Н раствора калия перманганата и кипятят 10 мин. (для разложения калия перманганата). После кипячения в смесь вливают 10 см³ 0,1 Н раствора щавелевой кислоты до полного обесцвечивания (на окисление 1 см³ 0,1 Н раствора щавелевой кислоты необходимо 0,08 мг кислорода). Затем смесь охлаждают до комнатной температуры и титруют 0,1 Н раствором калия перманганата до бледно-розового окрашивания. Если на титрование затрачено 3,2 см³ раствора 0,1 Н калия перманганата, то это означает, что для окисления 10 см³ 0,1 Н раствора щавелевой кислоты необходимо 11,2 см³ (8 + 3,2) 0,1 Н раствора калия перманганата (0,8 мг кислорода).

Определение окисляемости исследуемой воды. В коническую колбу наливают 100,0 см³ исследуемой воды, добавляют 5 см³ 25% раствора серной кислоты и 8 см³ 0,1 Н раствора калия перманганата, и после 10 минут кипячения с последующим охлаждением (до температуры 20 °С) сюда же вливают 10 см³ раствора 0,1 Н щавелевой кислоты, полученную смесь титруют 0,1 Н раствором калия перманганата до появления бледно-розового окрашивания. Если на титрование израсходовано 5,5 см³ 0,1 Н раствора калия перманганата, то это означает, что для окисления 10 см³ 0,1 Н раствора щавелевой кислоты необходимо 13,5 см³ (8 + 5,5) 0,1 Н раствора калия перманганата. Поэтому для окисления органических веществ в 1 дм³ исследуемой воды необходимо 23 см³ 0,1 Н раствора калия перманганата ((13,5 – 11,2) x 1000 / 100).

Находим расход кислорода на окисление органических веществ, мг/дм³:

$$X = 0,8 \times 23 / 11,2 = 1,64 \text{ мг кислорода} \quad (1)$$

Таким образом, окисляемость исследуемой воды составляет 1,64 мг.

Если в воде много органических веществ, то в нее разводят дистиллированную водой, учитывая кратность разведения при расчете окисляемости воды!

Ветеринарно-санитарное и гигиеническое значение окисляемости воды. Окисляемость (гигиенический норматив – 5 мг/дм³) учитывают при определении происхождения азотсодержащих минеральных соединений. На наличие органических минеральных соединений в воде указывают: высокая окисляемость, низкое содержание кислорода в воде, хлориды, сульфаты и фосфаты. Длительное употребление воды с высокой окисляемостью негативно влияет на функциональное состояние печени, почек, репродуктивную функцию, а также на центральную нервную и иммунную системы. Рост окисляемости может быть вызван попаданием в воду растительной органики, сильных восстановителей, что характерно для подземных вод (сульфиды, сульфиты, соли закиси железа).

Проверочные вопросы:

1. Что такое окисляемость воды?
2. На чем основан принцип определения окисляемости воды?
3. Санитарно-гигиеническое и клиническое значение окисляемости воды?
4. Какой величины достигает окисляемость различных источников воды?

Тема 3. Определение аммиака и нитритов в воде

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум

Цель занятия: приобретение навыков по определению свежих загрязнений в водоисточниках.

Результат обучения: занятие дает возможность отработать методику изучения степени загрязнения воды аммиаком и нитритами.

Задание: установить наличие аммиака и нитритов в воде и определить количественное содержание их в исследуемой воде.

Материальное обеспечение: КФК-2 или КФК-3, пипетки по 5 см³, колбы по 100 см³, мерные стаканы, кюветы на 10 мм, пробирки по 20 см³, таблица нормативов химического состава воды, реактив Неслера, 50% раствор калий-натрий виннокислого 4-водного, 10% раствор меди сульфата, 15% раствор натра едкого, реактив Грисса, 0,01 Н раствор натрия тиосульфата, дистиллированная и исследуемая вода, пробирки, штатив для пробирок.

Литература: 1, 2, 3, 5, 12.

Определение аммиака в исследуемой воде

Аммиак, нитриты, а также нитраты являются важными показателями загрязнения воды мочой, навозной жижей, промышленными отходами и пр. Для обнаружения нитритов в воде в пробирку наливают: 10 см³ исследуемой воды и 0,1 см³ реактива Неслера. Появление желтого окрашивания различной интенсивности указывает на наличие в исследуемой воде аммиака.

Количественное определение содержания аммиака в воде. К 50 см³ исследуемой воды приливают 1 см³ 50% раствора калий-натрий виннокислого 4-водного, смешивают, приливают 1 см³ реактива Несслера и смешивают. Аналогично готовят «раствор сравнения», с дистиллированной водой вместо исследуемой воды, с теми же реактивами. Через 10 мин. пробу исследуемой воды фотометрируют при длине волны 414 нм против «раствора сравнения» в кювете на 10 мм.

Если образец воды загрязнен хлором, то необходимо определить его концентрацию. При концентрации активного хлора 0,5 мг/дм³ и более в исследуемую воду добавляют аналогичное количество 0,01 Н раствора натрия тиосульфата для его нейтрализации. Мутные и окрашенные пробы подвергают коагуляции: к 50 см³ пробы добавляют 1 см³ 10% раствора меди сульфата и 1 см³ 15% раствора натра едкого, перемешивают и оставляют до полного осветления пробы (не более 14–16 часов). Для исключения влияния ионов аммония на результат исследования фильтр промывают горячей безаммиачной водой. При содержании аммиака в пробе более 3 мг/см³ ее разбавляют безаммиачной дистиллированной водой, учитывая кратность разбавления.

Концентрацию аммиака находят по калибровочному графику (рисунок 3).



Рисунок 3 – Калибровочный график для определения аммиака в воде
(построен на основании собственных исследований авторов)

Определение содержания нитритов в воде

Наличие нитритов в исследуемой воде свидетельствует о более давних сроках загрязнения отходами жизнедеятельности животных. Для обнаружения нитритов в воде в пробирку наливают: 10 см³ исследуемой воды и 0,5 см³ реактива Грисса. Появление розового окрашивания указывает на наличие в исследуемой воде нитритов. Из-за нестойкости нитритов, их количество определяют с минимальным временным интервалом после отбора пробы.

Количественное определение содержания нитритов в воде. В пробирку с 10 см³ исследуемой воды добавляют 0,5 см³ реактива Грисса и через 15 мин. фотометрируют при длине волны 540 нм в кювете на 10 мм против дистиллированной воды. Массовую концентрацию нитритов в 10 см³ исследуемой пробы воды находят по калибровочному графику (рисунок 4).



Рисунок 4 – Калибровочный график для определения нитритов в воде
(построен на основании собственных исследований авторов)

Расчет концентрации нитритов, мг/дм³, ведут по формуле:

$$X = \frac{B \times 1000}{10}, \quad (2)$$

где X – содержание нитритов (нитрит-ионов), мг/д³м; B – содержание нитрит-ионов, найденное по калибровочному графику, мг; 1000 – количество мл в 1 дм³; 10 – объем исследуемой воды, взятой для анализа, см³.

Избыток активного хлора в воде после обеззараживания удаляют из расчета 1 см³ 0,1 N раствора натрия тиосульфата на 0,003546 г активного хлора. При высокой жесткости в исследуемую воду вносят калий-натрий виннокислый – 1 г на 1 г кальция оксида. В воду с высоким уровнем железа, цветности и мутности вносят 10% раствор алюминия гидроксида – 0,1 см³/дм³ на 1° цветности.

При определении нитритов для получения наиболее объективных результатов необходимо исходить из правила – чем раньше проведено определение нитритов, тем выше точность конечных результатов.

Ветеринарно-санитарное и гигиеническое значение определения аммиака и нитритов в воде. Азотсодержащие вещества – аммиак, нитриты и нитраты («триада азотсодержащих соединений») – важные показатели загрязнения воды, образующиеся при разложении навоза, мочи и различных отходов.

Аммиак – продукт белкового распада, поэтому его обнаружение свидетельствует о свежем загрязнении воды – 7–12 суток. Наличие нитритов как промежуточного продукта биохимического окисления аммиака или восстановления нитратов указывает на некоторую давность загрязнения – 25–27 суток, т. к. требуется некоторое время для превращения аммиака в нитриты. Обнаружение в воде аммиака, нитритов и нитратов дает представление о санитарном неблагополучии водоисточника, подвергающегося постоянному загрязнению.

Кроме того, при взаимодействии нитратов и нитритов с некоторыми аминами происходит образование нитрозаминов, которые относятся к группе свободных радикалов, являющихся активными канцерогенами.

Азотсодержащие вещества могут быть и минерального происхождения, что следует учитывать при использовании артезианских вод, обращая внимание на наличие других показателей загрязнения, особенно на величину окисляемости, которая будет высокой при наличии органического загрязнения.

Проверочные вопросы:

1. Что такое «триада азотсодержащих соединений»?
2. Какие методы используются при определении содержания аммиака и нитритов в питьевой воде?
3. В чем заключается ветеринарно-санитарное и гигиеническое значение определения аммиака и нитритов в воде?

Тема 4. Определение хлоридов, нитратов, сульфатов, железа и активной реакции воды

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум.

Цель занятия: приобретение навыков по определению давности загрязнения воды органическими и неорганическими веществами, по наличию нитратов, хлоридов, сульфатов, железа и активной реакции воды.

Результат обучения: занятие дает возможность изучить качество воды на предмет загрязнения ее хлор-, сульфат-, азот- и железосодержащими веществами, определить активную реакцию воды.

Задание: установить наличие и концентрацию хлоридов, нитратов, сульфатов и железа в исследуемой воде, определить активную реакцию воды.

Материальное обеспечение: КФК-2 или КФК-3, пипетки, колбы, мерные стаканы, кюветы на 10 мм, 5% раствор серебра нитрата, 0,1 Н раствор серебра нитрата, насыщенный раствор сульфат железа(III)-аммония, 10% раствор бария хлорида, 0,1 Н раствор аммония тиоцианат (калия роданид), дифениламин, кислота соляная (плотностью 1,12 г/см³), 10% раствор уксусной кислоты, реактив Грисса, смесь цинка и марганца сульфат (1:100 г), соляная кислота (плотностью 1,19 г/см³), аммоний надсерноокислый, дистиллированная вода.

Литература: 1, 4, 9, 11, 12.

Определение хлоридов в исследуемой воде

Данное исследование проводится с целью выяснения происхождения хлоридов в воде и пригодности такой воды для поения животных.

Качественное определение содержания хлоридов в воде. Для этого в пробирку последовательно наливают: 5 см³ исследуемой воды и 0,5 см³ 5% раствора серебра нитрата. Обнаружение творожистого осадка чаще всего указывает на загрязнение земель, навозной жижей.

Количественное определение содержания хлоридов в воде. Для определения количества хлоридов к 1 см³ исследуемой воды добавляют 5 см³ 0,1 Н раствора серебра нитрата (его должно быть больше, чем нужно для полного осаждения всего количества ионов хлора). Для индикации добавляют 5–7 капель насыщенного раствора сульфата железа(III)-аммония. Затем титруют 0,1 Н раствором аммония тиоцианата до слабо-коричневого окрашивания. Титрование продолжают до исчезающей после сильного встряхивания окраски.

Расчет количества хлоридов ($\text{мг}/\text{см}^3$) производится по формуле:

$$X = (A - B) \times 0,00585 \times 1000, \quad (3)$$

где А – количество серебра нитрата; В – количество аммония тиоцианата, израсходованное на титрование; 0,00585 – постоянный коэффициент; 1000 – коэффициент перевода на 1 дм^3 исследуемой воды.

Определение содержания сульфатов в воде

Высокий уровень сульфатов в воде резко ухудшает органолептические свойства питьевой воды, а также способствует ускорению разрушения водопроводного оборудования и образованию отложений в трубах.

Качественное содержание сульфатов в воде. В пробирку наливают 3 см^3 исследуемой воды, доливают $0,2\text{--}0,3 \text{ см}^3$ 10% раствора бария хлорида. Образование белой мути указывает на наличие сульфатов в воде.

Определение содержания нитратов в воде

Присутствие в воде нитратов свидетельствует о загрязнении воды отходами жизнедеятельности животных.

Качественное определение содержания нитратов в воде. В фарфоровую чашку последовательно вносится: 10–12 кристаллов дифениламина, затем $0,2\text{--}0,3 \text{ см}^3$ концентрированной серной кислоты и 1 см^3 исследуемой воды. Синее окрашивание указывает на наличие нитратов в воде.

Количественное определение содержания нитратов в воде. В пробирку с 6 см^3 исследуемой воды приливают 2 см^3 10% уксусной кислоты и вносят на кончике скальпеля смесь цинка порошкообразного с марганца сульфатом, далее пробирку встряхивают 30 с, и затем, добавив 1 см^3 реактива Грисса, перемешивают содержимое пробирки. Через 10 мин. фотометрируют при длине волны 540 нм в кювете на 10 мм против дистиллированной воды. Концентрацию нитратов в исследуемой воде находят по калибровочному графику (рисунок 5).



Рисунок 5 – Калибровочный график для определения нитратов в воде (построен на основании собственных исследований авторов)

Расчет содержания нитратов в 1 дм^3 исследуемой воды ведут по формуле:

$$X = B \cdot 1000 / 6, \quad (4)$$

где X – содержание нитратов (нитрат-ионов), $\text{мг}/\text{дм}^3$; В – содержание нитрат-ионов, найденное по калибровочному графику, мг; 1000 – количество см^3 в 1 дм^3 воды; 6 – объем исследуемой воды, взятой для анализа, см^3 .

Определение содержания железа в воде

Высокий уровень железа в питьевой воде (более 1 мг/дм³) придает воде неприятный запах, красно-коричневую окраску, ухудшает ее вкус и способствует развитию микроорганизмов, в т. ч. патогенных и условно-патогенных.

Количественное определение содержания железа в воде. В колбу с 50 см³ исследуемой воды последовательно добавляют: 1 см³ концентрированной соляной кислоты, 2–3 кристалла аммония надсернокислового, перемешивают и вносят 1 см³ 0,1 Н раствора аммония тиоцианат (калия роданид) и сразу же фотометрируют при длине волны 490 нм против дистиллированной воды, в которую добавлены те же реактивы в тех же количествах.

Концентрацию железа находят по калибровочному графику (рисунок 6).



Рисунок 6 – Калибровочный график для определения железа в воде (построен на основании собственных исследований авторов пособия)

Определение активной реакции воды (рН)

Кислая реакция указывает на появление в воде безвредных органических гуминовых кислот, высокая щелочная реакция – на загрязнение воды органическими веществами животного происхождения и продуктами гниения.

Определение рН воды. Определение рН воды проводят с помощью рН-метра. Промытый дистиллированной водой электрод подсушивают фильтровальной бумагой, опускают в исследуемую воду и производят отсчет величины рН после установления четкого значения на шкале прибора.

Ветеринарно-санитарное и гигиеническое значение хлоридов, нитратов, сульфатов, железа и активной реакции воды. Хлориды, в концентрации более 10 г/дм³, делают воду соленой, способствуя обезвоживанию тканей, нарушая электролитический баланс у животных.

Присутствие нитратов указывает на срок загрязнения не менее 32–35 суток. При длительном употреблении воды, содержащей высокий уровень нитратов, развивается водная нитритно-нитратная метгемоглобинемия.

Сульфаты в концентрации более 1 г/дм³ придают воде неприятный запах, горький вкус и усиливают послабляющее действие на желудочно-кишечный тракт животных. Наличие в воде сульфатов усиливает процесс коррозии трубопроводов и вызывает их зарастание вследствие развития серобактерий. Сульфаты оказывают общее токсическое действие на организм и вызывают раздражение кожи у животных. Сероводород ядовит для живых организмов.

Превышение предельно допустимого уровня железа в питьевой воде при-

водит к снижению прироста массы тела у животных. При длительном употреблении такой воды в организме происходит разрушение витамина Е. В результате этого дефицита, нарушается работа половых желез, гипофиза, надпочечников и щитовидной железы, ускоряются процессы старения, развиваются болезни печени, аллергические реакции и онкологические заболевания.

Кроме того, при концентрации железа в воде в более $0,3 \text{ мг/дм}^3$ (гидрокарбонаты, сульфаты, хлориды), вода приобретает неприятную красно-коричневую окраску, ухудшается ее вкус, ускоряется рост железобактерий, наблюдается отложение осадка в трубах и их засорение. При этом низкая величина активной реакции воды резко снижает скорость окисления при обезжелезивании, а высокая величина активной реакции воды снижает скорость самоочищения воды.

Проверочные вопросы:

1. С какой целью и как определяют хлориды, сульфаты, нитраты и железо в питьевой воде?
2. Как дифференцируют органические и минеральные загрязнения?
3. Санитарно-гигиеническое и клиническое значение хлоридов, сульфатов, нитратов и железа в питьевой воде?
4. Как определить давность загрязнения воды по химическим показателям?

Тема 5. Определение жесткости воды

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум

Цель занятия: приобретение навыков по определению постоянной, карбонатной и общей жесткости воды.

Результат обучения: занятие дает возможность провести самостоятельную оценку уровня жесткости воды.

Задание: определить уровень жесткости в исследуемой воде.

Материальное обеспечение: конические колбы, бюретки, 0,1% раствор 4-(4-диметиламинофенилазо) бензолсульфонат натрия, 0,1 Н раствор соляной кислоты, щелочная смесь, мерные цилиндры, бумажные фильтры, электроплитка.

Литература: 1-12.

Определение жесткости воды

Жесткость воды обусловлена присутствием в ней ионов кальция и магния, а также хлористых, углекислых, сернокислых и других соединений. Если концентрация ионов велика, то воду считают жесткой и наоборот.

Различают два вида жесткости: устранимая (карбонатная) – обусловлена содержанием в воде двууглекислых солей кальция и магния; неустраняемая (постоянная) – вызвана наличием гидрокарбонатов кальция и магния, сульфатов и хлоридов кальция и магния, кальция гипохлорита, нитратов кальция и магния.

Сумму устранимой и постоянной жесткостей называют общей жесткостью.

Определение карбонатной жесткости. В колбу вносят: 100 см³ исследуемой воды и 0,1 см³ 0,1% раствора 4-(4-диметиламинофенилазо) бензолсульфонат натрия, а далее титруют 0,1 Н раствора соляной кислоты до появления слабо-розового окрашивания. Число см³ 0,1 Н раствора соляной кислоты, израсходованное на титрование, умножают на 2,8 и получают количество бикарбонатных солей кальция и магния, мг на 100 см³ исследуемой воды.

$$X = A \times 2,8 \times 1000 / 100, \quad (5)$$

где А – количество см³ 0,1 Н раствора соляной кислоты.

Например, если на титрование израсходовано 6 см³ 0,1 Н раствора соляной кислоты, то карбонатная жесткость равна 168 мг, или 16,8 °.

Определение общей жесткости. В титрованную смесь, после определения карбонатной жесткости, приливают 20 см³ щелочной смеси. Далее воду кипятят 3 минуты, охлаждают, наливают в цилиндр и доводят объем дистиллированной водой до 200 см³. Затем отфильтровывают 100 см³ во вторую колбу, добавляют 0,1 см³ 0,1% раствора 4-(4-диметиламинофенилазо) бензолсульфонат натрия и титруют 0,1 Н раствором соляной кислоты до бледно-розового окрашивания.

Например, на титрование 100 см³ фильтрованной жидкости израсходовано 6,5 см³ 0,1 Н раствора соляной кислоты. В пересчете на исходные 200 см³ вторично титрованной смеси – 13 см³. Значит, 7 см³ щелочной смеси связало 19,6 мг (7 x 2,8) солей кальция и магния в 100 см³ исследуемой воды.

Следовательно, общая жесткость составляет 19,6 °.

Определение постоянной жесткости. Постоянная жесткость равна 19,6 – 16,8 = 2,8 ° или 1 мг-экв/дм³ (коэффициент пересчета 0,357).

Ветеринарно-санитарное и гигиеническое значение определения жесткости воды. По величине жесткости природную воду подразделяют на: очень мягкая – до 1,5 мг-экв/дм³; мягкая – 1,5–4 мг-экв/дм³; средней жесткости – 4–8 мг-экв/дм³; жесткая – 8–12 мг-экв/дм³; очень жесткая – свыше 12 мг-экв/дм³.

При исследовании питьевой воды по воздействию катионов кальция и магния на организм животных установлено, что жесткость питьевой воды относится к факторам неблагоприятного воздействия среды обитания на животных.

Однако, в жесткой воде быстрее проходят процессы самоочищения воды, и лучше зимуют рыбы в рыбоводных хозяйствах. Кальций и магний в воде снижают токсичность солей тяжелых металлов.

Жесткость может служить показателем загрязнения воды, т. к. в результате распада органических веществ образуется углекислота, выщелачивающая из почвы соли кальция и магния, что приводит к образованию растворимых двууглекислых соединений. Органические вещества в воде преобразуются в результате процессов минерализации, нитрификации и денитрификации.

Высокий уровень жесткости ухудшает вкус воды и пищеварения и увеличивает расход моющих и дезинфицирующих средств. Потребление воды с высокой жесткостью приводит к накоплению солей в организме, а далее – к артриту и полиартриту. Образуются камни в почках, желчном и мочевом пузырях.

Проверочные вопросы:

1. Что такое жесткость воды?
2. Как определить устранимую и постоянную жесткость в питьевой воде?
3. Каково санитарное и клиническое значение жесткости питьевой воды?

Тема 6. Санитарно-гигиеническая оценка методов обеззараживания воды

Время – 90 минут.

Место проведения – практикум.

Цель занятия: приобретение навыков по обеззараживанию воды.

Результат обучения: занятие дает возможность провести обеззараживание питьевой воды путем хлорирования.

Задание: установить концентрацию активного хлора в растворе хлорной извести, а также провести хлорирование и дехлорирование исследуемой воды.

Материальное обеспечение: колбы по 250 см³, пипетки по 5 и 1 см³, бюретки по 50 см³, пробирки, весы с разновесами, 1% раствор хлорной извести, натрия тиосульфат, 0,01 Н раствор натрия тиосульфат, 1% раствор крахмала, 5% раствор калия йодистого, 25% раствор серной кислоты.

Литература: 1, 2, 3, 4, 12.

Обеззараживание воды – это процесс уничтожения находящихся в ней возбудителей болезней человека и животных (микроорганизмов, вирусов, простейших, гельминтов, личинок насекомых и т. п.).

Существует два способа обеззараживания: реагентный и безреагентный.

Реагентный (химический) – предусматривает воздействие на воду сильными окислителями: озоном, газообразным хлором, диоксидом хлора, хлорной известью, кальция или натрия гипохлоритом, кислородом, калия перманганатом, перекисью водорода, йодом и др.

Безреагентный (физический) – предусматривает обработку воды ультразвуком, УФ-лучами; термическое (кипячение) и олигодинамическое обеззараживание воды (обработка ионами благородных металлов).

Наиболее доступный метод обеззараживания воды – хлорирование. Механизм хлорирования основан на взаимодействии хлора или гипохлорита с водой с образованием хлорноватистой кислоты (HOCl) и свободных ионов хлора (Cl[·]). Хлорноватистая кислота диссоциирует с образованием гипохлорит-иона (OCl⁻). Хлор, содержащийся в хлорноватистой кислоте и гипохлорит-ионе, связывается с растворенными в воде органическими веществами, определяя хлоропоглощаемость обеззараживаемой воды. Активный хлор или его активные соединения разрушают ферментную систему микробной клетки в течение 30–40 минут. Если в воде имеются фенолы и другие загрязнители, то к воде добавляют аммиак или аммонийные соли. Хлоропоглощаемость такой воды уменьшается, а время сохранения в ней активного хлора удлиняется.

Принцип определения – хлор вытесняет из калия йодистого свободный йод, титруемый раствором натрия тиосульфата.

Определение титра хлорной извести. В колбу последовательно наливают: 50 см³ дистиллированной воды, 5 см³ 1% раствора хлорной извести, 1 см³ 25% раствора серной кислоты, 5 см³ 5% раствора калия йодистого и 0,3 см³ 1% раствора крахмала. Выделяющийся свободный йод окрашивает крахмал в синий цвет. Эту жидкость титруют 0,01 Н раствором натрия тиосульфата до полного обесцвечивания. Расчет титра хлорной извести ведут по формуле:

$$X = \frac{A \times 0,355}{5}, \quad (6)$$

где А – количество 0,01 Н раствора натрия тиосульфата, израсходованного на титрование, см³; 0,355 – коэффициент перевода 0,01 Н раствора натрия тиосульфата в хлор; 5 – количество 1% раствора хлорной извести.

Например, израсходовано 34,5 см³ 0,01 Н раствора натрия тиосульфата.

$$X = \frac{34,5 \times 0,355}{5} = 2,428 \text{ мг, т. е. } X = \frac{2,428 \times 1000}{100} = 24,28\% \text{ хлора} \quad (7)$$

Хлорирование исследуемой воды. Для хлорирования исследуемой воды следует применять 15 мг активного хлора из расчета на 1 дм³ воды. Расчет необходимого количества хлорной извести ведут по формуле:

$$X = 15 / B, \quad (8)$$

где 15 – доза активного хлора для обеззараживания исследуемой воды, мг/дм³; В – содержание активного хлора в 1 см³ 1% раствора хлорной извести.

Если уровень активного хлора в 1 см³ 1% раствора хлорной извести составляет 2,428 мг, или 24,28%, то для хлорирования исследуемой воды надо:

$$X = 15 / 2,428 = 6,17 \text{ мл.}$$

Следовательно, в 1 дм³ исследуемой воды надо влить 6,17 см³ 1% раствора хлорной извести, воду перемешать и отстаивать 30 минут.

Дехлорирование воды. Качественное определение в воде остаточного хлора. Наличие остаточного хлора в питьевой воде определяется по запаху. Далее определяется количество остаточного хлора в хлорированной воде.

Количественное определение в воде остаточного хлора. В пробирку наливают: 10 см³ хлорированной воды, 0,1 см³ 5% раствора калия йодистого и 0,1 см³ 1% раствора крахмала. Голубая окраска указывает на остаточный хлор.

Определение количества натрия тиосульфата, необходимого для дехлорирования. В колбу наливают: 100 см³ хлорированной воды, 1 см³ 5% раствора калия йодистого, 0,3 см³ 1% раствора крахмала и титруют 0,01 Н раствором натрия тиосульфата до обесцвечивания, затем полученный результат следует умножить на 10, т. к. ведется пересчет на 1 дм³ воды.

Расчет количество сухого натрия тиосульфата, необходимого для дехлорирования, ведут по формуле:

$$X = C \times 2,48, \quad (9)$$

где C – количество 0,01 Н раствора натрия тиосульфата, израсходованного на дехлорирование 1 дм³ воды; 2,48 – содержание сухого вещества в мг натрия тиосульфата в 1 см³ 0,01 Н раствора натрия тиосульфата.

На дехлорирование 100 см³ исследуемой воды израсходовано 1,3 см³, а на 1 дм³ – 13 см³ 0,01 Н раствора натрия тиосульфата, т. е. $X = 13 \times 2,48 = 32,24$ мг.

Дехлорирование производится сухим веществом натрия тиосульфата, т. е. для дехлорирования в воду следует внести 32,24 мг и перемешать до полного растворения. Далее в дехлорированной воде определяется остаточный хлор.

Преимуществами метода хлорирования воды является: высокая окислительная способность хлорной извести и ее производных, что обеспечивает ее широкий спектр бактерицидного действия, наличие дезодорирующих свойств. Хлор предотвращает рост водорослей и биообрастание, окисляет железо и магний, разрушает фенолы, сульфид водорода, цианиды и аммиак.

К недостаткам хлорирования воды относятся: повышенные требования к перевозке, хранению и потенциальная токсичность соединений хлора, за счет образования побочных продуктов дезинфекции – тригалогенметаны (ТГМ), хлороформа, бромдихлорметана, дибромхлорметана, монохлорфенол и др.

Другие химические методы обеззараживания питьевой воды

Озонирование – наиболее перспективный метод обеззараживания питьевой воды при помощи специальных приборов – озонаторов. Воздух, проходящий через озонатор, подвергается воздействию электрического разряда высокого напряжения, который большую часть кислорода воздуха (O₂) превращает в озон (O₃). Далее озон направляется в резервуары, где смешивается с обеззараживаемой водой. Обеззараживающее действие озона связано с отдачей атома кислорода, что сопровождается появлением в воде окислительного потенциала, значительно более высокого, чем при хлорировании. При контакте с водой в течение 8–15 минут потребность в озоне зависит от степени загрязнения, состава и свойств воды и составляет 1–6 мг/дм³. Доза остаточного озона в воде должна на 0,3–0,5 мг/дм³ превышать озонопоглощаемость воды.

Физические методы обеззараживания питьевой воды

Ультразвук. Обеззараживание достигается при интенсивности 10–30 Вт/см² за счет кавитационных пузырьков и импульсов огромных давлений.

Ультракороткие радиоволны. Обеззараживание производится при длине волны 3–10 см за счет резкого роста температуры бактериальной клетки.

Ультрафиолетовое излучение. УФ излучение – электромагнитное излучение с разным биологическим воздействием спектров: УФ-А – эритемное (315–400 нм), УФ-В – бактериостатическое (280–315 нм), УФ-С – бактерицидное (200–280 нм), а вакуумный УФ – вызывает фотодиссоциацию и фотоионизацию биомолекул (100–200 нм) (рисунок 7) [12].

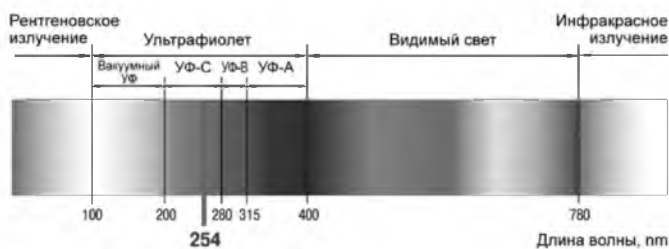


Рисунок 7 – УФ излучение в спектре электромагнитного излучения

Максимум бактерицидной чувствительности микроорганизмов приходится на длину волны 254 нм, что приводит к необратимым повреждениям ДНК и РНК микроорганизмов, и они теряют способность к размножению.

Основными промышленно применяемыми источниками УФ излучения являются ртутные лампы высокого давления и ртутные лампы низкого давления, в т. ч. амальгамные. Лампы высокого давления обладают высокой единичной мощностью – несколько кВт (КПД до 12%) и меньшим ресурсом, чем лампы низкого давления (КПД 40%), единичная мощность которых составляет 10–300 Вт. Амальгамные лампы чуть менее компактны, но гораздо более энергоэффективны, чем системы на лампах высокого давления.

Преимущества метода озонирования воды: обогащает воду кислородом, улучшая ее вкус, без опасных для здоровья веществ; не меняет pH воды и не удаляет из нее необходимые ионы (Ca, Mg, K, Na и др.); быстро и эффективно уничтожает микроорганизмы, в т.ч. и устойчивые к дезинфектантам; вырабатывается на месте, не требуя хранения и перевозки; разрушает пестициды и продукты их распада; удаляет фенолы, нефтепродукты, ПАВ и сернистые соединения; быстро и эффективно окисляет соединения металлов (Fe, Mn, Al и др.).

К недостаткам метода озонирования относят: отсутствие пролонгированной бактерицидности; тщательный контроль техники безопасности; рост коррозионной активности воды после озонирования требует использования стойких к озону материалов (трубы из ПВХ или нержавеющей стали, реакторы и емкости для хранения озонированной воды из ПВХ или бетона) и т. п.; при деструкции органических веществ растет уровень биоразлагаемых соединений («ассимилируемый органический углерод» легко усваивается микроорганизмами), создавая благоприятные условия для бактерий в очищенной воде.

Преимущества физических методов: высокая бактерицидность, в т. ч. устойчивых к хлору микроорганизмов, вирусов и цист простейших; нет побочных продуктов и опасности передозировки; низкое энергопотребление, капитальные и эксплуатационные расходы; компактность и простота в эксплуатации.

Недостатки физических методов: высокая стоимость, вода должна быть прозрачной для УФ лучей, способны вызвать ожог кожи и ее производных.

После проведения обеззараживания и улучшения качества воды, следует сравнивать полученные результаты исследований с нормативами всемирной организацией здравоохранения и европейским союзом ПДК, ОДУ канцероген-

ных, неорганических и галогенсодержащих веществ в воде (таблицы 9–11).

РЕПОЗИТОРИЙ УО ВГАВМ

Таблица 9 – Нормы канцерогенных веществ в воде, мг/дм³

| Вещество | ПДК, ОДУ | ПДКскорр., ОДУскорр. |
|---|-------------|-------------------------|
| Акриламид | 0,01 | 0,0001 |
| Бензо[а]пирен | 0,000005 | 0,00001 |
| Бензол | 0,5 | 0,01 |
| Винилхлорид (хлорэтен) | 0,05 | 0,005 |
| Гексахлорбензол | 0,05 | 0,001 |
| 1,2-Дибром-3-хлорпропан | 0,01 | 0,001 |
| 1,1-Диметилгидразин (гептил) | 0,02 | 0,00006 |
| Дихлорметан | 7,5 | 0,02 |
| 1,3-Дихлорпропен | 0,4 | 0,02 |
| 1,2-Дихлорэтан | 0,02 | 0,02 |
| Стирол | 0,1 | 0,02 |
| Эпихлоргидрин ((хлорметил)оксиран) | 0,01 | 0,0001 |
| Этилендибромид (1,2-дибромэтан; 1,2-дибромэтен) | - | 0,00005 |

Таблица 10 – Нормы неорганических веществ в воде, мг/дм³

| Вещество | ПДК | ПДКскорр. | Потенциальное воздействие на здоровье |
|----------|------------|-------------|---|
| Алюминий | 0,5 с.-т. | 0,2 орг. | Появление взвеси в воде |
| Аммиак | 2,0 с.-т. | 1,5 орг. | Появление специфического запаха |
| Барий | 0,1 с.-т. | 0,7 с.-т. | Гипокалиемия, кровоизлияния, отек, остеопороз |
| Мышьяк | 0,05 с.-т. | 0,01 с.-т. | Парестезия, судороги, миокардиодистрофия |
| Никель | 0,1 с.-т. | 0,02 с.-т. | Плотный серый налет по краю десен и языка, гипотония, умеренная анемия, ринит, фарингит |
| Свинец | 0,03 с.-т. | 0,01 с.-т. | Гипотония, умеренная брадикардия, вялость |
| Сульфиды | - | 0,003. | Появление специфического запаха |
| Сурьма | 0,05 с.-т. | 0,005 с.-т. | Синеватая кайма на деснах, диэнцефальный синдром, гипотония |

Таблица 11 – Нормы галогенсодержащих соединений в воде, мг/дм³

| Вещество | ПДК, ОДУ | ОДУскорр. | Потенциальное воздействие на здоровье | Класс опасности |
|--|-------------|-------------|---------------------------------------|-----------------|
| Тригалогенметаны | | | | |
| Бромдихлорметан | 0,03 с.-т. | - | Канцероген | 1 |
| Бромоформ | 0,1 с.-т. | - | Гепатотоксин | 2 |
| Дибромхлорметан | 0,03 с.-т. | - | Гепатотоксин | 2 |
| Хлорфенолы | | | | |
| 2,4,6-Трихлорфенол | 0,004 орг. | 0,004 с.-т. | Канцероген | 4 |
| 2,4-Дихлорфенол | 0,002 орг. | - | Изменение вкуса воды | 1 |
| Монохлорфенол | 0,001 орг. | - | Изменение запаха воды | 4 |
| Хлорсодержащие уксусные кислоты | | | | |
| Монохлоруксусная | 0,06 с.-т. | - | Гепатотоксин | 2 |
| Дихлоруксусная | - | 0,05 с.-т. | Гепатотоксин | 2 |
| Трихлоруксусная | - | 0,01 с.-т. | Гепатотоксин | 2 |
| Галогенсодержащие ацетонитрилы | | | | |
| Дибромацетонитрил | - | 0,1 с.-т. | Снижение массы тела | 2 |
| Дихлорацетонитрил | - | 0,1 с.-т. | Тератоген | 2 |
| Трихлорацетонитрил | - | 0,001 с.-т. | Тератоген | 1 |
| Прочие соединения | | | | |
| Хлоральгидрат | 0,2 с.-т. | 0,01 с.-т. | Гепатотоксин | 2 |
| Хлористый циан | - | 0,035 с.-т. | Нейротоксин | 2 |
| 4-хлористый углерод | 0,006 с.-т. | 0,002 с.-т. | Канцероген | 1 |

Примечание. С.-т., орг. и общ. – санитарно-токсикологический, органолептический и общесанитарный признаки вредности веществ.

Проверочные вопросы:

1. С какой целью проводится обеззараживание воды?
2. В чем сущность различных методов обеззараживания воды?
3. Преимущества и недостатки различных методов обеззараживания воды?

Список рекомендуемой литературы

1. Високос, М. П. Практикум для лабораторно-практичних занять з гігієни тварин : практикум / М. П. Високос, М. В. Чорний, М. О. Захаренко. – Харків : Еспада, 2003. – 218 с.
2. Гигиена животных : учебное пособие для студентов вузов по специальности «Ветеринарная медицина» / В. А. Медведский [и др.] ; ред. В. А. Медведский. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2003. – 608 с. : ил.
3. Гигиена животных : учебник для студентов вузов по специальности «Ветеринарная медицина» / В. А. Медведский [и др.] ; ред. В. А. Медведский. – Минск : Техноперспектива, 2009. – 617 с. : рис., табл.
4. Карташова, А. Н. Гигиена животных : практикум : учебное пособие для студентов специальности «Ветеринарная медицина» / А. Н. Карташова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2007. – 292 с.
5. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / И. П. Кондрахин [и др.] ; ред. И. П. Кондрахин. – Москва : КолосС, 2004. – 520 с : ил.
6. Медведский, В. А. Ветеринарная санитария : учебное пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Ветеринарная санитария и экспертиза» / В. А. Медведский, Г. А. Соколов, Д. Г. Готовский ; ред. В. А. Медведский. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – 520 с. : ил.
7. Организационно-технологические нормативы производства продукции животноводства и заготовки кормов : сборник отраслевых регламентов / НАН Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси ; рук. работы В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск : Белорусская наука, 2007. – 285 с. : табл.
8. Сан ПиН 10-124 РБ 99. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарные правила и нормы. – Минск, 1999. – 112 с.
9. Сан ПиН 25-10-166-2012. Требования к физиологической полноценности питьевой воды / Санитарные правила и нормы. – Минск, 2012. – 4 с.
10. Соколов, Г. А. Ветеринарная гигиена : учебное пособие для студентов специальности «Ветеринарная медицина» сельскохозяйственных вузов / Г. А. Соколов. – Минск : Дизайн ПРО, 1998. – 160 с.
11. Технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации, направленные на снижение материалоемкости и энергоемкости продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gosstandart.gov.by/txt/Actual-info/docs/tnpa-snizh-mat.pdf>. – Дата доступа: 6.04.2015.
12. Фомин, Г. С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам / Г. С. Фомин. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : Протектор, 2010. – 1000 с. : рис., табл.

Учебное издание

Готовский Дмитрий Геннадьевич,
Спиридонов Сергей Брониславович

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск В. А. Медведский
Технический редактор Е. А. Алисейко
Компьютерный набор С. Б. Спиридонов
Компьютерная верстка Е. В. Морозова
Корректор Т. А. Драбо

Подписано в печать 16.11.2017. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Печать ризографическая. Усл. п. л. 2,0. Уч.-изд. л. 1,66.
Тираж 250 экз. Заказ № 1740.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета»
государственная академия ветеринарной медицины».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/362 от 13.06.2014.

ЛП №: 02330/470 от 01.10.2014 г.

Ул. 1-я Доватора, 7/11, 210026, г. Витебск.

Тел.: (0212) 51-75-71.

E-mail: rio_vsavm@tut.by

<http://www.vsavm.by>

ISBN 978-985-591-043-6

