

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЙ У
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВАХ**

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Чернівці
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

2024

УДК 641.1:504(072)

Е 457

*Друкується за ухвалою вченої ради Навчально-наукового інституту біології,
хімії та біоресурсів*

Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича

Е 457 Екологічна безпека технологій у харчових виробництвах: методичні рекомендації до лабораторних робіт / уклад. : Сема О.В., Сачко А.В. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2024. 32 с.

Методичні рекомендації містять вказівки до лабораторних робіт, запланованих із курсу «Екологічна безпека технологій у харчових виробництвах», зокрема подані теоретичні відомості, хід виконання лабораторних і практичних робіт, наведено список рекомендованої літератури.

Для студентів спеціальності 181 Харчові технології денної та заочної форм навчання.

УДК 641.1:504(072)

© Чернівецький національний університет імені Юрія
Федьковича, 2024

ВСТУП

Харчова промисловість, незважаючи на її ключову роль у забезпеченні населення продуктами, справляє значний вплив на навколишнє середовище через інтенсивне використання природних ресурсів та антропогенні фактори. Одночасно її чутливість до стану довкілля робить екологічну безпеку одним із пріоритетів сталого розвитку цієї галузі.

Основні фактори впливу харчової промисловості на довкілля:

- використання природних ресурсів: інтенсивне споживання води для аграрного виробництва та промислових процесів, виснаження земельних ресурсів через монокультурне землеробство, використання мінеральних ресурсів для створення добрив і пестицидів;
- антропогенні фактори: забруднення повітря викидами підприємств, створення відходів, зокрема харчових та пакувальних матеріалів, зміна природних екосистем через розширення аграрних угідь [1].

Забезпечення екологічної безпеки в харчовій промисловості – це не лише вимога сучасності, але й умова її сталого розвитку. Підприємства мають адаптувати свою діяльність до екологічних стандартів, щоб зменшити руйнівну дію на довкілля та забезпечити якісне виробництво, чутливе до стану природно-ресурсного потенціалу [2].

Екологічна безпека у харчовій промисловості базується на ефективному управлінні екологічними ризиками на всіх етапах виробничого циклу. Особливості процесів, пов'язаних із виробництвом харчових продуктів, зумовлюють специфіку екологічних викликів, які необхідно враховувати при розробці стратегії їхнього подолання.

Основні екологічні ризики у виробництві харчових продуктів:

- утворення органічних відходів рослинного (залишки овочів, фруктів, зернових, олій, які часто потрапляють у ґрунт і води, спричиняючи забруднення) та тваринного походження (залишки тканин, клейові речовини, фекалії, які стають джерелом бактеріального забруднення);
- забруднення води: біологічне і бактеріальне – стоками підприємств, зокрема біофабрик і мікробіологічних виробництв; хімічне – синтетичними речовинами, наприклад, миючими засобами, які містять поверхнево активні речовини;
- вплив сільського господарства: деградація ґрунтів через інтенсивне використання мінеральних добрив і пестицидів, забруднення водних об'єктів через стік залишків агрохімікатів, гідрологічні зміни, включно із заболочування або опустелювання територій [3].

Активна робота м'ясної та молочної промисловості супроводжується значним екологічним навантаженням. Основними джерелами забруднення є

викиди шкідливих газів, забруднення стічних вод та накопичення твердих відходів.

Промислові комплекси для вирощування і забою худоби та птиці є джерелами значного забруднення повітря: шкідливі гази (аміак (NH_3) виділяється через розкладання органічних відходів, сірководень (H_2S) утворюється у процесі розкладу білкових речовин, інші гази, які погіршують якість повітря, викликають неприємний запах та поширюються на далекі відстані); пил містить бактерії, грибки та алергени, котрі можуть спричинювати проблеми зі здоров'ям людей.

Молочна промисловість, незважаючи на меншу інтенсивність забруднення повітря порівняно з м'ясною, призводить до чималих екологічних ризиків: утворення великої кількості стічних вод через очищення цистерн для транспортування молока, миття обладнання та поверхонь у виробничих приміщеннях, розлив сирого молока, недостатньо ефективну утилізацію відходів, зокрема сироватки та сухого молока. Внаслідок цього підвищується рівень органічного забруднення водойм, погіршується якість води, евтрофікація.

Окрім того, молочна промисловість викидає в атмосферне повітря продукти згоряння палива, котрі використовуються для енергозабезпечення, пил сухого молока та інших дрібнодисперсних порошоків, утворюваний під час виробничих процесів, холодоагенти (фреони), які впливають на озоновий шар. Все це спричинює забруднення повітря токсичними речовинами та посилення парникового ефекту.

Ну і, звичайно ж, тверді відходи: зіпсована або протермінована продукція, відходи тари й упакування, часто з полімерів, які важко переробляються. Це призводить до накопичення відходів на сміттєзвалищах, що зумовлює довгострокові екологічні ризики.

Процес пивоваріння, попри свою популярність і значення у харчовій промисловості, суттєво впливає на довкілля. Основні екологічні виклики такі:

- надмірне використання води (велика кількість води необхідна для створення продукту, а також для охолодження та очищення обладнання),
- утворення забруднених стічних вод (відбракований продукт та вода, використана для очищення цистерн та виробничого обладнання);
- накопичення твердих і небезпечних відходів (органічні відходи: дріжджі, залишки фільтрації та освітлення пива, хімічні осадки, утворювані під час попереднього очищення води, відходи з очисних споруд, відпрацьоване мастило та розчинники, які виникають при експлуатації обладнання) [4].

Виробництво хлібобулочних виробів супроводжується низкою екологічних загроз, пов'язаних із викидами в атмосферу, утворенням твердих відходів і забрудненням стічних вод. Для мінімізації впливу на довкілля необхідно впроваджувати екологічно чисті технології та раціонально управляти ресурсами.

Основні екологічні проблеми у хлібопекарській промисловості:

- викиди в атмосферу летких органічних сполук: під час бродіння дріжджів утворюється етанол (низькомолекулярні спирти, які випаровуються у повітря), ці сполуки можуть призводити до утворення вторинного органічного аерозолю, що впливає на якість повітря), пил, утворюваний на етапах зберігання, транспортування, переробки та сушіння зерна, що загрожує як довкіллю, так і здоров'ю працівників через вміст алергенів;
- тверді відходи (зіпсована сировина (борошно, зерно, інші інгредієнти), продукція, яка не відповідає стандартам (брак), пакувальні матеріали (папір, пластик, поліетилен, картон), осад від очищення стічних вод;
- стічні води – вода, використана для очищення обладнання та виробничих приміщень, процеси розливання та промивання (високий вміст органічних сполук).

Основні екологічні проблеми консервної промисловості: холодоагенти та озоноруйнівні речовини (хлорфторвуглеці та гідрохлорфторвуглеці, які руйнують озоновий шар та спричинюють глобальне потепління), аміак, котрий хоч і не руйнує озоновий шар, але токсичний; тверді відходи – пакувальні матеріали (скло, алюміній, пластик і картон становлять їхню значну частку); відходи виробництва (зіпсована сировина і продукція, шлам, який утворюється під час очищення обладнання), стічні води – миття сировини, обладнання та приміщень призводить до утворення стічних вод із високим вмістом органічних речовин. Ефективне роз'яснення цих проблем – запорука зменшення навантаження на довкілля.

Виноробство також справляє негативний вплив на екологію, якого можна значно зменшити завдяки продуктивному очищенню стічних вод, утилізації відходів, оптимізації пакування та використанню енергоефективних технологій.

До основних екологічних проблем виноробства належить:

- стічні води, що утворюються після первинної обробки сировини фруктів, зокрема миття та промивання обладнання та виробничих приміщень - високий вміст органічних речовин, що знижують рівень кисню у водоймах, викликаючи їх евтрофікацію, пестициди, залишки яких можуть потрапляти у стічні води при митті винограду;

- тверді відходи: виноградна мезга (залишки шкірки, кісточок, плодоніжок), осад фільтрів (грунт, діатомова земля), дистиляти – залишки після виробництва дистильованих продуктів із винограду;
- викиди в атмосферу: парникові гази, зокрема CO₂, вони виділяються в процесі ферментації, випаровування алкоголю, використання холодоагентів, які можуть мати озоноруйнівний потенціал.

Одна з проблем української харчової промисловості полягає в тому, що лише деякі компанії мають інтегрований підхід до управління відходами.

Розуміння екологічних проблем, які виникають при виробництві харчових продуктів, допоможе запропонувати заходи для зменшення тиску на довкілля та мінімізації екологічних ризиків [6].

Хоча підприємства харчової промисловості не основні забруднювачі довкілля, галузь потребує великої кількості води, а також викидає забруднюючі речовини, котрі можуть викликати парниковий ефект, наприклад діоксид азоту, аміак, соляна кислота, сажа, дифторхлор метан і фенол. Ці проблеми потребують ретельного дослідження та детального аналізу для виконання екологічних завдань та конкретних програм з контролю за відходами та викидами виробництва, а також таких, які допоможуть створити алгоритми запобігання виникненню екологічних катастроф та антропогенного забруднення.

Лабораторно-практична робота № 1

Визначення екологічного стану атмосферного повітря

Аналіз забруднення повітря належить до найскладніших задач аналізу об'єктів навколишнього середовища тому, що в одній пробі може водночас міститися велика кількість різноманітних хімічних сполук. Концентрація токсичних речовин, які потрапляють з різних джерел в атмосферу та повітря робочої зони, перебувають на рівні мікродомішок, тобто в інтервалі від 10^{-4} до 10^{-7} і нижче. Крім цього, повітря являє собою нестійку систему, склад якої постійно змінюється (наявність вологи, кисню, фотохімічні реакції, зміна метеорологічних умов).

Труднощі у проведенні аналізу трапляються майже у кожній аналітичній операції – від відбору проби – до детектування домішок.

Достовірність і точність визначення концентрацій речовин у повітрі значно залежить від правильності пробовідбору. Вибір адекватного способу відбору проб визначається насамперед агрегатним станом речовини, а також його фізико-хімічними властивостями. Проби відбирають переважно аспіраційним способом, через пропускання досліджуваного повітря через рідинні поглинальні середовища, тверді сорбенти або фільтри.

Місця для відбору проби повітря в робочій зоні вибирають з урахуванням технологічних операцій, при яких можливе найбільше виділення в повітря робочої зони шкідливих речовин, наприклад:

- біля апаратури й агрегатів у період найактивніших хімічних, термічних і інших процесів у них;
- на ділянках завантаження і вивантаження речовин, затарювання готової продукції;
- на ділянках внутрішнього транспортування сировини, напівфабрикатів і продукції;
- на ділянках розмелу, сушіння сипких матеріалів, або просіювання; біля наймовірніших джерел виділень при перекачуванні рідин і газів (насосні, компресорні) і ін.;
- на місцях відбору технологічних проб, необхідних для цілей технічного аналізу [6].

Оцінка запиленості повітря

Запиленість повітря – важливий екологічний показник. Для працівників харчової промисловості небезпека пилу визначається його хімічною природою, концентрацією, формою часточок, токсичністю, здатністю сорбувати забруднювальні речовини.

За розміром часточок пил можна поділити на дві групи:

• *тонкодисперсний пил*, до якого належать легкі та рухомі частинки розміром до кількох десятків мікрометрів ($1 \text{ мкм} = 10^{-3} \text{ мм}$), який довго утримується в повітрі і в разі вдихання людиною може потрапляти в органи дихання;

• *грубодисперсний пил*, до складу якого належать великі і важкі частинки, котрі швидко осідають з повітря.

Обладнання і матеріали: дистильована вода, 10%-й розчин хлоридної або сульфатної кислоти, терези, вимірник витрат повітря, лопатки для взяття зразків пилу, мікроскоп з об'єктивом, насос для просмоктування повітря (переносна ротаційна установка), піпетка, скельце покривне і предметне скло для мікроскопа, секундомір, фільтри паперові типу АФА-10 з фільтротримачем.

Хід роботи

1.1. Визначення відносної запиленості повітря

Краплю води поміщають на предметне скельце та встановлюють його у вибраному для аналізу місці на 5–10 хв. Готують мікропрепарат, накривають краплю з осілими пиловими часточками покривним скельцем. Кладуть мікропрепарат на предметний столик мікроскопа. Встановлюють збільшення, щоб у полі зору мікроскопа була якнайбільша частина краплі. Підраховують кількість пилових часточок у краплі і описують їх якісний склад (зовнішній вигляд, структуру, взаємне розміщення, особливості будови тощо).

Визначають кількість пилових частинок, які осіли на поверхні краплі такої самої площі після витримання предметного скла з краплею в різних місцях одного й того самого приміщення.

Спостереження записують до лабораторного зошита.

1.2. Визначення складу пилу

Відбирають зразок пилу, підчипивши лопаткою пил, котрий осів на поверхні обладнання завширшки 3–5 см. Зразок пилу переносять з лопатки на предметне скельце. Готують мікропрепарат сухого пилу, накривши його покривним скельцем.

Мікропрепарат встановлюють на предметне скельце мікроскопа, обирають таке збільшення, щоб у поле зору потрапила найбільша площа плями, після чого описують зовнішній вигляд, форму, розміри, колір часточок.

Обережно знімають покривне скельце та на зразок пилу наносять краплину 10%-вого розчину сульфатної кислоти. Зразок накривають покривним скельцем та розміщують мікропрепарат на предметний столик

мікроскопа. Описують зміни, які відбулися зі зразком після внесення кислоти.

Спостереження записують до лабораторного зошита.

1.3. Визначення концентрації пилу

Зважують фільтр на лабораторних терезах і записують початкову масу $m_{\text{поч}}$, МГ.

Уміщують фільтр у фільтротримач, закривають та приєднують до установки: фільтротримач з фільтром, витратомір, насос. Запускають прокачування повітря з витратою 10–20 л/хв. Починають відлік на секундомірі та визначають фактичну витрату повітря (в л/хв). Прокачують повітря крізь фільтр не менше 1 години, визначаючи середню витрату повітря за час прокачування Q . Всього крізь фільтр бажано прокачати не менш як 2 м^3 повітря. Виймають фільтр із фільтротримача і знову зважують його масу $m_{\text{кін}}$.

Обчислюють масову концентрацію пилу C за формулою:

$$C = \frac{(m_{\text{кін}} - m_{\text{поч}}) \cdot 1000}{Q}, \text{ мг/м}^3$$

де 1000 – коефіцієнт перерахунку об'єму повітря з літрів на метри кубічні.
Спостереження та розрахунки записують до лабораторного зошита.

Лабораторно-практична робота №2

Визначення рівня радіаційного забруднення

Мета: оволодіти знаннями, уміннями та навичками, пов'язаними із визначенням рівня радіаційного забруднення навколишнього середовища.

Обладнання: дозиметр побутовий ИРД – 0251 або – Белла, дозиметр – ЄКО або інші види дозиметрів.

Іонізуючим називають випромінювання, взаємодія якого зі середовищем зумовлює утворення позитивно і негативно заряджених частинок – йонів. У 1896 році французький учений Анрі Беккерель перший спостерігав явище радіоактивності – здатність окремих речовин самочинно розпадатися, яке супроводжується іонізуючим випромінюванням.

Радіоактивний розпад – це явище самочинного перетворення ядер атома певного елемента на ядра атомів інших елементів, яке супроводжується виділенням альфа-, бета-частинок та гамма-квантів.

Усі джерела природного радіоактивного випромінювання становлять так званий природний радіаційний фон, яким називають дозу йонізуючого випромінювання, котра складається з космічного випромінювання, природних

радіонуклідів, які містяться у верхніх шарах Землі, приземній атмосфері, продуктах харчування, воді та організмі людини.

Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного походження, з водою, відповідно – в організм людини.

Активність радіонукліда визначається кількістю ядер атомів радіоактивного елемента, які розпадаються за одиницю часу. В системі одиниць СІ за одиницю радіоактивності прийнято беккерель (Бк). $1 \text{ Бк} = 1 \text{ розпад/с}$. Позасистемною одиницею, але зручною у користуванні є кюрі (Кі). $1 \text{ Кі} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$. $1 \text{ Бк} = 2,710 \cdot 10^{-11} \text{ Кі}$.

В одиницях СІ також використовується Зіверт (Зв), $1 \text{ Зв} = 100 \text{ бер}$ (1 бер – біологічний еквівалент рентгена, енергія будь-якого виду випромінювання, яка поглинута 1 г тканини, при цьому спостерігається той самий біологічний ефект, що і за поглиненої дози в 1 рад фотонного випромінювання).

Норми радіаційної безпеки України складаються з системи принципів, критеріїв, нормативів та правил, виконання яких обов'язкове в політиці держави щодо забезпечення протирадіаційного захисту людини та радіаційної безпеки.

Чим вища інтенсивність випромінювання, тим більшої шкоди завдає воно організму. Мірою дії будь-якого іонізуючого випромінювання на природні об'єкти є величина поглинутої *енергії*, або *доза випромінювання*, – кількість поглинутої енергії випромінювання одиницею маси опроміненої речовини.

Залежно від виду випромінювання, дози і способу опромінення можна спостерігати різні реакції організму на променеву дію: від прискорення росту і розвитку до його загибелі.

Хід роботи

1. Ознайомитися з приладом та принципом роботи дозиметра. Підготувати прилад до роботи.

2. Встановити прилад у місці обстеження. Встановити перемикач режиму роботи в положення – мкВ/год, ввімкнути прилад. Встановити періодичність сигналу.

3. Через 25–30 с на цифровому табло отримайте дані, які відповідають потужності еквівалентної дози гамма-випромінювання, виражені у мікрозівертах за годину (мкВ/год) або мікрорентгенах за годину (мкР/год). Замірювання потрібно повторити 3–5 разів і взяти середнє значення із послідовних даних. Визначте радіаційний фон в аудиторії.

4. Обстежте приміщення щодо радіаційного забруднення. Проведіть кілька замірів радіаційного фону у приміщенні.

Результати внесіть у таблицю лабораторного зошита.

Таблиця 1

Місце замірювання, № досліду	Дані приладу	Потужність дози		Середнє значення	
		мкВ/год	мкР/год	мкВ/год	мкР/год

Висновки. Зробіть висновки з проробленої роботи.

Лабораторна робота № 3 Визначення кислотності та токсичності опадів

Кислотні дощі – наслідок людської діяльності, тому зменшення їхньої шкоди можливе через зниження викидів шкідливих речовин, використання екологічних технологій та посилення міжнародного співробітництва у боротьбі із забрудненням довкілля. Кислотні дощі, утворені через взаємодію оксидів сірки (SO_2 , SO_3) і азоту (NO_x) з атмосферною вологою, дуже серйозний негативно впливають на живі організми та компоненти біосфери.

Кислотність атмосферних опадів характеризується концентрацією в них йонів гідрогену (H^+) і позначається індексом рН. Чиста вода має рН 7, дощова вода у чистому повітрі рН 5,6. Чим нижча значення рН, тим вища кислотність. Якщо кислотність води нижча 5,5, то опади вважаються кислотними.

Опади з підвищеною кислотністю погано позначаються на довкіллі:

- зокрема на сільському господарстві, призводячи до зниження урожайності культур на 3–8% унаслідок ушкодження зеленої частини рослин кислотами;
- кислотні опади також вимивають із ґрунту йони (кальцій, калій, магній), що спричиняє хімічну ерозію, а отже погіршення родючості земель.
- зумовлюють деградацію лісів: кислі опади пошкоджують коріння та структуру дерев, ослаблюючи їхню стійкість і життєздатність;
- підвищення кислотності водойм призводить до загибелі риб і біоти. Зникнення комах у водах викликає зменшення кількості птахів і хижаків, які ними живляться;
- різко прискорюється руйнування пам'яток архітектури, житлових будинків;
- вдихання людьми повітря, забрудненого кислотним туманом, спричинює захворювання дихальних шляхів, подразнення очей тощо.

Підкислення води річок та озер важко впливає і на сухопутних тварин, оскільки багато звірів і птахів складають харчові ланцюги, які починаються у водних екосистемах.

Мета: оцінити кислотність й рівень забрудненості опадів шкідливими речовинами у різних зонах міста, селища.

Обладнання і матеріали: пляшки для збору опадів; випарювальні чашки; водяна баня; чашки Петрі; пінцет; індикаторний папір.

Хід роботи

1. **Збирання опадів:** під час дощу зберіть опади у різних промислових зонах. Можна використовувати сніг, який щойно випав.
2. **Випаровування:** налейте зібрані опади у випарювальну чашку. Встановіть чашку на водяну баню. Поступово підливайте нові порції опадів, доки весь об'єм (600 мл) не випарується.
3. **Переливання осаду:** після випаровування та охолодження осаду в чашці додайте 6 мл дистильованої води. Перемішайте осад скляною паличкою та перелийте розчин у пробірку для подальшого аналізу. Переконайтеся, що чашка залишилася чистою після перенесення осаду.
4. **Вимірювання рН:** використовуйте рН-метр або індикаторні смужки для визначення кислотності розчину. Запишіть отримане значення рН кожного зразка.
5. **Хімічний аналіз:** проведіть якісне аналітичне визначення фонів важких металів (свинець, кадмій, залізо тощо) за допомогою хімічних реактивів.

Висновки щодо рН опадів зробіть за показниками табл. 2.

Таблиця 2

Визначення рН опадів

рН	Градація опадів
3–4	сильнокислі
4–5	кислі
5–6	слабокислі
6–7	нейтральні
7–8	слабколужні
8–9	лужні
9–10	сильнолужні

Визначення токсичності опадів

1. Простерилізуйте чашки Петрі для уникнення сторонніх впливів. Виріжте кружальця паперу, які точно мають діаметр дна чашки. Розташуйте папір на дні стерильних чашок.

2. Підготовка рідини: використовуйте 5 мл розчину (концентрату, отриманого на попередньому етапі). На змочений папір викладіть приблизно 50 дрібних насінин (мак, гірчиця, редис тощо). Закрийте чашки Петрі кришками.

Умови пророщування: помістіть чашки при температурі +25–26 °С у сонячному місці.

Контрольний дослід

1. Використовуйте дистильовану воду як змочувальну рідину.
2. Розкладіть приблизно 50 дрібних насінин на фільтрувальний папір, змочений дистильованою водою.
3. Закрийте чашки Петрі кришками. Помістіть їх у термостат із температурою +25–26 °С.

Підрахуйте пророслі насінини.

Контрольний дослід: після завершення пророщування підрахуйте кількість пророслих насінин (наприклад, x). Прийміть цей показник за 100 %.

1. **Експериментальний дослід:** підрахуйте кількість пророслих насінин у чашках із концентратом опадів (наприклад, y).
2. Обчисліть процент схожості для експериментального досліді.

За результатами визначте ступінь токсичності опадів, використовуючи градаційну таблицю, де:

- > 80 % схожості: низька токсичність;
- 60–80 % схожості: помірна токсичність;
- < 60 % схожості: висока токсичність;

Спостереження та розрахунки записують до лабораторного зошита.

Лабораторно-практична робота № 4 **Визначення екологічного стану водних об'єктів**

Загальні положення про відбір проби води та підготовку її до аналізу

Відбір проб стічних вод для аналізу регламентується стандартами, які визначають методику збору, зберігання і поводження з пробами:

1. КНД 211.1.0.009-94 Гідросфера. Відбір проб для визначення складу та властивостей стічних і технологічних вод, регламентує загальні методи відбору проб для визначення складу та властивостей стічних і технологічних вод.
2. ДСТУ ISO 5667-2:2003 Якість води. Відбирання проб. Частина 2, містить настанови щодо загальних методів відбирання проб.

3. ДСТУ ISO 5667-3:2001 Якість води. Відбирання проб. Частина 3, визначає правила зберігання та поводження з пробами після відбору.
4. ДСТУ ISO 5667-10:2005 Якість води. Відбирання проб. Частина 10 описує методи відбирання проб стічних вод.

Дотримання стандартів забезпечує точність і надійність результатів аналізу проб стічних вод.

Якщо воду відбирають із незначної глибини, то це можна зробити скляною посудиною місткістю 1,0 – 1,5 л. Якщо глибина водойми значна, тоді використовують батометр (скляний посуд із плюмбумовою основою та корком), який можна шнуром вийняти на глибині водойми. За потреби відбирають на різній глибині.

Систематичний відбір проб здійснюється самим водокористувачем (підприємством, установою), яка скидає стічні води з метою регулярного моніторингу кількісних і якісних показників стічних вод та виявлення змін у складі стічних вод, що може свідчити про відхилення від встановлених норм. Періодичність визначається нормативними документами та залежить від обсягів скидів і категорії водокористувача.

Вибірковий або контрольний відбір проб проводиться підрозділами аналітичного контролю органів Мінекобезпеки України на місцях, з метою незалежної перевірки діяльності водокористувачів, контролю дотримання встановлених нормативів скидів у водні об'єкти та оцінки впливу скидів на стан довкілля. Відбір проб може здійснюватися раптово, без попередження водокористувача.

Місця відбору визначаються з урахуванням особливостей об'єктів контролю, а також мети та умов моніторингу: розташування джерел скидів (точок скидання стічних вод у водні об'єкти), ділянки у водному об'єкті безпосередньо після скиду, місця в зоні змішування або на контрольних відстанях униз за течією та можливого їх впливу на середовище.

Місця відбору проб для стічних вод, які скидаються у водні об'єкти, мають бути обладнані водокористувачами засобами реєстрації вимірювання витрат. Бажано мати автоматичні пробовідбірні пристрої та засоби вимірювання витрат.

Обладнання для відбору проб води повинно відповідати вимогам ДСТУ ISO 5667-2:2003 і забезпечувати збереження складу та властивостей проби. Матеріал пробовідбірного обладнання повинен бути хімічно інертним і не вступати у взаємодію з пробою (скло, хімічно стійкі пластики (поліпропілен, тефлон, нержавіюча сталь). Стаціонарне обладнання має бути проточним для забезпечення постійного потоку проби. Забороняється використання запірної арматури, яка може викликати застій води та накопичення домішок. Передбачено очищення обладнання для видалення накопичених забруднень.

При високій частоті відбору проб застосовують автоматичні пробовідбірники для отримання загальної середньої проби.

Об'єм проби при ручному відборі має бути утричі рази більшим за об'єм, необхідний для одного визначення усіх показників. При заповненні посуду пробкою потрібно запобігати сильному перемішуванню, розриву струменя або захоплення повітря пробкою.

Складання супровідного документа до відібраної проби – обов'язкова процедура для забезпечення прозорості процесу відбору та подальшого аналізу. У документах повинні бути зазначені такі відомості: номер посудини (проби); назва проби, мета відбору; вид проби (разова або загальна) із зазначенням способу усереднення; спосіб відбору; пункт та місце відбору; дані про обробку проби (фільтрування, відстоювання, консервування тощо); дата, час та відомості про особу (осіб), яка відбирала пробу.

Зберігання проб припустиме лише в разі неможливості проведення аналізу відразу після відбору. При цьому необхідно враховувати можливі зміни у складі та властивостях проби.

Для аналізу використовують відфільтровану воду. Якщо фільтрування неможливе (у воді є речовини, які легко окиснюються на повітрі), то її тривалий час відстоюють, а для аналізу відбирають верхній шар. Оскільки неорганічні компоненти у воді перебувають у різних формах, зокрема у формі комплексів з органічними речовинами, гуміновими кислотами, то перед виконанням аналізу органічні комплекси руйнують. Для цього пробу відфільтрованої води випарюють з концентрованою H_2SO_4 .

Лабораторна робота 4.1

Визначення титрованої кислотності води

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 їхньої міграції і доступності для засвоєння живими організмами.

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

Визначення рН вод. Найзручніше і найточніше визначають рН вод із допомогою рН-метра. Можна скористатися універсальним індикаторним папером і за кольоровою шкалою визначити рН.

Кислотність – це концентрація у воді речовин, котрі взаємодіють із сильними основами. До них належать сильні кислоти, які у водному розчині повністю дисоціюють на йони (сульфатна, хлоридна, нітратна, хлорна), слабкі кислоти (ацетатна, сульфідна, сульфитна, карбонатна) та

катиони слабких основ, які у воді гідролізують із виділенням протонів (NH_4^+ , Fe^{3+} , Al^{3+} , катиони органічних основ).

Розрізняють титровану та активну кислотність. Активна відображає концентрацію у воді вільних йонів гідрогену, а титрована – загальну концентрацію йонів гідрогену в системі. Активну кислотність визначають за допомогою рН-метра, а титровану – титруванням зразка води розчином сильної основи.

Обладнання і матеріали: конічні колби, бюретка, штатив, піпетки Мора.

1. Фенолфталеїн (0,1%-й спиртовий розчин);
2. Метиловий жовтий (0,1%-й розчин у 90%-му спирті);
3. Бромфеноловий синій (0,1%-й розчин у 20%-му спирті) або змішаний індикатор (0,1 г метилового оранжевого і 0,25 г індигокарміну розчиняють у 100 мл води);
4. Розчин NaOH 0,1 моль/л.
5. Під час аналізу стічних вод із високим вмістом катіонів алюмінію і феруму (III) потрібні додатково: сульфат амонію, тіосечовина $\text{CS}(\text{NH}_2)$ або флуорид калію (розчиняють 30 г $\text{KF} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ в 100 мл води; розчин нейтралізують за тим індикатором, який використовують при титруванні проби);
6. Сульфат купруму $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ кристалічний;
7. Розчин сульфатної кислоти, $\text{C}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1$ моль/л.
8. Під час визначення кислотності води, в якій міститься значна кількість феруму (II), додатково потрібен тексаметафосфат натрію $(\text{NaPO}_3)_6$, 2%-й розчин, нейтралізований за індикатором, який використовують при титруванні.
9. Якщо в розчині міститься активний хлор, його відновлюють пероксидом гідрогену.

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 NaOH на білому фоні до появи відповідно синього або рожевого забарвлення розчину, яке не зникає протягом 30 сек. Якщо як індикатор застосовують фенолфталеїн (перехід забарвлення при $\text{pH} = 8,2\text{--}10,0$ чи тимолфталеїн ($\text{pH} = 9,4\text{--}10,6$), 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, котрий 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 вільних кислот у водах із високим умістом алюмінію і феруму (II). Переведення катіонів Fe (III) і Al (III) у флуоридні комплекси.

В мірну колбу місткістю 200 мл вносять 100 мл аналізованої води, додають 1–10 мл розчину флуориду калію і об'єм розчину доводять до риски дистильованою водою. Добре перемішавши рідину, залишають її на деякий час для осадження флуоридів. Відбирають піпеткою 100 мл прозорої рідини, переносять у конічну колбу, додають індикатор і титрують суміш розчином гідроксиду натрію.

Зв'язування феруму (і купруму) тіосечовиною (застосовують у разі, якщо вода збагачена цими катіонами і в якій дуже мало алюмінію). В 50–100 мл аналізованої води додають кристалик $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (якщо у воді немає Cu(II)), що необхідно для прискорення реакції утворення комплексу феруму (III) з тіосечовиною, і 3–5 г сульфату амонію. Потім добавляють таку кількість тіосечовини, щоб після інтенсивного перемішування розчин знебарвився; добавляють індикатор і суміш титрують розчином NaOH як описано вище.

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, яка містить у 100 мл не більш як 120 мг йонів Fe(II) і не більш як 10 мг Fe(III) , добавляють 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_2SO_4 до переходу зеленого кольору в сірий. При правильному проведенні процесу на зворотне титрування витрачають не більш як 0,5 мл розчину сульфатної кислоти.

$3 \text{C} \left(\frac{1}{z} \text{H}_2\text{SO}_4 \right) = 0,1 \text{ моль/л.}$

Кислотність води X визначають за формулою:

$$X = \frac{A \cdot K \cdot 0,1 \cdot 1000}{V}, \text{ ммоль} \cdot \text{екв/л}$$

де A – об'єм розчину кислоти, витраченого на титрування, мл;

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

K – поправковий коефіцієнт для розчину кислоти з $C = 0,1 \text{ моль/л.}$

Лабораторна робота 4.2

Визначення лужності

Лужність – це вміст у воді речовин, здатних взаємодіяти із 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_3^- , CO_3^{2-} , H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , SO_3^{2-} , аніони гумінових кислот, HS^- , S^{2-} тощо).

Визначенню перешкоджають інтенсивне забарвлення води (усувають добавлянням 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 уміст вуглекислого газу (перешкоджає правильному визначенню переходу забарвлення індикатора при титруванні; його витісняють, пропускаючи крізь воду повітря).

Обладнання і матеріали: конічні колби місткістю 250 мл, піпетки Мора, штатив, бюретка, розчин хлоридної або сульфатної кислоти $C = 0,1$ моль/л; розчин NaOH , $C = 0,1$ моль/л; індикатори: метиловий жовтий (0,1%-й розчин в 90%-му спирті) або бромфеноловий синій (0,1%-й розчин в 20%-му спирті), чи змішаний індикатор (0,1 г метилового оранжевого і 0,25 г індигокарміну розчиняють у 100 мл води).

Хід роботи

Якщо стічна вода 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 – сильних основ і деяких аніонів (CO_3^{2-} , PO_4^{3-}).

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 додано до першого розчину. 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 (HCO_3^- , $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$, HS^-) та слабких основ.

Загальний об'єм витраченої кислоти відповідає загальній лужності води. Розрахунки виконують за формулою:

$$X = \frac{V_{\text{кис.}} \cdot K \cdot 0,1 \cdot 1000}{V} = \frac{A \cdot K \cdot 100}{V}, \text{ ммоль} \cdot \text{екв/л};$$

де $V_{\text{кис.}}$ – 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 4.3

Способи очищення стічних вод, утворених при виробництві харчових продуктів

Мета роботи: Ознайомитись з основними методами очищення стічних вод, утворених в процесі виробництва харчових продуктів, дослідити ефективність фізичних, хімічних і біологічних методів очищення.

Обладнання і матеріали: зразки стічних вод харчового виробництва (води, які можуть містити ґрунт, харчові барвники, жири тваринного та рослинного походження, сироватку або будь який-молочний продукт), хімічні склянки для збору й аналізу води, фільтри різної пористості, коагулянти (алюмінію сульфат, залізо(III)хлорид), набір для проведення біологічного очищення (мікроорганізми або активований мул), рН-метр, мірний посуд, лабораторні ваги.

Теоретичні відомості:

З усіх джерел, які забруднюють воду, основне значення мають виробничі стічні води.

Виробничі стічні води – це води, використані в різних технологічних процесах. До промислових належать також води, використані на ТЕС і АЕС і ті, які відкачуються на поверхню землі під час видобутку корисних копалин.

Стічні води сільського господарства надходять із тваринницьких ферм і комплексів, птахоферм та інших сільськогосподарських об'єктів, а також від поливу посівів культур або під час промивання ґрунту від засолення.

Найшкідливіші речовини-забрудники, котрі потрапляють у водні джерела зі стічними водами, це: нафтопродукти, важкі метали, синтетичні поверхнево-активні речовини, феноли, ароматичні сполуки, пестициди, бензапірен, радіонукліди.

У побутових стоках комунального господарства містяться фекалії, мийні засоби, мікроорганізми – збудники таких інфекційних захворювань, як дизентерія, холера, інфекційний гепатит, а також хімічні елементи: нітроген фосфор, сульфур, залізо, станум, цинк та ін. За підрахунками, від однієї людини до очисних споруд потрапляють у середньому 0,4 м³ господарсько-побутових стічних вод. Об'єм цих стоків залежить від густоти населення і становить 10–15 м³/га за рік.

Водостоки і водойми забруднюються також атмосферними опадами. Дощі та снігові опади змивають промисловий і побутовий бруд з територій підприємств, гірських вирубок, міських вулиць. З атмосферними опадами на земну поверхню можуть потрапляти промислові тверді часточки, сажа, пил, радіоактивні речовини, токсичні хімічні сполуки.

Існують такі основні способи очищення стічних вод:

1. **Механічне очищення** – видалення твердих часток за допомогою решіток, фільтрації або осадження.

2. *Хімічне очищення* – використання коагулянтів, флокулянтів або реагентів для нейтралізації шкідливих речовин.

3. *Біологічне очищення* – використання мікроорганізмів, які розкладають органічні забруднювачі у воді.

Хід роботи

1. У лабораторний стакан на 500 мл наливають 400 мл води з водогону та додають до неї перераховані забруднювачі (столову ложку ґрунту; декілька краплин харчового барвника; 1 г борошна; 1 мл бульйону або ж невелику кількість жирів тваринного чи рослинного походження. Вказують, до якої категорії відноситься кожний з них.

2. Необхідно переконатися в ефективності найчастіше широко використовуваних способів водоочищення. Наявність сліду розчинених речовин перевіряють методами хімічного аналізу. Використовуючи харчовий барвник, можна візуально визначити розчинні речовини. Наявність бактерій можна перевірити за допомогою простерилізованої у полум'ї петлі з дроту. За допомогою дротини краплю води зі стакана переносять у чашку Петрі зі стерильним агаровим середовищем. Поява колоній через кілька діб буде свідчити про наявність у воді бактерій.

3. До іншого зразка стічної води додають активований намул або спеціально відібрані мікроорганізми. Підтримують аерацію води протягом кількох діб (за можливості). Після завершення процесу, вимірюють концентрації органічних речовин, біологічне споживання кисню (БСК), хімічне споживання кисню (ХСК), рН та інші параметри. Порівнюють результати до та після біологічного очищення.

4. Наливають 50 мл досліджуваного зразка води у мірний циліндр для відстоювання. Через деякий час досліджують верхній шар на наявність забруднення вищеописаними способами. Необхідно обґрунтувати, можливість використання відстоювання для видалення завислих, розчинних речовин і бактерій.

5. Відфільтровують 20–30 мл досліджуваного зразка води у чистий лабораторний стакан за допомогою лійки та фільтрувального паперу. Перевіряють фільтрат на наявність забруднювачів описаними вище способами. Необхідно обґрунтувати, чи видаляються за допомогою фільтрування завислі речовини, розчинні речовини та бактерії. Проводять визначення каламутності та рН очищеної води.

6. Наливають 30–40 мл забрудненої води в лабораторний стакан. Додають коагулянт алюмінію сульфат або хлорид заліза, ретельно перемішують та дають відстоятися протягом 1 години. Перевіряють воду на наявність забруднення вищеописаними способами. Необхідно обґрунтувати, чи видаляються за допомогою коагулянтів завислі речовини, розчинні речовини та бактерії. Визначте каламутність та рН очищеної води.

7. Збирають прилад для дистиляції. Дистилюють 50 мл досліджуваного зразка води. Необхідно обґрунтувати, чи видаляються в результаті цього процесу завислі, розчинні речовини та бактерії; чому дистиляцію не використовують як єдиний спосіб надійного очищення води. Визначають каламутність та рН очищеної води.

8. Дають порівняльну характеристику ефективності механічного, біологічного та хімічного очищення стічних вод. Оцінюють екологічну й економічну доцільність використання кожного методу для харчової промисловості.

Результати записують у лабораторний зошит.

Лабораторна робота № 5

Визначення екологічного стану ґрунтів

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 забезпечення його родючості.

Ґрунти можуть бути забруднені внаслідок:

- 1) внесення мінеральних та органічних добрив;
- 2) використання пестицидів;
- 3) надходження промислових і побутових відходів різних видів;
- 4) осідання на його поверхні хімічних речовин з атмосферних викидів промислових підприємств та автотранспорту, а також радіонуклідів через аварії на ядерних реакторах;
- 5) зберігання або постійного захоронення побутових і промислових відходів.

Усі забруднювачі ґрунту можна поділити на біологічні (віруси, бактерії, яйця гельмінтів) та хімічні. Хімічні забруднювачі ґрунту також поділяють на дві групи. До першої належать хімічні речовини, що їх вносять у ґрунт цілеспрямовано, найчастіше – в сільському та лісовому господарствах: пестициди, мінеральні добрива, структуроутворювачі ґрунту, стимулятори росту рослин та ін.

Внесення цих речовин у ґрунт – керований процес, і вони небезпечні лише за надмірного надходження у ґрунт, коли не дотримано агрохімічних та гігієнічних регламентів застосування.

Усі екзогенні хімічні речовини за ступенем небезпеки для здоров'я населення поділяють на три класи:

- 1-й високонебезпечні речовини;
- 2-й помірнонебезпечні речовини;
- 3-й малонебезпечні речовини.

Клас небезпеки екзогенно хімічних речовин встановлюють за санітарно-гігієнічними показниками. До 1-го класу належать миш'як,

кадмій, ртуть, свинець, бенз(а)пірен, стійкі хлорорганічні пестициди: ДДТ, гексахлорциклогексан, поліхлоркамфен, поліпропілен.

До 2-го бор, кобальт, нікель, молібден, хром, гербіциди.

До 3-го барій, ванадій, вольфрам, марганець, нерадіоактивний стронцій.

Найпоширенішими забруднювачами ґрунтів, які впливають на фізичні й хімічні процеси у ґрунті, ріст і розвиток рослин, функціонування наземних і водних екосистем (зокрема, в разі змивання з поверхні в природні водойми сполук нітрогену чи фосфору відбувається евтрофікація), є мінеральні добрива, нафтопродукти, важкі метали, радіонукліди, пестициди.

Світовий асортимент пестицидів нині налічує понад 1000 найменувань діючих речовин, з яких найширше використовують майже 700. Виробництво пестицидів сягає 2 млн т діючих речовин щороку. Якщо перерахувати цю кількість пестицидів на 1 га площі сільськогосподарських угідь, то на кожний гектар у середньому в світі припадає 0,3 кг пестицидів, а середньорозрахункова концентрація в ґрунті сягає 0,1 мг/кг.

Лабораторна робота №5.1

Визначення гідролітичної кислотності ґрунту

Кислотність ґрунту негативно впливає на розвиток більшості сільськогосподарських рослин і багатьох корисних ґрунтових мікроорганізмів. Йон водню понижує насиченість ґрунтів основами, зменшує кількість поживних елементів, доступних рослинам. Ці фактори впливають на загальну родючість ґрунтів, що призводить до зменшення урожаїв і зниження якості продукції.

Визначення кислотності базується на тому, що при взаємодії розчину оцтового натрію з ґрунтом утворюється оцтова кислота, яка відтитровується лугом. За кількістю лугу, витрачену на титрування, знаходять величину гідролітичної кислотності.

Реактиви: розчин ацетату натрію; фенолфталеїн; 0,1 н розчин гідроксиду натрію.

Хід визначення

На технічній вазі зважують 20 г повітряно-сухого ґрунту і переносять в колбу місткістю 200–250 мл. Приливають 50 мл 1 н розчину CH_3COONa , колбу закривають і збовтують на ротаторі протягом 1 год.

Суспензію відфільтровують і 25 мл переносять у конічну колбу (у разі, якщо фільтрат каламутний, його потрібно знову профільтрувати через той же фільтр. До фільтрату додають 2–3 краплі фенолфталеїну і відтитровують його 0,1 н розчином NaOH до блідо-рожевого забарвлення, яке не зникає протягом 1 хв.

Розрахунок ведуть за формулою:

$$H_R = \frac{a \cdot K \cdot 100 \cdot 0,1 \cdot 1,75}{m},$$

де H_r – гідролітична кислотність, мг·екв/100 г ґрунту;

а – кількість мл 0,1 н розчину NaOH, яка витрачена на титрування взятого об'єму фільтрату, мл;
К – поправочний коефіцієнт;
100 – коефіцієнт перерахунку на 100 г ґрунту;
0,1 – коефіцієнт перерахунку міліеквіваленти;
1,75 – поправка, що враховує неповноту витіснення йонів водню;
m – наважка ґрунту, яка відповідає взятому для титрування об'єму фільтрату.

Лабораторна робота № 6

Аналіз побутових відходів та їх рециклізація

Забруднення навколишнього середовища побутовим сміттям призводить до руйнування екологічної рівноваги не тільки в окремих регіонах, але й на планеті у цілому. Нейтралізація такого шкідливого впливу на довкілля – проблема, яка непокоїть світове суспільство.

Переробка й утилізація побутових відходів, утворених сучасним суспільством, стають одними з головних завдань захисту довкілля. На урбанізованих територіях розміщення відходів посідає на першому місці за значимістю серед екологічних проблем.

У вітчизняній та світовій практиці найбільшого поширення набули такі методи переробки твердих побутових відходів (ТПВ):

- будівництво полігонів для захоронення і часткової їх переробки;
- спалювання відходів на сміттєспалювальних заводах;
- компостування (з отриманням азотного добрива або біопалива);
- ферментація (отримання біогазів із тваринних стоків);
- попереднє сортування, утилізація і реутилізація цінних компонентів;
- піроліз (нагрівання без доступу повітря) ТПВ за температури 450–1050

°С.

Аналіз стану і тенденцій розвитку світової практики показує, що з усіх методів промислової переробки найчастіше застосовують термічну обробку ТПВ, в основному – спалювання. Причому найпоширеніша технологія термічної обробки за температури 1000–1200 °С.

Сортування побутових відходів відповідає світовим підходам у поводженні зі сміттям, а саме, сприяє запобіганню їхнього надмірного утворення, повторному (багаторазовому) використанню вторинної сировини, утилізації та безпечному розміщенню. Це може заощадити кошти для суспільства, створити нові робочі місця в галузі збирання, сортування та переробки відходів та поліпшити стан довкілля, а також знизити ризики для Вашого здоров'я.

Сортування та переробка відходів мають багато переваг:

- менший обсяг відходів потрапляє на захоронення або спалювання.
- матеріали використовуються повторно.
- зберігаються природні ресурси, зокрема деревина, нафта і метали.

Мета: набути навичок щодо кількісного та якісного аналізу побутових відходів; навчитися визначати способи зменшення або рециклізації кожної категорії відходів.

Обладнання: пакети поліетиленові; ваги.

Хід роботи

1. Розсортуйте відходи, які накопичилися вдома за тиждень (одну, дві або три доби) за такими категоріями: папір; метал; харчові відходи; пластмаса; скло; інші.
2. Складіть перелік основних продуктів і матеріалів кожної категорії. Визначте масу відходів кожної категорії та сукупну масу.
3. Встановіть середній показник відходів на одного мешканця вашої квартири (будинку).

Результати проведеної роботи внесіть до табл.5.

Таблиця 5

Класифікація побутових відходів моєї родини за тиждень

Дні спостережень	Категорія і кількість відходів (кг)							
	Папір	Метал	Скло	Пластмаса	Харчові відходи	Інше	Загальна кількість за день	К-сть на одного члена родини
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
Маса за тиждень кг								
Середнє зн-ня за день, кг								

4. Встановіть масову частку кожної категорії відходів у % (ω). Масову частка (ω) кожної категорії відходів обчисліть за формулою:

$$\omega = \frac{\text{Маса певної категорії відходів}}{\text{Сукупна маса відходів}} \cdot 100\%$$

5. Сформулюйте пропозиції щодо зниження кількості кожної категорії відходів, результати узагальнення внесіть до таблиці 6.

Таблиця 6

Пропозиції щодо зниження кількості кожної категорії відходів

Категорія відходів	Середнє значення за день	ω % від загальн ої кількості	Способи щодо зниження кількості кожної категорії відходів			
			Зменшення кількості споживання певного продукту	Повторне використання відходів	Рециклізація відходів у домашніх умовах	Запропонуйте інші шляхи
Папір						
Метал						
Скло						
Пластмаса						
Харчові відходи						
Інше						

6. Складіть таблицю категорій й кількості побутових відходів вашої родини за місяць, рік.

7. Визначте економічний ефект від утилізації побутових відходів, узявши за приклад макулатуру: 60 кг макулатури рятує від зрубання одне доросле дерево, із 1 кг макулатури можна виготовити 25 зошитів, 1 кг макулатури заощадить 0,2 мл води й 1 кВт/год електроенергії при виготовленні паперу.

Лабораторна робота №7

Методи переробки відходів консервної промисловості та використання їх як вторинної сировини

Флодоовочеві підприємства займають одне з провідних місць за використанням води, а утворені стічні води негативно впливають на природні водойми та навколишнє середовище. Нині не існує раціональних умов очищення стічних вод до норм водовідведення у міську каналізацію. На харчових виробництвах вода використовується в переважній кількості технологічних процесів для миття сировини й обладнання.

Яблучні вичавки можуть бути вторинною сировиною для виробництва багатьох кормових добавок для тварин і продуктів харчування людини.

Одержання яблучного порошку з яблучної мезги стосується до харчової промисловості з використанням вторинної сировини підприємств переробки яблук, а саме виробництва функціональних харчових добавок для хлібопекарської та кондитерської промисловості.

Яблучний порошок давно активно використовується в кулінарії і медицині. Основна його цінність для людини полягає в пектині. Пектин або пектинова речовина – це полісахарид, утворений із залишків галактуронової кислоти, наявний у більшості вищих рослин – фруктах, овочах, коренеплодах

і деяких видах водоростей. Пектин як речовину, виділено 200 років тому з фруктового соку.

Корисна дія яблучного порошку:

- стабілізує обмін речовин;
- знижує холестерин;
- поліпшує периферичний кровообіг;
- нормалізує перистальтику кишечника: маючи обволікаючі та в'язучі властивості, він сприятливо діє на стан слизової оболонки всього шлунково-кишкового тракту;
- при виразкових захворюваннях проявляє себе як легкий знеболювальний і протизапальний натуральний засіб;
- очищає від шкідливих речовин (радіоактивних елементів, йонів токсичних металів, пестицидів) при збереженні бактеріологічного балансу;
- сорбує і виводить біогенні токсини, ксенобіотики, анаболіки, продукти метаболізму, а також біологічно шкідливі речовини, які накопичуються з плином часу в організмі: жовчні кислоти, холестерин, сечовину;
- пов'язує важкі метали (ртуть, свинець);
- знижує ризик раку, серцево-судинних захворювань, діабету;
- активізує мікроорганізми, які відповідають за вироблення вітамінів.

Хід роботи

1. Змодельовати стічні води підприємства? на якому перероблялися яблука. Для цього подрібнити 100–150 г відходів (шкірки та качани з яблук) та залити їх 500 мл води. Визначити колір, запах, консистенцію та рН змодельованого розчину.

Упродовж 1–2 тижнів спостерігати за зміною показників даного розчину.

Зробити відповідні висновки.

2. Яблучний порошок

Відомий спосіб виробництва порошку з яблучних вичавок. Він полягає в тому, що м'язга, отримана після вичавлення соку на соковитискачі спрямовують на шнековий апарат, в якому вони перемішуються і додатково подрібнюються. Після цього подрібнена маса надходить у сушильну установку, де частки вичавок висушуються гарячим повітрям. Далі сухі вичавки потрапляють у диспергатор для подрібнення в порошок. Виконайте всі ці операції в лабораторії. Отримайте яблучний порошок та запропонуйте способи його застосування з харчовою метою.

3. Рецепт оцту з яблучної шкірки

Для приготування яблучного оцту можна використовувати цілі яблука, але достатньо яблучних відходів, тобто шкірки. Оцет на шкірці матиме інтенсивний яблучний аромат.

Потрібно лише три інгредієнти: яблучні шкірки, вода, цукор.

Шкірки помістіть у чисту (ошпарену) банку. Цукор розчиніть у воді в пропорції 3–4 столові ложки цукру з гіркою на літр води. Шкірки повинні заповнити приблизно 2/3 посудини, залийте їх злегка теплою водою. Накрийте

банку щільною марлею або паперовим рушником і зав'яжіть. Щоб плодів мошки не потрапили всередину. Вміст банки потрібно перемішувати один раз на день чистою дерев'яною ложкою. Така обробка необхідна, тому що під час бродіння яблука або шкірка спливають зверху і можуть запліснявіти. Білуватий осад або навіть піна на поверхні – це природний ефект бродіння. Через кілька тижнів шкірка опуститься на дно – тоді ви можете залишити оцет у спокої для освітлення. Ще через два–три тижні його можна процідити і розлити в чисті пляшки.

Записати результати спостережень та зробити висновки!

Практична робота

Визначення категорії екологічної безпеки місць видалення відходів

Мета роботи: Ознайомитись з розрахунковим способом визначення категорії екологічної безпеки місць видалення відходів та прогнозом негативного впливу відходів на навколишнє середовище.

Однією з найактуальніших проблем поводження з відходами є забезпечення їх екологічно безпечного накопичення та зберігання на об'єктах видалення. Крім того, при самому широкому та інтенсивному втіленні технологій утилізації, на місцях складування побутового сміття завжди буде зберігатися певна кількість промислових відходів. Це буде призводити до забруднення поверхневих та підземних вод, ґрунту та атмосфери. Практично всі полігони не відповідають сучасним вимогам. На більшості немає спеціальних водоохоронних споруд – дамб, каналів, дренажу.

Для посилення контролю за такими об'єктами та забезпечення належного захисту навколишнього середовища розробляються спеціальні паспорти місць видалення відходів (МВВ). Один із основних моментів у розробці паспортів МВВ – визначення категорії екологічної безпеки сховищ відходів (категорії А, Б, В, Г). Віднесення об'єкта до тієї або іншої категорії передбачає відповідний комплекс заходів із захисту навколишнього середовища.

Розрахунковий спосіб визначення категорії екологічної безпеки місць видалення відходів полягає у встановленні чисельного значення інтегрального (по всіх середовищах) показника негативного впливу, а за його величиною об'єкт належить до певної категорії.

Розрахунок ведеться за формулою:

$$C = D_m \cdot I_o \cdot (I_a \cdot k_a + I_{g.w} \cdot k_{g.w} + I_{s.w} \cdot k_{s.w} + I_g \cdot k_g) \cdot K_{inf.},$$

де C – інтегральний показник потенціального негативного впливу накопичення відходів на компоненти навколишнього середовища;

D_m – показник середнього ступеня власної небезпеки відходів, використовується у разі спільного складування різних типів відходів;

I_o – показник конструкційної екологічної небезпеки споруд для зберігання відходів;

I_a – показник впливу природних факторів на атмосферне повітря;

$I_{g.w.}$ – показник впливу природних факторів на підземні води;

$I_{s.w.}$ – показник впливу природних факторів на поверхневі води;
 I_g – показник впливу природних факторів на ґрунти;
 $k_a, k_{g.w.}, k_{s.w.}, k_g$ – коефіцієнти технологічного впливу на атмосферне повітря, підземні, поверхневі води та ґрунти, відповідно;
 $K_{inf.}$ – коефіцієнт інформативності.

Показник конструкційної екологічної небезпеки об'єкта (I_o) визначається за спеціально розробленими таблицями залежно від таких характеристик: типу, площі та об'єму об'єкта розміщення відходів, надійності споруд зберігання відходів, ефективності моніторингу навколишнього середовища.

Коефіцієнт технологічного впливу на компоненти навколишнього середовища – числовий параметр, який характеризує у відносних одиницях можливість забруднення даного компонента навколишнього середовища при експлуатації інженерної споруди за існуючою технологічною схемою. Оцінка коефіцієнтів технологічного впливу на атмосферу (k_a), підземні води ($k_{g.w.}$), поверхневі води ($k_{s.w.}$), ґрунти (k_g) здійснюється залежно від наявної системи заходів, спрямованих на зниження негативного впливу накопичених відходів, системи збору та очищення дощових, талих та дренажних вод, наявності та конструкції протифільтраційних завіс та екранів.

Показники впливу природних факторів на атмосферне повітря (I_a), підземні води ($I_{g.w.}$), поверхневі води ($I_{s.w.}$), ґрунти (I_g) визначаються за спеціальними таблицями. Оцінка здійснюється залежно від таких параметрів: потенціалу забруднення атмосфери в даному районі, категорії захищеності ґрунтових вод, співвідношення глибин залягання рівнів ґрунтових та підземних вод, коефіцієнта фільтрації слабопроникних відкладів зони фільтрації, перевищення ГДК шкідливих речовин у ґрунті, співвідношення розташування об'єкта зберігання відходів та водоохоронної зони водних об'єктів, рельєфу місцевості, виду рослинного покриву та ін.

Коефіцієнт інформативності ($K_{inf.}$) визначається за результатами заповнення опитувального листка для оцінки ступеня потенціального негативного впливу накопичених відходів на навколишнє середовище, залежно від наявності відповідей на виділені в ньому запитання.

Після розрахунку числового значення інтегрального показника C визначається категорія місць видалення відходів (табл.7).

Таблиця 7.

Визначення категорії екологічної безпеки за величиною

Значення інтегрального показника впливу накопичених відходів на навколишнє середовище	Категорія екологічної безпеки місць видалення відходів	
< 10	А	Об'єкти епізодичного регламентного контролю

11–20	Б	Об'єкти періодичного регламентного контролю. Визначення шляхів попередження забруднень.
21–50	В	Об'єкти постійного контролю. Обов'язковість способів захисту, моніторингу та локалізації забруднень.
> 51	Г	Об'єкти особливої уваги органів державного контролю. Обов'язковість способів захисту, моніторингу. Припинення експлуатації.

Потенціальний негативний вплив на навколишнє середовище – це прогнозований негативний вплив відходів на атмосферне повітря, ґрунти, підземні та ґрунтові води у районі розташування накопичувача. Величина впливу визначається сукупністю факторів, які відображають технічний стан споруди на даний час та його природно-геологічне розташування.

Величина потенційного негативного впливу визначається такими факторами:

- ступенем небезпеки самих відходів;
- технічними характеристиками та станом об'єкта розміщення;
- природними умовами території.

Середній ступінь власної небезпеки відходів розраховується за формулою:

$$D_m = (D_1 \cdot M_1 + \dots + D_n \cdot M_n) / M_{\text{сум.}}, \quad (2.2)$$

де D_m – середній ступінь власної небезпеки відходів; $D_1 \dots D_n$ – коефіцієнти власної небезпеки різних видів відходів, які складуються; $M_1 \dots M_n$ – вага різних видів відходів, що складуються; $M_{\text{сум.}}$ – сумарна вага відходів, які складуються.

Визначення ступеня власної небезпеки відходів (D_i) базується на віднесенні відходів до класу небезпеки згідно ДСанПин 2.2.7.029-99 та визначенні додаткових факторів їх небезпеки, яких ми є: вогнебезпечність, вибухонебезпечність, корозійність, окислювальна здатність. Ці фактори визначають ймовірність виникнення екологічно значущих аварійних ситуацій при зберіганні відходів. Наявність кожного додаткового фактору небезпеки знижує клас небезпеки відходів на 0,25. Її розрахунок здійснюється за формулою:

$$D_i = 5 - (O_i - N_i \cdot 0,25),$$

де: D_i – ступінь власної небезпеки відходу; O_i – клас небезпеки відходу; N_i – кількість факторів додаткової небезпеки.

Чим вище значення ступеня власної небезпеки відходів, тим більша інтенсивність потенційного впливу на навколишнє середовище.

Завдання: за вихідними даними, згідно з номером варіанта розрахувати інтегральний показник потенційного негативного впливу відходів на навколишнє середовище та встановити категорію місця видалення відходів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Лабораторна робота 1	
Визначення екологічного стану атмосферного повітря.....	7
Лабораторно-практична робота №2	
Визначення рівня радіаційного забруднення.....	9
Лабораторна робота № 3	
Визначення кислотності та токсичності опадів.....	11
Лабораторно-практична робота № 4	
Визначення екологічного стану водних об'єктів	13
Лабораторна робота 4.1	
Визначення кислотності води.....	15
Лабораторна робота 4.2	
Визначення лужності.....	
Лабораторна робота 4.3	17
Способи очистки стічних вод, утворених при виробництві харчових продуктів.....	
Лабораторна робота № 5	
Визначення екологічного стану ґрунтів.....	21
Лабораторна робота 5.1	
Визначення гідролітичної кислотності ґрунту.....	22
Лабораторна робота № 6	
Аналіз побутових відходів та їх рециклізація.....	23
Лабораторна робота №7	25
Методи переробки відходів консервної промисловості та використання їх як вторинної сировини	
Практична робота	
Визначення категорії екологічної безпеки місць видалення відходів..	27
Література	31

Література

1. Мостенська Т. Г. Екологічні загрози при виробництві харчових продуктів. *Інтелект XXI*. № 3. 2015.
2. Краснова Ю. А. Право екологічної безпеки України: теоретичні аспекти: монографія. Ю. А. Краснова. К.: НУБіП України, 2017. 589 с.
3. Екологічна безпека навколишнього середовища оцінка, перспективи, управління: колективна монографія / за наук. ред доц. Картавої О. Ф. Луцьк: РВВ Луцького національного технічного університету, 2015. 282 с.
4. Крусір Г. В., Шевченко Р. І., Русєва Я. П. Технології поводження з відходами харчових виробництв : навч. посіб. для вищ. навч. закл. Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса : Астропринт, 2014. 400 с.
5. Карпик Г. В., Лісовська Т. О. Безвідходні технології консервних виробництв : метод. вказівки до виконання практич. робіт з курсу «Безвідходні технології консервних виробництв». ТНТ Пулюя. Тернопіль. 2016. 48 с.
6. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. Сєверодонецьк : вид-во СНУ ім. В. Даля, 2019. 420 с.
7. Безпечність продовольчої сировини та продуктів харчування. Методичні вказівки до лабораторних робіт для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 181 «Харчові технології» / укл.: Буяльська Н. П., Челябієва В. М., Денисова Н. М. – Чернігів: НУЧП, 2021. 112 с.
8. Технологія води та водопідготовки харчових виробництв: методичні вказівки до самостійної роботи для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальності 181 «Харчові технології» / укл.: Буяльська Н. П., Денисова Н. М., Челябієва В. М. Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2022. 92 с.

Навчально-методичне видання

**ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЙ У
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВАХ**

Методичні рекомендації до лабораторних робіт

Укладачі : **Сема** Оксана Василівна
Сачко Анастасія Валеріївна

Відповідальний за випуск
Літературний редактор

Кобаса І.М.
Ряднова В.П.

Підписано до друку 25.01.2022. Формат 60x84/16.
Папір офсетний. Друк офсетний. Ум. друк.арк.....
Обл.-вид. арк. Тираж 50. Зам.
Видавництво та друкарня Чернівецького національного університету
58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2
e-mail: ruta@chnu.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №981 від 08.04.2002р.