

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра гігієни тварин та основ санітарії

**САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ТА
СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ І ЗНЕЗАРАЖЕННЯ
ВОДИ**

Методичні вказівки

до проведення лабораторно-практичних занять зі студентами екологічного факультету (денної та заочної форм навчання)

Біла Церква
2015

УДК 619.614.777

Рекомендації розглянуті і ухвалені
науково-методичною комісією
екологічного факультету
(Протокол № 2 від 6.04. 2015 р.)

Укладачі: В.А. Гришко, кандидат с.-г. наук
В.В. Малина, кандидат вет. наук

Санітарно-гігієнічне оцінювання та способи очищення і знезараження води: Методичні вказівки до проведення лабораторно-практичних занять зі студентами екологічного факультету (денної та заочної форм навчання) / В.А. Гришко, В.В. Малина. – Біла Церква, 2015. – 36 с.

У методичних вказівках наведені санітарно-гігієнічні вимоги до якості води у водоймах. Показано вимоги щодо оцінки топографії водойм, правила відбору води для проведення досліджень, наведені методи санітарно-гігієнічного оцінювання води: фізичні, хімічні, біологічні властивості, а також способи очищення і знезараження води.

Рецензенти: О.М. Клименко, д-р біол. наук, професор
О.І. Соболев, канд. с.-г. наук, доцент

© БНАУ, 2015

ВСТУП

Велике значення в етіології захворювань ставкових риб мають абіотичні фактори зовнішнього середовища, такі як світло, вміст кисню, мінералізація води і активна реакція середовища.

В даний час не можна розраховувати на успішний розвиток рибиництва, підвищення продуктивності водоймищ і поліпшення якості товарної риби без строгого дотримання вимог ветеринарної гігієни, постійного активного впровадження передової біотехнології вирощування риби (правильний підбір видів і порід риб, ведення моно- і полікультури з оптимальним співвідношенням і відповідною щільністю посадки, веденням селекційно-племінної роботи, нормованим внесенням добрив, кормів, використанням нетрадиційних кормів та дотриманням термінів вирощування і вилову риби, проведення профілактичних і лікувальних обробок і ін.).

Знання абіотичних і біотичних чинників зовнішнього середовища і особливостей існування збудників хвороб риб має важливе значення в організації і проведенні профілактичних заходів в рибоводних господарствах.

Оскільки риба мешкає у воді, збудники всіх захворювань також розглядаються як типові мешканці водного середовища. Їх існування поза водою, навіть за дуже рідкісним виключенням, практично неможливо. Відомо, що навіть короткочасне осушення ставка призводить до загибелі паразитів і їх інвазійних стадій – спор, цист, яєць. Збудники не тільки інвазійних, але і інфекційних захворювань риб гинуть при висиханні водойм. На цьому оснований один з найважливіших прийомів профілактики в ставковому рибистві – літування ставків, що полягає в спуску води і перебуванні ставка без води протягом всього вегетаційного періоду.

В умовах сучасного рибиництва профілактику необхідно проводити не тільки при безпосередній загрозі спалаху захворювання, але і повсякденно. Вона повинна бути основою санітарно-профілактичних і гігієнічних заходів в технології вирощування риби. Успішне ведення галузі рибиництва значно залежить від якості води та її відповідності санітарно-гігієнічним вимогам.

Розділ 1. САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВОДИ

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

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

- 1) санітарно-топографічне обстеження джерела 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 водойм

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

Ветеринарно-санітарний нагляд за водоймами передбачає:

- 1) проведення санітарно-топографічного обстеження водойм 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 риб, тварин та людей. 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 водойм необхідно звернути увагу на його обладнання, санітарний стан, відстань до джерел забруднення. Під час обстеження відкритих водойм вивчають санітарний стан населених пунктів, розташованих поблизу джерела, або тих, що з ним контактують, місце та систему забору води, 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 (став, копанка), 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 укріплення, матеріал, стан, глибина водойм.
12. Спосіб забору води.
13. Охорона від забруднення.
14. Оцінка водойм за даними огляду.
15. Дата, місце роботи, посада, підпис.

Розділ 2. САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВОДИ

В ставовому рибництві гідрохімічні спостереження провадять як контроль виробничого процесу вирощування риб. Систематично контролювати якість води в ставах необхідно тому, що в багатьох випадках саме гідрохімічний режим зумовлює рибопродуктивність ставів. Кожний став змінюється залежно від віку, розташування, періоду року, способу його експлуатації тощо. Для спеціалізованих господарств в залежності від виду риб і фізіологічних потреб спеціально розроблені вимоги до якості води табл. 1.

Таблиця 1 – Вимоги до якості води, у ставах для господарств що вирощують коропових та форелевих риб

Показник	Господарства	
	Форелеві	Коропові
1	2	3
Температур а, °С	Температура води джерела водопостачання не повинна мати відхилення більше 5 °С порівняно з температурою води у ставах. Максимальна температура не має перевищувати 20 °С	Джерела водопостачання не повинні мати відхилення більше 5°С відносно температури води у ставах. Максимальна температура не має перевищувати 28 °С
Колір, запах, смак	Вода не повинна мати стороннього кольору, запаху, смаку і надавати їх м'ясу риби	Вода повинна бути прозорою, без стороннього запаху, смаку і не змінювати запаху м'яса риби
Кольоровість, нм (градуси)	Менше 540 (менше 30)	Менше 565 (до 50)
Прозорість, м	Не менше 1,5	Не менше 0,75 - 1,0
Завись речовин, г/м ³	до 10,0	до 25,0
Водневий показник, рН	7,0 - 8,0	6,5 - 8,5
Кисень розчинний, г/м ³ ,		

або мг/л	Не менше 9,0	Не менше 5,0
----------	--------------	--------------

Продовження табл. 1

1	2	3
Вільна вуглекислота, г/м ³ , або мг/л	до 10,0	До 25,0
Сірководень, г/м ³ , або мг/л	Відсутній	Відсутній
Аміак вільний, г/м ³ , або мг/л	Соті частки	Соті частки
Окисненість перманганатна, г О ₂ /м ³ , або мг О ₂ /л	До 10,0	До 15,0
Окисненість біхроматна, г О ₂ /м ³ , або мг О ₂ /л	30,0	50,0
БПК ₅ , О ₂ /м ³ , мгО ₂ /л	2,0	3,0
БПК повне, г О ₂ /м ³ або мгО ₂ /л	3,0	4,5
Азот амонійний, г/м ³ , або мг/л	1,0	1,5
Нітриди, г/м ³ , або мг/л	До сотих часток	0,05
Нітрати, г/м ³ , або мг/л	До 1,0	До 2,0
Фосфати, гр/м ³ , або мг О ₂ /л	До 0,5	До 0,5
Залізо загальне, г Fe/м ³ , або мг Fe/л	0,5	2,0
Залізо закисне, г Fe/м ³ , або мг Fe/л	Не більше 0,1	Не більше 0,2
Твердість загальна, мг екв/л	3,0 - 7,0	2 - 6
Лужність, мг екв/л	1,5 - 2,0	1,8 - 3,5
Мінералізація, мг/л	1000	1000

Правильне вирощування ставових риб у значній мірі залежить від рівня роботи рибоводних господарств гідрохімічної лабораторії, яка повинна бути активним помічником при застосуванні інтенсифікації. Регулярні гідрохімічні спостереження, особливо за газовим режимом ставу, є неодмінним обов'язком рибоводів. Гідрохімічний контроль допомагає вирішувати такі питання, як удобрення ставу мінеральними та органічними речовинами, правильне регулювання водообміну, своєчасна аерація, раціональне згодовування риби штучного корму, вплив стічних вод, що іноді потрапляють в стави, тощо.

У комплекс гідрохімічного контролю виробничих процесів вирощування

риб в ставах мають входити такі визначення фізичних властивостей і хімічного складу води: температура, прозорість, колір, запах, вміст розчиненого у воді кисню, БПК (біохімічне поглинання кисню), активна реакція води, або рН (показник концентрації водневих іонів), лужність, величина перманганатної окислюваності води, вміст окисного та закисного заліза, а також концентрація таких біогенних речовин, як амонійного азоту (NH_4^+) і фосфатів (PO_4^{3-}).

З метою недопущення виникнення хвороб риби і підвищення рибопродуктивності ставів необхідно постійно проводити моніторинг за їх гідрологічним станом.

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

Перед відбором проб для хімічного аналізу визначають найважливіші фізичні властивості води безпосередньо в ставах. У воді, насиченій продуктами розпаду мулу, або забрудненій стоками різних підприємств, не можуть жити основні об'єкти промислового рибництва. Живуть тільки дуже витривалі, але малоцінні види риби (верховодка, голец, синька, карась та інші). Для того, щоб своєчасно вживати заходи щодо покращення якості води, потрібно регулярно брати воду на аналіз.

Повні аналізи води проводять на вміст у ній мінеральних та органічних речовин і здійснюють 2 рази на рік: у зимовий і весняний періоди.

Неповні аналізи води (прості) роблять у гідрохімічній лабораторії рибоводних господарств 1 раз на 15 днів. Пробу води на аналіз беруть батометром або спрощеним батометром у трьох місцях ставу: у гирлах надходження води в став; посередині ставу; у водовитоку. За глибини ставу до 1,5 м пробу води беруть 25 см від дна, 1,5-2 м з придонного і з поверхневого шарів. Об'єм середньої проби води на аналіз має становити не менше 1л, а строк зберігання-не більше 1-2 доби.

Проби води беруть за допомогою батометра так, щоб вода не змішувалась з повітрям (рис. 1).

Для визначення кисню в ставах проби можна відбирати приладом, що складається з жердини (2-2,5 м), на нижньому кінці якої закріплено гніздо для склянки об'ємом 100-130 мл. Киснева склянка закрита каучуковою пробкою з двома отворами, в які вставлено скляні трубки. Один кінець трубки (а) знаходиться на одному рівні з нижньою поверхнею пробки, другий на 10 см над пробкою. Трубка (б) одним кінцем досягає майже дна склянки, а другий на 1 см виступає над пробкою (рис. 2).

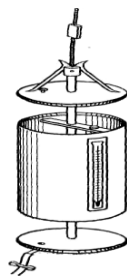


Рис. 1. Прилад для відбору проб води.

Відбирають проби води так: порожню склянку споліскують водою з ставу, закривають пробкою з двома трубочками, закріплюють на жердині і швидко занурюють на потрібну глибину. Коли склянка заповниться водою,



Рис. 2.
Найпростіший
прилад
(спрощений
батометр) для
відбору проб води

то виділення бульбашок повітря на поверхні ставу припиняється і жердину з склянкою виймають з ставу; склянку звільняють, закривають притертою скляною пробкою так, щоб під нею не затримувалися бульбашки повітря, і починають визначати розчинений у воді кисень та інші гази. Якщо дослідження проводять не відразу то пробу води на вміст кисню відразу фіксують. Для фіксації у склянку з притертою пробкою, градуйованою піпеткою, додають на 100 мл води 1 мл 40 %-ного хлористого марганцю ($MnCl_2$) та 1 мл лужної суміші, яка складається з їдкого натра і йодистого калію ($NaOH + KI$; до 100 мл 32 %-ного $NaOH$ додаються 10 г KI). Під час фіксації необхідно пам'ятати, що розчин марганцю потрібно брати однією піпеткою, а лужну суміш іншою. Потім склянку з пробкою енергійно струшують. За кольором осадку в склянці можна приблизно визначити кількість кисню, розчинного у воді. Якщо його у воді багато, осад швидко буріє, якщо мало-не змінює забарвлення.

Розділ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ (ТЕМПЕРАТУРА, ПРОЗОРИСТЬ, КОЛІР, ЗАПАХ, СМАК).

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

Фізичні властивості води характеризуються такими показниками: температура, колір, прозорість, запах, смак.

Температуру визначають за допомогою водного термометру у металевій оправі нижня частина якої розширена і має вигляд чашечки з отворами, у якій знаходиться резервуар з ртуттю зі шкалою від -5 до $+35-40$ $^{\circ}C$ з поділками 0,1-0,2 $^{\circ}$ рис. 3.

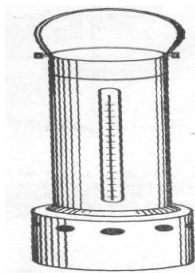


Рис. 3. Термометр для визначення температури води

До оправи прив'язують розмічений трос, на якому термометр (на 5 хвилин) опускають у став на потрібну глибину і швидко витягають. На поділці буде видна температура води.

Для коропових господарств оптимальна температура води 18-20 °С (короп добре росте). За температури нижче 18 °С ріст коропа уповільнюється, при 9 °С – зовсім припиняється. Температура води у ставах великою мірою залежить від їх проточності, швидкості заростання рослинністю, рівня наповнення водою. Коливання температури води протягом доби може становити до 10 °С на поверхні та до 1 °С у

придонних шарах.

Колір визначають за шкалою, порівнюючи забарвлення води над білим диском, заглибленим на 10 см, з кольором еталонів шкали. Можна визначати колір води і «на око», за її забарвленням. Колір води залежить від кількості розчинених у ній органічних речовин рослинного походження. Сильно забарвлена вода не придатна для водопостачання ставів і розведення риби.

Кольоровість води визначається за допомогою платино-кобальтової шкали і виражається в умовних одиницях - *градусах кольоровості*. Колір води більше 50° вважається високим-така вода непридатна для риборозведення. Якщо у господарстві відсутня платино-кобальтова шкала заводського виробництва, то її можна приготувати самостійно. Беруть 1,246 г хлор платинату калію (K_2PtCl_6) і 1 г хлористого кобальту ($CbCl_2$). Розчиняють їх у мірній колбі об'ємом 1 л у невеликій кількості води. Додають 100 мл (H_2SO_4) і об'єм доводять до 1000 мл дистильованою водою. Колір приготовленого розчину буде становити 500°. З нього готують ще 13 стандартів по 100 мл (табл. 2).

Таблиця 2 – Приготування стандартів для визначення кольоровості води

Колір	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
Кількість (мл) витраченого розчину, розведеного дистильованою водою до 100 мл	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20

Коли повної шкали стандартних розчинів приготувати немає можливості, колір можна визначити за допомогою циліндрів Генера (градуйовані циліндри). В один із циліндрів наливають досліджувану воду, у другий - подібний за кольором стандартний розчин (його готують розбавленням маточного (50°) у 5, 10, 20 або 50 разів. Дивлячись униз крізь стовпчик води, вирівнюють її колір в обох циліндрах. Колір досліджуваної води визначають за формулою:

$$X = C \times k / n$$

де X – колір досліджуваної води, градуси;

C – колір стандартного розчину, градуси;

k – висота стовпчика стандартного розчину у циліндрі, см;

n – висота стовпчика досліджуваної води в циліндрі, см.

Прозорість води – це здатність води пропускати падаюче світло. Вона залежить від кількості завислих у воді найдрібніших частинок мінерального або органічного походження. Прозорість води визначають за допомогою диску Секкі діаметром 30 см. і виражають у см. До диска з одного боку прикріплюють розмічену на кожні 10 см мотузку, а з другого - вантаж. Диск повільно опускають у воду з тіньового боку човна і зазначають глибину, при якій він зникає з поля зору. Потім, піднімаючи диск, відмічають глибину. Середнє з двох таких вимірів (см) і є величина прозорості. Прозорість води оцінюють так: 1) зовсім прозора; 2) злегка прозора; 3) ледь каламутна; 4) каламутна; 5) надто каламутна.

Крім того, можна визначити прозорість води, застосувавши градуйований циліндр зі спускним краном і плоским прозорим дном. Циліндр встановлюють на підставку висотою 40 мм. Під циліндр підкладають листок паперу з друкованим шрифтом. Досліджувану воду наливають у посудину-невеликими порціями, доки через її товщу неможливо буде читати підкладений текст шрифт Снеллена № 1. Висота стовпчика води у см і дає уяву про її прозорість.

Смак визначають за допомогою смакових рецепторів ротової порожнини. Залежно від хімічного складу вода може мати солодкий, солоний, гіркий та інші смаки.

Запах визначається органолептично за допомогою органа чуття (носа). Запах води може бути: трав'яний, болотний, гнилий, деревний, затхлий, сірководневий, землянистий, рибний та ін. Запах визначають за температури води 20 і 40 °С. Воду температури 20 °С наливають у конічну колбу ємністю 100 мл, закривають годинниковим склом, кілька разів перемішують і, відкриваючи скло, нюхають. Силу запаху води виражають у балах,

користуючись такою шкалою табл. 3.

Таблиця 3 – Бальна оцінка запаху води

№ п/п	Сила запаху	Бал
1.	Запах відсутній	0
2.	Запах відчувається в лабораторії	1
3.	Запах відчувається, якщо на це звертати увагу	2
4.	Запах відчувається кожною людиною	3
5.	Запах, що звертає на себе увагу	4
6.	Запах, який дозволяє без досліджень признати воду недоброякісною	5

Крім того, наприклад, наявність фенолу надає воді запаху карбонової кислоти, а наявність сірководню – тухлих яєць.

Розділ 4. САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ГАЗОВОГО СКЛАДУ ВОДИ. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ У ВОДІ КИСНЮ, ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ТА СІРКОВОДНЮ

При контролі газового режиму ставу регулярно протягом року визначають розчинений кисень. У період, коли газовий режим нагульних і вирощувальних ставів буває цілком задовільний (навесні й восени), визначати кисень у воді можна один раз на 10 днів. В інші періоди року це потрібно робити частіше. Більш регулярні спостереження за кисневим режимом слід провадити в нерестових ставах у період підготовки та проведення нересту, а також влітку в нагульних і вирощувальних ставах. Влітку визначати кисень у воді слід один раз на 2-3 дні, а під час жару навіть щодня. При цьому відбирати проби для аналізу потрібно на світанку, коли у воді кисню найменше. Якщо кількість кисню у воді дуже зменшується, то посилюють водообмін, аерацію води вночі та ін. В період напруженого кисневого режиму у ставах бажано визначати вміст кисню двічі на добу – на світанку і перед заходом сонця. У деяких випадках доцільно спостерігати за добовою зміною вмісту кисню через кожні 3-4 години. Особливо регулярно стежать за кисневим режимом води у зимувальних ставах. Тут слід рекомендувати відбір проб води для визначення кисню не рідше одного разу на 2-3 дні, а при загрозливому спаданні його вмісту – і щодня, щоб мати можливість своєчасно) вжити заходів для поліпшення газового режиму зимувальних ставів. У невеликих ставах проби води для визначення кисню можна відбирати в одному пункті-

поблизу водоспускної споруди. Одержувані при цьому дані здебільшого характеризують найменший вміст кисню. У великому ставу для визначення кисню треба відбирати проби в кількох пунктах, що значно відрізняються один від одного умовами, (в заростях, затоках та ін. місцях.). Весною і восени визначають кисень вранці, влітку - на світанку, а взимку – при наявності на ставах льодового покриву – час відбору проб не має значення.

Кисень з усіх розчинених у воді газів він має найбільше значення для водних організмів. Кисень надходить у воду з атмосфери. Полегшує цей процес перемішування води внаслідок дії вітру або інших причин. Дуже впливає на вміст кисню у воді фітопланктон і підводні рослини. Використовуючи енергію сонячних променів, вони засвоюють вуглекислий газ, перетворюючи його на складні органічні сполуки, водночас збагачуючи киснем воду (фотосинтез). У період інтенсивного розвитку фітопланктону внаслідок фотосинтезу вміст кисню може досягти 20-30 мг в 1 л води. Якщо концентрація кисню низька, збагачення ним можна досягти збільшенням водообміну, подаючи у став воду з вищим вмістом кисню або примусовою аерацією за допомогою компресорів, насосів тощо. Поряд з надходженням кисню у воду безперервно відбувається процес його поглинання внаслідок дихання водних організмів, окислення органічних речовин, що знаходяться в донних відкладах та в товщі води (залишки мертвих рослин і тварин, штучних кормів, продуктів обміну риб.), а також деяких мінеральних речовин (солі закису заліза). З підвищенням температури води окислення посилюється.

Вміст кисню залежить від того, чи переважають у ставу процеси, які приводять до його збільшення чи зменшення. Систематичні спостереження над кисневим режимом дають можливість регулювати інтенсифікаційні заходи так, щоб не переважували стави надмірною кількістю органічних речовин. Випадки замору риби внаслідок значного зменшення кількості розчиненого у воді кисню в коропових ставах бувають як влітку так і взимку.

Розчинений кисень (O_2). У воді визначають його за методом Вінклера. Ґрунтується цей метод на тому, що при взаємодії іонів (Mn^{2+} і OH^4) утворюється осад гідроксиду марганцю ($Mn(OH)_2$). Останній окислюється розчиненим у воді киснем до марганцевистої кислоти (H_2MnO_3), яка в свою чергу окислює в кислому середовищі йодид калію до вільного йоду. Його відтитрують розчином тіосульфату натрію в присутності індикатора крохмалю.

Реактиви для визначення розчиненого у воді кисню і їх виготовлення:

1) розчин сульфату або хлориду марганцю - 480 г $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ або 425 г

$MnCl_2 \cdot 4H_2O$ розводять у літрі дистильованої води. Якщо розчин мутний, його фільтрують; 2) лужний розчин йодиду калію - 500 г гідроксиду натрію або 700 г гідроксиду калію розчиняють у 800 мл дистильованої води. Одержаний розчин лугу охолоджують до кімнатної температури. Окремо розводять 150 г йодиду калію в 100 мл води і обидва розчини змішують, доводячи загальний об'єм до літра дистильованою водою; 3) соляна кислота концентрована (питома вага 1,19) або сірчана кислота, розведена водою (1:1). Змішуючи сірчану кислоту з водою, кислоту обережно ллють по стінках посуду у воду, перемішуючи розчин; 4) розчин крохмалю готують так: 1 г розведеного крохмалю розбовтують у 5 мл холодної води, додають 100 мл гарячої дистильованої води і кип'ятять 2 - 3 хвилини. Для консервації розчину додають 0,125 г саліцилової кислоти; 5) йодид калію кристалічний; 6) розчин йодату калію 0,02 н. - 0,7134 г KIO_3 розводять в мірній колбі у літрі дистильованої води; 7) розчин тіосульфату натрію 0,02 н. - 5 г $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ розводять у літрі щойно прокип'яченої і охолодженої дистильованої води. Для консервації додають 1 мл хлороформу. Зберігають у темному посуді.

Щоб знайти поправочний коефіцієнт цього розчину, в конічну колбу на 300 мл всипають 0,5 г йодиду калію, розводять у невеликій кількості води, додають 5 мл соляної кислоти (1:5), 20 мл йодату калію і 100 - 150 мл дистильованої води. Після цього розчин забарвлений в жовтий колір внаслідок виділення йоду, титрують з бюретки тіосульфатом натрію до солом'яно-жовтого кольору, додають 1 мл крохмалю і розчин стає синім, титрують далі при інтенсивному перемішуванні до знебарвлення. Титрування проводять двічі і знаходять середню кількість мілілітрів розчину тіосульфату натрію, витрачену на титрування; розходження між двома величинами не повинно перевищувати 0,05 мл.

Поправочний коефіцієнт тіосульфату натрію обчислюють за формулою: $K=20:n$, де n – кількість (мілілітрів) тіосульфату натрію, витраченого на титрування 20 мл 0,02 н. розчину йодату калію.

Хід аналізу. Перша частина визначення, так звана фіксація кисню, провадиться негайно після виймання склянки з води. З склянки виймають пробку і за допомогою піпеток вливають спочатку 1 мл розчину сульфату або хлориду марганцю, потім 1 мл лужного розчину йодиду калію. Піпетки з розчинами занурюють у склянку до дна, потім поступово виймають і дають рідині витекти. Видувати розчин, що лишається в звуженому кінці піпетки, не слід, бо їх калібрують на вільне витікання рідини. Для кожного розчину користуються окремою піпеткою, а щоб не переплутати, – кожну мітять.

Потім склянку закривають притертою пробкою і стежать, щоб під нею не

було бульбашок повітря. Якщо повітря залишиться, то визначення починають знову. Закриту склянку з розчином старанно перемішують протягом 2 - 3 хвилин. За кольором осаду можна орієнтовно робити висновок про вміст розчиненого кисню у воді. Чим його більше, тим колір осаду темніший; при відсутності кисню осад білий. Після перемішування склянку залишають на 5-10 хвилин, щоб осад осів, а рідина над ним стала прозорою. Потім склянку відкривають і піпеткою обережно, щоб не змудити осад, вливають 2 мл сірчаної або концентрованої соляної кислоти. Далі склянку закривають пробкою, стежачи, щоб під нею не залишились бульбашки повітря, і розчин добре перемішують. При цьому осад, що випав, повністю розчиняється, а рідина залежно від вмісту кисню у воді забарвлюється в більш або менш інтенсивний жовто-коричневий колір. Після цього склянку з пробкою переносять у лабораторію, де остаточно визначають кількість кисню. Для цього вміст склянки переливають у конічну колбочку на 300 мл і виділений йод титрують 0,02 н. розчином тіосульфату натрію при безперервному збовтуванні. Інтенсивність жовтого забарвлення при титруванні зменшується. Коли колір стає солом'яно-жовтим, додають 1 мл розчину крохмалю, що спричиняє зміну кольору (на синій), і дотитровують розчин до знебарвлення. Відтитрованим розчином споліскують кисневу склянку, виливаючи його знову в колбу для титрування, й додають тіосульфат натрію до зникнення синього забарвлення. По бюретці відмічають кількість мілілітрів тіосульфату натрію, витраченого на титрування, з точністю до 0,05 мл. Вміст кисню A в $мг/л$ в досліджуваній воді обчислюють за формулою: $A = \frac{n \cdot K \cdot 160}{v - 2}$;

де n - кількість мілілітрів 0,02 н. розчину тіосульфату натрію, витраченого на титрування, K - поправочний коефіцієнт 0,02 н. розчину тіосульфату натрію, $v-2$ - об'єм кисневої склянки (мл) з врахуванням 2 мл розчину, доданого для фіксації кисню.

Можна також виразити результати аналізу в кубічних сантиметрах кисню в літрі води. Тоді формула буде така: $A = \frac{n \cdot K \cdot 112}{v - 2}$

де A - вміст кисню, $см^3/л$.

П р и к л а д . Поправочний коефіцієнт (K) 0,02 н. розчину тіосульфату натрію дорівнює 0,980. При титруванні витрачено 5,2 мл розчину тіосульфату натрію (n); об'єм кисневої склянки (v) дорівнює 122 мл. Отже, вміст кисню у воді буде: $A = \frac{5,2 \cdot 0,98 \cdot 160}{122 - 2} = 6,8 \text{ мг } O_2/л$ або

$$A = \frac{5,2 \cdot 0,98 \cdot 111}{122 - 2} = 4,7 \text{ см}^3 \text{ O}_2/\text{л}$$

Для розрахунку ступеня насиченості води киснем по відношенню до нормальної розчинності кисню у воді при атмосферному тиску 760 мм ртутного стовпа за даної температури (%) користуються таблицею, яка показує залежність між розчинністю кисню і температурою води (табл. 4.).

Таблиця 4- Розчинність кисню у воді залежно від її температури

Показник	Розчинність кисню у воді при атмосферному тиску 760 мм						
	0	5	10	15	20	25	30
Температура води °С	0	5	10	15	20	25	30
Кількість розчиненого O ₂ у воді (мг/л)	14,6	12,8	11,3	10,2	9,2	8,4	7,6

$$\text{Процент насичення води киснем } C = \frac{A \cdot 100}{B}$$

де А – кількість кисню в ставовій воді, мг/л;

В - нормальна кількість (мг/л) розчиненого кисню за даної температури (береться з таблиці).

Вуглекислий газ має велике значення для життя водних рослин. Він є тим основним продуктом, з якого рослини в результаті фотосинтезу створюють найскладніші органічні речовини. Вода ставів збагачується на вуглекислий газ переважно внаслідок розкладу органічних речовин, які знаходяться в товщі води і в донних відкладах. Одним з кінцевих продуктів їх розкладу є вуглекислий газ. Іншими його джерелами у воді є дихання водних організмів, а також надходження з атмосфери, що відбувається лише при незначному вмісті вуглекислого газу у воді.

Одночасно із збагаченням води вуглекислим газом у ставах відбуваються процеси його використання, основний з них - фотосинтез. Тому вміст вуглекислого газу у воді постійно змінюється: вдень при інтенсивному фотосинтезі його буває менше і нерідко вміст досягає нуля. Вночі, коли фотосинтез припиняється, вуглекислого газу стає більше, особливо на світанку. Підвищення вмісту вуглекислого газу у воді — ознака забруднення ставу великою кількістю органічних речовин. Дуже велика кількість цього газу шкодить рибі.

Визначення концентрації вуглекислого газу - CO_2 (вільної вугільної кислоти). Принцип методу: вільну вугільну кислоту визначають з допомогою титрування води розчином соди (Na_2CO_3). Як індикатором користуються фенолфталеїном з інтервалом переходу при $pH = 8,3$.

Реактиви: 1) розчин соди 0,02 н. - готують 0,1 н. розчин соди з фіксоналу; далі точно відміряють 200 мл одержаного 0,1 н. розчину, наливають у мірну колбу на 1 л і доводять до риски дистильованою водою. При виготовленні обох розчинів беруть воду, вільну від CO_2 . Для цього її кип'ячать півгодини, потім охолоджують, закривши пробкою з трубкою, яка заповнена аскаритом (поглинач вуглекислого газу); 2) спиртовий розчин фенолфталеїну - 0,1 г фенолфталеїну розчиняють у 100 мл етилового спирту (96°).

Хід аналізу: проби води для визначення вуглекислого газу відбирають у тих же пунктах, де брали проби для визначення кисню, проте при цілком задовільному кисневому режимі ставів ці визначення можна провадити рідше. Проби води для визначення вільної вуглекислоти беруть з допомогою спрощеного батометра.

Вийнявши батометр з води, з склянки виймають пробку з двома трубочками і закривають склянкою притертою пробкою. В такому вигляді відібрана проба може зберігатися не більше 1-2 годин. Визначають вільну вуглекислоту в лабораторії так: склянку відкривають і піпеткою відбирають зайву воду доти, поки рівень її не знизиться до позначки, що відповідає 100 мл, для чого в суху склянку наливають 100 мл води і рівень її помічають чорним лаком. Після того як у склянці залишилося 100 мл води, додають дві-три краплі спиртового розчину фенолфталеїну і обережно по краплям титрують 0,02 н. розчином соди доти, поки рідина не забарвиться в ледве помітний рожевий колір, який зберігається протягом 1-2 хвилин.

Вільну вуглекислоту (mg) обчислюють за формулою: $A = n \cdot K \cdot 44$,

де A – вміст вільної вуглекислоти, mg/l ; n – кількість мілілітрів 0,1 н. розчину соди, витраченої на титрування; K – поправочний коефіцієнт 0,02 н. розчину соди.

Сірководень. Його визначають лише тоді, коли вміст кисню у воді дуже низький, бо при великій її насиченості киснем сірководень у воді відсутній (швидко окислюється). Виявити у воді сірководень, навіть незначну його кількість, можна за запахом тухлих яєць, якого він надає воді.

Визначення концентрації сірководню. Півлітрову пляшку на три чверті наповнюють водою з ставу, закривають гумовою пробкою, затискуючи між шийкою склянки і пробкою, змочену дистильованою водою смужку свинцевого паперу, стежачи, щоб він не торкався стінок пляшки та води. За

кілька годин при наявності сірководню папір темніє, набуваючи більш або менш інтенсивного забарвлення, що залежить від кількості цього газу у воді. Свинцевий лакмусовий папір готують так: 5 г оцтовокислого свинцю розчиняють у 100 мл дистильованої води, додають кілька крапель концентрованої оцтової кислоти і цим розчином насичують фільтрувальний папір. Потім папір сушать, нарізають смужками завширшки 1-1,5 см і зберігають у добре закритому посуді.

Розділ 5. ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ

Визначення рН води. У прісних водоймах рН змінюється в межах від 4,5 до 9,5 і вище.

На величину рН у водах, що містять значну кількість гумусових речовин, що вивимаються з боліт і лісних ґрунтів, великий вплив здійснює дисоціація органічних кислот (одного з глобовних компонентів гумусового комплексу болотних вод). Позтому залізомістним болотним водам властиве пониження величини рН, нерідко нижче 4,0. Стічні води переміщують рН як в кислу, так і у лужну сторону. Найбільш бажана для розведення риби вода, рН якої коливається в межах від 7,2 до 8,3. Допустима нижня межа рН для коропових ставків складає 6,5. Більш кислу воду можна використовувати для живлення коропових рибоводних ставків лише після нейтралізації її вапном.

Простіше всього активну реакцію води визначити за допомогою лакмусового папірця з різними межами зміни рН.

Смужку індикаторного паперу опускають в воду на 1 - 2 хв, а потім порівнюючи колір намоченої півосі паперу з шкалою знаходять значення рН.

Точніше можна визначити рН води калориметричним методом, основаним на здатності деяких фарбуючих речовин (органічних) змінювати свій колір (двукольорові індикатори), або густину (однокольорові індикатори) залежно від концентрації водневих іонів у воді. Виникаюче після індикатора забарвлення дослідної води порівнюють з шкалою кольоровості стандартних розчинів рН котрих відомо. Докладне визначення рН води описується в інструкції, що додається до набору індикаторів.

Електрометричним методом визначення рН у воді можна визначити значення рН майже миттєво, що дозволяє детально з великою достовірністю прослідкувати динаміку змін води. Методика електрометричного визначення рН детально описується в інструкціях, що додаються до відповідних приладів

(рН-метрів). Для визначення активної реакції води використовуються наступні прилади: лабораторний рН-метр (ЛПУ-01), лабораторний рН-метр-мілівольтметр рН-340, переносний рН-метр підвищеної точності рН-47, рН-метр-мілівольтметр рН-121, зонд іонометричний І-103.

Визначення жорсткості води. Загальна жорсткість природної води свідчить про вміст в ній катіонів двувалентних лужноземельних металів, перш за все кальцію і магнію. Ці елементи потрапляють у воду при розчиненні карбонатів або в результаті біохімічних процесів, що проходять у верхніх шарах земляного покриву. Жорсткість води може коливатися в широких межах.

Для рибоводних ставків дуже м'яка вода з низькою жорсткістю небажана. Щоб забезпечити потребу організмів що мешкають у воді в кальції і магнії, необхідна вода, жорсткість якої не нижче 2 мг-екв/л, або 5°Н. Воду з меншою жорсткістю рекомендується вапнувати.

Одним із самих розповсюджених методів визначення є метод трілонометричне визначення загальної жорсткості води індикатором Еріохром чорний (індикатор Е1-00).

Для аналізу в конічну колбу на 200 – 250 мл відміряють піпеткою Мора 50 – 100 мл досліджуваної води в залежності від її жорсткості (табл. 5).

Таблиця 5 – Жорсткість води залежно від кількості витраченого індикатора

Показник	Показник жорсткості води залежно від кількості витраченого індикатора			
	100	50	25	10
Об'єм проби, мл	100	50	25	10
Жорсткість води, мг-екв	0,5 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 50

При необхідності пробу розбавляють дистильованою водою до об'єму 100 мл, доливають 5 мл, буферного розчину і 5 – 7 крапель індикатора, розчин перемішують і титрують розчином трілону Б до переходу червоного забарвлення в синє. Розрахунок здійснюють за формулою:

$$\text{Жорсткість} = n \cdot N \frac{1000}{Y} \text{ мг-екв,}$$

де n – витрати трілона Б; N – нормальність трілона Б;
Y – об'єм води. 1000 – перерахунок на 1 літр.

Визначення мінеральних форм азоту. В природних водах мінеральні сполуки азоту зустрічаються у вигляді іонів NH_4 , NO_2 і NO_3 !. Основним джерелом мінерального азоту в ставах є органічні речовини (переважно

білки), які в результаті складних біохімічних процесів, що відбуваються за участю бактерій і ферментів, розкладаються з утворенням іонів NH_4 . Останні під впливом мікробіальних процесів можуть окислюватись до іонів NO_2^- і NO_3^- . В поверхневих водах здебільшого концентрація мінеральних форм азоту невелика. Збільшення амонійного азоту, свідчить про забруднення води промисловими або побутовими відходами. Висока концентрація NH_4 спостерігається при інтенсивному розкладі органічних речовин. У зимувальних ставах підвищена концентрація амонійного азоту понад 0,5-1 мг/л небажана, бо це свідчить про забруднення ставів органічними речовинами. Влітку, щоб досягти високої продуктивності, вносять мінеральні або органічні добрива, де є сполуки азоту.

Визначення амонійного азоту. При невеликій кількості амонійний азот з реактивом Неслера (лужний розчин K_2HgI_4) забарвлює воду внаслідок утворення йодистого меркур-амонію в жовтий колір. Визначають NH_4 колориметричним методом.

Реактиви: 1) стандартний розчин хлористого амонію (NH_4Cl) – 0,3819 г його розводять у безаміачній воді і доводять об'єм до 1 л; 1 мл такого розчину містить 0,1 мг азоту; 2) реактив Неслера – 10 г йодної ртуті розтирають з невеликою кількістю дистильованої води в фарфоровій ступці. Одержану суміш зливають у склянку, куди додають 5 г йодиду калію й охолоджений розчин лугу (20 г гідроокису калію розчиняють у 50 мл дистильованої води), після чого водою доводять об'єм до 100 мл, перемішують і лишають на 3 доби. Прозорий розчин зливають у темну склянку; 3) розчин сегнетової солі ($\text{K NaH}_2\text{C}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) - 50 г її розводять у 100 мл гарячої безаміачної води. Щоб звільнити розчин від можливого забруднення його іонами NH_4 , додають 5 мл реактиву Неслера і залишають на 3 доби, прозорий розчин зливають у склянку; 4) безаміачну воду одержують внаслідок повторного перегону дистильованої води, підкисленої сірчаною кислотою (1-2 мл кислоти на 1 л води).

Щоб виготовити шкалу стандартних розчинів, у 5 мірних колб вмістом 100 мл наливають стандартний розчин NH_4Cl : у першу колбу – 0,2, другу – 0,4, третю – 0,6, четверту - 0,8 і в п'яту - 1,0 мл і доливають до риски безаміачною дистильованою водою, після чого добре перемішують. Одержані розчини послідовно відповідають 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 і 1,0 мг азоту в літрі води.

Хід аналізу: До кожної колбочки додають 2 мл розчину сегнетової солі і після перемішування, – 2 мл реактиву Неслера, залишають на 10 хвилин. Потім колориметрують на фотоелектроколориметрі, застосовують світлофільтр № 3 і кювети завдовжки 20 мм; за одержаними даними будують калібрувальну криву, позначаючи на осі абсцис концентрацію азоту (мг/л), а на осі ординат - оптичну щільність - червоні цифри на барабані (рис. 4).

Щоб визначити концентрацію амонійного азоту, 100 мл профільтрованої води наливають у колбу, додають 2 мл сегнетової солі, 2 мл реактиву Неслера так, як і при визначенні шкали стандартних розчинів. Через 10 хвилин одержаний розчин наливають у кювету фотоелектроколориметра, визначають оптичну щільність розчину, а за

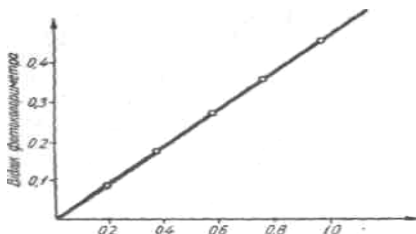


Рис. 4. Калібрувальна крива для визначення азоту

калібрувальною кривою знаходять концентрацію азоту (мг/л). Якщо його концентрація перевищує 1 мг/л, то ставову воду перед аналізом розводять дистильованою безаміачною водою і залежно від розведення одержаний результат множать на відповідний коефіцієнт. При відсутності електрофотокolorиметра визначають приблизну кількість амонійного азоту в ставовій воді візуальним порівнянням інтенсивності забарвлення шкали стандартних розчинів та води. При цьому в кожному випадку одночасно з аналізом води готують щоразу шкалу стандартних розчинів, як описано вище.

Приблизним визначенням кількості амонійного азоту в ставовій воді можна користуватися при регулюванні раціонального внесення азотних добрив.

Розділ 6. БІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ 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 загнівання 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 води – це кількість міліграмів кисню, яка необхідна для окиснення органічних речовин у 1 літрі води.

Чим вищий показник окиснюваності води, тим більше вона забруднена.

Визначення перманганатної окиснюваності води. Природна вода, крім розчинених мінеральних речовин і газів, містить різні органічні сполуки. Вміст їх визначають за кількістю кисню (*мг/л*), що витрачається на окислення органічних речовин в літрі води. Якщо окислення провадять 0,01 н. розчином перманганату калію, то цю величину називають перманганатною окиснюваністю; при цьому окислюється приблизно половина органічних речовин води. Окиснюваність води треба визначати один раз на місяць весною і восени, влітку - один раз у десять днів.

Реактиви: 1) розчин щавлевої кислоти 0,01 н. ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) готують з фіксоналу 0,1 н. - розводять у мірній колбі в 10 разів; 2) розчин перманганату калію 0,01 н. (KMnO_4) готують так, як і реактив 1; 3) розчин сірчаної кислоти - до трьох об'ємів води додають один об'єм кислоти.

В конічну колбу місткістю 250-300 *мл* наливають 100 *мл* води, 5 *мл* розведеної сірчаної кислоти і 10 *мл* 0,01 н. розчину перманганату калію. Після перемішування колбу ставлять на електричну плитку, де розчин знаходиться в стані кипіння 10 хвилин. Потім до гарячого (рожевого) розчину додають 10 *мл* 0,01 н. розчину щавлевої кислоти. Розчин при цьому знебарвлюється.

Гарячий безколірний розчин титрують по краплях 0,01 н. розчином перманганату калію до блідо-рожевого кольору, який не зникає при інтенсивному перемішуванні. Кількість мілілітрів розчину KMnO_4 (А), що затрачено на титрування, занотуюють. Для визначення поправочного коефіцієнта 0,01 н. розчину перманганату калію зразу ж після визначення окиснюваності до ще гарячого розчину доливають піпеткою 10 *мл* 0,01 н. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ і титрують розчином KMnO_4 , інтенсивно перемішуючи, до появи блідо-рожевого кольору.

Поправочний коефіцієнт К 0,01 н. KMnO_4 обчислюють за формулою:

$$K = \frac{10}{a}$$
; де а-число (*мл*) розчину KMnO_4 , що витрачено на титрування 10 *мл* 0,01 н. розчину $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Окиснюваність води в *мг* $\text{O}_2/\text{л} = 10 [A_1 + A_2) K - 10] \cdot 0,08$, де A_1 - кількість *мл* 0,01 н. розчину KMnO_4 , яку було додано до кипіння (10 *мл*); A_2 - те ж саме після 10-хвилинного кипіння; К - поправочний коефіцієнт 0,01 н. розчину KMnO_4 ; 0,08 - кількість кисню, яка відповідає 1 *мл* 0,01 н. розчину KMnO_4 .

Здебільшого влітку при ущільнених посадках риb внаслідок великої кількості органічних речовин 10 мл 0,01 н. розчину KMnO_4 не вистачає для окислення органічних речовин і розчин після кипіння знебарвлюється. В цьому разі визначення повторюють. Ставову воду залежно від кількості органічних речовин розводять у 2,4 або 10 разів дистильованою. Для цього відмірюють 50,25 або 10 мл ставової води, додають дистильовану воду до 100 мл. Окиснюваність такої води визначають наведеним вище методом. Крім того, визначають окремо окиснюваність дистильованої води. Для цього спочатку обчислюють окиснюваність розведеної і дистильованої води ($\text{mg O}_2/\text{л}$), а потім знаходять окиснюваність нерозведеної води за формулою: $(X - X_d) \cdot V$ $\text{mg O}_2/\text{л}$, де X - окиснюваність розведеної води; X_d - окиснюваність дистильованої води; V - об'єм дистильованої води у відносних частках; n - розведення.

П р и к л а д . Знайдено, що окиснюваність розведеної в 10 разів ставової води 6,6 $\text{mg O}_2/\text{л}$, дистильованої - 0,2 $\text{mg O}_2/\text{л}$, при цьому $n = 0,9$, а окиснюваність ставової води - $(6,6 - 0,2 \times 0,9) \times 10 = 54,2 \text{ mg O}_2/\text{л}$.

Біохімічне поглинання кисню (БПК) - це кількість кисню (mg), потрібна для окислення органічних речовин літра води під впливом біохімічних процесів в аеробних умовах при 20°. За цих умов розкладаються в першу чергу лише нестійкі органічні речовини.

Можна визначати повне БПК або п'ятидобове БПК-5. Для прогнозу газового режиму в ставу необхідні також дані по добовому поглинанню кисню БПК-1.

Коли вода має кислу реакцію рН менше 6,5 (або лужну рН понад 8,5), то перед аналізом її нейтралізують до рН приблизно 7 за допомогою 1 н. розчину NaOH або HCl , використовуючи зовнішній індикатор бромтимоловий синій.

Воду, яку досліджують, наливають у колбу, доводять до температури 20°, збовтують протягом хвилини. Потім за допомогою сифону наливають у три склянки місткістю 150 - 250 мл з добре притертими скляними пробками і закривають так, щоб під пробками не було бульбашок повітря. В одній з склянок визначають початковий вміст кисню, останні дві склянки ставлять у затемнений термостат на 5 діб (експозиція склянок у термостаті залежно від потреб може бути й іншою). Через 5 діб визначають вміст кисню в обох склянках і беруть середню концентрацію кисню, знайдену для двох склянок.

Різницю між початковою кількістю кисню і кількістю через 5 діб дає БПК-5 в $\text{mg O}_2/\text{л}$. Якщо вода дуже забруднена органічними речовинами, то перед визначенням БПК-5 розводять водою 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 або більше разів. Розведення мусить бути таким, щоб залишкова концентрація кисню

була не менше 2 мг/л, а зменшення кисню за 5 діб було теж не нижче 2 мг/л.

Розділ 7. БАКТЕРІОЛОГІЧНЕ І ГЕЛЬМІНТОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДИ

У разі забруднення водойм 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 (табл. б).

Таблиця 6 – Тривалість виживання деяких мікроорганізмів у різній воді, днів (за Храбустовським І.Ф., 1977)

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

У такому випадку вода може бути джерелом зараження тварин інфекційними та інвазійними хворобами (сибірка, ящур, бруцельоз, бешиха свиней, холера, фасціольоз та інші) та інфікування людей через контакт з ними та після споживання м'яса риби, яловичини та свинини.

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.

Розділ 8. ОЧИЩЕННЯ І ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ

Якщо вода, не відповідає ветеринарно-санітарним вимогам, 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 води проводять на спеціальних очисних спорудах – водоочисних станціях.

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

8.1. 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 щебеню.

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 присипання (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 воду 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.

8.2. 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:



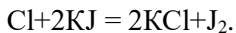
За останні роки вченими (медиками-гігієністами) виявлено певний токсичний вплив хлору (канцерогенна дія) на клітини людського і тваринного організмів та звикання деяких мікроорганізмів до цієї хімічної речовини.

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 установлюють титруванням натрієм гіпосульфідом.

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 гіпосульфідом натрію до повного знебарвлення.

За кількістю використаного на титрування гіпосульфїту 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;

Н – кількість натрію гіпосульфїту, витраченого на титрування;
0,355 – кількість хлору, що відповідає 1 мл 0,01 н. розчину натрію гіпосульфїту;
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 гіпосульфїту натрію:

1 мл гіпосульфїту натрію – 0,355 мг С,

9 мл – х,

$X - 9 \times 0,355 = 3,195$ мг.

Таким чином, 3,195 мг Сl 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 – Х.

$X - 3,195 \times 100 = 319,5$ мг,

1000 мг – 100%,

319,5 – Х.

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

8.2.1. 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 кожену колбу додають ще по 1 мл 25 %-ної сірчаної кислоти, 2 мл 10 %-го розчину КІ 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: $X = \frac{a \times 5}{6}$,

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;
6 – 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.

8.2.2. Визначення залишкового хлору

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;
а – 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.

8.2.3. Дехлорування води

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

Для цього найчастіше використовують натрій гіпосульфїт. 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;
а – 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 мїститься 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. Кїлькїсть порошкоподїбного гіпосульфїту, потрібного для дехлорування всїєї 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:

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

8.3. Фїзичнї способи очищення води

До фїзичних способїв очистки води вїдносять:

- кип'ятїння;
- опромїнення ультрафїолетовими променями (бактерицидне опромїнення);
- обробка ультразвуком;
- обробка струмом високої частоти;
- опромїнювання гамма-променями.

Цї методи мають бїльш широкий дїапазон бактерицидної дїї, але в зв'язку з їх високою собївартїстю використовуються рїдко.

Кип'ятїння – одна з рїзновидностей такого способу очищення води як стерилїзація. *Стерилїзація* – це повне звільнення води вїд мїкроорганїзмїв пїд впливом високих температур.

Позитивнї сторони кип'ятїння:

- за температури 100 °С гине бїльшїсть (але далеко не всї) хвороботворних бактерїй;
- часткове випаровування органїчних сполук, якї мають низьку температуру кип'ятїння (зменшення карбонатної твердостї води – солї кальцїю і магнїю).

Негативнї сторони кип'ятїння:

- у водї зменшується кїлькїсть життєво важливих солей кальцїю і магнїю;
- через википання частини води може збїльшуватися концентрація солей важких металїв (у разї їх наявностї у водї);
- за наявностї високої концентрацїї хлору утворюється високотоксична речовина **дїоксин**, якому властива канцерогенна дїя;
- зменшення «конкурентностї» мїж мїкроорганїзмами у водї та збїльшення заселення водного середовища мїкроорганїзмом – «монополїстом»;

- 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 (O₃) 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 9. НОВІТНІ СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

9.1. 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*.

9.2. 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 – спороутворюючі 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.

9.3. 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).

9.4. 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 „неістинних” 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.

9.5. 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».

9.6. Застосування нанотехнологій

Nano (від грец. Nanos – карлик) – це мільярдна частка чого-небудь, $1\text{nm} = 10^9$. 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 ДСТУ ISO.

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.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

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. Алимов СІ., Гринжевський М.В., Цедик В.В., Новицька Л.О., Новицький Р.О. Риба у воді і на столі. - К.: Світ рибалки, 2004. - 304 с.
3. Балтаджи Р.А. Технологія відтворення рослиноїдних риб у внутрішніх водоймах України. - К.: ІРГ УААН, 1996. - 87 с.
4. Бадеха А. В. Мембранні методи очистки води / 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.
5. Василенко В.П., Оверчук О.Л. Функціонування малих ферм в США // Економіка с.-г. і переробних підприємств. - 1991. - №11. - С. 59-62.
6. Величенко Ю. П. Водообеспечение и охрана водных источников. – М.: Гипроводхоз, 1998. – 235 с.
7. Грушко Я. М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. – Л.: Химия, 2006. – 146 с.
8. Гринжевський М.В. Аквакультура України. - Львів: Вільна Україна, 1998. –

264 с.

9. Гринжевський М.В. Інтенсифікація виробництва продукції аквакультури у внутрішніх водоймах України. - К.: Світ, - 2000, - 188 с.

10. Гринжевський М.В., Пекарський А.В. Економічна ефективність вирощування товарної риби за трилітнього циклу. - К.: Світ — 2000, - 165 с.

11. Гринжевський М.В., Пекарський А.В. Оптимізація виробництва продукції аквакультури. - К.: Поліграфконсалтинг, 2004. - 328 с.

12. Гринжевський М.В., Третяк О.М., Алимов СІ. та ін. Нетрадиційні об'єкти рибництва в аквакультурі України. - К.: Світ, 2001. - 168 с.

13. Грициняк І.І., Гринжевський М.В., Третяк О.М., Ківа М.С., Мрук А.І. Фермерське рибництво. - К.: Герб, 2008. - 560 с.

14. Довідник рибовода. К.: Урожай., 1972. - С. - 3-243.

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

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

17. Закон України "Про селянське (фермерське) господарство" (12 грудня 1991 № 2009-ХІІ із змінами).

18. Канаев А.И. Ветеринарная санитария в рыбоводстве. М.: Колос, 1983, 223 с.

19. Козлов В.И. Справочник фермера-рыбовода. — М.: Изд-во ВНИРО, 1998. - 448 с.

20. Козлов В.И., Абрамовт Л.С. Справочник рыбовода. — М.: Росагропромиздат, 1991. - 238 с.

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

22. Лобас М.Г., Македонський А.В., Беляєв Д.Є., Грищенко О.В. Організація селянських (фермерських) господарств. — К.: НВАТ "Агроінком", - 1998. - 283 с.

23. Макаренко П.М. Аграрний сектор в світовій і національній економіці України. - Дніпропетровськ: Пороги, 1995, - 370 с.

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

25. Месель-Веселяк В.Я. Реформування аграрного виробництва. - К.: Інститут аграрної економіки УААН, 1999. - 272 с.

26. Микитюк П.В. Ветеринарная санитария и гигиена в промышленном рыбоводстве. Ветеринария. - 1989. - № 10. - С.18-22.

27. Пчелінцев В.С. Основні форми фермерських господарств в розвинених капіталістичних країнах. - М., 1989. - 58 с.

28. Рекомендації по організації інтенсивного ведення рибництва. К., 1978. - 88 с.

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

30. Черкинский С. Н., Габрилевская А. И., Ласкина В. П. Барьерная роль водопроводных сооружений в отношении химических загрязнений, лимитируемых

по органолептичному признаку вредности // Гигиена и санитария. – 2004. – № 5. – С. 12–15.

31. Шерман І.М., Рилов В.Г. Технологія виробництва продукції рибництва. - К.: Вища освіта, 2005. - 351 с.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Розділ 1. САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВОДИ.....	3
Розділ 2. САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНЕ ОЦІНЮВАННЯ ВОДИ.....	5
Розділ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ (ТЕМПЕРАТУРА, ПРОЗОРИСТЬ, КОЛІР, ЗАПАХ, СМАК).....	8
Розділ 4. САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ГАЗОВОГО СКЛАДУ ВОДИ. ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ У ВОДІ КИСНЮ, ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ТА СІРКОВОДНЮ.....	11
Розділ 5. ВИЗНАЧЕННЯ ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДИ.....	16
Розділ 6. БІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ВОДИ.....	20
Розділ 7. БАКТЕРІОЛОГІЧНЕ І ГЕЛЬМІНТОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДИ.....	22
Розділ 8. ОЧИЩЕННЯ І ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ВОДИ.....	23
8.1. Механічні способи очищення води.....	23
8.2. Хімічний спосіб очищення води. Хлорування води	25
8.2.1. Визначення хлорпотреби води	27
8.2.2. Визначення залишкового хлору.....	27

8.2.3. Дехлорування води.....	28
8.3. Фізичні способи очищення води.....	28
РОЗДІЛ 9. НОВІТНІ СПОСОБИ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ.....	30
9.1. Механічне очищення води.....	30
9.2. Хімічні методи очищення води.....	30
9.3. Комбінований (механічно-хімічний) метод.....	31
9.4. Фізичні способи очищення води.....	31
9.5. Біологічний спосіб очищення води.....	31
9.6. Застосування нанотехнологій	32
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	33

Навчальне видання

САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНА ОЦІНКА ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОДОЙМ В РИБНИЦТВІ

**Методичні вказівки до проведення лабораторно-практичних
занять зі студентами екологічного факультету
(денної та заочної форм навчання)**

**Гришко Віталій Анатолійович
Малина Василь Вікторович**

Редактор:

Комп'ютерна верстка:

Здано до складання 31.03.2015. Підписано до друку 15.04.2015.
Формату 60×84¹/₁₆. Ум. друк. арк. 2,09. Тираж 100. Зам .50.
РВІКВ, Сектор оперативної поліграфії БНАУ
09117, Біла Церква, Соборна пл., 8/1, тел. 33-11-01.