

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет харчування та торгівлі

**ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА  
ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

Методичні вказівки  
до лабораторних робіт

Харків  
ХДУХТ  
2016

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Екологічна експертиза виробництва харчових продуктів» [Електронний ресурс] / укладачі: О. Ф. Аксьонова, Ю. Ю. Агафонова, А. О. Сергієнко. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2016. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

Укладачі: к.т.н., доц. О.Ф. Аксьонова  
ст. викл. Ю.Ю. Агафонова  
асист. А.О. Сергієнко

Рецензент: к.т.н., ст. викладач кафедри товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки К.В. Сподар

Кафедра товарознавства, управління якістю та екологічної безпеки

Схвалено методичною комісією вищого навчального закладу за напрямом підготовки: 6.030510 «Товарознавство і торговельне підприємництво»

Протокол від «17» грудня 2015 року № 3

Схвалено вченою радою ХДУХТ

Протокол від «25» лютого 2016 року № 7

Схвалено редакційно-видавничою радою ХДУХТ

Протокол від «24» лютого 2016 року № 3

© Аксьонова О.Ф., Агафонова Ю.Ю.,  
Сергієнко А.О., укладачі, 2016  
© Харківський державний університет  
харчування та торгівлі, 2016

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
Тема 1. ВІДПОВІДНІСТЬ ОБ'ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ ЗАКОНОДАВСТВУ ПРО ОХОРОНУ ТА ВИКОРИСТАННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ .....	5
Лабораторна робота № 1. Визначення концентрації діоксиду нітрогену в атмосферному повітрі .....	7
Лабораторна робота № 2. Визначення запиленості повітря .....	7
Тема 2. ВПЛИВ ОБ'ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ НА ВОДНІ РЕСУРСИ .....	9
Лабораторна робота № 3. Відбір проб води. Визначення органолептич- них властивостей води .....	10
Лабораторна робота № 4. Визначення рН вод, кислотності та лужності ...	13
Лабораторна робота № 5. Визначення температури та оксиду карбону (IV) у воді .....	16
Тема 3. ВПЛИВ ОБ'ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ НА ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ .....	18
Лабораторна робота № 6. Визначення вмісту гігроскопічної води та вологості ґрунту .....	19
Лабораторна робота № 7. Визначення вмісту органічних речовин у ґрунті .....	20
Лабораторна робота № 8. Визначення гідролітичної кислотності ґрунту ...	21
Тема 4. ЗАБРУДНЕННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ І ПРОДУКТІВ ШКІДЛИВИМИ РЕЧОВИНАМИ .....	25
Лабораторна робота № 9–10. Вимірювання радіаційної чистоти харчових продуктів із використанням будиночка свинцевого .....	26
ДОДАТКИ .....	29
Додаток 1. ГДК шкідливих речовин в атмосфері населених пунктів .....	29
Додаток 2. ГДК шкідливих речовин у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення .....	30
Додаток 3. ГДК шкідливих речовин у питній воді .....	31
Додаток 4. ГДК шкідливих речовин у ґрунтах .....	32
Додаток 5. Значення допустимих рівнів вмісту радіонуклідів у продуктах харчування та питній воді .....	33

## ВСТУП

Сучасні екологічні дослідження мають комплексний характер, охоплюючи дослідження гірських порід (геологія), вивчення хімічного складу повітря, вод, ґрунтів, рослинного і тваринного світу (хімія), спостереження за живими організмами, їх функціонуванням на різних рівнях організації.

Екологічні дослідження включають спостереження в природі (за окремими видами живих організмів, відносинами між популяціями в екосистемі, впливом абіотичного чинника на функціонування угруповань рослин чи тварин тощо), лабораторні дослідження (аналіз повітря, води, вивчення активності ферментів, (спостереження за діяльністю мікроорганізмів), аналіз отриманої інформації та її математичну обробку, створення на цій підставі теорії чи передбачення наслідків.

Встановлення хімічного складу і фізичних властивостей елементів довкілля – повітря, води, ґрунтів – досить важке завдання і вимагає певних навичок. Хімічний склад компонентів довкілля змінюється в часі та при зміні умов середовища температури, вологості, тиску, наявності певних речовин. Однак найбільший коригувальний вплив на стан довкілля чинить господарська діяльність людини. Саме людина змінює довкілля до невпізнанності, будуючи житло, господарські об'єкти, транспортні артерії, видобуваючи корисні копалини та викидаючи й складаючи відходи виробництва.

У відповідності з Законом України про охорону природного навколишнього середовища екологічні знання є обов'язковою кваліфікаційною вимогою для всіх посадових осіб, діяльність яких пов'язана з впливом на довкілля.

Підприємства харчових виробництв, торгівлі, харчування відносяться до водоемких об'єктів, що мають джерела викиду шкідливих речовин у атмосферу, тверді харчові та нехарчові відходи. На сьогодні основним завданням харчової промисловості є виробництво, торгівельних підприємств – зберігання та реалізація екологічно чистих продуктів харчування. В свою чергу екологічно чисту продукцію можливо одержати, якщо використовувати чисту воду, повітря, сировину та не забруднювати довкілля викидами та оксидами шкідливих речовин. На кожному підприємстві харчової промисловості розробляється природоохоронна документація, проводиться моніторинг джерел викидів шкідливих речовин у довкілля, розробляються та впроваджуються заходи щодо їх зниження.

Мета даного практикуму – допомогти студентам у підготовці та виконанні лабораторних робіт, виробити навички оцінки окремих показників якості довкілля, закріпити матеріал, отриманий з лекційного курсу, поліпшити практичну підготовку майбутніх фахівців.

## ТЕМА 1

# ВІДПОВІДНІСТЬ ОБ'ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ ЗАКОНОДАВСТВУ ПРО ОХОРОНУ ТА ВИКОРИСТАННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

В умовах інтенсивного розвитку промисловості та автомобільного транспорту особливого значення набуває забруднення передусім повітряного середовища населених пунктів і повітря закритих приміщень. Техногенне забруднення атмосфери призводить до підвищення екологічно зумовленої захворюваності серед населення. Тому першочерговим завданням з профілактики розвитку екологічно зумовлених патологічних станів є охорона повітряного середовища.

Склад повітря та його кількість – один з найважливіших, життєво необхідних екологічних чинників, від яких залежать колообіги хімічних елементів, життєдіяльність живих організмів, функціонування всієї біосфери.

Забруднення атмосферного повітря, особливо в приземному шарі, аерозолями та газоподібними сполуками негативно впливає на здоров'я людей, рослинний і тваринний світ. Контроль за станом атмосфери здійснюють контактними і дистанційними методами

За контактних методів аналізу проби повітря відбирають переважно аспіраційним методом, пропускаючи повітря крізь поглинальну систему. Поглиначі, які при цьому використовують, можна розподілити на три групи:

– **рідкі поглиначі** (фізична або хімічна абсорбція) – розчини кислот, лугів, солей: аміак поглинають розчином сульфатної кислоти, оксиди сульфуру – лугом, отримані розчини можна аналізувати, здійснивши попереднє концентрування, видалення домішок (за потреби), їх використовують для поглинання речовин у вигляді газів.

– **тверді поглиначі** – гідрофільні неорганічні матеріали (силікагель та молекулярні сита), гідрофобні (активоване вугілля), синтетичні макропористі органічні матеріали, вони поглинають гази, рідкі аерозолі, для вилучення їх з пор твердого сорбенту здійснюють термодесорбцію (через нагріту трубку пропускають гелій, азот, аргон) або проводять екстракцію гексаном, бензолом, етанолом тощо;

– **фільтрувальні матеріали** використовують для вловлювання твердих аерозолів, після аспірації їх розчиняють у розчинах кислот чи лугів і тримані розчини аналізують.

У практиці використовують механічні, теплові, магнітні, електричні, оптичні, хроматографічні, мас-спектральні газоаналізатори.

Крізь поглинальний розчин або сорбент за допомогою насоса чи звичайного медичного шприца прокачують газ, контролюючи об'єм поглинутої газової суміші і швидкість аспірації, яка не повинна перевищувати 1,5...2,0 дм<sup>3</sup>/хв для рідких поглинальних систем.

Якісний аналіз газових сумішей проводять *органолептичним* або *індикаційним методом* з використанням пористих сорбентів. *Органолептично* (за запахом) можна виявити сірководень H<sub>2</sub>S, оксид сульфуру (IV) – сірчистий

ангідрид  $S_2O$ , оксид нітрогену (IV) – бурий газ  $NO_2$ , бензол, хлор; за кольором – хлор, оксид нітрогену (IV). *Індикаційним методом* визначають озон (побуріння паперу, обробленого розчином KI), гідрогенсульфур (почорніння паперу з нанесеним на нього шаром  $Pb(NO_3)_2$ , аміак (червоний лакмусовий папірець синіє).

*Дистанційними методами* за допомогою зондів, авіації, космічних супутників визначають турбулентність потоків повітря, пилове забруднення, вміст вологи, концентрацію окремих забруднювальних речовин. Так, наступного дня після аварії на Чорнобильській АЕС хмару радіоактивних аерозолів було виявлено над територією Західної Європи з японського супутника.

Вперше радіохвилі були використані для аналізу стану іоносфери (за відбиванням і заломленням хвиль), а в 1965 р. було складено карту хмарового покриву майже над усією земною поверхнею.

З метою встановлення ступеня забрудненості повітря кількома речовинами, що діють одночасно, використовують комплексний показник – *індекс забрудненості атмосфери (ІЗА)*. Для цього нормовані на відповідні ГДК середні концентрації домішок приводять до концентрації  $SO_2$ , і підсумовують. ІЗА показує, у скільки разів сумарне забруднення повітря перевищує ГДК  $SO_2$ .

Для спостереження за станом повітря в містах з населенням до 1 млн жителів встановлюють 2–5 стаціонарних постів, з населенням понад 1 млн – більше 10: в центрі міста, в зоні відпочинку, поблизу поживавлених автомагістралей, ТЕС, промислових підприємств.

На постах проводять спостереження за однією з програм:

- за повною – о 1,7,13,19 год;
- за неповною – о 7,9,13 год;
- за скороченою – о 7 і 13 год;
- за добовою – один раз на добу.

– У повітрі визначають вміст пилу та його гранулометричний склад, концентрацію води, оксидів сульфуру, нітрогену, карбону (IV), кислот; якщо аналізують газові викиди підприємств чи повітря поблизу них, то визначають і специфічні сполуки, характерні для нього (гідрогенсульфур, бензол, важкі метали тощо) (додаток 1).

**Запиленість повітря** – важливий екологічний фактор. Небезпека пилу для людини визначається його хімічною природою, концентрацією, формою часточок, токсичністю, здатністю сорбувати забруднювальні речовини.

За розміром часточок пил можна розділити **на дві групи**:

– тонкодисперсний пил (порох), який складається з легких і рухомих часточок розміром до кількох десятків мікрометрів ( $1\text{мкм}=10^{-3}\text{ мм}$ ), який довго утримується в повітрі і в разі вдихання людиною може накопичуватися в легенях;

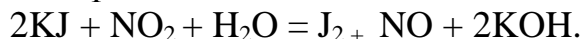
– грубодисперсний пил, що складається з великих і важких часточок, який швидко осаджується. У закритому приміщенні в  $1\text{ см}^3$  повітря може міститися до  $10^6$  пилових часточок різних розмірів, токсичності, природи.

## **Лабораторна робота № 1**

### **Визначення концентрації діоксиду нітрогену в атмосферному повітрі**

#### **Хід роботи.**

Діоксид азоту в якості сильного окислювача виділяє йод з нейтральних розчинів йодиду калію в ході реакції



Для відбору проб повітря складають таку систему: склянка Дрекселя з 100 мл 4% розчину КJ та аспіраційного устаткування. Повітря протягують через склянку Дрекселя з швидкістю 0,05 дм<sup>3</sup> за хвилину до появи в склянці з розчином КJ жовтого кольору. Після цього розчин КJ переносять в колбу й титрують 0,001 моль/дм<sup>3</sup> розчином тіосульфату натрію до ледь помітного жовтуватого відтінку. Після цього у розчин додають 5 мл 0,2% розчину крохмалю и титрують до зникнення синього забарвлення. Розрахунок концентрації діоксиду азоту С виконують за формулою

$$C = \frac{0,023 \times V}{V_0},$$

де V – об'єм 0,001 моль/дм<sup>3</sup> розчину тіосульфату натрію, мл;

V<sub>0</sub> – об'єм проби повітря, дм<sup>3</sup>, приведений до нормальних умов;

0,023 – кількість NO<sub>2</sub>, мг, яка відповідає 1 мл 0,001 моль/дм<sup>3</sup> розчину тіосульфату натрію.

## **Лабораторна робота № 2**

### **Визначення запиленості повітря**

#### **1. Визначення концентрації пилу**

##### **Хід роботи.**

Для визначення пилу використовують фільтрацію повітря крізь паперовий фільтр. Беззольний паперовий фільтр, попередньо висушений до постійної маси, вкладають у фільтроутримувач та сильно закручують. Перед відбором проби перевіряють герметичність патрону. Пробу відбирають зі швидкістю 25...100 дм<sup>3</sup>/хв так, щоб вага пилу на фільтрі була не менше, ніж 4 мг. Після цього фільтр висушують до незмінної маси, зважують та розраховують концентрацію пилу за формулою:

$$C = \frac{(a-b) \times 1000}{V_0},$$

де a – маса фільтра після відбору проби, мг;

b – маса фільтру до відбору проби, мг;

V<sub>0</sub> – об'єм протягнутого повітря, приведений до нормальних умов, л.

#### **2. Визначення відносної запиленості повітря**

##### **Хід роботи.**

Наносять 1 краплю води на предметне скло. Встановлюють предметне скло у вибраному місці на 15 хв. Готують мікропрепарат, накривши краплю з осілими пиловими часточками покривним скельцем.

Вміщують мікропрепарат на предметний столик мікроскопа. Встановлюють таке збільшення, щоб у полі зору мікроскопа була якнайбільша частина краплі. Підраховують кількість пилових часточок у краплі і описують їх якісний склад.

Визначають кількість пилових часточок, що осіли протягом 15 хв на поверхні краплі такої самої площі після витримання предметного скла з краплею в різних місцях одного й того самого приміщення, в різних приміщеннях.

### *3. Визначення якісного складу пилу*

#### **Хід роботи.**

Відбирають зразок пилу, піддвіваючи лопаткою відклади пилу на «доріжці» завширшки 3–5 см. Переносять зразок з лопатки на предметне скло. Готують мікропрепарат сухого пилу, накривши зразок пилу покривним скельцем.

Вміщують препарат на предметне скло мікроскопа і встановлюють таке збільшення, щоб у поле зору потрапила якнайбільша площа плям. Розглядають мікропрепарат під мікроскопом і описують зовнішній вигляд, форму, розміри, взаємне розміщення, колір часточок тощо. Піднімають покривне скельце препарувальною голкою, наносять на зразок пилу краплю розчину кислоти і відразу накривають покривним скельцем. Вміщують мікропрепарат на предметний столик, розглядають його під мікроскопом і описують зміни, що відбуваються зі зразком пилу в розчині кислоти.



## ТЕМА 2

### ВПЛИВ ОБ'ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ НА ВОДНІ РЕСУРСИ

Вода – основна складова частина всіх живих організмів, бере участь у всіх процесах, що відбуваються в живих організмах. Збільшення кількості нашого населення, інтенсифікація сільського господарства вимагає збільшення споживання води і передусім прісної, запаси якої на землі обмежені. З розвитком промисловості водні басейни все більше забруднюються викидами відпрацьованих недостатньо очищеними промисловими водами та побутовими стічними водами. Саме тому необхідно постійно вивчати стан гідросфери з метою проведення заходів для запобігання її забруднення та раціонального використання.

До водних об'єктів, які потребують екологічного вивчення, належать океани, моря, річки, озера, штучні водойми, болота, підземні та стічні води.

Вода – менш мінливе, ніж повітря, середовище. Хімічний склад води, її фізичні характеристики, швидкість трансформації забрудників залежать від природних чинників:

- хімічного складу ґрунту берегів і мулу,
- температури,
- багатства рослинного й тваринного світу водойми,
- швидкості течії,
- глибини водойми,
- рН води,
- вмісту розчиненого кисню та антропогенних забруднень зокрема сусідства,
  - тваринницьких ферм, звалищ,
  - сільськогосподарських угідь, на яких використовують різноманітні пестициди,
  - промислових підприємств,
  - енергетичних об'єктів,
  - штучних водосховищ,
  - місць скидання господарсько-побутових чи промислових стічних вод.

Стабільність і трансформація хімічних сполук у воді залежать від наявності кількох забруднюючих речовин, які, взаємодіючи між собою, можуть утворювати як нетоксичні, так і більш токсичні, ніж вихідні, сполуки. Зокрема, сполуки меркурію за наявності органічних речовин здатні утворювати значно небезпечнішу для живих організмів сполуку – диметилмеркурій, хлор у надлишкових концентраціях хлорує органічні речовини до хлороформу та діоксанів.

Значною мірою впливають на хімічний стан водойм водонаповнення, скидання теплих вод, активізація різних мікробіологічних процесів.

#### **Особливості відбору проб на аналіз**

Місце відбору проб залежить від поставленого завдання. Проби води відбирають у маловодні і багатоводні періоди.

Відбір проб може бути *одноразовим (нерегулярним)* або *серійним (регулярним)*. Проба чи серія проб має бути характерною для місця відбору, а об'єм залежить від кількості визначуваних компонентів та обраної методики аналізу

Прості проби одержують одноразовим відбором об'єму води, необхідного для аналізу, змішані – це суміш простих проб, відібраних одночасно з різних місць досліджуваного об'єкта чи в одному місці через різні проміжки часу (вони характеризують склад води в просторі й часі). В окремих випадках, якщо стічні води скидаються у водойму, в якій аналізують воду, нерегулярно і в різних кількостях, відбирають середню пропорційну пробу (суміш простих проб, об'єм яких пропорційний кількості скинутих стічних вод).

Проби води відбирають у склянку з поліетилену чи боросилікатного скла. Посуд миють синтетичними мийними засобами, розчином хлоридної кислоти, скляний – хромовою сумішшю, після чого споліскують спочатку водопровідною, а потім дистильованою водою. Перед відбором проб посуд 2–3 рази промивають водою, яку беруть для досліджень (для достовірності результатів відбирають одночасно по 2 проби)

Посудину заповнюють водою вщерт, щоб не залишалось повітря, і закривають пробкою. Записують місце забору, час, прізвище особи, яка відбирала проби.

Якість води зумовлює стан здоров'я людини. Природні води містять безліч хімічних речовин і деякі з них можуть стати причиною захворювання людини. ГОСТ 2874-82. нормує хімічні речовини, які зустрічаються в природних водах або додаються до води під час її обробки. При екологічних дослідженнях водного джерела визначають фізичні й хімічні властивості води, вивчають склад біоти, що мешкає в ньому, тобто набір рослинних і тваринних організмів. Хоча вичерпну екологічну характеристику водного джерела можна дати після складних і тривалих досліджень, що вимагає спеціального устаткування в добре обладнаних лабораторіях, все ж основні життєво важливі екологічні параметри можна визначити невеликою вузівською групою на простому обладнанні (додатки 2, 3).

### **Лабораторна робота № 3**

#### ***Відбір проб води. Визначення органолептичних властивостей води***

##### *1. Відбір проб води*

##### **Хід роботи.**

Проби води відбирають у склянку з поліетилену чи боросилікатного скла. Посуд миють синтетичними мийними засобами, розчином хлоридної кислоти, скляний хромовою сумішшю, після чого споліскують спочатку водопровідною, а потім дистильованою водою. Перед відбором проб посуд 2–3 рази промивають водою, яку беруть для досліджень (для достовірності результатів відбирають одночасно по 2 проби). Для скороченого аналізу відбирають 2 л води. Посудину заповнюють водою вщерт, щоб не залишалось повітря, і

закривають пробкою. Записують місце забору, час, прізвище особи, яка відбирала проби. Відібрану пробу води аналізують впродовж 2–3 год після відбору: крайній термін 12 год. В іншому випадку її зберігають у холодильнику або консервують.

Враховуючи, що в період між відбором проб води та її аналізом можуть швидко змінюватися температура води і її рН, вимірювання температури води та її кислотності здійснюють під час відбору.

Відібрані для аналізу проби води необхідно досліджувати у день відбору. Якщо аналіз не можна провести в день відбору, зразок води слід зберігати в холодильнику при температурі 4° С.

## 2. *Визначення органолептичних показників забруднення води*

### **Хід роботи.**

**Прозорість.** 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 букв 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 в сантиметрах, з якої ще можна прочитати шрифт. Отримане значення характеризуватиме прозорість досліджуваної вода. Вода вважається прозорою, якщо шрифт Снеллена можна прочитати крізь шар води завтовшки не менше 30 см.

**Осад.** Збовтану у пляшці воду наливають у циліндр шаром приблизно 30 см залишають на 1 год. Осад оцінюють *кількісно* (незначний, помітний, великий) і *якісно* (піщаний, глинистий, мулистий). Відзначають також колір осаду. Великий осад свідчить про забруднення води.

**Запах.** За характером запахи поділяють на 2 групи:

- *запахи природного походження:* земляний, торф'янистий, гнильний, трав'яний, болотний, дерев'янистий, ароматичний, рибний, запах цвілі, сірководневий тощо.

- *запахи штучного походження:* хлорний, оцтовий, фенольний, бензиновий, камфорний тощо.

Визначення характеру й інтенсивності запаху проводять за кімнатної температури і при 65° С в колбі, накритій годинниковим склом чи притертою пробкою (табл. 2.1).

Беруть 100 мл аналізованої води при 20° С наливають у колбу місткістю 150 – 200 мл з широким горлом, закривають струшують при обертанні, відкривають і визначають характер та інтенсивність запаху.

*Порогова концентрація запаху* – це концентрація визначуваної речовини в розчині при максимальному розбавлянні, коли запах ще відчутний.

## Інтенсивність запаху визначають за п'ятибальною шкалою

Інтенсивність запаху, смаку	Характер вияву запаху	Інтенсивність, бали
Немає	Не відчувається	0
Дуже слабкий	Не відчувається споживачем, але виявляється під час експериментальних досліджень	1
Слабкий	Зауважується споживачем, якщо звернути на це його увагу	2
Помітний	Легко зауважується	3
Сильний (виразний)	Змушує утримуватися від запаху	4
Дуже сильний (різкий)	Настільки сильний, що робить воду непридатною для використання	5

Для визначення порогу запаху 200 мл аналізованої води переносять у конічну колбу місткістю 400–500 мл, додають 200 мл води без запаху (її готують так: пропускають воду крізь колонку з активованим вугіллем; можна додати 0,6 г вугілля на 1 л води, перемішати і профільтрувати крізь шар вати в кімнаті, де немає запахів). Розбавляючи поступово в 2 рази, досягають порогової концентрації, коли запах перестане відчуватися в двох найбільших розбавленнях;

У кілька колб, заздалегідь споліснутих водою дня розбавлення, що не має запаху, вносять 200, 100, 65, 50, 40, 33, 25, 20 мл аналізованої води і доводять об'єм водою для розбавлення до 200 мл. Ставлять контроль. Колби закривають.

Починаючи з найбільшого розбавлення, струшують колби і визначають характер та інтенсивність запаху. Якщо аналізують дуже забруднені води, кількість досліджуваної води може становити 16, 8, 4, 2, 1 мл.

Інтенсивність запаху  $U$  аналізованої води обчислюють за формулою

$$U=200/V,$$

де  $V$  – об'єм проби, взятий для приготування суміші, в якій виявлений відчутний запах, мл.

Після цього досліджувану воду (100 мл) наливають у колбу місткістю 200 мл зі шліфом і закривають притертою пробкою. Вміст колби декілька разів збовтують, після чого, відкривши пробку, аналізують характер та інтенсивність запаху, інтенсивність запаху визначають при температурі 20 та 60° С і оцінюють за п'ятибальною системою (табл. 2.1).

Інтенсивність запаху питної води, що визначається при 20° С та при нагріванні її до 60° С, не повинна перевищувати двох балів (ГОСТ 2874-82).

**Смак і присмак.** Невелику кількість досліджуваної води при 20° С набирають (не ковтаючи) у рот 3–5 сек., після чого рот прополіскують дистильованою водою. Інтенсивність смаку або присмаку води не повинна

перевищувати двох балів. Розрізняють чотири основні види смаку: солоний, кислий, солодкий, гіркий. Усі інші відчуття називають присмаками.

Солоний смак води зумовлений, переважно, наявністю в ній хлориду натрію, гіркий – сульфату магнію, кислий смак – надлишком розчиненої вуглекислоти (мінеральні води).

**Колір води** відкритих водойм зумовлюється насамперед наявністю у ній гумінових речовин і сполук заліза. При забрудненні водойм стічними водами вода може мати невластивий їй колір. За правилами скидання стічних вод у водойми природна вода при змішуванні має запишатися прозорою в шарі завтовшки 10 см. З цією метою в лабораторних умовах визначають ступінь розбавлення води, за якого колір її шару зазначеної товщини стане непомітним.

Для цього на аркуш паперу славлять три циліндри з прозорого скла діаметром 20–25 мм. У перший циліндр наливають стічну воду (висота шару 10 см), у другий стільки ж етильованої води, в третьому циліндрі – стічна вода, яку поступово розбавляють доти, доки при огляді зверху розбавлена і дистильована вода не стануть однаковими.

Для водойм господарсько-питного водоспоживання колір не має спостерігатися у стовпчику води висотою 20 см, а для водойм культурно-побутового призначення – 10 см. Колір визначають після виділення завислих речовин центрифугуванням або фільтруванням, візуально або за допомогою фотометра, фотоколориметра чи спектрофотометра.

Висновок про якість питної води роблять на основі аналізу всіх груп показників досліджуваного зразка води.

## **Лабораторна робота № 4** **Визначення рН вод, кислотності та лужності**

### *1. Визначення рН*

Значення рН середовища має велике значення у формуванні хімічного складу вод, процесів їх очищення, забезпеченні умов існування для рослинного й тваринного світу водойми. Зокрема, зниження рН сприяє підвищенню розчинності карбонатів, сульфідів, фосфатів важких металів, збільшенню їх міграції і доступності для засвоєння живими організмами, отруєнню.

Для більшості живих організмів водойм оптимальним є рН = 6,7–8,6. Цей показник залежить від багатьох чинників температури води, вмісту органічних речовин, діяльності живих організмів тощо.

#### **Хід роботи.**

Найзручніше і найточніше визначають рН вод з допомогою рН-метра. Можна скористатися універсальним індикаторним папером і за кольоровою шкалою визначити рН. Ще один спосіб – використання різних кислотно-основних індикаторів (табл. 2.2), які змінюють своє забарвлення при різних значеннях рН. Знаючи інтервал рН зміни кольору кількох індикаторів, можна з достатньою точністю визначити рН води, наливши 5–10 мл аналізованої води в пробірки і добавивши по 1–2 краплі індикатора.

## рН-індикатори

Індикатор	Інтервал рН	Зміна кольору
Пікринова кислота	0,1–1,3	Безбарвний – жовтий
Кристалічний фіолетовий:		
I	0,13–0,5	Жовтий – зелений
II	1,0–1,5	Зелений – синій
III	2,0–3,0	Синій – фіолетовий
Крезоловий червоний:		
I	0,2–1,8	Червоний – жовтий
II	7,0–8,8	Жовтий – пурпуровий
Метилловий жовтий	2,9–4,0	Червоний – оранжево-жовтий
Бромфеноловий синій	3,0–4,6	Жовтий – фіолетово-синій
Метилловий оранжевий	3,0–4,4	Червоний – оранжево-жовтий
2,5-Динітрофенол	4,0–5,8	Безбарвний – жовтий
Метилловий червоний	4,4–6,2	Червоний – жовтий
2,5-Динітрофенол	4,0–5,8	Безбарвний – жовтий
Метилловий червоний	4,4–6,2	Червоний – жовтий
Алізариновий червоний	5,0–6,6	Жовтий – фіолетово-червоний
Бромтимоловий синій	6,0–7,5	Жовтий – синій
Фенолфталеїн	8,2–10,0	Безбарвний – рожевий
Тимолфталеїн	9,3–10,5	Безбарвний – синій
Алізариновий жовтий К	10,0–12,0	Жовтий – оранжево-червоний
Алізарин	11,0–13,0	Рожевий – фіолетовий
Фуксинова кислота	12,0–14,0	Яскраво-червоний – безбарвний

## 2. Визначення кислотності

**Кислотність** – це концентрація у воді речовин, що взаємодіють з сильними основами. До них належать сильні кислоти, які у водному розчині повністю дисоціюють на іони (сульфатна, хлоридна, нітратна, хлорна), слабкі кислоти (ацетатна, сульфідна сульфідна, карбонатна) та катіони слабких основ, які у воді гідролізують з виділенням протонів ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ , катіони органічних основ).

**Хід роботи.**

Під час визначення кислотності титрування з різними індикаторами краще виконувати в окремих порціях аналізованої води.

*Визначення загальної кислотності.* До 50–100 мл аналізованої води додають 10 крапель розчину тимолфталеїну чи фенолфталеїну і титрують розчином  $\text{NaOH}$  на білому тлі до появи відповідно синього або рожевого забарвлення розчину, яке не зникає. Якщо як індикатор застосовують фенолфталеїн (перехід забарвлення при  $\text{pH} = 8,2\text{--}10,0$ ) чи тимолфталеїн

(рН=9,4–10,6), відбувається нейтралізація всіх кислот, зокрема й слабких.

*Визначення вмісту сильних кислот.* До іншої проби аналізованої води (100–50 мл) додають 5–6 крапель метилового жовтого (або індикатора, що його замінює). Пробу титрують розчином NaOH до зміни забарвлення розчину (у разі метилового жовтого інтервал рН переходу забарвлення 2,9–4,0 – від червоного до жовтого).

*Визначення вільної кислоти у водах з високою концентрацією Fe (II). Зв'язування феруму (II) і феруму (III) гексаметафосфатом натрію.* До відміряного об'єму аналізованої води що містить у 100 мл не більш як 120 мг іонів Fe (II) і не більш як 10 мг Fe (III), додають у дво- чи трикратному надлишку 2%-й розчин гексаметафосфату натрію, 5–6 крапель індикатора бромфенолового синього і титрують вільну кислоту розчином NaOH до появи жовто-зеленого забарвлення.

Залишають на 25–30 хв до зникнення жовтого відтінку, утворений зелений розчин знову титрують розчином H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> до переходу зеленого кольору в сірий. При правильному проведенні процесу на зворотне титрування витрачають не більш як 0,5 мл розчину сульфатної кислоти з концентрацією 0,1 моль/л.

Кислотність води X визначають за формулою

$$C = \frac{A \times \hat{E} \times 0,1 \times 1000}{V},$$

де *A* – об'єм розчину HCl, витраченого на титрування, мл,

*V* – об'єм води, взятої для аналізу, мл,

*K* – поправковий коефіцієнт для розчину HCl з *C* = 0,1 моль/л.

### 3. *Визначення лужності*

**Лужність** – це вміст у воді речовин, що здатні взаємодіяти з сильними кислотами. Умовно їх можна поділити на три групи сильні основи (гідроксиди лужних і лужноземельних металів), слабкі основи (решта гідроксидів) та аніони слабких кислот (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, аніони гумінових кислот, HS<sup>-</sup>, S<sup>2-</sup> тощо).

Визначенню перешкоджають інтенсивне забарвлення води (усувають додаванням активованого вугілля з подальшим фільтруванням проби), вільний хлор, який знебарвлює індикатор (його видаляють, вводячи у воду еквівалентну кількість тіосульфату натрію з *C*=0,1 моль/л), високий вміст вуглекислого газу (перешкоджає правильному визначенню переходу забарвлення індикатора при титруванні, його витісняють, пропускаючи крізь воду повітря).

### **Хід роботи.**

Якщо стічна вола каламутна, її фільтрують, якщо інтенсивно забарвлена – розбавляють дистильованою водою у мірних колбах місткістю 100 чи 200 мл. Взятий об'єм води враховують під час розрахунку результатів аналізу.

У конічну колбу наливають 100 мл аналізованої води, додають 5 крапель фенолфталеїну і отриманий розчин титрують на білому тлі хлоридною чи сульфатною кислотою до зникнення рожевого забарвлення. Кількість витраченої кислоти відповідає лужності води за фенолфталеїном, тобто вмісту в

ній речовин – слабких основ.

Потім у колбу додають 5–6 крапель метилового жовтого або бромфенолового синього чи змішаного індикатора. В другу конічну колбу наливають такий самий об'єм аналізованої води і стільки ж індикатора, скільки його було добавлено в перший розчин. Ставлять обидві колби на білий папір і титрують рідину в першій колбі доти, доки її колір не почне відрізнятися від кольору рідини в другій колбі. Витрата титрованого розчину кислоти на друге титрування свідчить про вміст у воді аніонів слабких кислот.

Загальний об'єм витраченої кислоти відповідає загальній лужності води (X). Розрахунки виконують за формулою

$$X = \frac{A \cdot K \cdot 100}{V},$$

де  $A$  – об'єм розчину кислоти, витрачений на титрування, мл,

$V$  – об'єм аналізованої води, мл,

$K$  – поправковий коефіцієнт для розчину кислоти  $C = 0,1$  моль/л.

## Лабораторна робота № 5

### Визначення температури та оксиду карбону (IV) у воді

#### 1. *Визначення температури*

Температура є важливим екологічним чинником. Підвищення температури класифікує гідроліз багаторядних катіонів, збільшує токсичність окремих сполук, прискорює біохімічні процеси у воді водойм. Крім того, кожен живий організм свій оптимальний режим температури поза межами стійкості гідро біонти гинуть.

Промислові підприємства, що скидають у природні водойми теплу воду, спричиняють теплове забруднення водойм.

#### **Хід роботи.**

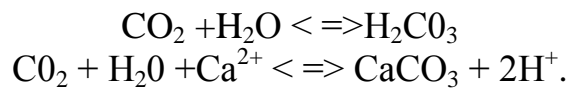
Температуру води визначають за допомогою термометрів. Якщо глибина водойм понад 1 м, то температуру визначають через кожен 1 метр глибини. При цьому для замірювань на глибині понад 1 метр термометр слід «залишити» його чутливий кінець термометра. Для замірювань температури на глибинах понад 1 метр використовують канат з поділками.

Вимірювати температуру води в річці бажано поблизу місця скидання у водойм підприємства чи електростанції. У цьому разі замірювання виконують вище й нижче від місця скидання. Складають два температурних профілі річки і порівнюють їх між собою.

#### 2. *Визначення вмісту оксиду карбону у воді*

Основними джерелами оксиду карбону (IV) в природних водах є атмосферне повітря, дихання рослин і тварин, розкладання органічних решток тощо. При підвищенні температури води  $\text{CO}_2$  виділяється в атмосферу, при зниженні поглинається і зв'язується з водою, катіонами кальцію в малодисоційовану карбонатну кислоту та малорозчинний карбонат кальцію:





### **Хід роботи.**

Відбирають у пробірку 100 мл досліджуваної води, не збовтуючи, для запобігання КІ її повітрям. Додають в пробірку 10 крапель розчину індикатора. Поява рожевого забарвлення свідчить про відсутність у воді вільного вуглекислого газу. Якщо вода залишилася безбарвною, її титрують розчином карбонату натрію до появи ледь помітного рожевого забарвлення (під час титрування пробірку не збовтують, а обережно обертають, щоб уникнути розчинення у воді вуглекислого газу повітря).

Кількість  $\text{CO}_2$  у воді (в мг/л) дорівнює об'єму розчину карбонату натрію, витраченого на титрування, помноженому на 10.

Екологічними характеристиками водойм, зокрема текучої води річок є температура, прозорість, кольоровість, вміст розчинних сполук, швидкість потоку, відношення кількостей води, що втікає і витікає, профіль глибини, характер берегів.

### ТЕМА 3

## ВПЛИВ ОБ'ЄКТІВ ЕКСПЕРТИЗИ НА ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ

Літосфера – зовнішня тверда оболонка Землі, яка включає всю земну кору з частиною верхньої мантії Землі й складається з осадкових, вивержених і метаморфічних порід.

Ґрунт, як один з основних елементів довкілля, суттєво впливає на здоров'я та санітарні умови життя. Екологічне значення ґрунту визначають основні чинники: механічна структура, хімічний склад, рівень забруднення токсичними хімічними речовинами, мікробне обсіменіння. Через забруднений ґрунт можуть розповсюджуватися різноманітні інфекції (бактеріальні, вірусні) та захворювання, що викликані гельмінтами. Вкрай несприятливо на екологію населених місць впливає забруднення ґрунту екзогенними хімічними речовинами (пестицидами, штучними радіоактивними речовинами і відходами промислових підприємств). Тому охорона ґрунтів від забруднення є важливим заходом профілактики виникнення і поширення інфекційних і неінфекційних хвороб.

У ґрунтовому моніторингу визначають вологість, вміст гумусу, обмінну здатність ґрунтового вбирного комплексу, рН забруднення нітратами, пестицидами, нафтопродуктами, важкими металами, активність ґрунтової фауни, яка має надзвичайно важливе значення у формуванні ґрунту і забезпеченні його родючості.

Особливістю вивчення екологічного стану ґрунтів, на відміну від атмосфери і вод, є необхідність ранньої діагностики порушень засолення, закислення, забруднення, зміни структурно-механічних характеристик.

Для ґрунтів характерна зональність – сусідні ділянки можуть мати різний хімічний склад, що зумовлено рослинністю, глибиною залягання ґрунтових вод материнською породою, освітленістю тощо. Тому при аналізі ґрунтів відбирають середню пробу, що характеризує ґрунт на певній території.

Дистанційними методами користуються для отримання оперативних даних про температуру, вологість, засоленість, вміст гумусу у вертикальному розрізі ґрунту, товщину снігового покриву, стан рослинності.

З цією метою визначають діелектричну проникність та електропровідність, які залежать від типу вологості, хімічного складу ґрунту. Глибини проникнення електромагнітних хвиль з  $\lambda=30$  м для піщаних сухих і вологих ґрунтів становлять відповідно 50 м і 1м; при  $\lambda=2,8-3,4$  і 6–7 мкм спостерігається селективне поглинання хвиль молекулами води, тоді як при  $\lambda=4-5$  мкм воно зумовлене рослинним пігментом хлорофілом.

Радіоактивність, визначена аерометодами, характеризує тип ґрунту для чорноземних і каштанових ґрунтів вона вища, ніж для лісових і підзолистих; концентрація радіонуклідів зростає при збільшенні частки глинистої фракції.

Інформація отримана дистанційними методами, дає змогу визначити не лише стан ґрунтів, а й стан посівів біомасу, площу покриття ґрунтів рослинністю, налягання, захворюваність, пошкодження шкідниками,

забур'яненість, ступінь розвитку рослин (додаток 4).

## **Лабораторна робота № 6** **Визначення вмісту гігроскопічної води та вологості ґрунту**

### *1. Визначення вмісту гігроскопічної води*

Оскільки ґрунт має різні будову і склад навіть на сусідніх ділянках, дуже важливим етапом аналізу є взяття зразків ґрунту, формування середньої проби, переведення її в повітряно-сухий стан, відбір певної за гранулометричним складом фракції.

#### **Хід роботи.**

Лопаткою відбирають пробу по 100–200 г по кутках і в центрі ділянки, ґрунт якої аналізують. Вкладають проби в пакети, герметично їх зав'язують і зазначають на етикетці номер зразка ґрунту, дату і місце відбору.

Висипають проби на піддон рівним шаром видаляють сторонні домішки (листя, кору, грудки, коріння, сміття). Описують структуру ґрунту (розсипчастий, грудкуватий, кам'янистий тощо) та його склад (наявність і кількість сторонніх включень переважаючий тип). Залишають ґрунт для висихання.

Пробу повітряно-сухого ґрунту висипають на аркуш паперу і розрівнюють шаром в 1–2 см, розкладають у формі прямокутника, ділять його на чотири прямокутники або чотири трикутники (рис 3.1) і два з них відкидають, а два з'єднують, перемішують і знову зменшують пробу методом квартування до 300–500 г. Зважують ґрунт.

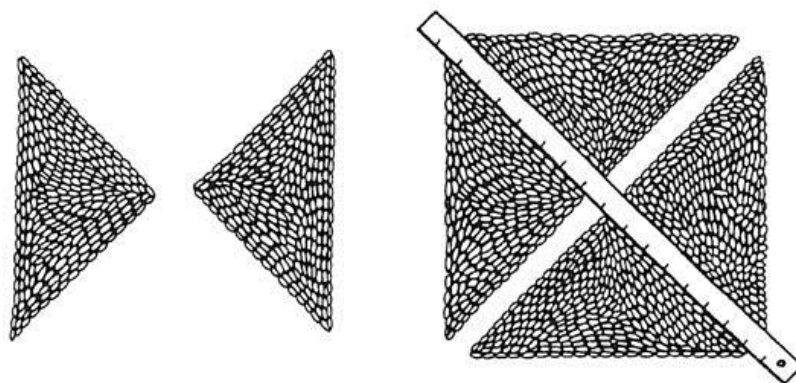


Рис 3.1. Відбір проби ґрунту методом квартування

Порції ґрунту розтирають дерев'яним шпателем у фарфоровій ступці і просіюють крізь сито з отворами 1 мм. Частину ґрунту, що залишилася на ситі, зважують і визначають її вміст у відсотках від загальної маси («ґрунтовий скелет»).

Ґрунт, який пройшов крізь сито, називають «дрібноземом» і використовують для аналізу.

## 2. *Визначення вологості ґрунту*

Вологість ґрунту зумовлена наявністю гігроскопічної води, що вбирається ґрунтом і видаляється з нього за температури 100–105° С. Висушування за цієї температури молю давати завищені дані, що зумовлено видаленням з ґрунту газів і частково води, яка входить до складу кристалогідратів.

Вологість має велике значення для забезпечення родючості: у воді розчинені солі, необхідні для живлення рослин; ґрунтова волога зумовлює тургор рослин, завдяки процесам фільтрації, випаровування, розчинення відбувається міграція хімічних елементів у ґрунті.

### **Хід роботи.**

У бюксі з притертою пробкою зважують на аналітичних терезах з точністю до 0,0002 г приблизно 1–2 г проби повітряно-сухого ґрунту, вміщують відкритий бюкс у сушильну шафу і висушують пробу при 100–105° С 5 год. Бюкс виймають з шафи, закривають кришкою і ставлять в ексікатор на 20–30 хв для охолодження, а потім зважують.

Масову частку гігроскопічної води відносно маси сухої проби визначають за формулою

$$w(\text{H}_2\text{O}) = \frac{(m_1 - m_2) \times 100}{g},$$

де  $m_1$  і  $m_2$  – маса бюкса з ґрунтом до і після висушування, г;

$g$  – маса проби після висушування, г.

## **Лабораторна робота № 7**

### ***Визначення вмісту органічних речовин у ґрунті***

У ґрунті, крім мінеральних, містяться й органічні речовини: розкладені і напіврозкладені мікроорганізмами рештки рослин і тварин, ґрунтовий гумус або перегній. Вміст гумусу в різних ґрунтах різний (у ґрунтах більшості типів не перевищує 5%, у чорноземах 8–10%, у болотних ґрунтах 18–20%) і зменшується від поверхні вглиб.

Вміст органічних речовин визначають за втратою маси ґрунту під час прожарювання (ВПП – втрата маси при прожарюванні), оскільки при 900° С органічні речовини згоряють з виділенням  $\text{CO}_2$ , пари води та інших газоподібних продуктів, зокрема  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ . Однак за цієї температури з ґрунту видаляються, крім органічних речовин, гігроскопічна й кристалізаційна вода, карбонати тощо.

### **Хід роботи.**

Наважку повітряно-сухого ґрунту масою 1–2 г, зважену на аналітичних терезах у фарфоровому тиглі, ставлять у холодну муфельну піч і прожарюють при 900° С упродовж 1–1,5 год. Потім тигель охолоджують в ексікаторі і зважують. Повторне прожарювання проводять 15–20 хв до сталої маси тигля з пробкою ґрунту. ВПП обчислюють за формулою

$$ВПП = \frac{(m_1 - m_2) \times 100K}{g} - w(H_2O_{гир.}), \%$$

де  $m_1 - m_2$  – маси тигля з наважкою повітряно-сухого ґрунту до і після прожарювання відповідно, г;

$g$  – маса наважки повітряно-сухого ґрунту, г;

$K$  – коефіцієнт перерахунку на сухий ґрунт, який визначають за формулою

$$K = \frac{100}{100 - w(H_2O_{гир.})},$$

де  $w(H_2O_{гир.})$  – масова частка гігроскопічної води, %.

Повторюють аналіз з іншими типами ґрунтів і порівнюють вміст органічних речовин у чорноземі, підзолистому ґрунті, сіроземі тощо.

### **Лабораторна робота № 8** **Визначення гідролітичної кислотності ґрунту**

Кислотність ґрунту має велике значення для росту й розвитку рослин, впливає на асиміляцію ґрунтовим обмінним комплексом катіонів важких металів та їх міграцію, доступність окремих поживних речовин для засвоєння рослинами тощо (табл. 3.1).

*Таблиця 3.1*

#### **Оптимальні значення рН для основних сільськогосподарських культур**

Рослина	рН	Рослина	рН	Рослина	рН
Люпин	4,5–6,0	Льон	5,9–6,5	Яра пшениця	6,3–7,6
Гречка	4,7–7,5	Соняшник	6,0–6,8	Соя	6,5–7,1
Чай	4,8–6,2	Кукурудза	6,0–7,0	Бавовна	6,5–9,0
Картопля	5,0–5,5	Горох	6,0–7,0	Капуста	6,7–7,1
Овес	5,0–7,7	Конюшина	6,0–7,0		6,8–7,5
Морква	5,5–7,0	Салат	6,0–7,0	Ячмінь	6,8–7,5
Редиска, ріпа	5,5 і більше	Озима пшениця	6,0–7,5	Цукровий буряк	7,0–7,5
Просо	5,5–7,5	Огірки	6,0–7,9	Люцерна	7,0–8,0
Тимофіївка	5,6 і більше	Томати	6,3–6,7	Коноплі	7,1–7,4

Так, при випаданні кислотних дощів знижується рН ґрунтового розчину, що може створити несприятливі умови для розвитку рослин; збільшується

рухливість іонів металів, що містилися в ґрунті у вигляді малорозчинних солей слабких кислот (карбонати, фосфати, хлориди); зростає можливість накопичення рослинами катіонів важких металів і отруєння травоядних, а потім хижих тварин і людини внаслідок акумуляції по ланцюгах живлення.

Розрізняють два види кислотності ґрунту: актуальну і потенційну. Активна кислотність визначається наявністю вільних іонів  $H^+$  у ґрунтовому розчині, її позначають як рН. Потенційна кислотність зумовлена наявністю  $H^+$  у ґрунтово-вбирному комплексі (ГВК) і позначається Н. Потенційну кислотність поділяють на обмінну і гідролітичну.

Обмінна кислотність зумовлена рухливими іонами  $H^+$ , які можуть бути витіснені з ґрунтово-вбирного комплексу катіонами нейтральних солей (NaCl, KCl та ін.).

Гідролітичну кислотність виявляють обробкою ґрунту розчинами солей сильної основи і слабкої кислоти (наприклад, ацетатом натрію  $CH_3COONa$ ).

ґрунтово-вбирний комплекс з поглинутими катіонами ( $H, H, Ca, H, Mg$ ) + n  $CH_3COONa \leftrightarrow$  ґрунтово-вбирний комплекс з поглинутими катіонами (Na, Na) +  $3OH_3COOH + Ca(CH_3COO)_2 + Mg(CH_3COO)_2 + (n-7) CH_3COONa$ .

При дії  $CH_3COOH$  на поглинальний комплекс відбувається активне витіснення іонів  $H^+$  з комплексу і нейтралізація активної кислотності ґрунту. Таким чином визначають сумарну кислотність (актуальну і потенційну). Йони Н, що при цьому виділяються, утворюють  $CH_3COOH$  яку відтитрують розчином NaOH за наявності фенолфталеїну.

#### **Хід роботи.**

##### **1. Титрометричний метод**

Для аналізу беруть середню пробу ґрунту, висушують на повітрі, просівають крізь сито діаметром 1 мм. На технічних терезах зважують (з точністю до 0,01 г) наважку ґрунту і переносять її в колбу з товстого скла на 250–300 мл (краще з притертою пробкою). Потім у неї добавляють 1 мл розчину  $CH_3COONa$ . Суміш перемішують обертальним рухом, закривають колбу пробкою, вміщують на ротатор і збовтують упродовж 1 год.

Після цього суміш сильно струшують і фільтрують крізь сухий складчастий фільтр у суху колбу, намагаючись якомога більше перенести на фільтр ґрунту. Якщо фільтрат каламутний, першу порцію відкидають. Коли основна маса рідини буде відфільтрована, відбирають піпеткою 50 мл фільтрату і переносять у конічну колбу на 100–250 мл, добавляють 5–6 крапель фенолфталеїну і титрують розчином NaOH,  $C=0,1$  моль/л до появи рожевого забарвлення, яке не зникає упродовж 30–60 с.

Гідролітичну кислотність ґрунту X виражають кількістю іонів Н, що містяться в 100 г ґрунту:

$$X = \frac{VK \times 5 \times 1,75}{10},$$

де V – об'єм розчину NaOH,  $C=0,1$  моль/л, витраченого на титрування;

$K$  – поправковий коефіцієнт для переведення розчину  $\text{NaOH}$  до концентрації 0,1 моль/л;

5 – коефіцієнт для перерахунку результату на 100 г ґрунту,

1,75 – коефіцієнт перерахунку (середня величина, яка показує середнє значення гідролітичної кислотності, оскільки при одноразовій обробці ґрунту  $\text{CH}_3\text{COONa}$  кислотність витісняється неповністю),

10 – поправка для переведення концентрації  $\text{H}$  у моль·екв.

Норми внесення вапна на гектар обчислюють за формулою

$$\frac{VK \times 5 \times 50 \times 1,75 \times (3 \times 10^6) \times 10}{10 \times 10^9},$$

де  $VK$  – об'єм розчину  $\text{NaOH}$  витрачений на титрування 50 мл фільтрату;

10 – поправка для переведення мілілітрів розчину  $\text{NaOH}$ ,  $C=0,1$  моль/л у мілі еквіваленти;

50 – поправка для переведення міліеквівалентів у міліграми  $\text{CaCO}_3$ ;

$3 \times 10^6$  – коефіцієнт для переходу від 1 кг ґрунту до маси зораного шару на 1га;

$1 \times 10^9$  – коефіцієнт для переведення міліграмів  $\text{CaCO}_3$  в тонни, або

$$X_{\text{вап.}} = VK \times 1,31.$$

## 2. рН-метричний метод (за Каппеном)

Метод ґрунтується на обробці ґрунту розчином ацетату натрію,  $C=1$  моль/л, при співвідношенні ґрунт:розчин=1:2,5 з наступним рН-метричним визначенням кислотності одержаної суспензії.

### Хід роботи.

Наважку ґрунту 30 г заливають 75 мл розчину  $\text{CH}_3\text{COONa}$  ( $\text{pH}=8,3\dots 8,4$ ). Струшують упродовж 1 хв, відстоюють 18–20 год, повторно перемішують.

Перед початком роботи підлагоджують рН-метр за буферними розчинами  $\text{pH}=4,01$ ; 6,86; 9,18. Під час виконання роботи справність приладу періодично контролюють за буферним розчином з  $\text{pH}=6,86$ . Переносячи електроди з одного ґрунтового розчину в інший, їх споліскують дистильованою водою.

Гідролітичну кислотність ґрунту (в ммоль екв/100 г ґрунту) обчислюють за значенням  $\text{pH}$ , користуючись даними табл. 3.2.

Таблиця 3.2

**Коефіцієнти переведення рН-ацетатної витяжки  
в одиниці гідролітичної кислотності**

рН	рН (соті частки)									
	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
	Гідролітична кислотність, ммоль екв/100 г ґрунту									
6,0	17,3	16,9	16,6	16,2	15,8	15,5	15,2	14,9	14,5	14,2
6,1	13,8	13,6	13,3	13,1	12,5	12,2	12,0	12,0	11,7	11,5
6,2	11,2	11,0	10,8	10,5	10,3	10,1	9,84	9,64	9,44	9,23
6,3	9,04	8,83	8,65	8,45	8,25	8,11	7,92	7,76	7,59	7,41
6,4	7,28	7,11	6,97	6,81	6,69	6,53	6,38	6,26	6,11	5,98
6,5	5,85	5,73	5,61	5,48	5,37	5,25	5,14	5,03	4,92	4,82
6,6	4,71	4,61	4,52	4,42	4,32	4,23	4,14	4,05	3,96	3,82
6,7	3,79	3,71	3,63	3,56	3,48	3,40	3,33	3,26	3,19	3,13
6,8	3,05	2,99	2,92	2,86	2,80	2,74	2,68	2,62	2,57	2,52
6,9	2,46	2,41	2,35	2,32	2,25	2,21	2,16	2,11	2,07	2,02
7,0	1,98	1,94	1,90	1,86	1,82	1,78	1,74	1,70	1,76	1,63
7,1	1,60	1,56	1,53	1,50	1,46	1,43	1,40	1,37	1,34	1,31
7,2	1,28	1,26	1,23	1,20	1,18	1,15	1,13	1,10	1,08	1,06
7,3	1,03	1,01	0,99	0,97	0,95	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85
7,4	0,83	0,81	0,80	0,78	0,76	0,75	0,73	0,72	0,70	0,68
7,5	0,67	0,66	0,64	0,63	0,61	0,60	0,59	0,58	0,56	0,55
7,6	0,54	0,53	0,52	0,51	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
7,7	0,43	0,43	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38	0,37	0,37	0,36
7,8	0,35	0,34	0,33	0,33	0,32	0,31	0,30	0,29	0,29	0,29
7,9	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23
8,0	<0,23									



## ТЕМА 4

# ЗАБРУДНЕННЯ ХАРЧОВОЇ СИРОВИНИ І ПРОДУКТІВ ШКІДЛИВИМИ РЕЧОВИНАМИ

**Радіоактивність** – властивість спонтанного перетворення із ядер атомів одних елементів у інші, яка супроводжується викидом іонізуючих випромінювань.

Радіоактивне випромінювання складається з трьох видів променів різної природи, які називаються  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -випромінювання.

$\alpha$ -випромінювання являє собою потік  $\alpha$ -частинок (ядер атомів гелію –  $4/2 \text{ He}$ ), які несуть подвійний позитивний заряд і масу, що дорівнює 4 атомних одиницям і має кінетичну енергію порядку кількох мегелектронвольт.

$\beta$ -випромінювання являє собою потік  $\beta$ -частинок, що мають таку ж масу й негативний заряд, як орбітальні електрони.

$\gamma$ -випромінювання являє собою електромагнітне випромінювання з кількома дискретними частотами для різних  $\gamma$ -випромінювачів.

Джерелами таких випромінювань є ядра так званих природньо радіоактивних хімічних елементів, розташованих наприкінці таблиці Менделєєва (атомна маса більша за 83). Всі ці елементи утворюються шляхом послідовних радіоактивних перетворень. Кінцевим елементом є стабільна речовина

Різні радіоактивні атоми при розкладі виділяють різні види випромінювань. Атом, який випромінює  $\alpha$ -частинки, вже не може випромінювати  $\beta$ -частинки, і навпаки. Кожний конкретний радіоактивний атом може мати тільки один характерний вид випромінювання. Розрізняють  $\alpha$  і  $(\alpha+\gamma)$ -випромінювачі,  $\beta$  і  $(\beta+\gamma)$ -випромінювачі та «чисті»  $\gamma$ -випромінювачі.

Всі проникаючі випромінювання, проходячи крізь будь-яке середовище, поглинаються цим середовищем, спричиняючи в ньому первинні чисто фізичні зміни. Різні види випромінювань по-різному поглинаються, проходячи крізь матеріали. Окрім того, ступінь поглинання залежить також від виду матеріалу. В результаті взаємодії всіх видів іонізуючих випромінювань з речовиною в речовині утворюються іони. Відрізняються вони густиною іонізації:  $\alpha$ -частини створюють в речовині велику густину іонізації,  $\beta$ -частини і  $\gamma$ -випромінювання – значно меншу. Оскільки  $\gamma$ -кванти відносно слабо взаємодіють із речовиною, вони мають більшу проникаючу здатність.

В простих речовинах  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -випромінювання не викликають незворотних змін. У складних речовинах у результаті іонізації та збудження з'являються іони та радикали, що можуть утворювати нові молекули.

Тому в живому організмі під дією будь-якого виду іонізуючого випромінювання завжди відбуваються хімічні перетворення, які можуть призводити до цілого комплексу біохімічних змін у організмі.

В біосфері є велика кількість хімічних елементів у вигляді радіоактивних ізотопів, хімічні властивості яких однакові, наприклад:  $^{39}\text{K}$ ,  $^{40}\text{K}$ ;  $^{12}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$  та інші.

Тому радіоактивні ізотопи приймають участь у тих же реакціях обміну

речовин у живих організмах, що й нерадіоактивні. Крім того, деякі радіоактивні ізотопи за хімічними властивостями подібно до нерадіоактивних ізотопів інших хімічних елементів. Наприклад,  $^{90}\text{Sr}$  подібний за властивостями до  $^{40}\text{Ca}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , подібний до  $^{39}\text{K}$ . Це зумовлює їх локалізацію в тканинах.

Радіонукліди належать до екологічно небезпечних забруднень. Інформація про ступень радіаційної чистоти продуктів харчування дозволяє виключити або зменшити дози опромінювання організму людини шляхом невикористання продуктів, що містять радіонукліди.

Після аварії на ЧАЕС до біосфери надійшов ряд радіонуклідів. Основну небезпеку представляють довгоіснуючі ізотопи  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$ , яким надається найбільша увага під час радіологічного контролю.

Для кількісної оцінки радіаційної чистоти продуктів харчування і сировини застосовується така одиниця виміру як активність.

За допомогою радіометра «Бета», або інших радіометрів, може бути проведене вимірювання активності з достатньою точністю.

**Активність** – це кількість розпадів за одиницю часу. При цьому враховується розпад всіх ізотопів, що містить досліджуваній продукт. В системі Си одиницею вимірювання активності є беккерель (Бк).

1 Бк = 1 розпад за секунду,

позасистемною одиницею є кюрі (Ки).

1 Ки приблизно відповідає активності 1 г радію. Взаємозв'язок між вказаними одиницями вимірювання визначається співвідношенням

$$1\text{Ки} = 3,7 \cdot 10^{10}.$$

В лабораторній роботі використовується об'ємна активність, яка вимірюється в одиницях Ки, або питома активність, яка вимірюється в одиницях Ки/кг.

Дозиметричні прилади для контролю радіаційної чистоти продуктів призначено для вимірювання потоку частинок. За визначеною густиною потоку з урахуванням вказаного в паспорті приладу коефіцієнта можна підрахувати об'ємну активність для досліджуваної проби.

Радіометр «Бета» призначено для контролю забруднення води і продуктів харчування ( $\beta$ -активними радіонуклідами, а також для контролю радіоактивного забруднення різних поверхонь). Результати вимірювань радіометром, одержані населенням, не можуть бути використані для офіційних висновків про радіоактивне забруднення об'єктів. Такі висновки видають тільки державні спеціалізовані служби.

### **Лабораторна робота № 9–10**

#### ***Вимірювання радіаційної чистоти харчових продуктів із використанням будиночка свинцевого***

##### **Хід роботи.**

1. Підготувати радіометр до роботи з будиночком свинцевим.
2. До кювети налити дистильованої води або взяти чисту пусту кювету.

Встановити кювету у нижній паз корпусу будиночка свинцевого та встановити тривалість вимірювання  $t = 1000$  с.

3. Натиснути кнопку «ПУСК», коли час вимірювання вичерпано, прочитати кількість фонових імпульсів  $N_{\phi}$  і обчислити швидкість їх рахунку  $n_{\phi}$ . Проводити вимірювання фону необхідно за 2 години роботи. Якщо за результатами останнього вимірювання рівень фону збільшився більш ніж на 50% у порівнянні з попереднім, то внутрішня та зовнішня поверхні свинцевого будиночка, вимірювальні кювети треба дезактивувати. Свинцевий будиночок і кювети протерти мильним розчином. Зовнішні поверхні блока детектора протерти етиловим спиртом, при цьому необхідно не доторкуватися до поверхні робочого вікна.

4. Підготувати проби до вимірювання (коренеплоди та картоплю очищають від ґрунту, промиваючи у проточній воді. З капусти знімають неїстівне листя. Їстівну зелень, ягоди та фрукти промивають у проточній воді. М'ясо й рибу миють, рибу очищують від луски, видаляють внутрішність. Із ковбасних виробів знімають оболонку, з сиру – шар парафіну).

5. Підготовлені продукти подрібнюють за допомогою м'ясорубки, тертушки, млинця для кави та ін. Їстівну зелень, траву, сіно подрібнюють ножиком в емальованій кюветі після чого за допомогою шпателя чи ложки складають у кювету й ущільнюють. Надлишок з поверхні прибирають до одержання поверхні продукту, розміщеного на одному рівні з верхніми краями кювети (при дослідженні рідких або пастоподібних продуктів кювету повністю заповнюють пробую, яку контролюють).

6. Розмістити в нижньому пазу корпусу будиночка свинцевого кювету з пробую. Встановити тривалість вимірювання  $t = 1000$  с (п'ятий режим) та натиснути кнопку «ПУСК». Коли термін вимірювання вичерпано, прочитати на цифровому табло індикатора кількість відрахунків  $N$ . Обчислити швидкість рахунку  $n$ .

Питома активність одиниці маси продукту

$$A_m = K_A(n - n_{\phi} - n_k),$$

де  $A_m$  – питома активність одиниці маси, Ки/кг;

$A_m$  – відношення активності радіонукліда в зразку проби до маси зразка;

$K_A$  – градувальний коефіцієнт, який зв'язує швидкість рахунку з питомою активністю  $A_m$ , част. р.; Ки/кг (табл. 4.1);

$n$  – загальна швидкість рахунку від досліджуваного продукту.

$$n = \frac{N}{t},$$

де  $N$  – кількість відрахунків (імпульсів), зареєстрованих протягом терміну вимірювання, част. р.;

$t$  – тривалість вимірювання, згідно з обраним режимом роботи, с (табл. 4.2);

$n_{\phi}$  – загальна швидкість рахунку від фону (кювети з дистильованою водою).

$$n_{\phi} = \frac{N}{t},$$

де  $n_k$  – швидкість рахунку від природного радіонукліда  $^{40}\text{K}$  (значення обирається з табл. 4.3).

Таблиця 4.1

### Значення коефіцієнта $K_a$

Речовина, яку контролюють	$K_A, \text{Ки/кг} (K_{\text{н}} \times \text{кг}^{-1})$
Молоко та молочні продукти, коренеплоди, бобові	$8,35 \times 10^{-8}$
Їстівна зелень, круп'яні продукти, зерно	$5,26 \times 10^{-8}$
Вода питна (водопровідна)	$8,36 \times 10^{-8}$

Таблиця 4.2

### Режими випромінювання

Значення різниці $N-N_{\phi}$ при $t = 1000 \text{ с}$	Рекомендована тривалість випромінювання $t, \text{с}$
$N - N_{\phi} > 500$	$t=1000$
$500 \geq N - N_{\phi} \geq 250$	$t=2000$
$250 \geq N - N_{\phi} \geq 100$	двократне вимірювання при $t = 2000 \text{ с}$
$100 \geq N - N_{\phi} \geq 0$	кратність вимірювання встановлюється в залежності від потрібної точності вимірювання згідно з поясненнями

Таблиця 4.3

### Значення швидкості рахунку від природного радіонукліда $^{40}\text{K}$

№ з/п	Продукт	Швидкість $n_k, \text{1с}$
1	Молоко та дитячі молочні суміші, кефір	0,05
2	Буряк	0,095
3	Зелень	0,16
4	Хліб пшеничний	0,06
5	Крупи:	
	манка	0,04
	пшоно	0,065
	горох лущений	0,24
6	Зернові: ячмінь	0,15
7	Зернобобові: горох	0,29

Роблять висновок відповідно до додатка 5.

## ДОДАТКИ

### Додаток 1

#### ГДК шкідливих речовин в атмосфері населених пунктів

Речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	
	Максимальна разова	Середньодобова
Аміак	0,02	0,004
Ацетон	0,35	0,35
Гексахлоран	0,03	0,003
Метафос	0,001	–
Нафталін	0,003	0,003
Нікель	-	0.0002
Нітробензол	0,008	0,005
Оксид азоту	-	0,04
Оксид вуглецю (II)	3,0	1.0
Оксид селену (IV)	.	0,00005
Оксид сірки (IV)	0,5	0,05
Оксид телуру (IV)	-	0,00001
Оцтова кислота (пари)	0,2	0,06
Пеніцилін	0,05	0,002
Пил бавовни	0,5	0,04
Пил нетоксичний	0,5	0,15
Ртуть (пари)	-	0,0003
Сірководень	0,005	0,005
Сірчана кислота (пари)	0,3	0,1
Фенол	–	0,003
Формальдегід	-	0,003
Фосфорний ангідрид	0,15	0,05
Фтористий водень	0,02	0,005
Хлор	0,1	0,03
Хлорид заліза (III)	–	0,004
Хлороформ	–	0,03
Хром (VI)	0,0015	0,0015

**ГДК шкідливих речовин у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення**

<b>Речовина</b>	<b>ГДК, мг/л</b>	<b>Речовина</b>	<b>ГДК, мг/л</b>
<b>За санітарно-токсикологічним лімітуючим показником шкідливості</b>			
Анілін	0,1	Нітрохлорбензол	0,05
Арсен	0,03	Піридин	0,2
Бензол	0,5	Поліакриламід	2,0
Берилій	0,0002	Роданіди	0,1
Гексаметилендіамін	0,01	Ртуть	0,0005
Гексахлорбензол	0,05	Свинець	0,03
Гексоген	0,01	Ртуть	0,0005
Нітрити, нітрати (за нітрогеном)	10,0	Формальдегід	0,01
<b>За загальносанітарним лімітуючим показником шкідливості</b>			
Аміак (за нітрогеном)	2,0	Тетрахлорид вуглецю	0,3
Димегалформамід	10,0	Тринітротолуол	0,5
Кадмій	0,001	Фенол	0,001
Капролактам	1,0	Хлор активний	0
Кобальт	0,1	Хлорбензол	0,02
Мідь	1,0	Хлорофос	0,05
Нікель	0,1	Хром (III)	0,5
Тіофос	0,003	Хром (VI)	0,1
Толуол	0,5	Цинк	1,0
<b>За органолептичним лімітуючим показником шкідливості</b>			
Бензин	0,1	Залізо	0,5
Гас	0,1	Нафта з високим вмістом сірки	0,1
Гексахлоран	0,02	Нафта інша	0,3
Динітробензол	0,5	Нафтові кислоти	0,3
Дихлорбензол	0,002	Пікринова кислота	0,5
Дихлорфенол	0,002	Пропілен	0,5
Дихлоретан	2,0	Сірковуглець	1,0
ДДТ	0,1	Скипидар	0,2

## ГДК шкідливих речовин у питній воді

Речовина	ГДК, мг/л	Речовина	ГДК, мг/л
Ацетати	45	Феноли	0,001
Дихлорфенолоцтова кислота	1	Форміати	45
Ефіророзчинні речовини	0,1	Фосфати	1
Залізо	0,5	Фосфорорганічні пестициди	0,03
Миш'як (загальний)	0,05	Фториди	0,75
Мідь	0,1	Хлориди	100
Нафтопродукти	0,1–0,3	Хром (загальний)	0,5
Нітрати	45	Хром (VI)	0,01
Нітрити	0	Ціаніди	0
Сульфати	500	-	-

## ГДК шкідливих речовин у ґрунтах

Речовина	ГДК, мг/кг	Речовина	ГДК, мг/кг
Атразин	0,01	Мідь	3
Бензол, толуол	0,3	Нікель	4
Бензпірен	0,02	Нітрати	130
Бромофос, метилстирол	0,4	Поліхлорпропілен	0,5
Ванадій	150	Ртуть	2,1
Гексахлоран	1	Свинець	20
Гетерофос	0,005	Сірка	160
Кадмій	1	Сірководень	0,4
Карбофос	2	Фтор	10
Кельтін, ліндан	1	Хлорамін	2
Кобальт	5	Хлорофос	0,5
Марганець	1500	Хром (VI)	0,05
Метафос	0,1	Цинк	23



**Значення допустимих рівнів вмісту радіонуклідів  
у продуктах харчування та в питній воді**

<b>№ з/п</b>	<b>Продукт</b>	<b>Питома активність <math>^{40}\text{K} \times 10^{-9} \text{Ки/кг}</math></b>	<b>Вміст <math>^{40}\text{K} \times \text{г/кг}</math></b>
1	Молоко та дитячі молочні суміші, кефір	1,20	1,50
2	Буряк	2,32	2,9
3	Зелень	4,0	5,0
4	Хліб пшеничний	1,48	1,85
5	Крупи: манка	0,96	0,92
	пшоно	1,6	2,0
	горох лущений	5,84	7,3
6	Зернові: ячмінь	3,64	4,55
7	Зернобобові: горох	7,0	8,75

Навчальне електронне видання  
комбінованого використання  
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

## **ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

Методичні вказівки  
до лабораторних робіт

Укладачі:  
АКСЬОНОВА Олена Федорівна  
АГАФОНОВА Юлія Юріївна  
СЕРГІЄНКО Аліна Олександрівна

Відповідальний за випуск зав. кафедри  
товарознавства, управління якістю  
та екологічної безпеки,  
к.т.н., проф. М.С. Одарченко

Техн. редактор О.В. Щегельська

План 2016 р., поз. 83/\_\_\_

---

Підп. до друку 23.03.2016 р. Один електронний оптичний диск (CD-ROM); супровідна документація. Об'єм даних 624 Кб. Тираж 10 прим.

---

Видавець і виготівник  
Харківський державний університет харчування та торгівлі  
вул. Клочківська, 333, Харків, 61051.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4417 від 10.10.2012 р.