

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

БІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра гігієни тварин та основ санітарії

ФІЗИЧНІ, ХІМІЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ

Методичні вказівки

до проведення практичних занять зі студентами
біолого-технологічного факультету та
факультету ветеринарної медицини
(Повторне, доповнене видання)

Біла Церква
2014

УДК 619.614.7:636.2.083.37

Затверджено вченою радою
та методичною комісією
біолого-технологічного факультету
(Протокол № 1 від 28.08.14. р.)

Укладачі: **Малина В.В.**, канд. вет. наук;
Лясота В.П., док. вет. наук;
Гришко В.В., канд. с.-г. наук

Фізичні, хімічні та біологічні показники якості води: Методичні вказівки до проведення практичних занять зі студентами біолого-технологічного факультету та факультету ветеринарної медицини / В.В. Малина, В.П. Лясота, В.А. Гришко – Біла Церква, 2014.– 45 с.

У рекомендаціях подані нормативні матеріали з якості води згідно з Державними санітарними правилами і нормами. Показано вимоги щодо оцінки топографії джерела водопостачання, визначення фізичних, хімічних і біологічних властивостей води, способів очищення і знезараження питної води, норми водопотреби для сільськогосподарських тварин.

Рецензент: **Мерзлов С.В.**, д-р с.-г. наук, професор

© БНАУ, 2014

ВСТУП

«Країна, яка не має якісної питної води,— не має майбутнього. Якісна вода – якісне життя».

Народна мудрість

Водні ресурси будь-якої країни є одним зі стратегічних факторів, які забезпечують функціонування її економіки, задоволення соціальних, культурно-естетичних та гігієнічних потреб. За ставленням до води судять про культуру нації. Україна за ступенем водозабезпечення займає одне з останніх місць серед країн Європи, а за водомісткістю валового суспільного продукту випереджає їх. На виробництво одиниці продукції у нашій державі витрачається у 6–8 разів більше води, ніж в розвинутих країнах. Тому водні ресурси використовуються, а отже і забруднюються у декілька разів інтенсивніше, ніж в інших країнах.

Стан джерел водопостачання та якість питної води безпосередньо впливають на здоров'я як людського, так і тваринного організмів. За даними ВООЗ, 25 % населення земної кулі ризикує захворіти хворобами, пов'язаними зі споживанням недоброякісної питної води.

Якість питної води залежить від поверхневих водойм – основних джерел централізованого господарсько-питного водопостачання. На сьогодні в Україні майже не залишилося поверхневих водойм, які б за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками можна віднести до першої категорії водопостачання. Високий рівень техногенного навантаження на водойми, застарілі технології водопідготовки, які розраховані на доведення природних вод до якості питної лише у випадку, коли вихідна вода відповідає першій категорії, притому, що переважна більшість водойм за рівнем забрудненості наблизились до третьої категорії, а технології водоочищення не дозволяють забезпечити населення якісною питною водою.

Матеріали ВООЗ свідчать про те, що 80 % усіх захворювань людського організму спричинені вживанням неякісної води. Шкідливі речовини, які знаходяться у воді, впливають на здоров'я поступово, руйнуючи імунну систему, проявляючись у вигляді різних захворювань.

Успішне ведення тваринництва значною мірою залежить від якості води, яка використовується в господарстві, та її відповідності санітарно-гігієнічним вимогам.

Вода використовується для задоволення фізіологічних вимог тварин, а також в санітарно-гігієнічних і господарських цілях. Вода бере участь

у всіх фізико-хімічних процесах, що проходять в організмі, відіграє основну роль в обміні речовин, теплообміні та його регуляції.

Нестача питної води в організмі призводить до затримки в ньому азотистих шлаків та інших продуктів обміну речовин. Залишення тварин без води на декілька днів, може призвести до їх загибелі. Смерть настає за втрати організмом 20 % загальної кількості води, що знаходиться в ньому. Крім того, недопоювання або перебої в напуванні тварин призводять до зниження їх продуктивності на 7–10 %. З іншого боку, надмірне прийняття води може призвести до порушення водно-сольової рівноваги в організмі тварини і збільшити навантаження на серцево-судинну систему та органи виділення.

Вода має велике санітарно-гігієнічне значення, оскільки вона необхідна для очищення і дезінфекції приміщень, підготовки кормів для згодовування, для миття посуду, інвентарю і догляду за тваринами.

Таким чином, успішне ведення тваринництва значною мірою залежить від якості води, яка використовується в господарстві та її відповідності санітарно-гігієнічним вимогам.

Контроль за якістю води і процесом водокористування у господарстві покладений на біотехнологів та фахівців ветеринарної медицини.

Проблема водопостачання на території України та якість питної води мають загальнодержавне стратегічне значення і потребують комплексного рішення, тому для її вирішення Кабінетом Міністрів України розроблена загальнодержавна програма „Питна вода України” на 2006–2020 роки. В Україні також затверджений Державний стандарт (ДСТУ) 4808: 2007 «Джерела централізованого питного водозабезпечення. Гігієнічні і екологічні вимоги з якості води і правила відбору», який починає діяти з 1 січня 2009 року.

Метою даних вказівок є ознайомлення студентів з нормативними матеріалами з якості води згідно з Державними санітарними правилами і нормами стосовно оцінки топографії джерела водопостачання, визначення фізичних, хімічних і біологічних властивостей води, способів її очищення, водопотреби для сільськогосподарських тварин.

Розділ 1. САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ

Проблема охорони і використання джерел водопостачання пов'язана з обмеженістю запасів прісної води та нерівномірним її розподілом. У

посушливі роки запаси прісної води в Україні зменшуються приблизно на 40 % порівняно із середньорічними.

Контроль якості води на території України проводять згідно з ГОСТом 2874–82 «Вода питьєвая. Гигиенические требования и контроль за качеством» та згідно з Державними санітарними правилами і нормами (ДСанПН) «Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання» – Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 23 грудня 1996 р. № 383.

За результатами дослідження питну воду поділяють на три типи і шість видів.

Типи води:

- 1) для централізованого водопостачання;
- 2) для місцевого водопостачання;
- 3) одержана з вододжерел.

Види води:

- 1) для централізованого водопостачання (водопровідна);
- 2) для централізованого водопостачання без попередньої очистки (міжпластова напірно-артезіанська вода);
- 3) для централізованого водопостачання лише після знезараження (міжпластова ненапірна та інфільтрована вода, річок, озер, водосховищ);
- 4) для місцевого водопостачання (грунтова, кринична);
- 5) яку можна використовувати для місцевого водопостачання лише після поліпшення (освітлення, знебарвлення): вода річок, водосховищ, озер;
- 6) яку можна використовувати лише після спеціальної обробки (опріснення, пом'якшення, знезараження).

Санітарно-гігієнічну оцінку якості води, призначеної для потреб тваринництва, здійснюють відповідно до державних стандартів ДСТУ ISO 5667–4–2003, ДСТУ 3041–95 та ДСТУ 4107–2002 «Якість води», «Вода питна», «Охорона природи. Гідросфера». Правила вибору і оцінки джерел централізованого господарського водопостачання.

**Санітарно-гігієнічні вимоги до питної води
(ДСТУ 3041-95 та ДСТУ 4107-2002 «Якість води»)**

1. Повинна бути прозорою, по можливості безколірною, без будь-якого запаху та присмаку, мати освіжаючу температуру (5–15 °С).
2. Не містити домішок отруйних речовин у токсичних концентраціях.
3. Бути вільною від патогенних мікроорганізмів, головним чином

фекального походження, а також від гельмінтів та їх личинок.

4. Не забруднена стічними водами (фекальними, побутовими, промисловими тощо).

Повну оцінку якості води можна дати на основі комплексного її дослідження, в яке входять:

- 1) санітарно-топографічне обстеження джерела водопостачання і навколишньої території;
- 2) визначення фізичних властивостей води;
- 3) визначення хімічного складу води;
- 4) визначення бактеріологічного забруднення води;
- 5) біологічний аналіз води.

Санітарно-топографічне обстеження джерел водопостачання (паспортизація вододжерел)

(ДСТУ 3831–98 «Автоматизовані системи контролю якості води»)

Ветеринарно-санітарний нагляд за джерелами водопостачання передбачає:

- 1) проведення санітарно-топографічного обстеження джерела водопостачання і навколишньої території;
- 2) спостереження за станом і організацією його охорони з метою запобігання забрудненню води;
- 3) організацію лабораторного дослідження води з урахуванням пори року та погодних умов;
- 4) встановлення залежності між якістю води та спалахами хвороб у тварин. Ця обставина вимагає детального вивчення епізоотичних, топографічних і технічних умов.

План санітарно-топографічного обстеження джерела водопостачання залежить від ряду обставин, у тому числі зональних особливостей, господарських можливостей та ветеринарного благополуччя. Так, під час обстеження колодязя необхідно звернути увагу на його обладнання, санітарний стан, відстань до джерел забруднення. Для встановлення зв'язку колодязя із джерелом забруднення в останнє вливають 2 %-ний розчин флуоресцину, після чого протягом 1–2 діб кожні 3 год беруть пробу води з колодязя і визначають її колір. Флуоресцин забарвлює воду у зелений колір.

Під час обстеження відкритих вододжерел вивчають санітарний стан

населених пунктів, розташованих поблизу джерела, або тих, що з ним контактують, місце забору води, систему забору, стан водоочисних споруд, організацію зони санітарної охорони.

План санітарно-топографічного обстеження вододжерела і навколишньої території

1. Поштова адреса вододжерела (область, район, село, вулиця).
2. Назва вододжерела (колодязь, став), призначення або мета використання.
3. Дата будівництва та введення в експлуатацію.
4. Рельєф розташування.
5. Наявність джерел забруднення (розташування їх по рельєфу, походження нечистот).
6. Обладнання підходу до вододжерела.
7. Наявність та обладнання гідроізоляції (водяного замка).
8. Розміри вододжерела (глибина, ширина, довжина), розрахунок запасу води.
9. Як змінюється запас води залежно від погодних умов.
10. Характеристика ґрунтових порід, а також ґрунту дна вододжерела.
11. Характеристика зрубу, матеріал, стан, висота колодязя.
12. Спосіб забору води, напування тварин, обладнання корит.
13. Охорона від забруднення (кришка, навіс, відра).
14. Оцінка вододжерела за даними огляду.
15. Дата, місце роботи, посада, підпис.

Техніка відбору проб води

Для повного аналізу об'єму проби води має становити 5 л, для неповного – 2 л, спрощеним методом – 1 л. Бутлі повинні бути скляними чи пластиковими, чисто вимитими і споліснутими дистильованою водою.

Пробу води з глибини зручніше відбирати спеціальними батометрами конструкції Виноградова А.С., Грирорьєва Л.В., Сатаневича Р.В.

Для бактеріологічного дослідження проби води відбирають у стерильні бутлі і закривають стерильними пробками. Якщо воду відбирають із водопровідного крана, то кінець його фломбують

(обпалюють вогнем), а вода повинна протекти через кран не менше 10–15 хвилин.

Місце відбору проби води залежить від характеру джерела та мети дослідження. Якщо треба виявити вплив певного джерела забруднення проточної води, проби беруть вище цього джерела, проти нього і нижче за течією.

Відбір проб води з відкритих водойм (ставків та річок): ДСТУ ISO 5667–1–2003; ДСТУ ISO 5667–2–2003; ДСТУ ISO 5667–4–2003

Воду відбирають на глибині 0,5–1 м від поверхні водойми, на відстані 1–2 м від берега. В неглибоких вододжерелах проби відбирають на глибині 10–15 см від дна.

Відбір проб води з відкритих водойм (криниць): ДСТУ ISO 5667–4–2003

З криниць проби води рекомендується відбирати на глибині 0,5–1 м від поверхні двічі на день – вранці, коли воду з нього ще не брали, і ввечері, коли вже закінчили брати воду.

Відбір проб води з водопроводів: ДСТУ ISO 5667–4–2003

Вода повинна протекти через кран не менше 10–15 хвилин.

Відібрані проби води варто негайно доставляти у лабораторію, особливо влітку. Фізико-хімічні дослідження необхідно проводити не пізніше ніж через добу після взяття проби, а в окремих випадках (залежно від якості води) у межах 42–72 годин у разі зберігання зразків води у спеціальних термосах з льодом.

Бактеріологічні дослідження проводять не пізніше 3–5 годин після взяття води, за умови, що проби транспортувалися в спеціальних термосах.

У разі потреби дозволяється застосування консервантів під час зберігання відібраних проб. Для визначення у воді аміаку і окиснюваності води можна додавати 2 мл 25 %-го розчину сірчаної кислоти на 1 л води, для визначення інших показників – 2 мл хлороформу на 1 л води. За бактеріологічних досліджень консервація води не допускається.

Після відправки води до лабораторії надалі необхідно оформити ***супровідний документ***, в якому зазначають такі відомості:

- номер проби води, рік, місяць, дата і година взяття;
- назва і місце розташування джерела води;
- місце взяття проб і глибину, з якої брали пробу;
- спосіб відбору води (батометр, бутиль з вантажем), тривалість відкачки води, спосіб консервування, якщо проводили;

- відомості про опади і напрям вітру у день взяття проби води;
- температуру води і повітря на час взяття проби води;
- мета аналізу;
- короткий опис санітарного стану водоймища та місцевих умов, які можуть впливати на якість води;
- первинні органолептичні властивості води на момент відбору;
- посада і місце роботи особи, що відбирала пробу води та її підпис.

Розділ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ (ДСТУ ISO 7027–2003; ISO 7027:1999, IDT)

З фізичних властивостей води звертають увагу на такі показники: температуру, запах, смак і присмак, прозорість і колір.

2.1. Вимірювання температури води (ДСТУ ISO 7027–2003)

У глибоких підземних водоносних шарах ґрунту вода має відносно постійну температуру (5–12°C), тоді як у поверхневих шарах, відкритих водоймищах температура протягом року різко змінюється.

Споживання холодної води взимку може призвести до зниження продуктивності і підвищення витрат кормів на одиницю продукції, оскільки на нагрівання її в організмі необхідна певна кількість енергії. Крім того, це може бути причиною простудних захворювань у тварин і абортів у вагітних маток.

Питна вода для дорослих тварин повинна мати температуру 10–12 °С, а молодяку – 15–30 °С (залежно від віку).

Температуру води визначають на місці взяття проби і на тій же глибині. Для цього використовують спеціальний черпальний термометр. На кінці термометра, де розташований резервуар з ртуттю, знаходиться розширена ємність, у верхній частині якої є отвори. На протилежному кінці приладу розміщене кільце, за допомогою якого термометр прикріплюється до мотузки.

У разі відсутності черпального термометра використовують звичайний спиртовий або ртутний термометр.

Вимірювання температури проводять протягом 15 хвилин і виражають в градусах Цельсія з точністю до 0,1. Під час вимірювання температури води свердловин, водопроводів беруть велику пробу води (10 літрів), в яку негайно ж опускають термометр на 15 хвилин.

2.2. Визначення запаху води (ДСТУ ISO 7027–2003)

Характер та інтенсивність запаху визначають органолептично. Чиста вода не має запаху. Запах води може бути природним або штучним. Природними вважають запахи землі, болота, трави, дерева; риби, сірководню та інші. Штучними – запах хлору (після хлорування), бензину, фенолу, гною (у разі забруднення джерел промисловими стоками).

Запах води визначають за температури 20 °С, а потім – 40 і 60 °С.

Для визначення запаху води за температури 20 °С наливають 150–200 мл води у чисту склянку, закривають її пробкою, струшують, а потім відкривають і швидко визначають запах, характер та його інтенсивність за даними табл. 1. Інтенсивність запаху визначають за температури води 60 °С.

Таблиця 1 – Визначення запаху води

Бали	Інтенсивність	Описове визначення
0	Немає запаху	Зовсім не відчувається
1	Дуже слабкий	Не відчувається, але виявляється досвідченим спостерігачем
2	Слабкий	Запах виявляється, якщо на нього звернути увагу
3	Відчутний	Легко відчувається і погіршує смакові якості
4	Виразний (сильний)	Запах, на який звертають увагу
5	Дуже сильний	Настільки відчутний, що вода не придатна для вживання

Якісна питна вода відповідно до ДСТУ ISO 7027–2003 повинна мати присмак і запах за температури 20 °С не більше двох балів.

2.3. Визначення смаку води (ДСТУ ISO 7027–2003)

Смак води залежить від кількості в ній речовин природного походження або тих, які потрапили внаслідок забруднення. Розрізняють солоний, гіркий, кислий, солодкий, гірко-солоний, терпкий і в'язучий смак води. Всі інші смакові відчуття називають присмаками. Розрізняють залізистий, хлорний, металевий і рибний присмаки.

Неприємний смак або присмак найчастіше залежить від надлишку

розчинених у воді солей. Так, надлишок хлористого натрію і калію надає воді солоного смаку, солей магнію – гіркого, заліза і міді – в'язучого. Продукти гниття органічних речовин зумовлюють неприємний гнилісний смак і запах. Смак води з відкритих водоймищ визначають після її кип'ятіння протягом п'яти хвилин і охолодження до 20–25 °С. Смак води, підозрілої в бактеріологічному і хімічному забрудненні, не визначають.

Для визначення смаку і присмаку 15–20 мл води набирають у рот на кілька секунд, не ковтаючи її. Інтенсивність смаку характеризують за п'ятибальною системою, так само як і запах.

2.4. Визначення прозорості води

(ДСТУ ISO 7027–2003; ISO 7027:1999, IDT)

Ступінь прозорості води залежить від наявності в ній закислих часток органічного або мінерального походження: якщо їх багато, то вода буде каламутною.

Прозорість води визначають в сантиметрах висоти водяного стовпа, через який можна вільно читати шрифт Снеллена № 1. Для цього користуються спеціальним циліндром з краном у нижній частині. На стінці циліндра нанесено поділки (в см). Шрифт читають крізь стовпчик води зверху. Прилад має підставку висотою 4 см. Визначаючи прозорість, воду поступово випускають через кран доти, поки не буде чітко видно шрифт. Висота водяного стовпчика і буде величиною прозорості.

Прозорість води у відкритих водоймах визначають за допомогою білої фарфорової або емальованої пластини розміром 15x20 см. Пластину занурюють у воду доти, поки її контури стануть невидимими. Потім пластину повільно піднімають до її чіткої видимості. Середню величину цих замірювань і вважають показниками прозорості води у водоймах.

Прозорість якісної питної води згідно із зазначеним вище ДСТУ повинна бути не менше 30 см.

Зразок шрифту для визначення прозорості води: *«Справжній стандарт встановлює способи визначення загальних фізичних властивостей господарсько-питної води, запаху, смаку і присмаку, температури, прозорості, мутності, завислих речовин і кольоровості 5 4 1 7 8 3 0 9 ».*

2.5. Визначення кольору води

(ДСТУ ISO 7887–2003; ISO 7887:1994, IDT)

У зоогігієнічній практиці колір води визначають порівнянням.

Беруть два однакових циліндри з безбарвного скла. У перший наливають профільтровану досліджувану воду, у другий стільки ж дистильованої води для порівняння на білому фоні. Доброякісна вода не повинна мати кольору. Розрізняють воду безбарвну, світло-жовту, жовту, інтенсивно жовту, зеленувату і т. п.

Для визначення кольору води у польових умовах у пробірку з безбарвного скла діаметром 1,5 см і висотою 12 см наливають воду, яку досліджують і порівнюють з аналогічним стовпчиком дистильованої води. Колір визначають у градусах за табл. 2.

Таблиця 2 – **Визначення кольору води**

Забарвлення під час розгляду з боку	Забарвлення зверху	Колір, градуси
немає	немає	менше 10
немає	ледь помітне блідо-жовтувате	10
немає	дуже слабе жовтувате	20
ледь помітне блідо-жовтувате у разі порівняння з дистильованою водою	слабожовтувате	30
ледь помітне блідо-жовтувате	жовтувате	40
ледь помітне блідо-жовтувате	світло-жовтувате	80
блідо-жовтувате	жовте	150
блідо-зеленувате	інтенсивно жовте	300

Для водопровідної води колір не повинен перебільшувати 15°, а, для води відкритих водойм – 35°.

Нормативи. Прозорість води за кільцем не менш як 40 см вважається доброю, 20–30 см – допустимою, а вода з прозорістю менш як 20 см вимагає освітлення.

2.6. Визначення каламутності води (ДСТУ ISO 7027–2003; ISO 7027:1999, IDT)

Каламутність води зумовлена наявністю завислих у ній речовин мінерального або органічного походження. Найбільш несприятлива у санітарному відношенні вода із завислими органічними речовинами. Це свідчить про можливе значне бактеріальне її забруднення.

Каламутність води характеризують якісно і кількісно. Якісно її характеризують словами: ледь вловима каламуть, слабка, помітна та сильна каламуть, а кількісно – за вмістом завислих речовин, що

виражені у міліграмах на 1 л води.

Хід визначення. 1л води профільтрувати крізь попередньо висушений до постійної маси і зважений фільтр, після чого його знову висушити та зважити. За різницею у масі фільтра визначають вміст у воді завислих речовин.

Встановлена залежність між кількістю завислих у воді речовин та її прозорістю. Перерахунок прозорості води в її каламутність можна здійснити за табл. 3.

Таблиця 3 – Перерахунок прозорості води у каламутність

Прозорість, см	Каламутність, мг/л	Прозорість, см	Каламутність, мг/л
4	285	19	46
5	165	20	44,5
6	155	21	43,3
7	130	22	41,4
8	114	23	39,6
9	102	24	38
10	92	26	35,1
11	83	28	32,6
12	76	30	30,5
13	70	32	26,6
14	65	34	26,9
15	61	36	25,4
16	56	38	24,2
17	53,4	40	23
18	48	42	21,8

Визначення сухого залишку води

Кількість сухого залишку у воді залежить від кількості розчинених у ній солей.

Хід визначення. 500 мл попередньо профільтрованої води випарувати на водяній бані у платиновій або фарфоровій чашці діаметром 7–

8 см, зваженій з точністю до 0,001 г. Чашку із сухим залишком висушити в сушильній шафі за температури 100 °С, після чого знову зважити. Сухий залишок визначають за формулою:

$$X = \frac{(M - M_1) \times 100}{V}$$

Розділ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ

(ДСТУ ISO 3696–2003. *Вода у хімічних технологіях.*
Вимоги та методи перевірки ISO 3696–1987, IDT)

У зоогігієнічній практиці хімічне дослідження води проводять з метою визначення в ній хімічних елементів та сполучень (якісний аналіз), або ж їх концентрації (кількісний аналіз).

Залежно від конкретних обставин санітарний хімічний аналіз води може бути повним або неповним.

Питна вода повинна вдовольняти фізіологічну потребу організму людей та тварин, тому ГОСТ 2874–82 передбачає відсутність в ній шкідливо діючих речовин і допускає мінімальну кількість потенційно небезпечних.

Доброякісна вода повинна мати нейтральну або слаболужну реакцію (рН 6,5–8,5). Якщо рН води відкритих водойм нижче за 6,5 або вище за 8,5, то це свідчить про те, що вона забруднена стічними водами промислового або тваринного походження.

Велика кількість органічних речовин свідчить про забрудненість води та її небезпечність.

3.1. Визначення аміаку та амонійних солей у воді (ДСТУ ISO 11732–2003)

У воді аміак може бути мінерального і органічного походження.

Присутність аміаку часто свідчить про органічне забруднення води. Якщо взяти воду в якусь посудину, поставити її за кімнатної температури, то через деякий час буде спостерігатися посилення запаху аміаку у воді. Це свідчить про її органічне забруднення, тому що в цій воді посилюються бактеріальні процеси розкладу органічних речовин з виділенням аміаку. Іноді в глибоких ґрунтових водах міститься аміак неорганічного походження, який утворюється за відновлення окиснених форм мінерального азоту, особливо за відсутності кисню, або зниженого його вмісту у воді.

У доброякісній воді наявність аміаку не допускається (або тільки сліди).

Досліджують наявність аміаку у воді якісними та кількісним методами.

Обладнання і реактиви: реактив Неслера – подвійна сіль йодованої ртуті і йодистого калію ($\text{HdI}_2 + 2\text{KI}$), розчинена в їдкому калії; титрований розчин хлористого амонію, в 1 мл якого міститься 0,01 мг NH_3 ; 5–6 градуйованих плоскодонних циліндрів на 100 cm^3 кожен, піпетка на 5–10 мл, колба для води, скляні палички для перемішування рідини, пробірки.

Якісна (польова) проба

Якісною реакцією за допомогою реактиву Неслера можна приблизно визначити вміст аміаку. Для цього в пробірку наливають 10 мл досліджуваної води і додають 5 крапель реактиву. Поява жовтуватого забарвлення свідчить про присутність аміаку.

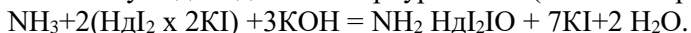
Використовуючи табл. 4, можна визначити приблизний вміст аміаку у воді (в мг/л).

Таблиця 4 – Приблизне визначення аміаку у воді

Забарвлення у разі спостереження збоку	Забарвлення у разі спостереження зверху	Вміст NH_3 , мг/л
немає	немає	менше 0,05
немає	дуже слабе	0,1
ледь помітне жовтувате	слабожовтувате	0,2
слабожовтувате	жовтувате	0,4
помітно-жовтувате	світло-жовтувате	0,8
світло-жовтувате	жовте	2,0
жовте	інтенсивно бурувато-жовте	4,0

Кількісна (лабораторна) проба

Кількісне визначення аміаку проводять фізико-хімічним методом колориметрії або фотометрії. В основі методу лежить властивість реактиву Неслера вступати у взаємодію з аміаком з утворенням розчиненого у воді йодистого меркурамонію (жовте забарвлення).



Визначення амоніаку у воді за допомогою набору колориметричних циліндрів (метод стандартних серій) (ДСТУ ISO 8466 –2–2001)

У штатив встановлюють 5–6 плоскодонних градуйованих циліндрів на 100 мл. Всі циліндри нумерують (0–1–2–3–4–5) і піпеткою наливають відповідно 0,5 мл; 1,0; 1,5; 2,0 і 2,5 мл титрованого розчину хлористого

амонію (NH_4Cl), а потім в кожен циліндр до мітки 100 додають дистильовану воду, добре перемішують скляною паличкою. Далі до всіх, без винятку, циліндрів вливають по 2 мл реактива Неслера і знову перемішують. Рідина в циліндрах набирає жовтого забарвлення різної інтенсивності, яке порівнюють збоку, на білому фоні.

Приклад розрахунку: У циліндрі з досліджуваною водою встановилося таке ж забарвлення, як і в циліндрі 5, до якого влили 2 мл стандартного розчину хлористого амонію. Якщо 1 мл хлористого амонію містить 0,01 мг аміаку, то в 2 мл міститься 0,02 мг аміаку. Таким чином, в 100 мл досліджуваної води міститься 0,02 мг аміаку, а в 1 л води буде $0,02 \times 10 = 0,2$ мг аміаку.

Спосіб визначення амоніаку у воді за допомогою циліндрів з кранами (ДСТУ ISO 8469–3–2002)

Два градуйованих циліндри на 100 мл закріплюють у штативі на висоті 3–4 см від столу на одному рівні. В один з циліндрів наливають 100 мл досліджуваної води, а у другий 10 мл стандартного розчину хлористого амонію, і до мітки 100 доливають дистильовану воду. Потім в обидва циліндри додають по 2 мл реактиву Неслера і перемішують скляними паличками.

Забарвлення зрівнюють зверху на білому фоні.

Приклад 1. Більш інтенсивне забарвлення проявилось в циліндрі, до якого було влито 10 мл стандартного розчину NH_4Cl , тобто в ньому містилося $0,01 \times 10 = 0,1$ мг аміаку в 100 мл розчину. Дивлячись зверху, випускаємо через кран до моменту одержання однакового забарвлення в обох циліндрах. Припустимо, що забарвлення в циліндрах зрівнялось на висоті стовпа рідини в циліндрі на мітці 36, тобто в циліндрі залишилось 36 мл рідини. Якщо в 100 мл було 0,1 мг аміаку, то в 36 мл – x:

$$X = \frac{0,1 \times 36}{100} = 0,036 \text{ мг,}$$

де в 100 мл води – 0,036 мг аміаку, а в 1000 мл буде 0,36 мг.

Приклад 2. Припустимо, що більш інтенсивне забарвлення проявилось в циліндрі з досліджуваною водою, тому воду зливаємо з цього циліндра. Після того, як частину води злили, в ньому залишилось 86 мл рідини. Отже, вміст аміаку в 86 мл досліджуваної води такий же, як і в 100 мл стандартного розчину, тобто 0,1 мг (налито 10 мл

стандартного розчину хлористого амонію). Таким чином, в 86 мл досліджуваної води міститься 0,1 мг аміаку, а в 100 мл буде:

$$\frac{100 \times 0,1}{86} = 0,1163 \text{ мг.}$$

3.2. Визначення нітратів і нітритів у воді (ДСТУ ISO 6777–2003 та ДСТУ ISO 7890–1–2003)

Наявність нітратів у воді зумовлена окисненням аміачного азоту під впливом нітрифікуючих мікроорганізмів, або відновленням нітратного азоту за нестачі у воді кисню.

Наявність нітритів органічного походження у воді не допускається. Показником того, що у воді знаходяться нітрити органічного походження, може бути виявлення їх у великій кількості, а також присутність у воді аміаку, нітратів, хлоридів.

Визначення нітритів

Вода, в якій знаходяться нітрити з додаванням реактиву Гріса, забарвлюється в червоний або рожевий колір внаслідок утворення азофарби.

Обладнання і реактиви. Азотистокислений натрій NaO_2 , титрований розчин, 1 мл якого містить 0,01 мл N_2O_3 ; реактив Гріса, в склад якого входить нафталамін, сульфанілова кислота, які розчинені в оцтовій кислоті; піпетки на 5 і 10 мл, колби для води, набір плоскодонних градуйованих циліндрів у штативі.

Якісна проба

У пробірку наливають 10 мл досліджуваної води і 0,5 мл реактиву Гріса. Вміст пробірки перемішують і підігрівають (в долоні, теплій воді), і через декілька хвилин за ступенем рожевого забарвлення визначають вміст нітритів (табл. 5).

Таблиця 5 – Приблизне визначення нітритів у воді

Забарвлення у разі спостереження збоку	Забарвлення у разі спостереженні зверху	Азот нітритів, мг/л
немає	немає	менше 0,002
немає	ледь помітне рожеве	0,003
дуже слаборожеве	слаборожеве	0,022

слаборожеве	слаборожеве	0,04
світло-рожеве	рожеве	0,07
дуже рожеве	малинове	0,20
малинове	яскраво-малинове	0,40

Кількісне визначення

Кількісне визначення нітритів проводять колориметричним методом, за допомогою циліндрів з кранами або серії циліндрів.

Спосіб кількісного визначення нітритів серією циліндрів

Градуйовані на 50 або 100 мл циліндри вкладають у штатив і нумерують 0, 1, 2, 3, 4, 5 і т. д.

У циліндр 0 вливають 100 або 50 мл досліджуваної води. В інші циліндри піпеткою вносять відповідно 0,5 мл; 1,0; 1,5, 2,0; 2,5 мл і т. д. стандартного розчину азотнокислого титру і доливають до мітки 100 (50) мл дистильовану воду. Потім до всіх циліндрів додають по 2 мл реактиву Гріса, перемішують скляною паличкою і після 10 хв водяної бані зрівнюють збоку на білому фоні окрас досліджуваної води з циліндрами, в які був налитий стандартний розчин.

Припустимо, що колір досліджуваної води такий же, як і розчину в циліндрах № 4. До останнього було налито 2 мл стандартного розчину, який містить в собі 0,02 мг азоту нітритів, тобто в 100 мл досліджуваної води буде 0,02 мг N_2O_3 , а в 1 л води буде міститись $0,02 \times 10 = 0,2$ мг нітритів.

Спосіб визначення нітритів за допомогою двох циліндрів з кранами

Два однакових градуйованих на 100 або 50 мл циліндри закріплюють на висоті 2–3 см від його підставки на білому фоні. В один з циліндрів наливають 10 мл стандартного розчину і доливають до мітки 100 мл дистильованою водою, в другий – 100 мл досліджуваної води. У кожен циліндр доливають по 2 мл реактиву Гріса і старанно перемішують. Через 15–20 хв за кімнатної температури (у разі підігрівання у водяній бані швидше) проявляється рожеве забарвлення різної інтенсивності, ступінь якого залежить від кількості нітратів у воді і висоти водяного стовпа. Розрахунок проводять як і в попередньому способі.

Визначення нітратів

Нітрати – це продукти закінченого процесу нітрифікації органічних речовин. Нітрати можуть бути і неорганічного походження,

Якісна проба на нітрати

У фарфорову чашку наливають 1–2 мл досліджуваної води, додають кілька кристалів дифеніламіну і декілька крапель концентрованої сірчаної кислоти.

За наявності нітратів з'являється темно-синє забарвлення внаслідок утворення дифенілнітрозоаміну.

3.3. Визначення хлоридів, сульфатів та заліза у воді (ДСТУ 4079–2001 ДСТУ ISO 7393–3–2004; ДСТУ 6589–2003; ДСТУ ISO 6332–2003)

Хлор у воді зустрічається у формі хлоридів. Виявлення їх може бути посереднім показником забруднення води органічними речовинами тваринного походження. Хлор зустрічається у вигляді хлористих сполук NaCl , KCl , CaCl_2 , MnCl_2 . Хлориди у воді можуть бути органічного і мінерального походження. Останні зустрічаються за наявності солончакового ґрунту (Туркменістан – 300–500 мг/л).

Якщо поряд з хлоридами виявляють аміак, нітрати і нітрити, то це свідчить про їх органічне походження і забруднення води. Якщо хлориди мінерального походження і не псують смаку води, вони не мають санітарно-гігієнічного значення.

За нормами ГОСТ 2874–82 хлоридів у воді повинно бути в місцях солончакового ґрунту не більше 350 мг/л. Хлориди у воді виявляють якісно і кількісно.

Принцип визначення їх ґрунтується на реакції хлористих сполук з азотнокислим сріблом (спосіб Мора). Внаслідок цього утворюється хлористе срібло, майже не розчинна сполука у вигляді білуватої каламуті або осаду.

Обладнання та реактиви. Титрований розчин азотнокислого срібла AgNO_3 , 1 мл якого здатний осадити 1 мг хлору; титрований розчин хлористого натру NaCl (цей розчин необхідний для точного встановлення титру азотнокислого срібла); індикатор (10%-ний нейтральний розчин жовтої однокислової (двохромової) кислоти – солі калію $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$) у крапельниці; дві колби на 50–100 мл; бюретка; піпетки на 2 і 10 мл; колби для води; пробірки.

Якісна проба на хлориди

У пробірку наливають 10 мл досліджуваної води, підкислюють 1–2-ма краплями сірчаної кислоти і додають 2–3 краплі розчину азотнокислого срібла. Утворення білої каламуті свідчить про наявність у воді хлоридів (табл. 6).

Таблиця 6 – Приблизне визначення хлоридів у воді

Характер рідини	Вміст хлоридів, мг/л
Слаба каламуть	1–10
Сильна каламуть	10–50
Пластівці осідають не відразу	50–100
Білий осад	100 і більше

Кількісне визначення хлоридів способом МОРА

Метод ґрунтується на осадженні хлору нітратом срібла в присутності хромовокислого калію як індикатора. Під час титрування хлору нітратом срібла випадає спочатку осад хлористого срібла. Після зв'язування всього хлору нітрат срібла вступає в реакцію з хромовокислим калієм, при цьому утворюється хромовокисле срібло шоколадно-червоного кольору, а окрас титрованої рідини переходить із лимонно-жовтої в оранжево-жовту. Рівняння, за яким проходить реакція:



Хід аналізу. 1. Визначаємо титр азотнокислого срібла. Для цього в колбу піпеткою наливають 2 мл розчину хлористого натрію, додають 8 мл дистильованої води і 2 краплі індикатора. Утворюється розчин лимонно-жовтого кольору. З бюретки краплями титруємо розчином азотнокислого срібла до появи оранжево-бурого кольору.

Кількість витраченого азотнокислого срібла показує титр цього розчину.

Наприклад: на 2 мл титрованого розчину хлористого натру використано 2,5 мл азотнокислого срібла. Отже, 2,5 мл AgNO_3 можуть увести в осад 2 мг хлору.

У колбочку наливають 10 мл досліджуваної води, додають 2 краплі індикатора і титрують азотнокислим сріблом до появи жовто-бурого окрасу.

Наприклад: на 10 мл води використано 0,85 мл азотнокислого срібла, на 100 мл води буде використано 8,5 мл, а на 1000 мл води 85 мл AgNO_3 .

Якщо титр азотнокислого срібла 2,5, тобто, якщо:

2,5 мл AgNO_3 зв'язує 2 мг хлору, то

85 мл – X, звідси:

$$X = \frac{85 \times 2}{2,5} = 60,8 \text{ мг хлору в 1 л досліджуваної води.}$$

Визначення сульфатів за способом А. П. Озерова

Цей метод базується на обліку помутніння води від утворення сірчаноокислого барію (BaSO_4), за взаємодії іона сульфату (SO_4) у воді з хлористим барієм.

Сульфати або солі сірчаної кислоти, зустрічаються у воді не тільки як складова частина ґрунту (CaSO_4), але і як продукти розкладу, що містять сірку білків.

Вода з великою кількістю сульфатів гірка на смак і впливає послаблювально на функції кишечника. ГОСТ 2874–82 допускає вміст у воді сульфатів мінерального походження до 500 мг/л.

Для визначення сульфатів у прозорий хімічний стаканчик на 50–100 мл наливають 10 мл досліджуваної води, додають 2–3 краплі 10%-ного розчину барій-хлориду (BaCl) і 1–3 краплі соляної кислоти. За наявності у воді сульфатів утворюється білий осад (у вигляді мути).

Визначення заліза у воді

Залізо у воді зустрічається у вигляді гідрату окису заліза $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Воно може потрапляти у воду з ґрунтових мінеральних руд. Вміст заліза у воді за ГОСТ 2874–82 не повинен перебільшувати 0,3 мг/л. За великих доз погіршується смак води, з'являється каламуть, випадає бурий осад, крім того, утворюються умови для розвитку залізистих бактерій, котрі призводять до закупорки водопровідної мережі. Особливо небажана наявність заліза у воді для молочної промисловості. Масло, промите такою водою, їдке на смак і бурого кольору.

Принцип методу визначення заліза у воді ґрунтується на взаємодії окисного заліза в кислому середовищі з роданітом амонію і утворенням роданіту заліза, який надає розчину яскраво-червоного забарвлення.

Хід аналізу. У пробірку наливають 10 мл досліджуваної води, підкислюють 2–3-ма краплями перекису водню, додають 5–6

крапель

50 %-ного розчину роданистого амонію ($\text{NH}_4\text{CN}_2\text{S}$). За інтенсивністю забарвлення судять про наявність у воді заліза, використовуючи дані:

- жовто-рожевий колір – 1 мг/л,
- червоний – 2,5 мг/л,
- яскраво-червоний – 5 мг/л.

3.4. Визначення твердості води (ДСТУ ISO 6059–2003)

Під час дослідження води спочатку визначають карбонатну твердість, яка обумовлена наявністю солей кальцію і магнію (бікарбонат кальцію і бікарбонат магнію), а потім із загальної твердості вираховують твердість постійну.

Твердість води вимірюється у міліграм-еквівалентах на 1 л води. Один міліграм-еквівалент твердості відповідає вмісту 28 мг CaO на 1 л (або 20,16 мг MgO на 1 л).

Твердість води можна визначати в градусах. Один градус (1^0) твердості відповідає вмісту 10 мг окису кальцію (CaO) в 1 л, звідси 1 мг-екв на 1 л твердості води дорівнює $2,8^0$.

Воду до 10^0 (3,5 мг-екв на 1 л) вважають м'якою, від 10 до 20^0 (3,5–7 мг-екв на 1 л) – середньої твердості, 20 – 30^0 (7–10,5 мг-екв на 1 л) – твердою і більше 40^0 (14 мг-екв на 1 л) – дуже твердою.

Бажано, щоб загальна твердість питної води була не більше 30 – 40^0 .

Визначення карбонатної твердості

У колбу наливають 100 мл досліджуваної води, додають 2 краплі індикатора – розчину метилоранжу і титрують із бюретки соляною кислотою до появи слаборожевого окрасу рідини.

Кількість соляної кислоти, що використана на титрування, множиться на коефіцієнт 2,8. Одержаний результат відповідатиме міліграмам окису кальцію або градусам карбонатної твердості.

Визначення загальної твердості

У ту ж колбу, після визначення карбонатної твердості, приливають піпеткою 20 мл лужної суміші. Потім колбу підігрівають і кип'ятять 3 хвилини, охолоджують під струменем прохолодної води, переливають у мірний циліндр і добавляють дистильованої води до відмітки 200 мл.

Одержану рідину перемішують, відфільтровують в інший циліндр 100 мл, переливають у чисту колбу, додають 1 краплю індикатора – метилоранжу і титрують соляною кислотою до появи слаборожевого забарвлення (100 мл фільтрату).

Кількість використаної соляної кислоти множать на 2 і одержану величину віднімають від числа мл лужної суміші, яка була долита до води. Цю різницю множать на коефіцієнт 2,8 і одержують загальну твердість в градусах.

Визначення постійної твердості

Постійна твердість визначається арифметичним шляхом, віднімаючи від загальної твердості твердість карбонату.

3.5. Визначення вмісту важких металів (кадмію, свинцю і міді) у природних і очищених водах

Метод інверсійної вольтамперометрії

Прилад АВА-3; ТУУ 4215–002–00227703–95 із використанням комп'ютера типу ІВМ РС/АТ.

Інверсійний електрохімічний метод базується на здатності елементів електрохімічно осаджуватися на індикаторному електроді із досліджуваного розчину за постійного потенціалу, а надалі розчинятися у процесі анодної поляризації за певного потенціалу, характерного для кожного елемента.

Розділ 4. БІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВОДИ

(ДСТУ 3959–2000. Методики біотестування води)

Для санітарно-гігієнічної оцінки води велике значення мають її біологічні показники, які характеризуються наявністю макро- і мікроорганізмів рослинного і тваринного походження (біоценоз). При цьому частина з них мешкає у поверхневих шарах, перемішуючись самостійно, або течією води (планктон), інші прикріплюються до дна (бентос). Підвищена кількість біологічних речовин у воді призводить до її цвітіння – розмноження великої кількості дрібних водоростей. Відмирання їх зумовлює загнивання води. При цьому змінюється запах, смак і колір води.

Визначити органічні речовини у воді технічно важко. Про їх

кількість судять за кількістю кисню, який необхідний для окиснення органічних речовин, розчинених у воді. Окиснюваність доброї питної води повинна бути 2–5 мг кисню на 1 л води.

4.1. Визначення окиснюваності води (ДСТУ ISO 7150–2003)

Окиснюваність води – це кількість міліграмів кисню, яка необхідна для окиснення органічних речовин у 1 л воді.

Чим вищий показник окиснюваності води, тим більше вона забруднена.

Визначення окиснюваності води полягає в тому, що марганцевокислий калій у кислому середовищі окислює органічні речовини води, а сам перетворюється на сульфат марганцю.

Реактиви: 1. 0,01 н розчин марганцевокислого калію, 1 мл якого може виділити 0,08 мг кисню; 2. 0,01 н розчин щавлевої кислоти ($C_2H_2O_4 \cdot 2HO_2$), для окиснення 1 мл якого треба 0,08 мг кисню; 3. 25 %-ний розчин сірчаної кислоти, одержаний під час розведення 1 частини концентрованої H_2SO_4 у трьох частинах дистильованої води.

Обладнання: 1. Колби з дистильованою і досліджуваною водою (по 100 мл). Бюретка з розчином $KMnO_4$. Бюретки з розчином сірчаної та щавлевої кислот, нагрівальний прибор (газова пальничка).

Порядок роботи

I. Визначення першого титру $KMnO_4$.

У чисту колбу наливають 100 мл дистильованої води, 5 мл 25 %-го розчину H_2SO_4 і 10 мл $KMnO_4$. Суміш нагрівають і кип'ятять 10 хв. Після цього з колби приливають 10 мл щавлевої кислоти і ще гарячий розчин титрують 0,01 н розчином $KMnO_4$ до блідо-рожевого кольору.

Загальна кількість $KMnO_4$ – це його перший титр, який завжди виділяє 0,8 мг кисню, що витрачається на окиснення 10 мл щавлевої кислоти.

II. Визначення другого титру $KMnO_4$.

Вказаний вище порядок роботи повторюють зі 100 мл досліджуваної води, яка містить у собі органічні речовини і потребує ще більшої кількості марганцевокислого калію для окиснення. Загальна кількість розчину $KMnO_4$ дає другий титр.

III. Розрахунок.

Припустимо, що для встановлення першого титру 0,01 н розчину $KMnO_4$ для окиснення 10 мл щавлевої кислоти використали 11 мл. Для

другого титрування – 12,6 мл, тоді $12,6 - 11 \text{ мл} = 1,6 \text{ мл KMnO}_4$. Одержана кількість марганцевокислого калію виділила кисень для окиснення органічних речовин у 100 мл води. А на 1 л досліджуваної води необхідно 16 мл KMnO_4 .

Знаючи, що 11 мл KMnO_4 виділяють 0,8 мг O_2 :

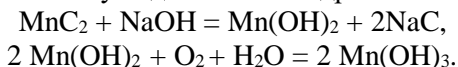
16 мл – X O_2 , то:

$$X = \frac{16,0 \times 0,8}{11} = 1 \text{ мг } \text{O}_2 \text{ на окиснення органічних речовин на 1 л води.}$$

4.2. Визначення розчиненого кисню у воді (ДСТУ ISO 5814–2003)

Вода здатна розчиняти гази, в тому числі і кисень. За кількістю розчиненого кисню у воді можна судити про ступінь чистоти води. У разі зменшення кількості кисню до 5–6 мг/л, вода у відкритій водоймі втрачає здатність до самоочищення.

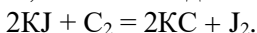
Принцип визначення. Від з'єднання хлористого марганцю з їдким натрієм випадає в осад гідрат закису марганцю, який в той же час окиснюється розчиненим у воді киснем в гідрат окисі марганцю:



Додавання до води чистої соляної кислоти утворює хлорний марганець: $\text{Mn(OH)}_3 + 3\text{HCl} = \text{MnCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$, який швидко розпадається на хлористий марганець і вільний хлор:



Іон хлору, що вивільнився, витісняє йод з йодистого калію:



Ця кількість йоду еквівалентна вмісту кисню в досліджуваній воді.

Реактиви: 40 %-ний розчин хлористого марганцю (MnCl_2). Розчин їдкого натрію і йодистого калію ($\text{NaOH} + \text{KJ}$). Концентрована соляна кислота (HCl). 0,01 н розчин гіпосульфїту, 1 мл якого відповідає 0,08 мг кисню при 0 °C і 760 мм. рт. ст., 1 %-ний розчин крохмалю.

Порядок роботи: У флакон з притертою пробкою наливають до самого верху, без залишку повітря, досліджувану воду. За допомогою тонкої піпетки на дно флакону опускають 1 мл суміші $\text{NaOH} + \text{KJ}$ і 1 мл розчину MnCl_2 . Закривають флакон пробкою і добре струшують. Через кілька хвилин на дно випадає осад гідрату окису марганцю. Після цього у флакон додають

3 мл соляної кислоти і знову закривають пробкою, змішуючи до розчинення осаду. Досліджувану воду виливають у колбу і додають 1 мл крохмалю (синє забарвлення). Кількість виділеного вільного йоду визначають титруванням гіпосульфітом до знебарвлення розчину.

Розрахунок:

$$X = \frac{0,08 \times n \times 1000}{Y_1 - Y_2},$$

де X – кількість кисню в 1 л досліджуваної води, мг
 0,08 – кількість кисню, яка відповідає 1 мл 0,01 н. розчину гіпосульфіту, мг;
 n – кількість гіпосульфіту, яку витрачено на титрування, мг;
 Y₁ – об'єм досліджуваної води;
 Y₂ – об'єм реактивів NaOH+KJ і MnC₂;
 1000 – коефіцієнт переведення на 1 л.

Розділ 5. БАКТЕРІОЛОГІЧНЕ І ГЕЛЬМІНТОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДИ

(ДСТУ 4074–2001; ДСТУ 4075–2001; ДСТУ 4076–2001;
ДСТУ 4174–2003)

У разі забруднення водою сечею, гноєм, стічними водами тощо у воду потрапляє велика кількість патогенних мікроорганізмів та личинок гельмінтів. Багато з них мають здатність тривалий час перебувати у воді і зберігати свою вірулентність, здатність до розмноження і зараження тварин (табл. 7).

Таблиця 7 – **Тривалість виживання деяких мікроорганізмів у різній воді, днів** (за Храбустовським І.Ф., 1977)

Мікроорганізми	Вода			
	водопровідна	річкова	кринична	стерилізована
Кишкова паличка	2–262	21–183	-	8–363
Холерний вібріон	4–28	5–92	1–92	3–392
Бруцела	5–85	-	4–45	6–168
Бактерія дизентерії	15–27	12–92	-	2–72

У такому випадку вода може бути джерелом зараження тварин інфекційними та інвазійними хворобами (сибірка, ящур, бруцельоз, бешиха свиней, холера, фасціольоз та інші).

Під час санітарної оцінки води слід звертати увагу на наявність у ній патогенних мікроорганізмів, личинок та яєць гельмінтів. Але виявити їх

кожного зокрема у воді вкрай важко, тому користуються посереднім методом, за яким визначають загальне мікробне число (кількість мікроорганізмів в 1 мл нерозбавленої води) і фекальне забруднення, показником якого є наявність кишкової палички. Якщо наряду з кишковою паличкою вода містить аміак, нітрати і нітроти, хлориди, сульфати або має підвищену окиснюваність, це свідчить про те, що разом з кишковою паличкою у воду могли потрапити інші патогенні мікроорганізми.

Результати кількісного визначення у воді кишкової палички виражають у вигляді колі-титру (титру кишкової палички) і колі-індексу.

Колі-титр – найменший об'єм досліджуваної води, в якому знайдена кишкова паличка.

Колі-індекс – число кишкових паличок в 1 л води.

Доброякісна питна вода повинна мати колі-титр не нижчий за 300 мл, а колі-індекс – не більший ніж 3 штуки.

Розділ 6. ОЧИЩЕННЯ І ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ

Якщо вода, яку використовують на виробництві, у тому числі і у тваринництві, не відповідає ветеринарно-санітарним вимогам, передбаченим ГОСТ 2874–82, то її слід піддавати відповідній санітарній обробці – очищенню та знезараженню. При цьому, поліпшуються її фізичні та хімічні властивості і гинуть патогенні мікроорганізми.

Способи очищення води

Очищення і знезараження питної води проводять на спеціальних очисних спорудах – водоочисних станціях.

Способи очищення і знезараження води поділяються на механічні, хімічні, фізичні і біологічні.

6.1. Механічні способи очищення води

До механічних способів очищення води належать: *відстоювання, коагуляція і фільтрація*.

Відстоювання (освітлення) проводиться у спеціальних відстійниках і триває від 2 до 8 годин (залежно від місткості та швидкості руху води). За цей час осідають завислі великі частки, а разом з ними і значна частина мікроорганізмів, вода стає більш прозорою.

Коагуляція – це процес збільшення дрібних колоїдних і дисперсних часток, який проходить внаслідок їх взаємного злипання під впливом сил молекулярного притягання. Коагуляція завершується утворенням пластівців. Розрізняють два види коагуляції: у вільному об'ємі – камери для утворення пластівців та контактну – в масі осаду. Для прискорення осідання дрібних завислих часточок використовують спеціальні хімічні речовини. Як коагулянт частіше використовують сірчаноокислий глинозем, сірчаноокислий алюміній, неочищений глинозем марки БМ, який містить 33 % безводного сірчаноокислого алюмінію, рідше сірчаноокисле залізо. Їх додають у вигляді порошку або водного розчину з розрахунку 50–150 мг на 1 л води (залежно від каламутності). При цьому утворюються пластівці, які осідають на дно, а разом з ними найменші завислі часточки і велика кількість мікроорганізмів.

До другої групи реагентів належать *флокулянти*. Вони прискорюють процес обробки води, зменшують тривалість перебування води у відстійниках за рахунок швидкого осідання пластівців, збільшують швидкість

фільтрування, а також швидкість надходження потоку води в освітлювачах із шаром осаду. Використовують флокулянти марок ПАА, К-4, К-6, активовану кремнієву кислоту після обробки сумішей води коагулянтом.

Фільтрація. Для повнішого очищення від механічних домішок та мікроорганізмів воду фільтрують через шари піску та гравію з певним розміром часток. Найнижчий шар фільтру (40–50) см складається зі щобеню.

Залежно від фільтруючого матеріалу фільтри поділяються на зернисті, сітчасті, тканинні і каркасні. Широко використовуються зернисті фільтри, які класифікуються за наступними ознаками:

- за швидкістю фільтрування – повільні, швидкі і надшвидкі;
- за тиском, під яким вони працюють, – відкриті безнапірні, відкриті напірні;
- за напрямом фільтруючого потоку – однопоточні, двопоточні і багатопоточні;
- за величиною зерен фільтруючого матеріалу – дрібнозернисті, середньозернисті і крупнозернисті;
- за числом фільтруючих шарів – одношарові, двошарові і багатошарові.

У фільтрах із зернистим завантаженням вода освітлюється за рахунок прилипання (адгезії) часток до зерен фільтруючого шару під впливом молекулярних сил зчеплення.

Як фільтруючий матеріал, у фільтрах із зернистим завантаженням

використовують кварцовий пісок, шамотну крихту, дроблений малозольний або обеззолений антрацит, мармурову крихту, гранульований доменний шлак та інші матеріали.

У міру фільтрування фільтруючий шар забруднюється завислими речовинами. Для промивання фільтра використовують зворотний напрям води, або вода разом з повітрям чи видаленням забрудненого шару механічним шляхом із подальшим промиванням різними розчинами.

Сітчасті фільтри поділяються на мікрофільтри, акустичні фільтри і барабанні сита. Для невеликої водопотреби використовують каркасні фільтри.

У процесі очищення зазначеними вище способами вода не повністю звільняється від різних мікроорганізмів, зокрема патогенних. А тому питну воду варто знезаражувати. Знезаражування води здійснюють хімічними та фізичними методами. Із хімічних засобів для знезаражування води використовують: хлор, озон, йод та іони срібла.

6.2. Хімічний спосіб очищення води. Хлорування води

Визначення вмісту активного хлору у хлорному вапні. Хлорування води найбільш дешевий, надійний і доступний спосіб знезаражування води, який використовується з 1910 року. Хлорування води є обов'язковим для всіх водопровідних станцій. Для цього застосовують газоподібний хлор або хлорне вапно. Найактивнішою складовою частиною хлорного вапна є гіпохлорид кальцію $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, який швидко розпадається у воді і утворюється нестійка гіпохлоридна кислота HClO . Під час розпаду двох молекул цієї кислоти утворюється одна молекула хлору і два атоми кисню, які є активними окиснювачами:



За останні роки вченими (медиками-гігієністами) виявлено певний токсичний вплив хлору (канцерогенна дія) на клітини людського і тваринного організмів та звикання деяких мікроорганізмів до цієї хімічної речовини.

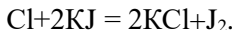
Хлорують воду 1 %-м розчином хлорного вапна. Одержують хлорне вапно шляхом насичення гашеного вапна газоподібним хлором. Свіжовиготовлене хлорне вапно містить 32–35 % активного хлору, кількість якого під час зберігання (під впливом вуглекислого газу, вологи, світла, високої температури) різко зменшується, тому перед використанням кожного разу визначають вміст у ньому активного

хлору.

Принцип визначення ґрунтується на тому, що активний хлор з хлорного вапна в кислому середовищі витісняє з калію йодиду еквівалентну кількість йоду, який устанавлюють титруванням натрієм гіпосульфітом.

Реактиви: 1 %-ний розчин хлорного вапна ($\text{Ca}_2\text{Cl}(\text{OH})_2$), 10 %-ний розчин калію йодиду (KJ); 25 %-ний розчин сірчаної кислоти; 1 %-ний розчин крохмалю; 0,01 н. розчин натрію гіпосульфу, 1 мл якого відповідає 0,355 мг хлору.

Хід аналізу. Спочатку готують 1 %-й розчин хлорного вапна (заздалегідь). Для цього з різних точок бочки відбирають середню пробу 100 г, перемішують і відважують від неї 1 г. Вапно розтирають у фарфоровій ступці і розчиняють у 100 мл дистильованої води. З відстояного розчину (протягом години) переносять піпеткою 1 мл надосадкової рідини в чисту колбу, додають 10–20 мл дистильованої води і 5–6 крапель 1 %-го розчину крохмалю. Потім в колбу додають 1 мл 25 %-го розчину сірчаної кислоти і 2 мл 10 %-ного розчину йодистого калію. Рідину перемішують, хлор в кислому середовищі витісняє еквівалентну кількість йоду і розчин набуває світло-жовтого забарвлення:



Витиснутий йод забарвлює крохмаль в синій колір. Рідину в колбочці перемішують і титрують гіпосульфітом натрію до повного знебарвлення.

За кількістю використаного на титрування гіпосульфіту натрію розраховуємо кількість витиснутого йоду за формулою:

$$X = \frac{H \times 0,355 \times 100 \times 100}{1000},$$

де X – процентний вміст хлору в досліджуваній пробі хлорного вапна;

H – кількість натрію гіпосульфіту, витраченого на титрування;

0,355 – кількість хлору, що відповідає 1 мл 0,01 н. розчину натрію гіпосульфіту;

100 – коефіцієнт для переведення вмісту хлору в 100 мл приготовленого розчину хлорного вапна;

100 – переведення вмісту хлору в 100 г хлорного вапна;

1000 – переведення міліграмів у грами.

Приклад розрахунку. На титрування використано 9 мл гіпосульфіту натрію:

1 мл гіпосульфіту натрію – 0,355 мг С,

9 мл – х,

X – $9 \times 0,355 = 3,195$ мг.

Таким чином, 3,195 мг Cl міститься в 1 мл 1 %-ного розчину

хлорного вапна. Якщо в 1 мл 1 %-ного розчину хлорного вапна міститься 3,195 мг хлору, то в 100 мл – X.

$$\begin{aligned} X - 3,195 \times 100 &= 319,5 \text{ мг,} \\ 1000 \text{ мг} - 100\%, \\ 319,5 - X. \end{aligned}$$

$$X = \frac{319,5 \times 100}{1000} = 31,9 \text{ \% С.}$$

6.2.1. Визначення хлорпотреби води

Хлорпотребою води називається кількість активного хлору, необхідного для повного знезараження в ній мікроорганізмів, окиснення органічних речовин і різних солей. Дозу активного хлору визначають за ступенем забруднення води від 1 до 3 мг/л, іноді вище. Для чистої води доза активного хлору – 1 мг/л, для мутної, з великим вмістом органічних речовин – 1,5–2 мг/л. У польових умовах, коли треба швидко знезаразити воду (за 15–20 хв), додають не менше 8 мл активного хлору на літр води.

Мінімальний час контакту активного хлору з водою має бути від 30 хв влітку до 1–2 годин взимку.

Обладнання і реактиви: 1 %-ний розчин хлорного вапна $\text{Ca}_2\text{Cl}(\text{OC})_2$; 25%-ний розчин сірчаної кислоти; 10 %-ний розчин калій йодиду; 1 %-ний розчин крохмалю; 0,01 н. розчин гіпосульфїту натрію, 1 мл якого відповідає 0,355 мг хлору; 3 плоскодонні колбочки ємністю 300–350 мл; мірні циліндри на 300 мл; піпетки 1,2 і 5 мл, бюретки.

Визначення. У три колби відмірюють по 200 мл досліджуваної води. За допомогою піпетки на 1 мл додають 1 %-й розчин вапна; у першу колбу – одну краплю, в другу – дві і в третю – три краплі. В кожну колбу додають ще по 1 мл 25 %-ної сірчаної кислоти, 2 мл 10 %-го розчину KI і по 1 мл крохмалю. Вміст колб ретельно змішують. У всіх колбах з'являється різної інтенсивності синє забарвлення. Воно буде тим сильніше, чим більше виділиться вільного хлору і витисне еквівалентну кількість йоду із розчину калію йодиду. Цей йод дав з крохмалем синє забарвлення.

Для визначення хлорпотреби води беруть колбу з найбільш слабким забарвленням.

Розрахунок ведуть за формулою:

$$X = \frac{a \times 5}{b},$$

де X – кількість 1 %-го розчину хлорного вапна,

- яка необхідна для знезараження 1 л води;
- а – кількість крапель 1 % -го розчину хлорного вапна, що внесли в колбу;
- 5 – множник для переведення води на 1 л;
- б – кількість крапель в 1 мл розчину хлорного вапна (підраховують з 1 мл піпетки).

Надійно знезараженою вважається вода, яка після 30 хв контакту з хлорним вапном містить не менше 0,2 і не більше 0,5 мг залишкового хлору. При цьому хлорована вода не повинна мати запаху і смаку хлору.

6.2.2. Визначення залишкового хлору (ДСТУ ISO7393–3–2004)

Для визначення залишкового хлору використовують колбу з більш інтенсивно забарвленою водою. Її титрують 0,01 н. розчином гіпосульфїту натрію до повного обезбарвлення.

Розрахунок ведуть за формулою:

$$X = a \times 5 \times 0,355,$$

де X – кількість залишкового хлору в 1 л води, мг;

a – кількість 0,01 н. розчину гіпосульфїту, мл;

5 – множник для переведення води на 1 л;

0,356 — кількість активного хлору, еквівалентна 1 мл 0,01 н. розчину гіпосульфїту, мг.

6.2.3. Дехлорування води

Якщо хлорована вода містить залишкового хлору більше ніж 0,5 мг/л, її необхідно дехлорувати.

Для цього найчастіше використовують натрійгіпосульфїт. Для дехлорування використовують колбу з найбільш інтенсивним синім забарвленням досліджуваної води, яку титрують 0,01 н. розчином гіпосульфїту. Розрахунок кількості гіпосульфїту проводять за формулою:

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

де X – кількість гіпосульфїту, необхідного для дехлорування 1 літру хлорованої води, мг;

a – кількість 0,01 н. розчину гіпосульфїту, витраченого на титрування, мл;

0,5 – допустимий залишковий хлор;

0,355 – кількість хлору, еквівалентна 1 мл 0,01 н. розчину гіпосульфїту, мг;

5 – множник для переведення води до об'єму 1 л;

2,48 – кількість гіпосульфїту, що міститься в 1 мл 0,01 н. розчину, мл. Наприклад, необхідно дехлорувати 500 л води. На дехлорування 200 мл витраченого 3,5 мл 0,01 н. розчину гіпосульфїту. Кількість

порошкоподібного гіпосульфїту, потрібного для дехлорування всієї води, обчислюємо, користуючись формулою:

$$X = \frac{(3,5 \times 5 \times 0,355) - 0,5}{0,355} \times 2,48 = 36 \text{ мг гіпосульфїту}$$

Для дехлорування 1 л води, а 500 л води:

$$500 \times 36 = 1800 \text{ мг, або } 18 \text{ г.}$$

6.3. Фізичні способи очищення води

До фізичних способів очистки води відносять:

- кип'ятіння;
- опромінення ультрафіолетовими променями (бактерицидне опромінення);
- обробка ультразвуком;
- обробка струмом високої частоти;
- опромінювання гамма-променями.

Ці методи мають більш широкий діапазон бактерицидної дії, але в зв'язку з їх високою собівартістю використовуються рідко.

Кип'ятіння – одна з різновидностей такого способу очищення води як стерилізація. *Стерилізація* – це повне звільнення води від мікроорганізмів під впливом високих температур.

Позитивні сторони кип'ятіння:

- за температури 100 °С гине більшість (але далеко не всі) хвороботворних бактерій;
- часткове випаровування органічних сполук, які мають низьку температуру кип'ятіння (зменшення карбонатної твердості води – солі кальцію і магнію).

Негативні сторони кип'ятіння:

- у воді зменшується кількість життєво важливих солей кальцію і магнію;
- через википання частини води може збільшуватися концентрація солей важких металів (у разі їх наявності у воді);
- за наявності високої концентрації хлору утворюється високотоксична речовина **діоксин**, якому властива канцерогенна дія;
- зменшення «конкурентності» між мікроорганізмами у воді та збільшення заселення водного середовища мікроорганізмом – «монополістом»;
- кип'ячена вода несмачна;
- кип'ячену воду зберігають не більше доби (добре середовище для

розмноження мікроорганізмів).

Для досягнення водою відносної чистоти її варто кип'ятити не менше 10–15 хвилин.

Бактерицидне опромінення (УФО) значно ефективніше ніж хлорування. При цьому не змінюються смакові і хімічні властивості води. Найбільші бактерицидні дії властиві ультрафіолетовим променям за довжини хвилі 200–250 нм. Джерелом випромінювання цих хвиль є аргонортутні лампи низького тиску (БУВ) і ртутно-кварцові лампи високого тиску (ПРК, РКС). Згадані вище лампи використовують у напірних апаратах марки ОВ-1П і безнапірних установках марки ОВ-3Н. Продуктивність бактерицидного опромінення складає 200 м³/г.

Озонування води. Озон (О₃) є сильним окиснювачем і успішно використовується для знищення бактерій, спор і вірусів. Одночасно озон знебарвлює воду і зменшує неприємні запахи і присмаки. Озон отримують із атмосферного повітря за допомогою апаратів – озонаторів. Знезаражувальна дія озону обумовлена легкістю віддачі ним активного атому кисню. Завдяки цьому озон легко вступає у взаємодію з багатьма мінеральними і органічними речовинами, в тому числі і з плазмою мікробної клітини. Озон діє згубно на бактерії на декілька порядків швидше, ніж хлор. Для знезараження фільтрованої води дози озону складають 1–3 мг/л, для підземних вод – 0,75–1,0 мг/л. Для знебарвлення води дозу збільшують до 4 мг/л. Час контакту води з озоном має бути 5–10 хвилин, при цьому отримують чисту блакитну воду. Така вода не шкідлива для здоров'я людей і тварин, досить довго підтримує сантехнічне обладнання у робочому стані.

Дослідженнями встановлено, що після озонування води кількість бактерій зменшується в середньому на 99, 8 %. Спороутворювальні бактерії є більш стійкішими до озону, ніж вегетативні.

До недоліку озонування належить його висока собівартість, оскільки для отримання озону необхідно використовувати складне обладнання.

Розділ 7. НОРМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ТВАРИН

Своєчасне напування тварин в достатній кількості є обов'язковою умовою успішного розвитку тваринництва.

Потреби тварин у воді залежать від виду, віку, продуктивності, індивідуальних особливостей та фізіологічного стану, системи утримання і умов експлуатації, типу годівлі, кліматичних факторів та ін.

На основі дослідних даних і спостережень встановлена орієнтовна

потреба тварин у воді (табл. 8).

Таблиця 8 – Середньодобові норми потреби тварин у воді, л

Вид і група тварин	Всього води	Для напування тварин	Вид і група тварин	Всього води	Для напування тварин
Корови	100	65	Вівці дорослі	10	8
Бугаї і нетелі	60	40	Молодняк овець	5	4
Молодняк: - до 6-міс. віку	20	10	Жеребці-плідники	70	45
- дорослі 6-міс. віку	30	25	Кобилиці-плідники	80	65
Свині:			Молодняк коней	45	35
Кнурі-плідники	25	10	Кролики, норки, соболі	3	3
Свиноматки: - поросні і холості	25	12	Лисиці, пєсці	7	7
- підсисні із приплодом	60	20	Птиця: - кури	0,46–0,51	
Поросята відлучені	5	2	- індики	0,31	
Ремонтний молодняк	15	6	- качки	0,9	
Свині на відгодівлі	15	6	- гуси	1,56	

РОЗДІЛ 8. НОВІТНІ СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

8.1. Механічне очищення води

Іонний обмін – сорбція заряджених часток (іонів), коли поглинання одного іону супроводжується виходом у розчин другого іону, який входить до складу сорбенту. При цьому використовують матеріали які називаються *іонітами*.

8.2. Хімічні методи очищення води

Зменшення концентрації у воді заліза

1. *Аерування* – окиснення киснем повітря (метод барбатажу).
2. *Каталітичне окиснення* з використанням кисню повітря, хлору, перманганату калію, перекису водню, озону з подальшим осадом та фільтрацією з використанням діоксиду марганцю

(гранулофільтрувальне середовище).

3. *Мембранні методи* (мікрофільтраційні мембрани) – окрім заліза видаляють бактерії, найпростіші та віруси – „холодна стерилізація”.

4. *Сріблення води*. Срібло разом з іншими важкими металами, такими як мідь, олово, ртуть, здатне в малих концентраціях (з 2×10^{-11} моль/л) мати бактерицидну дію (олігодинамічний ефект), тобто знищує певні бактерії під час концентрації іонів срібла більше 150 мкг/л. У разі концентрації 50–100 мкг/л іони срібла мають бактериостатичну дію (здатність затримувати ріст і розмноження бактерій). Після припинення дії цього фактору, ріст і розмноження бактерій продовжується. Іони срібла знищують не всі бактерії – спороутворювальні є стійкими до їх дії.

Срібло – важкий метал, і як інші важкі метали досить повільно виводиться з організму, а у разі його постійного надходження може накопичуватися в організмі (*аргіроз* – отруєння сріблом, яке не являє загрози для життя). Фізіологічна роль срібла в організмі людини та тварини вивчена ще недостатньо.

5. *Пом'якшення води, видалення заліза, марганцю, важких металів, органічних сполук, нітратів, нітритів, сульфатів тощо*. Використання автоматичних фільтрів-пом'якшувачів, в основі роботи яких лежить іонообмінний процес (високоякісні іонообмінні смоли та особливо зворотньоосмотичні мембрани). При цьому розчинені у воді жорсткі солі замінюються на м'які, які не утворюють твердих утворень.

8.3. Комбінований (механічно-хімічний) метод

«Накопичувальні системи». Принцип роботи даної системи ґрунтується на пропусканні води через фільтрувальне середовище (спеціальна фізико-хімічна суміш): кварцовий пісок, активоване вугілля, іонообмінна смола (блакитна вода).

8.4. Фізичні способи очищення води

Електрохімічне очищення – базується на складних окисно-відновних реакціях під впливом електричного струму, що призводить до утворення „живої” і „мертвої” води. Розповсюджена у Росії, а у ряді західних країн використовується для промислового очищення води. Для пиття не використовується внаслідок утворення „неістивних” сполук (Австрія, Німеччина, Швейцарія, Швеція, Фінляндія, Норвегія та інші країни Європи).

Виморожування води. Цей метод використовується для опріснення води (видалення з води залишків солей). Він оснований на тій закономірності, що чиста вода замерзає за більш високої температури (значно швидше), ніж вода, яка містить солі. Спочатку замерзає чиста вода, а між кристалами льоду залишається „розсіл”, тобто суміш води і солей. Відповідно „розсіл” зливають, не давши йому замерзнути, а чистий лід розтоплюють для отримання очищеної води. Температура для замерзання води повинна становити не більше мінус 10–17 °С.

8.5. Біологічний спосіб очищення води

У рамках біотехнології «Мікрозим (tm)» на Україні, Хіміко-технологічний інститут (м. Одеса) створені висококонцентровані сполуки на основі живих природних нетоксичних непатогенних мікроорганізмів і комплексу ферментів (целюлоза, лігніназа, пектиназа, кератиназа, амілаза, ліпаза, протеаза, уриназа, ксиланаза, вуглеводородзчеплювальні ферменти), яким властиве ефективно і екологічно безпечно біологічне очищення ґрунтів, води від органічного, біогенного і біологічного забруднення.

1. *Біологічне очищення стічних вод усіх видів:* біопрепарати «Мікрозим (tm)», «ГризТрит», «ВейсТрит», «СептиТрит», «ПетроТрит».

2. *Очищення природних водних джерел:* біопрепарати «Мікрозим (tm)», «ПондТрит».

3. *Біологічне очищення ґрунтів і водних джерел від нафти і нафтопродуктів:* біопрепарати «Мікрозим (tm)», «ПетроТрит», «СойлТрит».

4. *Біологічне очищення відстійників:* «Мікрозим (tm)», «ЛагунТрит».

5. *Утилізація і знезараження фекалій, очищення господарсько-фекальних стоків:* біопрепарати «Мікрозим (tm)», «СептиТрит».

6. *Ефективне знищення запахів шкідливих газів у приміщеннях і у воді:* біопрепарати «Мікрозим (tm)», «Одор Трит».

8.6. Застосування нанотехнологій

Nano (від грец. Nanos – карлик) – це мільярдна частка чого-небудь, 1нм = 10⁹. Знезараження та консервацію води проводять способом застосування колоїдного срібла і міді. Концентрація даних речовин складає 0,05–0,1 ppm (Росія).

Для дезінфекції вод тваринницьких приміщень використовують «Шумерське срібло» (Росія).

Таким чином, дані методичні розробки сприятимуть більш швидкому і конкретному вивченню вимог ВНТП з визначення топографії вододжерел, норм водопотреби, способів очищення і знезаражування води та методів визначення санітарної якості відповідно до вимог ГОСТ 2874–82.

Вивчення розглянутих матеріалів поширить теоретичні пізнання студентів і матиме вагоме значення в їх практичному застосуванні в умовах сільськогосподарського виробництва, що буде певним вкладом у вирішення питань підвищення продуктивності тварин.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Акулов К. П., Шицкова А. П., Гурвич Л. В. Основные гигиенические требования к качеству воды, водоемов и пути их обеспечения // Водные ресурсы. – 1995. – № 4. – С. 46–53.

2. Актуальні питання якості води в Україні / Матеріали науково-практ. семінару 15–16 липня 2004 р. Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2004 – 124 с.

3. Актуальні питання якості води в Україні / Матеріали наук.-практ. семінару 2–3 червня 2005 р. Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості», 2005 – 194 с.

4. Анохин И. П., Плетникова И. П., Харитонов Д.Ф. Эффективность методов очистки питьевой воды // Совершенствование расчета подачи и распределения воды и методов ее очистки: Труды АКХ им. К.Д. Памфилова. – М., 1996. – Вып. 130. – С. 56–120.

5. Бадеха А. В. Мембранные методы очистки воды / Матеріали науково-практичного семінару „Актуальні питання якості води в Україні 2–3 червня 2005 р”. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2005. – С. 159–160.

6. Величенко Ю. П. Водобеспечение и охрана водных источников. – М.: Гипроводохоз, 1998. – 235 с.

7. Государственный стандарт Союза ССР «Вода питьевая. Технические требования и контроль за качеством». ГОСТ 2874–82. Государственный комитет СССР по стандартам. – Москва: Изд-во стандартов, 1982. – 6 с.

8. Грушко Я. М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. – Л.: Химия, 2006. – 146 с.

9. Державні санітарні правила і норми ”Вода питна. Гігієнічні вимоги до

якості води централізованого господарського питного водопостачання”. – Київ 1996 – С. 11.

10. Дубинин А.Г., Вишняков В.Г. Применение методов электрокоагуляции и электрофлотации для очистки сточных вод: Обзорная информация. – М.: НИИТЭХИМ, 1996 – Вып. 3. – 46 с.

11. Демчишин М.Г. Техногенні впливи на геологічне середовище території України, – К.: ІГН НАН України, 2004 – 156 с.

12. Евстратов В.Н., Браславский И.И., Киевский М.И. Защита водного бассейна от промышленных загрязнений – Киев, 1993. – 83 с.

13. Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» (Відомості Верховної Ради (ВВР) – 2002, №16 – С. 112.

14. Использование биоцидного реагента комплексного действия для водоподготовки /А.П. Пашенко, В. Ф. Мариевский, А. И. Баранова // Матеріали науково-практичного семінару «Актуальні питання якості води в Україні», 2–3 червня 2005 р. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2005.– С. 162–165.

15. Кондор И.С, Бокина Л.П., Малевская И.А. Гигиеническое нормирование солевого состава питьевой воды. – М., 2001. – 113 с.

16. Красовский Г.Н. Методические вопросы санитарно-гигиенических исследований в области гигиены воды и санитарной охраны водоемов: Тез. докл. Всесоюз. конф. по гигиене воды и санитарной охране водоемов. – М., 1999. – С. 121–124.

17. Мешков А.М., Арцимович П.М. Охрана водоемов, загрязненных поверхностными стоками // Гор. хоз-во Москвы. – 1995. – № 3.– С. 37–38.

18. Николаева Т.А., Плетникова И.П. Гигиеническая оценка существующей технологии питьевой воды и некоторые пути ее улучшения // Гигиена и санитария. – 1995. – № 7. – 196 с.

19. Обод В. А. Экологически безопасные реагенты очистки питьевой воды – полимерный биоцидный препарат «Акватон» / Матеріали наук.-практ. семінару «Актуальні питання якості питної води в Україні» 2–3 червня 2005 р. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2005. – С. 166–168.

20. Трахман Н.Н. Гигиенические основы санитарного законодательства в области водоснабжения населенных мест. – М., 1998. – 54 с.

21. Шабатин В. С., Костюченко М. М. Регіональна інженерна геологія та інженерна геологія України. – К.: ВПЦ, «Київський університет», 2004 – 127 с.

22. Черкинский С. Н. Санитарные условия пуска сточных вод в водоемы. – 5-е изд. – М.: Стройиздат, 1997. – 243 с.

23. Минх А.А. Общая гигиена. – М.: Медицина, 1994. – С. 76–132.

24. Черкинский С. Н., Габрилевская А. И., Ласкина В. П. Барьерная роль водопроводных сооружений в отношении химических загрязнений, лимитируемых по органолептическому признаку вредности // Гигиена и

ДОДАТОК
(порівняльні таблиці)

ГОСТ 2874–82 «Вода питьевая. Гигиенические требования и контроль за качеством»

Таблиця 1 – Органолептичні властивості води

Показники	Норматив	Метод визначення
Запах за t° 20 °С і під час нагрівання до 60 °С, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351–74
Смак і присмак за t° 20 °С, бали, не більше	2	За ГОСТ 3351–74
Кольоровість, градуси, не більше	20	За ГОСТ 3351–74
Каламутність за стандартною шкалою, мг/л, не більше	1,5	За ГОСТ 3351–74
Прозорість (за Снелленом) см, не менше	30	За ГОСТ 3351–74

Таблиця 2 – ГОСТ 2874–82 «Концентрація хімічних речовин у воді»

Показники	Норматив	Метод визначення
Алюміній залишковий (Al) мг/л, не більше	0,5	За ГОСТ 18165–89
Берилій (Be), мг/л, не більше	0,0002	За ГОСТ 19120–89
Молібден (Mo), мг/л, не більше	0,25	
Миш'як (As), мг/л, не більше	0,05	За ГОСТ 4152–89
Нітрати (NO ₃), мг/л, не більше	45,0	За ГОСТ 4192–82
Свинець (Pb), мг/л, не більше	0,03	За МВВ 081/12–4631–00
Селен (Se), мг/л, не більше	0,001	За ГОСТ 19413–89
Стронцій (Sr), мг/л, не більше	7,0	За ГОСТ 23950–80
Фтор (F), мг/л, не більше (для кліматичних районів): I і II III IV	1,5 1,2 0,7	За ГОСТ 7385–89
Водневий показник рН	6,0–9,0	Вимірюється на рН-метрі будь якої моделі зі скляним електродом і погрішністю вимірювання, що не перевищує 0,1 рН
Залізо (Fe), мг/л, не більше	0,3	За ГСТ 4011–72
Загальна твердість мг-екв/л, не більше	10,0	За ГСТ 4151–72
Марганець (Mn), мг/л, не більше	0,1	За ГОСТ 4974–72
Мідь (Cu ₂₊), мг/л, не більше	1,0	За МВВ 081/039–04 2004
Сульфати (SO ₄), мг/л, не більше	500,0	За ГОСТ 4389–72

Хлориди (Cl ⁻), мг/л, не більше	3,50	За ГОСТ 4245–72
Цинк (Zn ⁺), мг/л, не більше	5,0	За МВВ 081/12 –4631–00
Сухий залишок, мг/л, не більше	1000	За ГОСТ 18164–72

Таблиця 3 – ГОСТ 2874–82 «Мікробіологічні показники води»

Показники	Норматив	Метод визначення
Число мікробів, у мл ³ води, не більше	100	За ГОСТ 18963–73
Число бактерій групи кишкових паличок (колі-індекс), не більше	3	За ГОСТ 18963–73
Найменший об'єм досліджуваної води в 1 мл, в якому міститься 1 кишкова паличка (колі-титр), не більше	300	За ГОСТ 18962–73

ДЕРЖАВНІ САНІТАРНІ ПРАВИЛА І НОРМИ (ДержСанПіН)

„Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання”

Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 23 грудня 1996 р. №383 Загальні положення (скорочена форма)

У документі систематизовані та викладені основні гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання, порядок здійснення в звичайних та екстремальних ситуаціях, а також відповідальність за недотримання цих вимог Державних санітарних правил і норм (надалі *ДСанПіН*).

Документ складено відповідно до вимог чинного законодавства України та з урахуванням досвіду роботи останніх років у цій галузі.

Цей *ДСанПіН* регламентує гігієнічні вимоги до якості питної води і *поширюється на воду, яка подається централізованими системами господарсько-питного водопостачання* і використовується для питних та побутових цілей виробництва харчових продуктів. *ДСанПіН* призначений для організацій, які здійснюють проектування, будівництво, реконструкцію та експлуатацію об'єктів централізованих систем водопостачання, а також для організацій та установ державної

санітарно-епідеміологічної служби, які здійснюють державний санітарно-епідеміологічний нагляд за ними.

Таблиця 4 – Органолептичні показники якості питної води

№ п/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Нормативи не більше	Клас безпеки
Неорганічні компоненти				
1	Запах	ПР	2	
2	Каламутність	НОМ	0,5 (1,5)	
3	Кольоровість	Град	20 (35)	
4	Присмак	НР	2	
5	Водневий показник рН, в діапазоні	Одиниця	6,5–8,5	

Таблиця 5 – Показник фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води

№ п/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Рекомендовані значення
1	Мінералізація загальна	мг/дм ³	не менше 100,0 не більше 1000,0
2	Жорсткість загальна	мг-екв./ дм ³	не менше 1,5 не більше 7,0
3	Лужність загальна	мг/дм ³	не менше 0,5 не більше 6,5
4	Магній	мг/дм ³	не менше 10,0 не більше 80,0
5	Фтор	мг/дм ³	не менше 0,7 не більше 1,5
6	Мінералізація загальна (сухий залишок)	мг/дм ³	1000–1500
7	Жорсткість загальна	мг-екв/ дм ³	7(10)
8	Сульфати	мг/дм ³	250 (500)
9	Хлориди	мг/дм ³	250 (500)
10	Мідь	мг/дм ³	1,0
11	Марганець	мг/дм ³	0,1
12	Залізо	мг/дм ³	0,3
13	Хлорфеноли	мг/дм ³	0,0003

Таблиця 6 – Показники радіаційної безпеки питної води

№ п/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Нормативи
1	Загальна об'ємна активність альфа-випромінювачів	Бк/дм ³	1,0
2	Загальна об'ємна активність бета-випромінювачів	Бк/дм ³	0,1

Таблиця 7 – Токсикологічні показники нешкідливості хімічного складу питної води

№ п/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Нормативи, не більше	Клас безпеки
Неорганічні компоненти				
1	Алюміній	мг/дм ³	0,2 (0,5)*	2
2	Барій	мг/дм ³	0,1	2
3	Миш'як	мг/дм ³	0,01	2
4	Селен	мг/дм ³	0,01	2
5	Свинець	мг/дм ³	0,01	2
6	Нікель	мг/дм ³	0,1	3
7	Нітрати	мг/дм ³	45,0	3
8	Фтор	мг/дм ³	1,5	3
Органічні компоненти				
1	Тригалометанін (ТГМ, сума):	мг/дм ³	0,1	2
	-хлороформ	мг/дм ³	0,06	2
	-дихлорметан	мг/дм ³	0,01	2
	-тетрахлорвуглець	мг/дм ³	0,002	2
2	Пестициди (сума)	мг/дм ³	0,0001	
Інтегральні показники				
1	Окиснюваність (КМпО ₄)	мг/дм ³	4,0	–
2	Загальний органіч. вуглець	мг/дм ³	3,0	–

Таблиця 8 – Паразитологічні показники безпеки питної води

№ п/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Нормативи
1	Число патогенних кишкових найпростіших у 25 дм ³ води, що досліджується	Клітини цисти / 25 дм ³ води	Відсутність

2	Число кишкових гельмінтів у 25 дм ³ води, що досліджується	Клітини, яйця-личинки /25 дм ³ води	Відсутність
---	---	--	-------------

Таблиця 9 – **Мікробіологічні показники безпеки питної води**

№ п/п	Найменування показників	Одиниця виміру	Нормативи
1	Число бактерій в 1 см ³ води, що досліджується (ЗМЧ)	Колонієутворювальні одиниці (мікроорганізми) /см ³ (КУО/ см ³)	Не більше 100
2	Число бактерій групи кишкових паличок (коліформних мікроорганізмів) 1 дм ³ води, що досліджується (індекс БГКП)	Колонієутворювальні одиниці (мікроорганізми)/дм ³ (КУО/ дм ³)	Не більше 3
3	Число термостабільних кишкових паличок (фекальних коліформ – індекс ФК) в 100 см ³ води, що досліджується	Колонієутворювальні одиниці (мікроорганізми)/ 100 см ³ (КУО/ см ³)	Відсутність
4	Число патогенних мікроорганізмів в 1 дм ³ води, що досліджується	Колонієутворювальні одиниці (мікроорганізми)/дм ³ (КУО/ дм ³)	Відсутність
5	Число коліфагів в 1 дм ³ води, що досліджується	Бляшкоутворювальні одиниці (мікроорганізми)/см ³ (КУО/ см ³)	Відсутність

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Розділ 1. САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ.....	4
Розділ 2. ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ	9
2.1. Вимірювання температури води.....	9
2.2. Визначення запаху води.....	9
2.3. Визначення смаку води	10
2.4. Визначення прозорості води.....	11
2.5. Визначення кольору води	11
2.6. Визначення каламутності води.....	12
Розділ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ.....	13
3.1. Визначення амоніаку та амонійних солей у воді.....	14
3.2. Визначення нітратів і нітритів у воді	16
3.3. Визначення хлоридів, сульфатів та заліза у воді	18
3.4. Визначення твердості води	21
3.5. Визначення вмісту важких металів (кадмію, свинцю і міді) у природних та очищених водах.....	22
Розділ 4. БІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВОДИ.....	23
4.1. Визначення окиснюваності води	23
4.2. Визначення розчиненого кисню у воді	24
Розділ 5. БАКТЕРІОЛОГІЧНЕ І ГЕЛЬМІНТОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДИ.....	25
Розділ 6. ОЧИЩЕННЯ І ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ	26
6.1. Механічні способи очищення води	27
6.2. Хімічний спосіб очищення води. Хлорування води	28
6.2.1. Визначення хлорпотребности води	30
6.2.2. Визначення залишкового хлору	31
6.2.3. Дехлорування води	31
6.3. Фізичні способи очищення води.....	32
Розділ 7. НОРМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ДЛЯ ТВАРИН	33
Розділ 8. НОВІТНІ СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ	34
8.1. Механічне очищення води	34
8.2. Хімічні методи очищення води	34
8.3. Комбінований (механічно-хімічний) метод	35
8.4. Фізичні способи очищення води	35

8.5. Біологічний спосіб очищення води	36
8.6. Застосування нанотехнологій	36
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	37
ДОДАТОК	39

Навчальне видання

**Фізичні, хімічні та біологічні показники якості води.
Методичні вказівки до проведення практичних
занять зі студентами білого-технологічного факультету та
факультету ветеринарної медицини**

**Малина Василь Вікторович
Лясота Василь Петрович
Гришко Віталій Анатолійович**

Редактор О.М. Т р е г у б о в а

Здано до складання 20.08.2014. Підписано до друку 21.08.2014.
Формат 60×84¹/₁₆. Ум. друк. арк. 2,67. Тираж 100. Зам. 4465.
Сектор оперативної поліграфії РВІКВ БНАУ
09117, м. Біла Церква, Соборна пл. 8/1; тел. 33-11-01.

