

### Лабораторна робота № 3.

#### Визначення органолептичних властивостей води. Гігієнічна оцінка хімічного та бактеріального забруднення води.

**Мета роботи:** Засвоїти теоретичні знання про гігієнічне значення питної води, з'ясувати, які властивості води належать до органолептичних, оволодіти методиками їх визначення та дати гігієнічну оцінку. Засвоїти теоретичні знання про гігієнічне значення хімічного та бактеріального складу води, оволодіти навичками його визначення та дати гігієнічну оцінку. Засвоїти теоретичні знання про способи очищення та знезараження води, оволодіти методиками визначення та гігієнічної оцінки хлорпотребності та залишкового хлору у воді.

Вода – один з найважливіших елементів зовнішнього середовища. Вона має велике значення для задоволення фізіологічних, санітарно-гігієнічних та господарських потреб людини. Вкрай необхідна вона рослинам і тваринам. Вода входить до складу тканин і органів людини, бере участь у фізико-хімічних процесах в організмі, здійсненні різних фізіологічних функцій, видаленні з організму продуктів обміну, регулює віддачу тепла шляхом випаровування. Вода – важливий чинник загартування організму. Загальний вміст води в організмі людини становить 65% маси тіла.

Згідно з державним стандартом питна вода має відповідати таким гігієнічним вимогам:

- бути безпечною в епідемічному відношенні, не містити патогенних збудників, яєць та личинок гельмінтів, а також збудників протозойних хвороб;
- мати нешкідливий хімічний склад, не містити токсичних, радіоактивних речовин та лишків солей, здатних негативно впливати на здоров'я людей;

- мати цілющі (сприятливі) органолептичні властивості — мати температуру, що освіжує, бути прозорою, не мати кольору, запаху та стороннього присмаку (табл. 1).

**Визначення прозорості води.** Досліджувану воду наливають у циліндр з плоским дном до висоти 30 см. Циліндр встановлюють на підставці над спеціальним шрифтом Снеллена або іншим шрифтом з висотою літер 2 мм і товщиною штрихів 0,5 мм таким чином, щоб відстань між шрифтом і дном циліндра становила 4 см, а потім читають шрифт крізь шар води, розглядаючи його зверху в прохідному світлі. Доливаючи або відливаючи воду, знаходять максимальну висоту стовпчика води у сантиметрах, з якої можна прочитати шрифт. Отримане значення характеризуватиме прозорість досліджуваної води. Вода вважається прозорою, якщо шрифт Снеллена можна прочитати крізь шар води завтовшки не менше 30 см.

**Визначення колірності (кольору) води.** Питна вода повинна бути безколірною. Наявність кольору робить воду неприємною для споживання та маскує її загальне забруднення. Колірність води відкритих водойм зумовлена, насамперед, наявністю у ній гумінових речовин і сполук заліза. Колірність досліджуваної води порівнюють із колірністю сумішей розчину хлорплатинату калію і хлориду кобальту чи біхромату калію. Колірність виражається у градусах. За один градус колірності беруть забарвлення контрольного зразка води, в 1 мл якої розчинено 0,1 мг платини. Колірність води повинна становити не більше 20<sup>0</sup>, за узгодженням з органами санітарно-епідеміологічної служби допускається її збільшення до 35<sup>0</sup>.

Колір води у якісному відношенні визначається шляхом порівняння на білому фоні профільтрованої досліджуваної води, яку наливають у прозорий циліндр в кількості не менше 40 мл, з таким же об'ємом дистильованої води, яка є в іншому циліндрі. Результати спостережень позначаються як безколірна вода, темно-жовта та ін.

**Визначення запаху води.** Досліджувану воду (100 мл) наливають у колбу місткістю 250 мл, закривають притертим корком. Вміст колби декілька

разів струшують, після чого, відкривши корок, аналізують характер та інтенсивність запаху. Інтенсивність запаху визначають при температурі 20<sup>0</sup> та 60<sup>0</sup>С та оцінюють за п'ятибальною системою, вона не повинна перевищувати 2 балів.

**Визначення смаку та присмаку питної води.** Розрізняють 4 основні види смаку: солоний, кислий, солодкий, гіркий. Усі інші відчуття називають присмаками. Невелику кількість досліджуваної води беруть (не ковтаючи) до рота на 3-5 с, після чого рот прополіскують дистильованою водою. Усе це проводять у світлому, добре провітреному приміщенні, де відсутні сторонні запахи. Інтенсивність запаху та присмаку води оцінюють за п'ятибальною системою.

**Визначення температури води** проводиться безпосередньо після взяття проби. Температура води вимірюється водяним термометром. Для цього воду (не менше 1 л) наливають у посуд, температура якого відповідає температурі досліджуваної води. Потім у неї поміщають термометр і через 5 хв. записують його покази.

**Визначення каламутності води.** Каламутність води встановлюють фотометричним порівнянням зі стандартними розчинами з вмістом 0,1; 0,25; 0,5;1,0; 2,0 та 5,0 мг/л каоліну, які є основою для побудови калібрувальної кривої. Досліджуваний зразок води колориметрують у кюветі з товщиною поглинального шару 5 см при довжині хвилі 530 нм. Каламутність води не повинна перевищувати 1.5 мг/л.

Таблиця 1.

### Оцінка запаху, смаку та присмаку води

Інтенсивність запаху, смаку та присмаку	Характер вияву запаху, смаку та присмаку	Інтенсивність, бали
Немає	Не відчувається	0
Дуже слабкий	Не відчувається споживачем, але виявляється при лабораторному дослідженні.	1
Слабкий	Зауважується споживачем, якщо звернути на це його увагу.	2

Помітний	Легко відчувається і створює несхвальний відгук про воду.	3
Сильний	Змушує утримуватися від пиття.	4
Дуже сильний	Настільки сильний, що робить воду непридатною до вживання.	5

Вміст у воді різних мінеральних речовин фактично є постійним для кожної місцевості. Зміни хімічного складу води, які не можна пояснити природним шляхом, свідчать про забруднення води сторонніми речовинами. Особливу цінність мають результати досліджень у динаміці, оскільки при цьому легше виявити зміни хімічного складу води. Для швидкого отримання орієнтувальних результатів щодо вмісту у воді речовин можна використовувати експрес-методи.

У спортивній практиці найважливіше визначати вміст у воді азотистих сполук, хлоридів, а також її твердості.

**Визначення вмісту у воді азотистих сполук** – аміаку, азотистої кислоти дозволяє отримати дані щодо забруднення води органічними сполуками тваринного походження, у тому числі і тривалість забруднення вододжерела. Аміак, виступаючи початковим продуктом гниття, вказує на нещодавнє забруднення води. Азотисті солі і особливо солі азотної кислоти, які є кінцевим продуктом мінералізації органічних речовин, свідчать про давніше забруднення. Якщо у воді містяться лише ці солі, без аміаку, то це вказує, що дане вододжерело на даний момент не забруднюється. Одночасна наявність у воді аміаку та солей азотистої та азотної кислот вказує на давніші забруднення, які і досі продовжують надходити у воду.

Через воду, забруднену патогенними мікроорганізмами, можуть передаватися інфекційні захворювання. Особливу небезпеку у цьому відношенні являє собою вода плавальних басейнів. У зв'язку з цим бактеріологічний її аналіз є важливою частиною санітарно-гігієнічного дослідження і, як правило, відіграє вирішальне значення при санітарній оцінці води.

Безпека води у епідемічному відношенні визначається наступними показниками: ступенем загального бактеріального забруднення та вмістом бактерій групи кишкової палички.

Визначення загальної кількості бактерій (мікробного числа) дає уявлення про стан води, вказуючи, наскільки сприятливі чи несприятливі умови існування мікробів, у тому числі, патогенних. Визначення мікробного числа дозволяє отримувати інформацію при контролі за ефективністю використання різних способів знезараження води, при дослідженні води одного і того ж водо джерела в різних умовах та випадках. **Мікробне число** – це кількість мікробних колоній, що виростають при посіві 1 мл води, через добу на спеціальних поживних середовищах. Значне збільшення мікробного числа води свідчить про її забруднення. За існуючими нормами у 1 мл питної води не повинно міститися більше, ніж 100 мікробів, а у воді плавальних басейнів – 1000.

Основним джерелом бактеріального забруднення води є фекалії людини, у яких можуть міститися патогенні мікроорганізми. В якості показника фекального забруднення обрані бактерії групи кишкової палички. Результати виявлення бактерій групи кишкової палички у воді висвітлюють за допомогою колі-індексу та колі-титру. **Колі-індекс** – кількість кишкових паличок, які містяться у 1 л води. **Колі-титр** – найменший об'єм води, де виявляють одну кишкову паличку.

У чистій воді артезіанських свердловин колі-титр, як правило, вищий за 500 мл, а колі-індекс – менший 2. Для водогінної води колі-індекс повинен бути не більше 3, а колі-титр – 300 мл. У забруднених, погано обладнаних колодязях колі-титр може бути 100 мл, колі-індекс – 10. Такі ж величини характеризують воду у плавальних басейнах.

### **Протокол**

#### **визначення органолептичних властивостей води**

1. Дата та час взяття проби
2. Назва вододжерела
3. Для чого призначена вода, взята на пробу

4. Температура води
5. Прозорість води
6. Колір води
7. Запах води (характер запаху, його інтенсивність)
8. Смак води
9. Гігієнічна оцінка, рекомендації

Підпис \_\_\_\_\_ .

### **Визначення аміаку у воді.**

Хід визначення. У пробірку наливають 10 мл досліджуваної води, додають 0,2 - 0,3 мл (5-7 крапель) 50% розчину сегнетової солі, добре перемішують та додають 0,2 мл (5 крапель) реактиву Несслера. При появі жовтого забарвлення вміст аміаку визначають за результатами таблиці 2.

Таблиця 2.

### **Колориметричне визначення вмісту аміаку у воді**

Зафарбовування при спостереженні з боку	Зафарбовування при спостереженні зверху донизу	Вміст аміаку (мг/л)
Відсутнє	Відсутнє	менше 0,05
Відсутнє	Дуже слабо-жовтувате	0,1
Ледь слабо-жовтувате	Слабо-жовтувате	0,2
Дуже слабо-жовтувате	Жовтувате	0,4
Слабо-жовтувате	Світло-жовте	0,8
Світло-жовтувате	Жовте	2,0
Жовте	Інтенсивно багряно-жовте	4,0
Мутнувате, різко жовте	Розчин мутний, багряного кольору	8,0

Допустимий вміст азотистих солей у воді становить до 350 мг/л питної води.

### **Визначення хлоридів у воді**

Хід визначення. У пробірку наливають 100 мл досліджуваної води, підкислюють 2-3 краплями азотної кислоти та додають декілька крапель азотнокислого срібла. Якщо у воді є невелика кількість хлористих солей, утворюється біле помутніння води. При великій кількості хлоридів – білий сирний осад, який не розчиняється у азотній кислоті.

## Визначення твердості води

Твердість води залежить від наявності у ній солей кальцію та магнію. Розрізняють три види твердості: *загальна* – твердість сирової води, яка зумовлена наявністю у ній усіх сполук кальцію та магнію; *постійна* – твердість води після годинного кип'ятіння, яка залежить від вмісту різних солей, які не дають осаду при кип'ятінні; *твердість, що усувається* – твердість води, яка усувається при кип'ятінні.

Хід визначення. У колбу наливають 100 мл досліджуваної води, додають 2 краплі метилоранжа та титрують 0,1 н. розчином соляної кислоти до переходу жовтого кольору розчину у блідо-рожевий. Кількість мл 0,1 н. розчину соляної кислоти, яка пішла на титрування 100 мл води, відповідає твердості води у мг-екв. М'яка вода – 3,5 мг-екв/л ( $10^0$ ), вода середньої твердості – 3,5-7,0 мг-екв/л ( $20^0$ ), тверда – понад 14 мг-екв/л ( $40^0$ ).

**Очищення води** – це звільнення від завислих у ній часток, що дає змогу покращити її якість (усунення каламутності і забарвлення). Очищення можна здійснити відстоюванням та фільтруванням, але це потребує багато часу і не дає бажаного ефекту. Тому для цього найчастіше використовують коагуляцію за допомогою сірчаноокислого алюмінію —  $Al_2(SO_4)_3$  (глинозем). Коагулянт зв'язується з солями кальцію і магнію, утворюючи гідрат оксиду алюмінію —  $Al(OH)_3$ , який у вигляді пластівців осідає на дно. Після коагуляції воду фільтрують.

**Знезараження води** спрямоване на знищення у ній мікроорганізмів. Для цього воду кип'ятять, хлорують, озонують, обробляють ультрафіолетовим промінням тощо.

При хлоруванні води лише 1-2% активного хлору витрачається на знищення мікробів. Більша його частина зв'язується із завислими у воді частинками, вступає в реакцію із органічними сполуками, витрачається на окислення неорганічних сполук. Усі ці види зв'язування хлору утворюють поняття хлорпоглинаюча здатність води. Чим більше у воді органічних речовин, тим вища її хлорпоглинаюча здатність.

При введенні у воду кількості хлору, що перевищує хлорпоглинаючу здатність, утворюється надлишок хлору, який називається залишковим хлором. Кількість активного хлору, яка необхідна для знезараження 1 л води, називається хлорпотребою води. Хлорування води проводиться 2 способами: 1) хлоруванням нормальними дозами хлору із врахуванням хлорпотреби води; 2) хлоруванням підвищеними дозами (перехлорування).

При хлоруванні води нормальними дозами хлору потрібна така кількість хлорного вапна, яка здатна забезпечити наявність у воді 0,3-0,5 мг/л залишкового хлору впродовж 30 хвилин контакту з водою влітку, 1-2 год. – взимку.

### **Визначення хлорпотреби води.**

Хід визначення. У три склянки наливають по 200 мл досліджуваної води. До кожної склянки спеціальною піпеткою (1 мл – 25 крапель) додають різну кількість 1% розчину хлорного вапна: у першу – 2 краплі, у другу – 4 краплі, у третю – 6 крапель. Вміст склянок перемішують скляними паличками та залишають на 30 хвилин. Через 30 хвилин у кожну склянку додають 1 мл 5% розчину йодистого калію, 1 мл розчину соляної кислоти, 1 мл 1% розчину крохмалю. Вміст склянок перемішують скляними паличками та спостерігають за появою синього забарвлення.

У склянці, де з'явилося добре помітне синє забарвлення, є достатня кількість залишкового хлору.

Відсутність забарвлення свідчить про нестачу залишкового хлору.

Яскраво-синє забарвлення вказує на надлишок хлору.

### **Визначення залишкового хлору у воді.**

Хід визначення. У склянку зі скляною паличкою наливають 200 мл досліджуваної води. Потім додають 1 мл 5% розчину йодистого калію, 1 мл соляної кислоти (1:3) та 1 мл 1% розчину крохмалю, перемішують рідину скляною паличкою. Якщо у воді спостерігається синє зафарбовування, то рідину, продовжують перемішувати, титруючи по краплях 0,01 н. розчином гіпосульфїту до зникнення синього забарвлення. Послідовно визначають:



кількість 0,01 н. розчину гіпосульфїту (у мл), який було затрачено на титрування 200 мл води; кількість залишкового хлору у 200 мл води, кількість залишкового хлору у 1 л води.

Наприклад. На титрування 200 мл досліджуваної води затрачено 6 крапель 0,01 н. розчину гіпосульфїту, оскільки у піпетці 1 мл міститься 25 крапель, то 6 крапель будуть відповідати 0,24 мл 0,01 н. розчину гіпосульфїту.

Відомо, що 1 мл 0,01 н. розчину гіпосульфїту відповідає 0,355 мг хлору, а 0,24 мл – будуть відповідати  $0,355 \times 0,24 = 0,085$  мг хлору. Ця кількість залишкового хлору була виявлена у 200 мл досліджуваної води, а у 1 л води вміст залишкового хлору буде дорівнювати  $0,085 \times 5 = 0,425$  мг. Порівнюючи з нормою (0,3-0,5 мг/л), робимо висновок, що вміст залишкового хлору у досліджуваній воді відповідає нормі.

### Протокол

#### визначення вмісту залишкового хлору у воді

- Дата та час дослідження
  - Місце взяття проби води для дослідження
  - На титрування 200 води витрачено \_\_\_\_ крапель 0,01 н. розчину гіпосульфїту, що відповідає \_\_\_\_ мл.
  - Вміст залишкового хлору у 200 мл води 0,355 мг  
  x \_\_\_\_ мл  
  \_\_\_\_ мг
  - Вміст залишкового хлору у 1 л води \_\_\_\_ x 5 = \_\_\_\_ мг
  - Висновок
- Підпис \_\_\_\_\_ .

### Протокол

#### визначення хімічного складу води

- Дата та час дослідження
  - Назва вододжерела
  - Для якої мети призначена вода
  - Вміст аміаку
  - Вміст хлоридів
  - Твердість води
  - Гігієнічна оцінка води
- Підпис \_\_\_\_\_ .

## Контрольні запитання

1. Вказати біологічне значення води.
2. Яке гігієнічне значення має визначення органолептичних властивостей води?
3. Як визначаються прозорість та колір води?
4. Як визначається смак та запах води?
5. Як визначається температура води?
6. Яке гігієнічне значення має визначення хімічного складу води?
7. Яке гігієнічне значення має присутність у воді аміаку та солей азотистої кислоти, як визначити їх вміст?
8. Яке гігієнічне значення хлоридів у воді і як їх визначити?
9. Яке гігієнічне значення твердості води і як її визначають?
10. Яке гігієнічне значення має бактеріальна оцінка води?
11. Що таке мікробне число, колі-титр, колі-індекс? Вказати їх гігієнічні норми.