

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»**



НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

О.О. Борисовська, П.К. Ломазов

**МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ
«ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ НІТРАТІВ У ПРОДУКТАХ
ХАРЧУВАННЯ ТА ЖОРСТКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ»**

для студентів освітньо-професійних програм «Екологія»
та «Технології захисту навколишнього середовища»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Дніпро
НТУ «ДП»
2023

Борисовська О.О.

Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи «Вимірювання концентрації нітратів у продуктах харчування та жорсткості питної води» для студентів освітньо-професійних програм «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти / О.О. Борисовська, П.К. Ломазов ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2023. – 26 с.

Упорядники:

О.О. Борисовська, канд. техн. наук, доц.,

П.К. Ломазов, ас.

Затверджено науково-методичними комісіями спеціальностей 101 Екологія (протокол № 5 від 27.06.2023) та 183 Технології захисту навколишнього середовища (протокол № 8 від 26.06.2023) за поданням кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (протокол № 9 від 26.06.2023).

Подано методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи «Вимірювання концентрації нітратів у продуктах харчування та жорсткості питної води» для студентів освітньо-професійних програм «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Методичні рекомендації орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності студентів.

Відповідальний за випуск завідувач кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища О.О. Борисовська, канд. техн. наук, доц.

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні рекомендації призначені для закріплення теоретичних знань, набутих студентами в лекційному курсі, а також формування практичних навичок виконання лабораторних вимірювань (випробувань) щодо оцінки якості продуктів харчування та питної води.

Методичні рекомендації включають лабораторну роботу, текст якої викладено за типовою структурною схемою: тема, мета роботи, завдання, подання теоретичних положень за темою, завдання для самостійного виконання та питання для самоконтролю.

В результаті виконання лабораторної роботи студенти повинні набути практичні навички з:

- ❖ вимірювання концентрації нітратів у продуктах харчування за допомогою приладу Greentest mini;
- ❖ вимірювання жорсткості питної води за допомогою приладу Greentest mini;
- ❖ оцінки якості продуктів харчування та питної води відповідно до чинних гігієнічних нормативів.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА «ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ НІТРАТІВ У ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ ТА ЖОРСТКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ»

Мета роботи: набуття студентами практичних навичок щодо вимірювання концентрації нітратів у продуктах харчування та жорсткості питної води.

Поставлена мета досягається послідовним вирішенням наступних завдань:

- ознайомлення з загальними положеннями щодо безпеки присутності нітратів та нітритів у продуктах харчування, а також вживання занадто жорсткої питної води;
- ознайомлення з вітчизняними та міжнародними гігієнічними нормативами вмісту нітратів у продуктах харчування та нормативами жорсткості питної води;
- ознайомлення з будовою та порядком роботи приладу Greentest mini;
- самостійне вимірювання концентрації нітратів у продуктах харчування та жорсткості питної води;
- оцінка безпечності продуктів харчування та якості питної води за результатами виконаних вимірювань.

В результаті виконання даної лабораторної роботи будуть сформовані наступні **результати навчання:**

- здійснювати лабораторні вимірювання (випробування) щодо оцінки якості довкілля;
- аналізувати результати вимірювань параметрів довкілля з точки зору їх відповідності санітарно-гігієнічним вимогам.

1.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

1.1.1. Нітрати та їх безпека

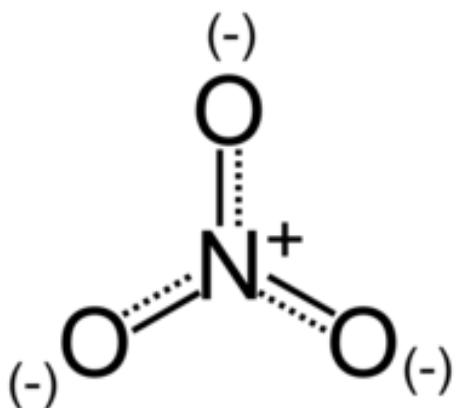
Однією із важливих проблем, яка виникла як результат посилення антропогенного тиску на екосистеми, є проблема безпечності продуктів харчування і води, які споживаються.

Нітрати – це солі азотної кислоти, які накопичуються в продуктах харчування і у воді при надлишковому вмісті в ґрунтах азотних добрив. Шкідливі для здоров'я є не самі нітрати, а продукти їхнього окислення – нітрити (рис. 1., що утворюються під дією високих температур (кип'ятіння), а також безпосередньо в організмі людини під впливом мікрофлори шлунково-кишкового тракту.

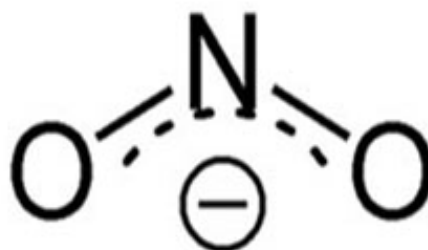
Нітрити потрапляють в кров і блокують гемоглобін шляхом утворення *метгемоглобіну*, що не здатний вступати в зворотну реакцію з киснем і переносити його. У разі накопичення метгемоглобіну знижується насичення артеріальної крові киснем, виникає *кисневе голодування*. Порушується

нормальне дихання клітин і тканин організму (тканинна гіпоксія), в результаті чого накопичується молочна кислота, холестерин, і різко падає кількість білка.

а)



б)



а) нітрати; б) нітрити

Рис. 1. Молекули нітратів та нітритів

Якщо кількість метгемоглобіну перевищує 50% від загальної кількості гемоглобіну, організм може загинути від гіпоксії центральної нервової системи.

Встановлено також, що при певних умовах із нітритів можуть утворюватися *канцерогенні речовини*, що підвищують ризик розвитку ракових пухлин.

Регулярне надходження нітратів в організм людини спричиняє:

- порушення обміну речовин;
- дестабілізацію нервової системи;
- ослаблення захисних функцій організму;
- зменшення кількості йоду, що приводить у свою чергу до збільшення щитовидної залози.

Підвищення кількості нітратів становить найбільшу небезпеку для дітей через вікові особливості їх метаболізму та специфіку споживання продуктів харчування.

Головними джерелами надходження нітратів екзогенного походження є *овочі* (70 %) й інша продовольча сировина, а також *питна вода* із свердловин та колодязів.

Проблема підвищеного вмісту нітратів у рослинницькій продукції, як вже згадувалося раніше, з'явилася внаслідок систематичного використання високих доз *нітрогенвмісних добрив* при недостатніх органічних дозах, що спричиняє небажані наслідки для родючості ґрунту. В таких умовах зростає активність бактерій, що розкладають гумус, гумус мінералізується, і вміст цієї речовини поступово знижує родючість ґрунту.

Сама по собі присутність нітратів у рослинах – нормальне явище, тому

що вони є джерелами нітрогену в цих організмах, але зайве збільшення їх вкрай небажано, адже вони мають високу токсичність не тільки для людини, а й для сільськогосподарських тварин.

Нітрати в основному накопичуються в коренях, коренеплодах, стеблах, черешках і великих жилках листя, значно менше їх у плодах. Це нормальне явище, яке пояснюється тим, що в плоді відбувається нерівномірний розподіл нітратів (рис. 2).

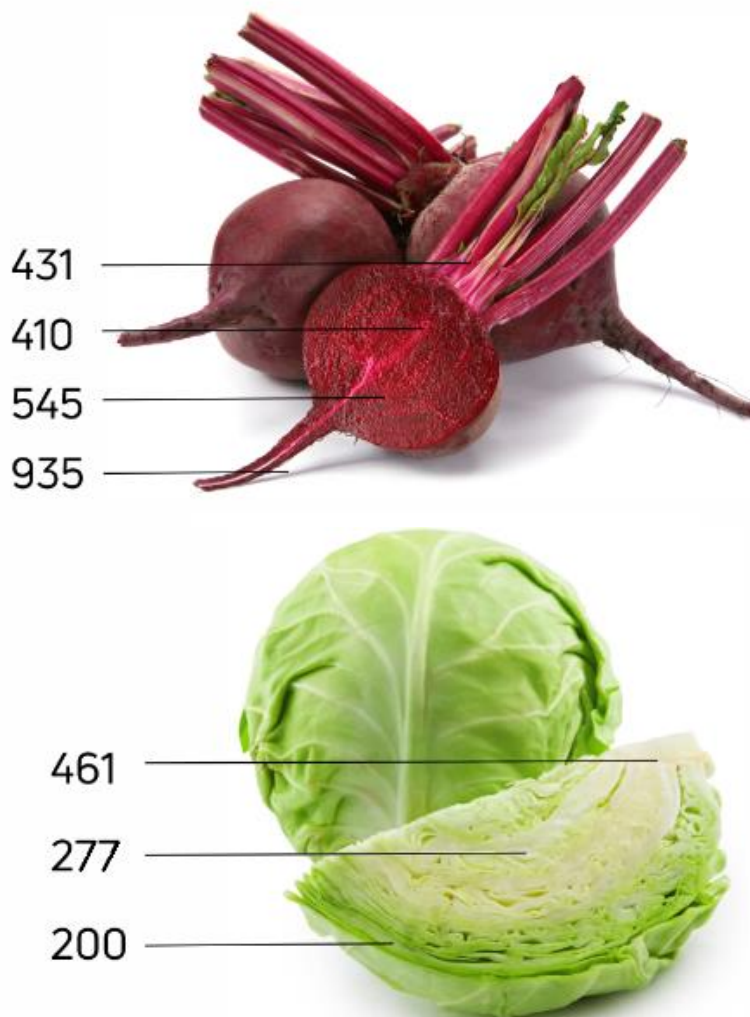


Рис. 2. Приклад нерівномірного вмісту нітратів у різних частинах овочів (мг/кг)

Дуже активно накопичують нітрати саме листові овочі (шпинат, петрушка, кріп, салат і т.д.).

Повністю позбутися нітратів в рослинних продуктах неможливо і недоцільно, оскільки разом з нітратами гинуть і водорозчинні вітаміни. А ось зменшити їх кількість можна. Існує декілька способів:

1. Замочити листові овочі у воді на 1,5 год, періодично міняти воду, а потім промити та використовувати тільки листя, оскільки стебло вбирає

найбільше нітратів.

2. Ретельно мити та чистити овочі. Зрізати біля хвостика (огірки, помідори, редиска); біля хвостика і стебла (буряк, морква); викидати верхні листки капусти, не використовувати качан і ні в якому випадку не давати його їсти дітям.

3. Не зберігати довго салати та зіпсуті овочі при кімнатній температурі, оскільки нітрати в таких умовах швидко переходять в нітрити.

4. Вживати продукти з великою кількістю вітаміну «С» – чорну, червону, білу смородину, оскільки «висячі» ягоди, як і фрукти (яблука, сливи, вишні, черешні, виноград) не накопичують велику кількість нітратів.

1.1.2. Жорсткість питної води та небезпека її вживання людиною

Жорсткість води – сукупність хімічних і фізичних властивостей води, пов'язаних з вмістом в ній розчинених солей лужноземельних металів, головним чином, кальцію і магнію.

Жорсткість води обумовлюють карбонати — солі кальцію і магнію: CaCO_3 і MgCO_3 , гідрокарбонати $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ і $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, сульфати CaSO_4 і MgSO_4 , хлориди CaCl_2 і MgCl_2 . Набір речовин, що містяться у воді, може бути самим різним, що обумовлено геологічними особливостями тієї місцевості, де розташована водойма. Джерелом іонів жорсткості є природні поклади вапняків, гіпсу і доломітів. Іони кальцію і магнію надходять у воду в результаті взаємодії розчиненого діоксида вуглецю з мінералами і при інших процесах розчинення і хімічного вивітрювання гірських порід. Джерелом цих іонів можуть служити також мікробіологічні процеси, що протікають у ґрунтах на площі водозбору, в донних відкладах, а також стічні води різних підприємств.

Вживання занадто жорсткої питної води може мати негативний вплив на здоров'я людини.

Ось деякі причини, чому небезпечно вживати занадто жорстку питну воду:

1. Накопичення надлишку мінералів: занадто високий рівень кальцію та магнію у воді може призвести до накопичення цих мінералів в організмі. Це може викликати утворення каменів у нирках, артеріосклероз (закупорення артерій) та інші проблеми.

2. Вплив на печінку та нирки: надмір кальцію та магнію може негативно впливати на роботу печінки та нирок. Це особливо стосується людей з підвищеною схильністю до ниркових каменів.

3. Здоров'я серця: занадто жорстка вода може бути пов'язана з підвищеним ризиком розвитку серцевих захворювань.

4. Погіршення смаку та текстури їжі: жорстка вода може знизити якість смаку приготовленої їжі та напоїв. Крім того, вона може призвести до утворення надлишку вапняних відкладень на посуді та кухонних приладах.

5. Проблеми зі шкірою: використання жорсткої води при митті

може призвести до сухості та подразнення шкіри.

Щоб уникнути цих проблем, рекомендується здійснювати тестування якості води та, якщо необхідно, встановлювати систему водоочищення, щоб знизити рівень жорсткості води та забезпечити її безпечне споживання.

1.1.3. Опис приладу Greentest mini

Greentest mini – це прилад для експрес-аналізу вмісту нітратів у свіжих овочах, фруктах і м'ясі, а також він додатково вимірює жорсткість води.

Прилад *Greentest mini* вимірює:

1. Концентрацію солей, що містяться в аналізованих продуктах, які є необхідними для життя, а також таких, що можуть завдати серйозної шкоди здоров'ю. Технологія *Greentest mini* допомагає визначити масову концентрацію різних іонів солей, таких як хлорид-(Cl), сульфат-(SO₄), нітрат-(NO₃) і нітрит (NO₂)-іони. Прилад відкалібрований так, щоб показувати точну кількість нітрат-іонів, які при неправильному вирощуванні фруктів і овочів накопичуються в них у великих кількостях, становлячи небезпеку для здоров'я.

2. Концентрацію розчинених у воді солей. Прилад працює як TDS-метр. (TDS розшифровується як *total dissolved solids* – загальний вміст розчинених твердих речовин). TDS-метр виявляє наявність у воді розчинених солей, кислот і основ – фактично вимірюється опір. Такі високомолекулярні органічні сполуки, як пестициди, гербіциди, вуглеводні та ароматичні вуглеводні не містять іони калію, натрію та гідроксильні групи, тому вони залишаються «поза увагою» приладу *Greentest mini*. Шкала *Greentest mini* під час вимірювання води відкалібрована в ppm (*parts per million* – частка на мільйон), яка вказує на кількість сторонніх іонів на 1 000 000 молекул води. Тому: 1 ppm = 1 мг/л = 0,02 мг-екв/л = 0,01 ммоль екв/л.

Комплектація:

- прилад *Greentest mini*;
- кабель USB для заряджання;
- інструкція із застосування;
- гарантійна картка.

Перевірка та налаштування приладу Greentest mini:

1. Перевірте комплектацію приладу.
2. Для підтвердження оригінальності цього приладу перевірте наявність гарантійної картки з наклеєним серійним номером.
3. Під час першого увімкнення приладу перевірте рівень заряджання акумулятора приладу та в разі необхідності зробіть його повне заряджання.
4. Для проведення аналізу за допомогою приладу *Greentest mini* ознайомтеся з інструкцією з експлуатації (див. нижче).
5. Для використання приладу *Greentest mini* завантажте застосунок для вашого смартфона, використавши відповідний QR-код (рис. 4).

На рис. 3 наведений зовнішній вигляд приладу Greentest mini.

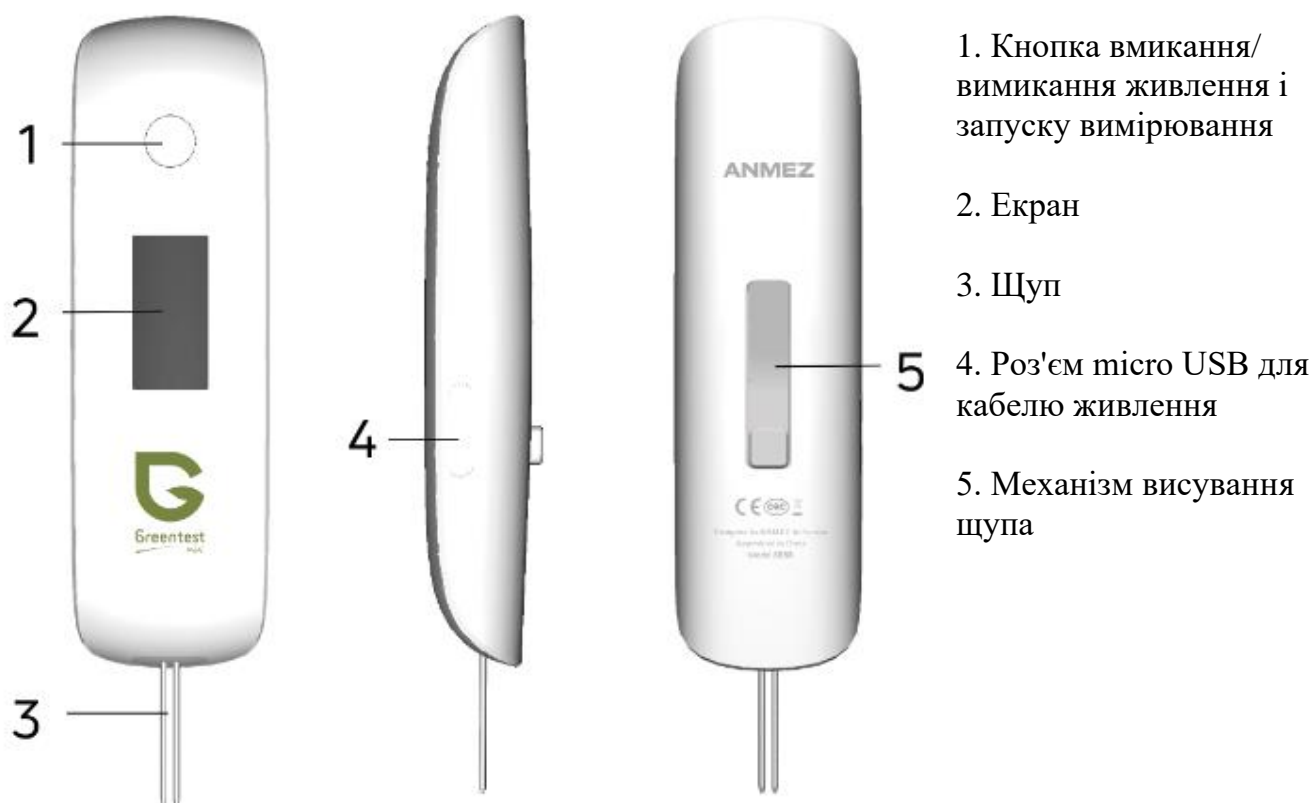


Рис. 3. Зовнішній вигляд приладу Greentest mini



Рис. 4. QR-код для завантаження застосунку Greentest
Технічні характеристики приладу Greentest mini наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики приладу Greentest mini

Найменування показника	Значення
Мінімальний/максимальний діапазон вимірювання вмісту нітратів	0 – 9999 мг/кг*
Час вимірювання рівня нітратів	~ 3 с
Похибка вимірювання нітратів	не більше 10%
Елемент живлення	літій-іонний акумулятор
Ємність акумулятора	65 мА/год
Додаткове харчування	від USB
Струм заряджання від USB	25 мА
Напруга живлення від USB	5 В
Час безперервної роботи виробу	до 3 годин**
Габаритні розміри	100x30x18 мм
Вага приладу	30 г
Роздільна здатність екрана	64x128
Діапазон робочих температур	від 0 до +60 °С

Примітки: *збільшення кількості вимірювань призводить до підвищення достовірності показань;

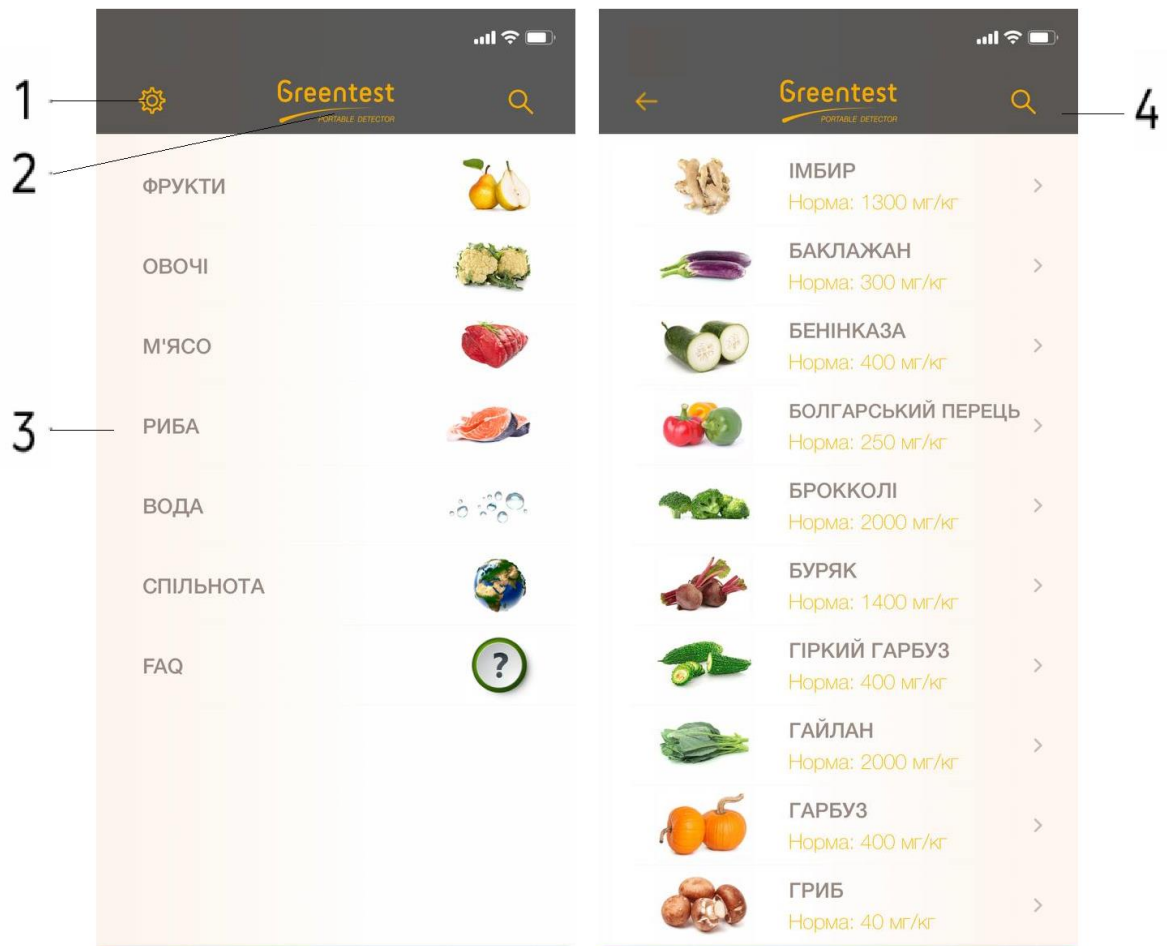
**час безперервної роботи виробу вказано при використанні заводських налаштувань виробу та з ємністю акумулятора 65 мА·год.

Інтерфейс застосунку та основні елементи керування

У верхній частині екрану можна бачити елементи управління для переходу в інтерфейс налаштувань, пошуку продуктів для подальших вимірювань і повернення в головний інтерфейс (рис. 5).

При натисканні на елемент списку відкриється відповідна група. В інтерфейсі, що відкриється, також є можливість перемикатися між групами. При натисканні на продукт зі списку відкривається інтерфейс вимірювання нітратів в обраному продукті (рис. 6).

При натисканні пункту меню «Вода» прилад переходить у режим вимірювання жорсткості води (рис. 7).



1 - налаштування, 2 - кнопка переходу в головний інтерфейс, 3 - список продуктів, 4 - кнопка пошуку продуктів
Рис. 5. Зовнішній вигляд меню додатка Greentest

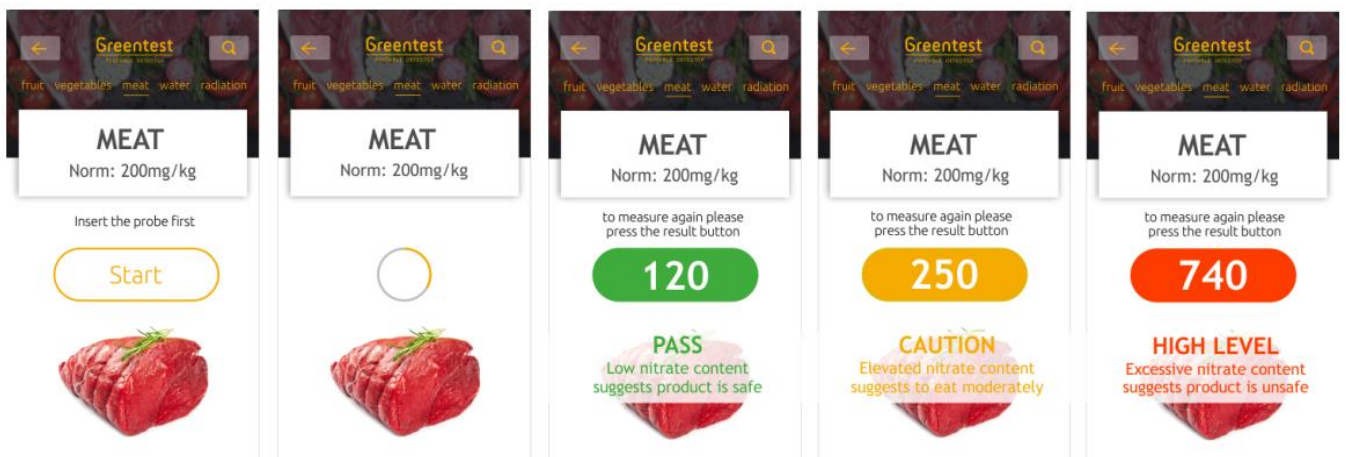


Рис. 6. Приклад відображення результатів вимірювання концентрації нітратів у додатку Greentest



Рис. 7. Приклад відображення результатів вимірювання жорсткості води у додатку Greentest

1.1.4. Гігієнічні нормативи вмісту нітратів у харчових продуктах

З метою гармонізації вітчизняного законодавства з Регламентом Європейського Союзу від 19 грудня 2006 року № 1881/2006 про встановлення максимального рівня вмісту певних забруднюючих речовин у харчових продуктах наказом МОЗ України № 368 від 13.05.2013 р. були затверджені Державні санітарні правила і норми «Максимально допустимі рівні окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах».

Згідно з Додатком до Державних санітарних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах» допустимий вміст нітратів такий: у шпинаті – 3500 мг/кг; у руколі – 6000 або 7000 мг/кг у залежності від періоду збору врожаю. Коренеплоди вміщують: буряк столовий – 1400 мг/кг, капуста рання – 900 мг/кг, капуста пізня – 500 мг/кг, картопля – 250 мг/кг, морква рання – 400 мг/кг, пізня – 250 мг/кг. Найменший вміст нітратів допускається в кавунах, грушах, винограді, яблуках – 60 мг/кг.

Усього додаток містить максимально допустимі рівні для 23 видів рослинницької харчової продукції.

На сьогодні допустиме добове споживання нітратів, визначене Європейським агентством з безпеки продуктів харчування, становить 3,7 міліграма на кілограм маси тіла на добу (мг/кг маси тіла на добу).

Примітка: наприклад, якщо вага людини становить 50 кг, значить, максимальна денна доза споживання нітратів для неї становить $3,7(\text{мг/кг}) \cdot 50(\text{кг}) = 185 \text{ мг}$.

І якщо вміст нітратів, наприклад, у капусті становить 1100 мг/кг, то без шкоди здоров'ю ця людина може з'їсти лише $185(\text{мг}) / 1100(\text{мг/кг}) = 0,168 \text{ кг} = 168 \text{ г}$ капусти.

Продукти, що містять консерванти, можуть також містити багато нітратів, які мають також враховуватися під час розрахунку прийнятої всередину кількості нітратів.

1.1.5. Гігієнічні нормативи жорсткості питної води

В Україні норми загальної жорсткості питної води визначені у Державних санітарних нормах та правилах ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Існуючі наразі норми та їх порівняння із одиницями вимірювання, що використовуються у приладі Greentest mini, наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Нормативи жорсткості питної води за ДСанПіН 2.2.4-171-10

Найменування показника	Одиниці виміру	Нормативи для питної води		
		водопровідної, з пунктів розливу та бюветів	з колодязів та каптажів джерел	фасованої
Загальна жорсткість	ммоль/дм ³	≤7,0-10*	≤10	≤7,0
	ppm**	≤350,35	≤500,5	≤350,35

Примітки: *Максимальний рівень нормативів застосовується в окремих випадках, що пов'язані з особливими природними умовами та технологією підготовки питної води, що не дозволяє довести якість питної води до жорсткішого нормативу, про що повинно бути зазначено у технологічному регламенті або іншому документі з описом технологічного процесу виробництва питної води.

** 1,0 моль/дм³ (мг-екв/л) = 50,050 ppm (мг/дм³) CaCO₃.

Норми жорсткості води в приладі Greentest mini реалізовані за даними Німецького інституту стандартизації (DIN19643) – див. рис. 8.



Рис. 8. Норми жорсткості Німецького інституту зі стандартизації

1.1.6. Інструкція з використання приладу Greentest mini

Сполучення приладу Greentest mini з додатком через Bluetooth

Увімкніть прилад і запусіть додаток на смартфоні. Після запуску програми на екрані відображається інтерфейс узгодження з приладом Greentest mini (рис. 9).

Залежно від того, чи увімкнено на телефоні Bluetooth, з'являється перше або друге вікно. Увімкнути Bluetooth можна в меню налаштувань телефону або в меню телефону, що виїжджає знизу.

Під час під час пошуку Greentest mini, його необхідно піднести якомога ближче до телефону; так само ви можете під'єднати прилад, зайшовши в налаштування застосунку і вибравши меню «Підключення».

Коли закінчиться пошук, на телефоні оновиться інтерфейс. Якщо було

знайдено ваш Greentest mini, на його екрані загориться символ Bluetooth, після цього необхідно підтвердити, що знайдено ваш пристрій (рис. 10).

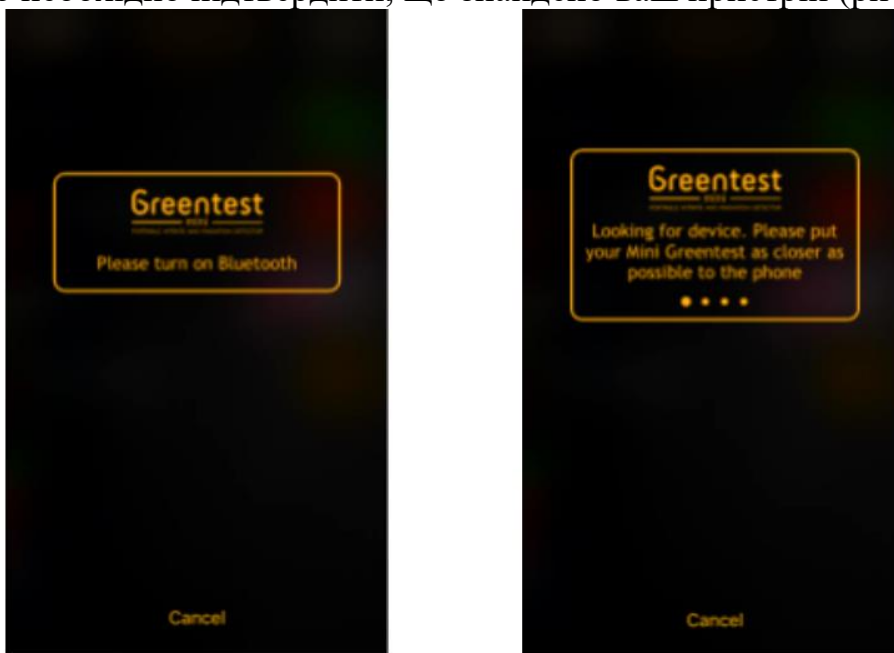
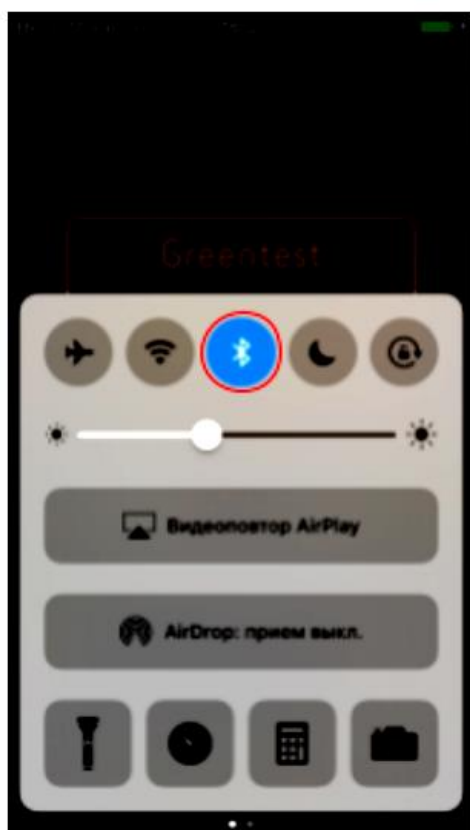


Рис. 9. Інтерфейс узгодження з Greentest mini



Увімкнення Bluetooth



Підтвердження узгодження:
1 - продовжити пошук Greentest mini,
2 - завершити пошук і зберегти номер поточного пристрою

Рис. 10. Підтвердження узгодження з Greentest mini

Якщо символ не спостерігається, значить телефон знайшов чужий Greentest mini і необхідно продовжити пошук.

Пошук продукту та початок вимірювань

Для пошуку певного продукту, введіть шуканий овоч або фрукт у пошуковий рядок (рис. 11).

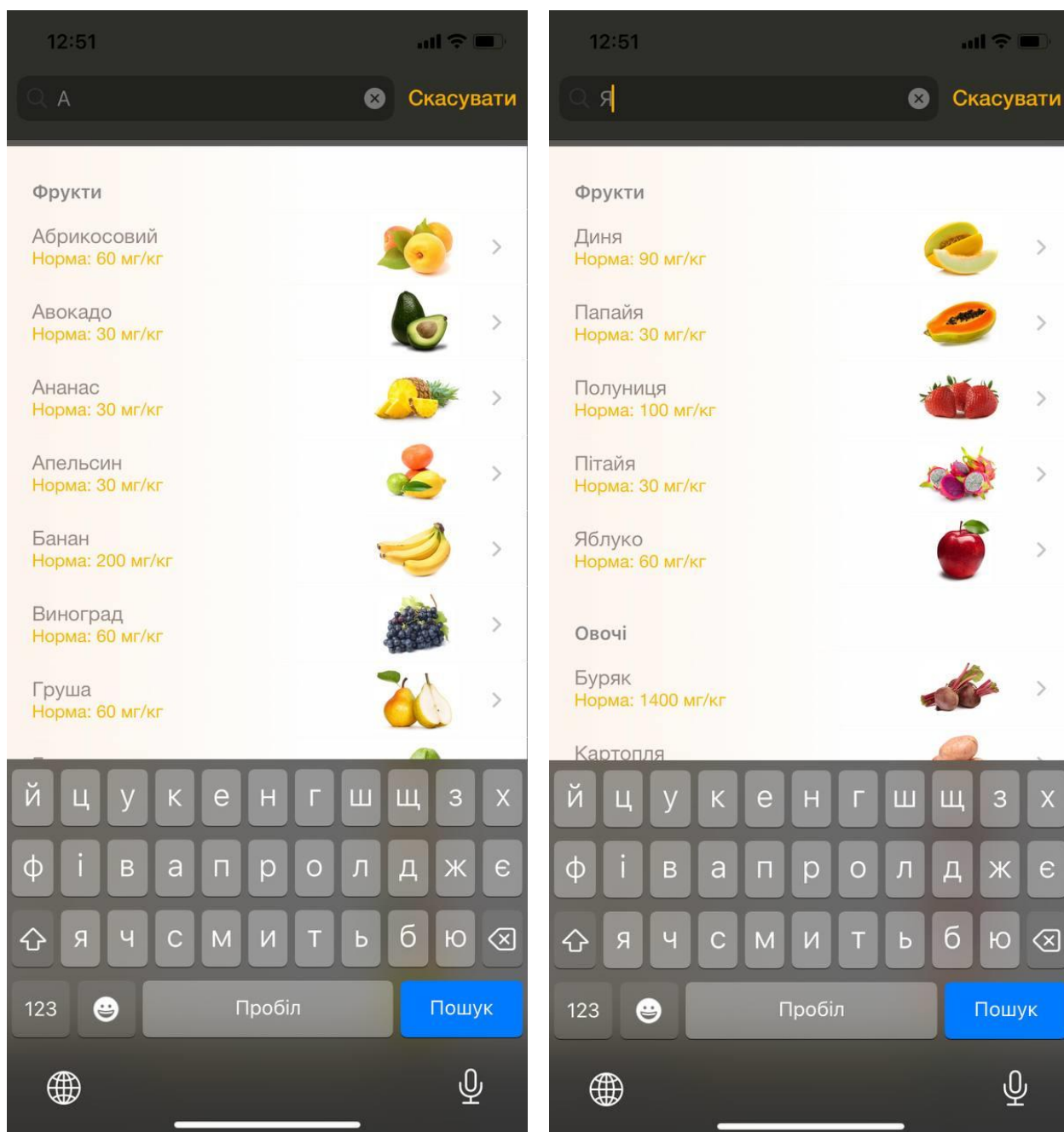


Рис. 11. Пошук продуктів

Порядок дій для вимірювання рівня нітратів у фруктах, овочах і м'ясі:

1. З'єднайте прилад Greentest mini із застосунком, як було вказано вище.

2. Висуньте щуп.

3. У застосунку виберіть зі списку продукт, який ви збираєтеся тестувати.

4. Перед вимірюванням протріть щуп сухою серветкою. Під час вибору продукту відбувається автоматичне калібрування. Тому важливо, щоб щуп був чистим і не був введений у продукт.

5. Вставте щуп приладу в продукт, обраний для вимірювання, і утримуйте прилад нерухомим під час вимірювання.

6. Натисніть «Вимірювати» у застосунку або кнопку живлення на приладі для початку вимірювань.

Увага! Неправильний вибір продукту тягне за собою отримання некоректних результатів.

7. Після вимірювання на екрані відобразиться результат вимірювання.

8. Після вимірювання протріть щуп сухою серветкою.

Процес вимірювання триває 3 секунди. Залежно від концентрації солей і відповідно до ГДК обраного продукту, після вимірювання на екрані будуть показані результати щодо якості продукту.

ВАЖЛИВО!

Для більш точних вимірювань необхідно:

1. Дотримуватися послідовності дій, а саме: спочатку вибираєте назву продукту з меню і тільки потім вставляєте щуп у продукт, що вимірюється, і проводите вимірювання.

2. Щуп має бути занурений на всю свою довжину в продукт.

3. Під час тестування овочів і фруктів, вставте щуп в однорідну тверду масу продукту.

4. Необхідно тримати щуп приладу в чистоті перед увімкненням приладу, а також протирати щуп приладу сухою серветкою або тканиною після кожного вимірювання.

5. Під час вимірювання необхідно тримати прилад нерухомо.

6. Щупи мають бути паралельні один одному, у разі їхньої розбіжності або зіткнення будуть отримані некоректні результати.

1.1.5. Заходи безпеки при роботі з приладом Greentest mini

1. Оберігайте прилад від падінь та інших механічних впливів, які можуть призвести до його пошкодження.

2. Уникайте потрапляння води всередину виробу, оскільки це може призвести до втрати його працездатності.

3. Не залишайте прилад на тривалий час у місцях з інтенсивним

сонячним випромінюванням або високою температурою.

4. Не докладайте надмірної сили до роз'єму живлення, щоб уникнути його поломки.

5. Не давайте гратися з приладом дітям, щоб унеможливити травми від щупа.

6. Під час тестування переконайтеся, що щупи розташовані паралельно, це впливає на точність вимірювання. У разі згину одного і щупів убік, самостійно випряміть його.

7. Не розбирайте і не намагайтеся самостійно проводити ремонт приладу.

1.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

1.2.1. Приклад виконання завдання на визначення концентрації нітратів у харчових продуктах

Завдання:

1. Виконати вимірювання концентрації нітратів у кількох харчових продуктах за допомогою приладу Greentest mini.

2. Зафіксувати показання приладу.

3. Порівняти отриману концентрацію нітратів з максимально допустимим рівнем відповідно до «Регламенту максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах».

4. Зробити висновки.

Хід виконання роботи:

1) З'єднуємо прилад Greentest mini із застосунком відповідно до п. 1.1.6.

2) Висуваємо повністю щуп.

3) У застосунку обираємо зі списку продукт, який плануємо тестувати.

4) Перед вимірюванням протираємо щуп сухою серветкою.

5) Вставляємо щуп приладу в продукт, обраний для вимірювання.

6) Натискаємо «Вимірювати» у застосунку або кнопку живлення на приладі для початку вимірювань і утримуємо прилад нерухомим під час вимірювання протягом 3 секунд (приклад вимірювання показаний на рис. 12).

7) Після вимірювання на екрані фіксуємо результат вимірювання. Наприклад, була отримана концентрація нітратів у томатах на рівні 40 мг/кг (рис. 13).

8) Після вимірювання протираємо щуп сухою серветкою.

9) Порівнюємо отриману концентрацію нітратів з максимально допустимим рівнем відповідно до «Регламенту максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах».



Рис. 12. Проведення вимірювання концентрації нітратів за допомогою приладу Greentest mini



Рис. 13. Приклад результату вимірювання концентрації нітратів за допомогою приладу Greentest mini

Згідно з встановленими нормами, максимально допустимий рівень вмісту нітратів у помідорах становить 150,0 мг/NO₃/кг (див. додаток до Державних санітарних правил норм «Максимально допустимі рівні окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», розділ I), а отже отримана концентрація нітратів не перевищує максимально допустимий рівень.

Необхідно відмітити, що у налаштуваннях приладу встановлена інша гранична норма – 300 мг/кг (див. рис. 13), що є вдвічі більшою за вітчизняні гігієнічні нормативи. Тому дуже важливо порівнювати отриману концентрацію нітратів саме із діючими нормативними документами, а не покладатися на виробників вимірювальних приладів.

10) **Висновок:** отримана концентрація нітратів у помідорах, що становить **40 мг/кг**, є безпечною.

1.2.2. Приклад виконання завдання на визначення жорсткості води

Завдання:

1. Виконати вимірювання жорсткості водопровідної води за допомогою приладу Greentest mini.

2. Зафіксувати показання приладу.

3. Порівняти отриману жорсткість водопровідної води із гігієнічними нормативами відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

4. Зробити висновки.

Хід виконання роботи:

1) З'єднуємо прилад Greentest mini із застосунком відповідно до п. 1.1.6, якщо це не було виконано раніше.

2) Висуваємо повністю щуп.

3) Перед вимірюванням протираємо щуп сухою серветкою.

4) Вставляємо щуп приладу вертикально у воду.

5) Натискаємо «Вимірювати» у застосунку або кнопку живлення на приладі для початку вимірювань і утримуємо прилад нерухомим під час вимірювання протягом 3 секунд (приклад вимірювання показаний на рис. 14).

6) Після вимірювання на екрані фіксуємо результат вимірювання. Наприклад, була отримана жорсткість води на рівні 255 ppm (рис. 15).

7) Після вимірювання протираємо щуп сухою серветкою.

8) Порівнюємо отриману жорсткість із гігієнічними нормативами відповідно до ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною».

Згідно з встановленими нормами, норматив жорсткості для водопровідної питної води становить 7,0 ммоль/дм³ (див. додаток 2 до ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», таблиця 1).



Рис. 14. Проведення вимірювання жорсткості води за допомогою приладу Greentest mini

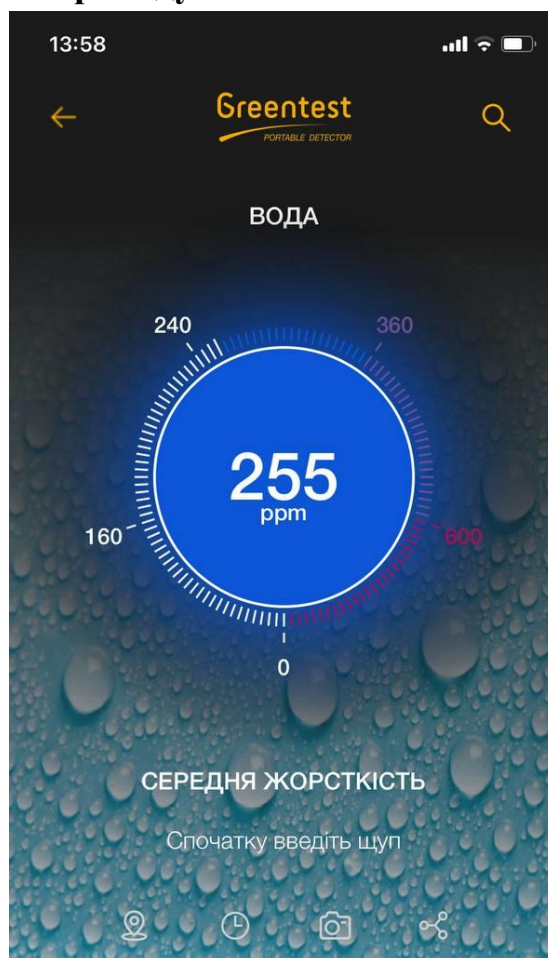


Рис. 15. Приклад результату вимірювання жорсткості води за допомогою приладу Greentest mini

Щоб порівняти отримані результати з нормативом, переводимо ppm у ммоль/дм³.

Для цього ділимо отриману жорсткість на 50,05; оскільки 1,0 моль/дм³ (мг-екв/л) = 50,050 ppm (мг/дм³) CaCO₃.

Звідси 255:50,05=5,1 ммоль/дм³.

Отже, отримана жорсткість водопровідної води не перевищує встановлений норматив.

9) **Висновок:** водопровідна вода із жорсткістю, що становить **5,1 ммоль/дм³**, є безпечною для споживання людиною.

1.2.3. Контрольне завдання

1. Виконати вимірювання концентрації нітратів у кількох продуктах харчування та провести вимірювання жорсткості питної води за допомогою приладу Greentest mini.

2. Зафіксувати результати вимірювань (зробити скрін-шот у додатку на телефоні або записати від руки). За умов дистанційної форми навчання можна використати умовні результати вимірювань концентрації нітратів та жорсткості питної води, що наведені у таблиці 3.

3. Порівняти отримані концентрації нітратів та жорсткості питної води відповідно із максимально допустимим рівнем вмісту нітратів («Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах») та із гігієнічним нормативом жорсткості питної води (ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною»).

4. Зробити висновки.

Таблиця 3 – Вихідні дані для виконання роботи

Номер варіанту	Результат вимірювання концентрації нітратів у продуктах харчування		Результат вимірювання жорсткості питної води	
	продукт харчування	значення, мг/кг	тип питної води	значення, ppm
1	томат	121	фасована	398
	свіжий шпинат	3561		
	кавун	63		
2	цибуля ріпчаста	78	з бюветів	365
	яблуко	66		
	виноград столових сортів	60,5		
3	консервований шпинат	2011	колодязна	561
	свіжий салат-латук, вирощений у закритому ґрунті (урожай у період з 01.04 по 30.09)	3952		
	капуста білокачанна пізня	521		

Номер варіанту	Результат вимірювання концентрації нітратів у продуктах харчування		Результат вимірювання жорсткості питної води	
	продукт харчування	значення, мг/кг	тип питної води	значення, ppm
4	картопля	239	водопровідна	382
	буряк столовий	1423		
	заморожений шпинат	2007		
5	продукти прикорму	226	колодязна	603
	морква рання	411		
	диня	88		
6	гарбуз	212	водопровідна	374
	цибуля-перо, відкритий ґрунт	572		
	салат-латук «Айсберг», вирощений у закритому ґрунті	2528		
7	капуста білокачанна рання	877	з бюветів	359
	морква пізня	256		
	огірок, захищений ґрунт	322		
8	рукола (урожай у період з 01.10 по 31.03)	7048	фасована	411
	заморожений шпинат	2061		
	груша	57		
9	картопля	201	водопровідна	359
	свіжий шпинат	3610		
	салат-латук «Айсберг», вирощений у відкритому ґрунті	2014		
10	Цибуля ріпчаста	109	колодязна	633
	свіжий салат-латук, вирощений у закритому ґрунті (урожай у період з 01.10 по 31.03)	4712		
	картопля	268		

Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняються нітрати від нітритів?
2. У чому полягає основна небезпека нітратів та нітритів?
3. З яких причин вміст нітратів у рослинницькій продукції підвищується?
4. У яких частинах овочів нітрати накопичуються найбільш інтенсивно?
5. Які існують способи зменшення концентрації нітратів у продуктах харчування у домашніх умовах?
6. Наявністю яких розчинених солей обумовлена жорсткість води?
7. Чому вживання занадто жорсткої питної води може мати негативний вплив на здоров'я людини?
8. Які показники дозволяє вимірювати прилад Greentest mini?
9. Який нормативний документ в Україні регламентує вміст нітратів у харчових продуктах?
10. Який нормативний документ в Україні визначає нормативи жорсткості для питної води?
11. У яких одиницях вимірювання прилад Greentest mini визначає концентрацію нітратів у продуктах харчування та жорсткість води?
12. Як перевести ppm у ммоль/дм³?
13. Який порядок дій для вимірювання рівня нітратів у продуктах харчування та жорсткості води за допомогою приладу Greentest mini?
14. Якими є заходи безпеки при роботі з приладом Greentest mini?

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кундельська Т. В. Дослідження вмісту нітратів у воді та продуктах харчування міських жителів / Т. В. Кундельська, О. В. Грималюк, М. В. Ребега // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. - 2013. - № 1. - С. 73-75.
2. Кундельська Т. В. Дослідження вмісту нітратів в продуктах харчування, що реалізуються на території міста Івано-Франківськ / Т. В. Кундельська, В. В. Смоляк, А. В. Палійчук // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. - 2014. - № 2. - С. 70-74.
3. Панасенко Т. В. Вміст нітрат-іонів в продуктах харчування рослинного походження / Т. В. Панасенко, К. І. Красноруцька // Актуальні питання біології, екології та хімії. - 2016. - Т. 12, № 2. - С. 123-112.
4. Гребняк М. П. Токсиколого-гігієнічна оцінка нітратного навантаження продуктами харчування на організм дітей / М. П. Гребняк, Р. А. Федорченко // Проблеми харчування. - 2016. - № 2. - С. 49-54.
5. Отруєння нітратами та нітритами: у чому небезпека? URL: <http://safe-city.com.ua/otruyennya-nitratamy-ta-nitrytamy-u-chomu-nebezpeka/> Загол. з екрана.
6. Коткова Т. М. Екологічна оцінка питної води Лугинського району Житомирської області на жорсткість (твердість) та вміст заліза / Т. М. Коткова // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки. - 2017. - Вип. 4. - С. 61-70.
7. Наказ МОЗ України №368 від 13.05.2013 р. «Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм - Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0774-13#Text> Загол. з екрана.
8. EFSA confirms safe levels for nitrites and nitrates added to food. URL: <https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/170615> Загол. з екрана.
9. Наказ МОЗ України №400 від 12.05.2010 р. Про затвердження Державних санітарних норм та правил «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» - ДСанПіН 2.2.4-171-10. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0452-10/print>. Загол. з екрана.
10. DIN 19643-1. Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser - Teil 1: Allgemeine Anforderungen. URL: <http://surl.li/judyk> Загол. з екрана.

ЗМІСТ

1.1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	4
1.1.1. Нітрати та їх небезпека.....	4
1.1.2. Жорсткість питної води та небезпека її вживання людиною	7
1.1.3. Опис приладу Greentest mini	8
1.1.4. Гігієнічні нормативи вмісту нітратів у харчових продуктах.....	12
1.1.5. Гігієнічні нормативи жорсткості питної води.....	13
1.1.6. Інструкція з використання приладу Greentest mini.....	13
1.2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА	17
1.2.1. Приклад виконання завдання на визначення концентрації нітратів у харчових продуктах	17
1.2.2. Приклад виконання завдання на визначення жорсткості води	19
1.2.3. Контрольне завдання	21
<i>Питання для самоконтролю</i>	23
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ТА РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	24

БОРИСОВСЬКА Олена Олександрівна
ЛОМАЗОВ Павло Костянтинович

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

**«ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ НІТРАТИВ У ПРОДУКТАХ
ХАРЧУВАННЯ ТА ЖОРСТКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ»**

для студентів
освітньо-професійних програм «Екологія» та «Технології захисту
навколишнього середовища» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Друкується в редакційній обробці авторів

Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19.