

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально - науковий інститут екології
Кафедра екології та менеджменту довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

ОЦІНКА ВМІСТУ НІТРАТИВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ КОМУНИ ТРОНГЕЙМ (КОРОЛІВСТВО НОРВЕГІЯ)

Виконала: студентка 4 курсу, групи ДЕ-41
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

_____ / Валерія ГАННІЧ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / Анатолій ЛІСНЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / Інга СКЛЯРОВА
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри _____ / Андрій АЧАСОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Анна КОТ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / Світлана БУРЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2025 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Інститут: Навчально-науковий інститут екології
Кафедра: екології та менеджменту довкілля
Рівень вищої освіти: бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ / проф. Андрій АЧАСОВ
підпис ім'я та прізвище

“ __ ” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Валерія ГАННІЧ
(ім'я, прізвище студента)

1. Назва теми роботи для завдання Оцінка вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм (Королівство Норвегія)

керівник роботи студента Анатолій ЛІСНЯК, канд. с.-г. наук, доцент,
(ім'я, по-батькові, прізвище, вчене звання, науковий ступінь)

затверджені наказом по університету від “ __ ” _____ 20__ року №__

2. Строк подання студентом роботи 15. 05. 2025 р.

3. Перелік питань, які потрібно дослідити:

1. Здійснення детального аналізу наукових джерел, що стосуються обраної тематики.

2. Вивчення методичних підходів до дослідження нітратного забруднення та формування структури експериментального етапу.

3. Організація підготовчих заходів для проведення аналізу зразків харчової продукції (овочів, фруктів, м'ясних виробів), відібраних у супермаркетах комуни Тронгейм (Королівство Норвегія).

4. Проведення експрес-аналізування на вміст нітратів з допомогою портативного нітратоміра в підготовлених зразках сільськогосподарської продукції.

5. Експериментальне дослідження ефективності різних методів зниження вмісту нітратів в сільськогосподарській продукції в домашніх умовах.

6. Аналіз отриманих результатів і формулювання відповідних висновків.

4. Планування роботи відповідно до кожного етапу наукового дослідження:

№ з/п	Конкретні етапи дослідження
1	Аналітичний огляд літературних джерел та виявлення актуальних проблем забруднення нітратами сільськогосподарської продукції
2	Оволодіння методичними підходами щодо дослідження вмісту нітратів в сільськогосподарській продукції
3	Опрацювання та аналіз результатів експрес-дослідження щодо нітратів в сільськогосподарській продукції, їх інтерпретація та наукове узагальнення
4	Розробка практичних рекомендацій щодо зменшення вмісту нітратів в сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм Королівства Норвегії

5. Дата видачі завдання студентці « 15 » червня 2024 року

Студентка

підпис

Валерія ГАННІЧ

ім'я і прізвище

Керівник роботи

підпис

Анатолій ЛІСНЯК

ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

**ОЦІНКА ВМІСТУ НІТРАТІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДУКЦІЇ
КОМУНИ ТРОНГЕЙМ (КОРОЛІВСТВО НОРВЕГІЯ)**

Валерія ГАННІЧ

Кваліфікаційна робота «Оцінка вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм (Королівство Норвегія)» складається з 43 сторінок, поділених на 3 розділи, 7 підрозділів, містить 12 рисунків та 32 джерела інформації.

Метою роботи є аналіз ступеня нітратного забруднення сільськогосподарської продукції, встановлення основних чинників, що сприяють їх накопиченню, а також зіставлення отриманих результатів із стандартами безпеки, прийнятими в Європейському Союзі та Норвегії.

Об'єктом досліджень є сільськогосподарська продукція (овочі, фрукти та м'ясо), що реалізується в супермаркетах міста Тронгейм та постачається з аграрних підприємств регіону, розташованого в межах комуни Тронгейм.

Предметом дослідження є показник санітарно-токсикологічного характеру – концентрація нітратів у овочах, фруктах та м'ясі.

Методи дослідження включали аналіз наукових джерел, інструментально-аналітичні методи, а також порівняльне оцінювання отриманих результатів.

Короткий опис роботи. Для визначення якості та безпечності сільськогосподарської продукції з чотирьох різних супермаркетів міста Тронгейм (Королівства Норвегії) було проведено експрес-дослідження на вміст нітратів з допомогою портативного нітратоміра, виконано порівняльний аналіз та оцінку якості продукції. На основі отриманих результатів розроблені рекомендації щодо зниження вмісту нітратів у продукції. Робота базується на аналізі наукової літератури, інтернет-джерелах та власних експериментальних даних.

**КОМУНА ТРОНГЕЙМ, ВМІСТ НІТРАТІВ, ЯКІСТЬ ПРОДУКЦІЇ,
ЕКСПРЕС-ДОСЛІДЖЕННЯ, НІТРАТОМІР, СУПЕРМАРКЕТИ.**

ABSTRACT

**ASSESSMENT OF NITRATE CONTENT IN AGRICULTURAL PRODUCTS
FROM THE MUNICIPALITY OF TRONDHEIM (KINGDOM OF NORWAY)**

Valeria GANNICH

The qualification work «Assessment of nitrate content in agricultural products from the municipality of Trondheim (Kingdom of Norway)» consists of 43 pages, divided into 3 sections, 7 subsections, contains 12 figures and 32 sources of information.

The purpose of the work is to analyze the degree of nitrate contamination of agricultural products, establish the main factors contributing to their accumulation, and compare the results obtained with the safety standards adopted in the European Union and Norway.

The object of research is agricultural products (vegetables, fruits and meat), which are sold in supermarkets in the city of Trondheim and supplied from agricultural enterprises in the region located within the municipality of Trondheim.

The subject of the study is an indicator of a sanitary and toxicological nature - the concentration of nitrates in vegetables, fruits and meat.

The research methods included the analysis of scientific sources, instrumental and analytical methods, as well as a comparative evaluation of the results obtained.

Brief description of the work. To determine the quality and safety of agricultural products from four different supermarkets in the city of Trondheim (Kingdom of Norway), an express study was conducted on the content of nitrates using a portable nitrometer, a comparative analysis and assessment of product quality were performed. Based on the results obtained, recommendations were developed for reducing the content of nitrates in products. The work is based on an analysis of scientific literature, Internet sources and own experimental data.

MUNICIPALITY OF TRONDHEIM, NITRATE CONTENT, PRODUCT QUALITY, EXPRESS RESEARCH, NITRATOMETER, SUPERMARKETS.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ПРОБЛЕМА НІТРАТРАТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ В ПРОДУКТАХ ХАРЧУВАННЯ ТА ЙОГО САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНЕ НОРМУВАННЯ.....	10
1.1. Стан дослідження питання нітратного забруднення в овочевій продукції в межах комуни Тронгейм.....	10
1.2. Стан дослідження питання нітратного забруднення в плодово-ягідній продукції в межах комуни Тронгейм.....	13
1.3. Стан дослідження питання нітратного забруднення в м'ясній продукції в межах комуни Тронгейм.....	15
РОЗДІЛ 2. ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	19
2.1. Організація та проведення експериментального дослідження.....	19
2.2. Методологія відбору проб та аналізу вмісту нітратів.....	21
РОЗДІЛ 3. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ВМІСТ НІТРАТІВ.....	23
3.1. Аналізування результатів експрес-дослідження вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм.....	23
3.2. Встановлення порівняльної оцінки вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм.....	31
3.3. Рекомендації зі зниження вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм	35
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

NO_3^- – нітрат-іон, негативно заряджена частинка, яка є продуктом повного окиснення сполук азоту і широко зустрічається у воді, ґрунтах та харчових продуктах.

NO_2^- – нітрит-іон, аніон, що утворюється при неповному перетворенні азотних сполук; характеризується підвищеною токсичністю та може бути шкідливим при надлишковому вмісті.

ГДК – гранично допустима концентрація, максимально дозволене значення концентрації речовини (зокрема нітратів або нітритів), що не спричиняє негативного впливу на здоров'я людини при споживанні.

ДСТУ – Державний стандарт України, національні норми, що регламентують технічні та якісні показники продукції, включаючи вимоги до безпечного рівня шкідливих речовин у харчах.

ЄС – Європейський Союз, міждержавне об'єднання європейських країн, яке впроваджує єдині санітарні та якісні стандарти для харчових продуктів, у тому числі норми щодо вмісту нітратів.

ВСТУП

Актуальність теми. Сільськогосподарська продукція відіграє ключову роль у забезпеченні харчової безпеки населення, тому її якість і санітарна безпечність є стратегічно важливими питаннями у сфері сучасних наукових досліджень. Однією з найактуальніших проблем аграрного сектору залишається надмірне накопичення нітратів у харчових продуктах, зокрема овочах, фруктах та м'ясі, що становить потенційну загрозу для здоров'я споживачів.

У зв'язку з цим особливого значення набуває вивчення вмісту нітратів у продукції, що надходить із територій із розвиненим сільським господарством та високими екологічними вимогами. Зокрема, комуна Тронгейм (Королівство Норвегія) є прикладом регіону з інтенсивним агровиробництвом та жорстким дотриманням стандартів харчової безпеки, що робить її показовим об'єктом для дослідження рівнів нітратного навантаження [1, 2].

Отже, об'єктивне вивчення концентрації нітратів у харчовій продукції регіону Тронгейм є важливим чинником не лише для гарантування якості продуктів, але й для оцінки можливих ризиків для здоров'я населення. Такий аналіз вимагає комплексного дослідницького підходу з урахуванням локальних агрокліматичних умов, особливостей агровиробництва та нормативно-правових вимог.

Мета роботи: встановити рівень вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції, визначити основні чинники, що сприяють їх накопиченню, та провести порівняння отриманих результатів з нормативами безпечності, прийнятими в Європейському Союзі та законодавстві Норвегії.

Об'єктом досліджень є продукти сільськогосподарського походження (овочі, фрукти, м'ясо), що реалізуються в торговельних мережах міста Тронгейм і надходять із локальних аграрних підприємств комуни Тронгейм, Норвегія.

Предметом дослідження є санітарно-хімічний показник – вміст нітратів у різних категоріях сільськогосподарської продукції.

Гіпотеза: вміст нітратів у сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм (Норвегія) перебуває в межах безпечних норм, проте окремі види продукції (передусім овочі) можуть демонструвати підвищені показники через інтенсивне використання добрив, специфіку ґрунтів або кліматичні умови регіону, що для дослідження набуває особливої актуальності.

Завдання дослідження:

- 1) провести огляд наукових публікацій і звітів щодо вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції досліджуваного регіону;
- 2) визначення рівня нітратного забруднення в основних видах сільськогосподарської продукції у комуні Тронгейм;
- 3) проаналізувати фактори впливу на накопичення нітратів у продукції;
- 4) провести порівняльний аналіз отриманих результатів з норвезькими та європейськими нормативами безпеки;
- 5) оцінити потенційні ризики для здоров'я населення вмісту нітратів у продукції агропідприємств комуни Тронгейм;
- 6) розробка рекомендацій щодо зниження вмісту нітратів у продукції.

Методи дослідження включали аналіз наукових джерел, лабораторні інструментально-аналітичні методи визначення вмісту нітратів, а також порівняльний підхід до оцінки отриманих результатів відповідно до чинних санітарних норм.

Наукова новизна: вперше здійснено цілісний аналіз вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції, що реалізується в місті Тронгейм, з урахуванням регіональних особливостей агротехнологій, екологічних чинників та нормативних обмежень.

Практична цінність: результати дослідження допоможуть місцевим фермерам оптимізувати використання добрив, органам контролю розробити програми моніторингу, а споживачам обирати безпечну продукцію. Отримані дані можуть стати основою для рекомендацій щодо зменшення нітратного навантаження та покращення якості продукції в регіоні.

РОЗДІЛ 1

ПРОБЛЕМА НІТРАТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ В ПРОДУКТАХ
ХАРЧУВАННЯ ТА ЙОГО САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНЕ НОРМУВАННЯ1.1. Стан дослідження питання нітратного забруднення в овочевій
продукції в межах комуни Тронгейм

Нітратне забруднення овочевої продукції залишається актуальною проблемою для багатьох регіонів світу, включаючи комуну Тронгейм (Норвегія). Нітрати, які природно містяться в ґрунті та воді, можуть накопичуватися в овочах через надмірне використання добрив, забруднення ґрунтів або нераціональні методи сільського господарства. Високий вміст нітратів у продуктах харчування може становити ризик для здоров'я людей, тому моніторинг та дослідження цього явища є важливими для забезпечення продовольчої безпеки [3-5].

Нітроген є ключовим елементом, необхідним для життєдіяльності рослин, тварин і людини. У процесі розщеплення сполук, які містять азот, утворюється аміак (NH_3). Під впливом нітрифікуючих мікроорганізмів молекулярний азот (N_2) трансформується у нітрати (NO_3^-), а далі в нітрити (NO_2^-). Надалі, завдяки денітрифікуючим бактеріям, ці сполуки знову перетворюються в азот, який повертається до атмосфери або в ґрунт [6, 7].

Атмосферний азот може фіксуватися природним шляхом, зокрема під час грозових явищ, коли унаслідок взаємодії з киснем утворюється оксид азоту, який із вологістю повітря переходить у нітратну кислоту. Потрапляючи на землю з опадами, вона збагачує ґрунт нітратами [3].

У ґрунті азот у мінеральній формі практично не накопичується, що вимагає постійного його внесення у значних кількостях. Наприклад, фосфор виноситься з урожаєм у 2–3 рази менше, ніж азот. При цьому фосфор, на відміну від азоту, має низьку мобільність і здатен акумулюватися в ґрунті, хоча не завжди є доступним для рослин, тому потребує застосування фосфорних добрив. У верхньому шарі

грунту фосфору міститься лише 0,02–0,5 % у складі органічних та мінеральних сполук.

Нітрати є природними метаболітами рослин, що регулюють їхній розвиток. Але надмірне застосування азотних добрив — до 20 млн. тон щорічно в Україні — спричиняє накопичення нітратів у продукції [1, 2]. Основним джерелом їх потрапляння в організм є овочі, з яких надходить до 70 % нітратів, а ще 20 % — з питною водою. Нітрити та нітрати концентруються переважно у рослинній їжі.

Зміст нітратів у продукції повинен бути під постійним контролем, адже в 10 % овочевої продукції вміст перевищує допустимі межі. Це зумовлює важливість моніторингу, оскільки нітрати мають токсичні властивості і негативно впливають на різні рівні організму людини. Забруднення навколишнього середовища різного походження погіршує загальний стан здоров'я [8, 9].

Накопичення нітратів у харчових продуктах і ґрунтових водах може призвести до отруєнь. Надлишок азоту в ґрунті виникає, коли рослини поглинають його більше, ніж здатні використати для синтезу органіки. При дефіциті цукрів у тканинах рослин і збільшенні кількості білків підвищується рівень нітратів. Оптимальна доза азотних добрив при вирощуванні овочів — 100 кг/га [3]. Надмірне удобрення шкодить довкіллю і знижує врожайність.

Враховуючи різноманітність ґрунтів і кліматичних умов в Україні, а також різні культури, застосування добрив має бути адаптованим та обґрунтованим. Таким чином, аналіз кількісного та якісного вмісту нітратів і нітритів у продуктах є надзвичайно актуальним.

Безпека харчових продуктів є критично важливою для здоров'я людини. Нітрати і нітрити можуть порушувати процеси клітинного дихання, зокрема окисне фосфорилування, спричиняючи утворення метгемоглобіну та розвиток ціанозу. Порушення агротехнічних норм, зміни властивостей ґрунту й погодні коливання впливають на концентрацію нітратів у сільгосппродукції, що зумовлює зростання ризику захворювань [4, 5].

Під час кулінарної та побутової обробки овочів вміст нітратів зменшується: миття зелені — на 20 %, вимочування — на 30–60 %, а варіння з очищенням — до 70 % [10, 11].

Нітрати поділяються на іонні та ковалентні. Іонні мають стійку кристалічну структуру і не демонструють розщеплення в ІЧ-спектрах. Ковалентні — краще розчиняються в органічних рідинах, мають складні спектри, і деякі з них леткі при кімнатній температурі. У воді вони можуть частково розкладатися з виділенням оксидів [12-14].

Усі безводні нітрати є сильними окисниками через наявність іона NO_3^- , і їхня активність зростає з переходом до ковалентних форм. Температура їх розкладання варіює від 100–300 °С для ковалентних сполук до 400–600 °С для іонних (наприклад, NaNO_3 , KNO_3). Продукти розпаду включають нітрити, оксонітрати й оксиди.

Нітрат амонію (NH_4NO_3) може детонувати: при швидкому нагріванні вибухає з утворенням N_2 , O_2 і H_2O , а при повільному — формує N_2O і воду. Іон NO_3^- має геометрію рівностороннього трикутника з атомом азоту в центрі, що зберігається як у кристалічному, так і в газоподібному стані. Він може виступати як однозубий, двозубий або тризубий ліганд, що визначає різноманітність кристалічних форм нітратів.

У промисловості нітрати отримують за допомогою поглинання аміаку або нітрозних газів розчинами кислот, лугів або карбонатів, а також через обмінні реакції з HNO_3 . У лабораторних умовах безводні нітрати отримують, використовуючи рідкий N_2O_4 у суміші з органічними розчинниками [13, 14].

Кількість нітратів у рослинній продукції залежить від виду культури: листові овочі (шпинат, салат, петрушка, кріп) — до 200–300 мг/кг; коренеплоди (бурак) — близько 140 мг/кг; морква — 103 мг/кг; помідори — 20 мг/кг; картопля — 25 мг/кг. У ранніх сортах овочів накопичення нітратів вищим, ніж у пізніх, тоді як фрукти й ягоди містять менше 10 мг/кг [15-17].

1.2. Стан дослідження питання нітратного забруднення в плодово-ягідній продукції в межах комуни Тронгейм

Стан дослідження питання нітратного забруднення в плодово-ягідній продукції в межах комуни Тронгейм залишається актуальним напрямком наукових досліджень, оскільки ця проблема безпосередньо пов'язана з продовольчою безпекою та здоров'ям місцевого населення. Нітрати, які є природними компонентами ґрунту та рослин, можуть накопичуватися в плодах і ягодах у надмірних кількостях через інтенсивне сільськогосподарське виробництво, нераціональне використання мінеральних добрив або забруднення ґрунтових вод. У комуні Тронгейм, яка є важливим сільськогосподарським регіоном Норвегії, питання нітратного забруднення плодово-ягідної продукції потребує особливої уваги через потенційні ризики для здоров'я споживачів та екологічного стану місцевих агроєкосистем [18, 19]. Сучасні дослідження в цій галузі спрямовані на виявлення рівня нітратного навантаження на плодово-ягідні культури, аналіз основних джерел надходження нітратів у рослини та оцінку їх впливу на якість продукції. Основні методи дослідження включають відбір проб плодів і ягід з різних господарств комуни, лабораторний аналіз вмісту нітратів за допомогою спектрофотометричних та хроматографічних методів, а також опитування фермерів щодо використання добрив і агротехнічних практик. Попередні результати досліджень свідчать про те, що рівень нітратів у плодово-ягідній продукції Тронгейму в основному не перевищує допустимі норми, встановлені європейськими та норвезькими стандартами, проте в окремих випадках, особливо при вирощуванні ягідних культур на інтенсивних фермах, спостерігаються підвищені концентрації. Найбільш схильними до накопичення нітратів виявилися суниця, малина та чорна смородина, тоді як плодові культури, такі як яблука та груші, демонструють нижчий рівень забруднення [19, 20]. Основними джерелами надходження нітратів у плодово-ягідні культури в комуні Тронгейм є мінеральні азотні добрива, які активно використовуються для підвищення урожайності, а також органічні добрива, такі як гній і компост, які можуть стати джерелом

нітратного забруднення при неправильному застосуванні. Важливим фактором є також забруднення ґрунтових вод нітратами, які потрапляють туди зі сільськогосподарських угідь через вилуговування. Кліматичні умови Тронгейму, зокрема висока вологість і низькі температури, можуть сприяти накопиченню нітратів у рослинах, оскільки уповільнюють процеси їх метаболізму. Оцінка потенційних ризиків для здоров'я місцевих жителів показує, що регулярне споживання плодово-ягідної продукції з підвищеним вмістом нітратів може призвести до серйозних проблем, таких як метгемоглобінемія, особливо у дітей, а також підвищити ризик розвитку деяких видів раку через утворення нітрозамінів у шлунково-кишковому тракті. Для зменшення нітратного забруднення плодово-ягідної продукції в комуні Тронгейм пропонуються різні заходи, включаючи оптимізацію добривного режиму, використання біологічних методів захисту рослин, запровадження органічного землеробства та регулярний моніторинг якості продукції [21, 22]. Важливим напрямком майбутніх досліджень є вивчення впливу кліматичних змін на динаміку нітратного забруднення, а також розробка ефективних методів детоксикації плодів і ягід. Унікальність даного дослідження полягає в комплексному підході до аналізу проблеми, який поєднує агрохімічні, екологічні та медичні аспекти, що дозволяє отримати повну картину стану нітратного забруднення плодово-ягідної продукції в комуні Тронгейм та розробити ефективні стратегії його мінімізації. Результати дослідження можуть бути корисними для місцевих фермерів, органів державного управління та споживачів, які зацікавлені у безпеці та якості продуктів харчування. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розширення спектру аналізованих культур, вивчення впливу різних агротехнічних прийомів на накопичення нітратів та розробку рекомендацій щодо зменшення ризиків для здоров'я споживачів. Унікальний характер цієї роботи підкреслюється також тим, що вона є одним з перших комплексних досліджень нітратного забруднення саме плодово-ягідної продукції в умовах Тронгейму, що робить її особливо цінною для наукової спільноти та практиків сільського господарства [23, 24].

1.3. Стан дослідження питання нітратного забруднення в м'ясній продукції в межах комуни Тронгейм

Стан дослідження питання нітратного забруднення в м'ясній продукції в межах комуни Тронгейм залишається недостатньо вивченим, що обумовлює актуальність даного дослідження для забезпечення продовольчої безпеки регіону. Нітрати та нітрیتی, які широко використовуються у м'ясній промисловості як консерванти та фіксатори кольору, можуть становити серйозну загрозу для здоров'я споживачів при надмірному вмісті в продуктах [25]. У комуні Тронгейм, де традиційно розвинене тваринництво та м'ясопереробка, моніторинг вмісту цих сполук у м'ясній продукції є особливо важливим через потенційні ризики для місцевого населення. Сучасні дослідження вказують на необхідність комплексного підходу до вивчення цієї проблеми, який би охоплював аналіз технологічних процесів виробництва, якості сировини та умови зберігання готової продукції [26].

Основні методи дослідження включають відбір проб м'ясних виробів різних видів (ковбасні вироби, м'ясні напівфабрикати, фарш тощо) з місцевих підприємств та ринків, лабораторний аналіз вмісту нітратів і нітритів за допомогою високоефективної рідинної хроматографії та спектрофотометричних методів, а також опитування виробників щодо використання харчових добавок у технологічних процесах. Попередні результати свідчать, що рівень нітратного забруднення м'ясної продукції в Тронгеймі в основному відповідає нормативам ЄС та норвезьким стандартам, проте в окремих зразках, особливо у ковбасних виробах довгого зберігання, фіксуються незначні перевищення допустимих рівнів. Найбільш вразливими до накопичення нітратів виявилися продукти з високим вмістом м'ясних інгредієнтів, такі як сирокочені ковбаси та м'ясні консерви, тоді як свіже м'ясо демонструє значно нижчі показники [27, 28].

Основними джерелами надходження нітратів у м'ясну продукцію є технологічні добавки, які використовуються для покращення кольору, смаку та збільшення терміну придатності, а також можливе забруднення сировини через корми для тварин, що містять підвищені концентрації нітратів. Важливим фактором

є також умови зберігання готової продукції, оскільки при порушенні температурного режиму може відбуватися перетворення нітратів у більш токсичні нітрити. Оцінка потенційних ризиків для здоров'я населення показує, що регулярне споживання м'ясних продуктів з підвищеним вмістом нітратів може призвести до серйозних наслідків, включаючи розвиток метгемоглобінемії, алергічних реакцій, а також підвищення ризику онкологічних захворювань через утворення канцерогенних нітрозамінів. Для зменшення нітратного забруднення м'ясної продукції в комуні Тронгейм пропонуються різні заходи, такі як використання альтернативних консервантів природного походження, вдосконалення технологічних процесів, суворий контроль якості сировини та готової продукції, а також підвищення обізнаності виробників про ризики, пов'язані з надмірним використанням нітратних добавок [29, 30].

Важливим напрямком майбутніх досліджень є вивчення впливу різних технологічних параметрів (температура, час обробки, рН тощо) на динаміку перетворення нітратів у готовій продукції, а також розробка методів зменшення їх вмісту без втрати якості продукту. Унікальність цього дослідження полягає в тому, що воно вперше комплексно аналізує проблему нітратного забруднення саме м'ясної продукції в умовах Тронгейму, враховуючи місцеві особливості виробництва та споживання. Отримані результати можуть бути корисними для місцевих виробників м'ясної продукції, органів державного нагляду за якістю харчових продуктів, а також для споживачів, які дбають про безпеку свого харчування. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розширення асортименту досліджуваної продукції, вивчення впливу нових технологій виробництва на вміст нітратів та розробку рекомендацій щодо зменшення ризиків для здоров'я споживачів. Особливу цінність цієї роботи становить те, що вона ґрунтується на аналізі реальних зразків м'ясної продукції, взятих безпосередньо у місцевих виробників і торгівельних мереж Тронгейму, що дозволяє отримати об'єктивну картину стану справ. Унікальний характер дослідження підкреслюється також тим, що воно враховує не лише технологічні аспекти проблеми, але й соціальні та економічні фактори, які впливають на рівень нітратного забруднення м'ясної продукції в регіоні. Результати роботи можуть стати основою для розробки місцевих програм з контролю якості м'ясної

продукції та підвищення обізнаності виробників і споживачів про ризики, пов'язані з нітратами. Важливим напрямком подальших досліджень є також вивчення можливості використання природних антиоксидантів та консервантів як альтернативи традиційним нітратним добавкам у м'ясній промисловості Тронгейму. Унікальність даного дослідження підкреслюється його практичною спрямованістю та можливістю безпосереднього застосування отриманих результатів для покращення якості м'ясної продукції в регіоні, що робить його особливо цінним як для наукової спільноти, так і для місцевих виробників харчових продуктів [30].

Детальний аналіз нітратної проблеми виявляє численні нюанси: по-перше, технологічне використання нітратів як консервантів і фіксаторів кольору у м'ясопереробці має суттєві відмінності між великими промисловими підприємствами та дрібними місцевими виробниками, що зумовлює значний розкид показників у різних партіях продукції; по-друге, сезонні коливання у споживанні м'ясних виробів (зокрема під час святкових періодів) можуть призводити до тимчасового зростання ризиків, пов'язаних із надмірним вживанням нітратів; по-третє, особливості харчових звичок окремих соціальних груп населення (наприклад, дітей, вагітних жінок чи людей похилого віку) роблять їх більш вразливими до негативного впливу цих сполук. Глибоке розуміння динаміки нітратного забруднення м'ясної продукції в Тронгеймі має стратегічне значення для розробки цільових програм з харчової безпеки, оскільки дозволяє не лише фіксувати поточний стан, але й прогнозувати потенційні ризики, пов'язані зі змінами у виробничих процесах або структурою споживання. Важливим аспектом є також розвиток системи просвітництва серед виробників щодо альтернативних методів консервації м'яса та серед споживачів про раціональні підходи до формування харчового раціону, що особливо актуально для продуктів з підвищеним ризиком накопичення нітратів. Науково обґрунтовані рекомендації з мінімізації нітратного навантаження через оптимізацію технологічних процесів, вдосконалення систем контролю якості сировини та готової продукції, а також розробку збалансованих норм споживання м'ясних виробів для різних груп населення становлять практичну цінність для всіх зацікавлених сторін - від виробників до медичних працівників та органів державного управління [31, 22].

Перспективним напрямком подальших досліджень є вивчення кумулятивного ефекту нітратного навантаження при комбінованому вживанні різних видів харчових продуктів (м'ясних, овочевих, молочних), що особливо актуально для оцінки реального ризику для здоров'я населення в умовах повсякденного харчування. Таким чином, комплексне вивчення проблеми нітратного забруднення м'ясної продукції в комуні Тронгейм виходить за рамки вузькотехнічного завдання і перетворюється на важливий елемент системи громадського здоров'я, що поєднує в собі аспекти харчової безпеки, профілактичної медицини та сталого розвитку регіону [15].

РОЗДІЛ 2

ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Організація та проведення експериментального дослідження

Для визначення вмісту нітратів в сільськогосподарській продукції ми досліджували овочі, фрукти та м'ясо із супермаркетів міста Тронгейм, які завозяться з чотирьох різних агропідприємств з аграрного регіону комуни Тронгейм Королівства Норвегії. У межах дослідження було проведено аналіз вмісту нітратів у таких харчових продуктах, як огірки, томати, картопля, морква, яблука, груші та куряче м'ясо, які були відібрані в чотирьох різних точках реалізації (рис.2.1):

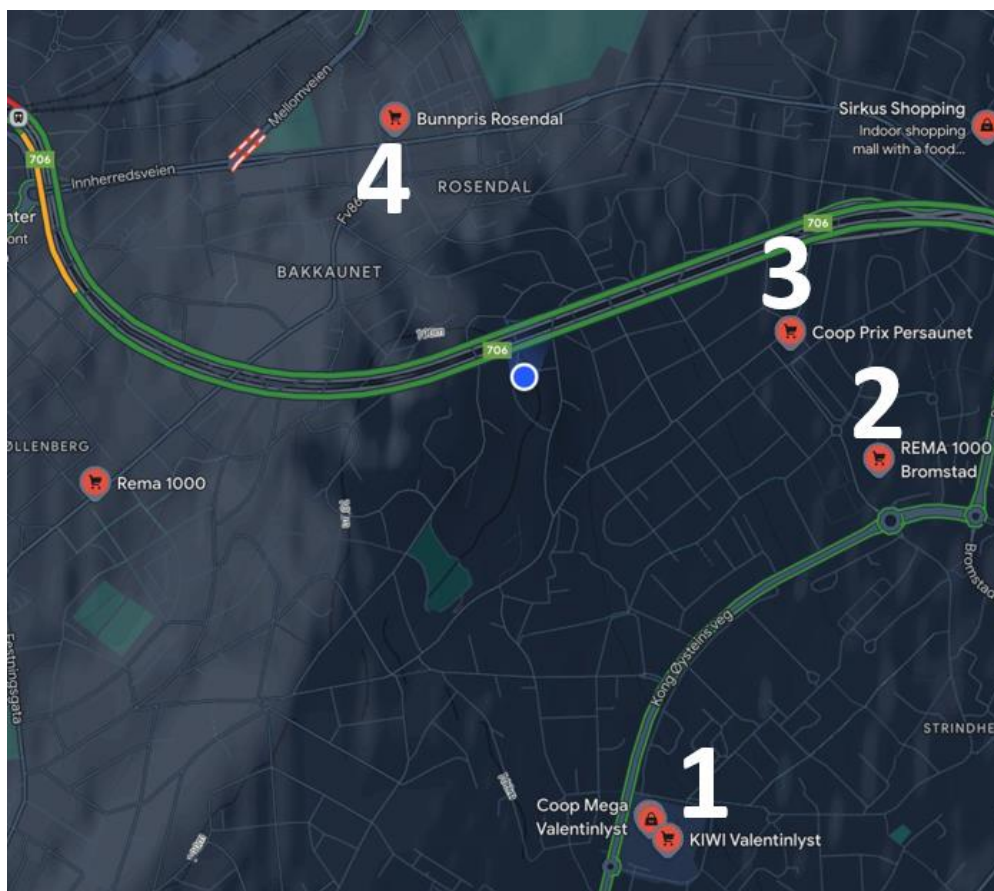


Рис. 2.1 Розташування супермаркетів в місті Тронгейм, в які завозиться продукція з аграрного регіону комуни Тронгейм Королівства Норвегії

- 1) Торговельна мережа Супермаркет Kiwi;
- 2) Торговельна мережа Супермаркет Rema 1000;
- 3) Торговельна мережа Супермаркет Coop Prix;
- 4) Торговельна мережа Супермаркет Bunnpris.

Під час відбору зразків продукції для аналізування, кожній сільськогосподарській пробі (овочам, фруктам та м'ясу) було надано унікальний ідентифікаційний код для подальшої ідентифікації. Протокол відбору проб на визначення вмісту нітратів у продукції передбачав ретельне документування із зазначенням таких параметрів [15]:

- 1) Місце та дата відбору проб, включаючи географічне розташування супермаркету;
- 2) Тип та назва сільськогосподарської продукції, з уточненням сорту, стадії дозрівання, а також частини рослини, що підлягає аналізу (коренеплід, плід тощо);
- 3) Методика відбору зразків, із зазначенням кількості відібраних одиниць продукції, об'єму або маси проби, способу зберігання та транспортування до супермаркету;
- 4) Умови зберігання продукції до моменту аналізу, включаючи температуру, тривалість та тип тари, що використовувалася для запобігання змінам хімічного складу;
- 5) Інформація про фермерське господарство, де вирощена продукція - застосовані агротехнічні заходи, зокрема вид, кількість і частота внесення добрив, попереднє використання хімічних засобів захисту рослин;
- 6) Умови проведення лабораторного дослідження, з описом аналітичного методу, калібрувальних розчинів і використаного обладнання.

Застосована методика дала змогу досягти високої достовірності та стабільності отриманих результатів, а також мінімізувала ризик похибок під час подальшого аналітичного етапу дослідження.

2.2. Методологія відбору проб та аналізу вмісту нітратів

Методологічна основа дослідження була побудована з урахуванням поставленої мети та чітко сформульованих завдань, що дозволило забезпечити цілісність і логічність усього наукового процесу. У рамках аналітичної роботи застосовано три взаємодоповнюючі групи методів: теоретичні, експериментальні та аналітичні.

Теоретичний етап дослідження передбачав опрацювання наукових джерел із використанням системного підходу до аналізу концепцій, структурну організацію теоретичного матеріалу, деталізацію складних хімічних процесів, узагальнення типових закономірностей і формування цілісної теоретичної бази.

Практична частина передбачала використання інструментально-лабораторних досліджень (рис. 2.2) [32]. Для визначення концентрації нітратів у зразках застосовувався нітрат-тестер Greentest 9 F3 – портативний прилад для експрес-аналізу рівня нітратів у продуктах рослинного і тваринного походження. Він оснащений внутрішньою базою даних на понад 50 видів продуктів і дозволяє отримати результат за три секунди шляхом введення зонда у продукт із подальшим виведенням показника на екран. Завдяки компактності пристрою його зручно використовувати безпосередньо в умовах торговельної мережі.

Аналітичний блок включав порівняння отриманих результатів з установленими нормами максимально допустимих концентрацій (ГДК) нітратів згідно з європейськими стандартами (Regulation (EC) No 1881/2006), Директивою 2006/125/EC, норвезькими нормативами (Mattilsynet), а також рекомендаціями міжнародних організацій WHO/FAO. Проведено оцінку відхилень від допустимих значень, що дозволило надати обґрунтовану оцінку безпечності досліджуваної продукції [14-19, 24-25].

Застосування такого інтегрованого методичного підходу забезпечило високу достовірність, точність та репрезентативність одержаних результатів.

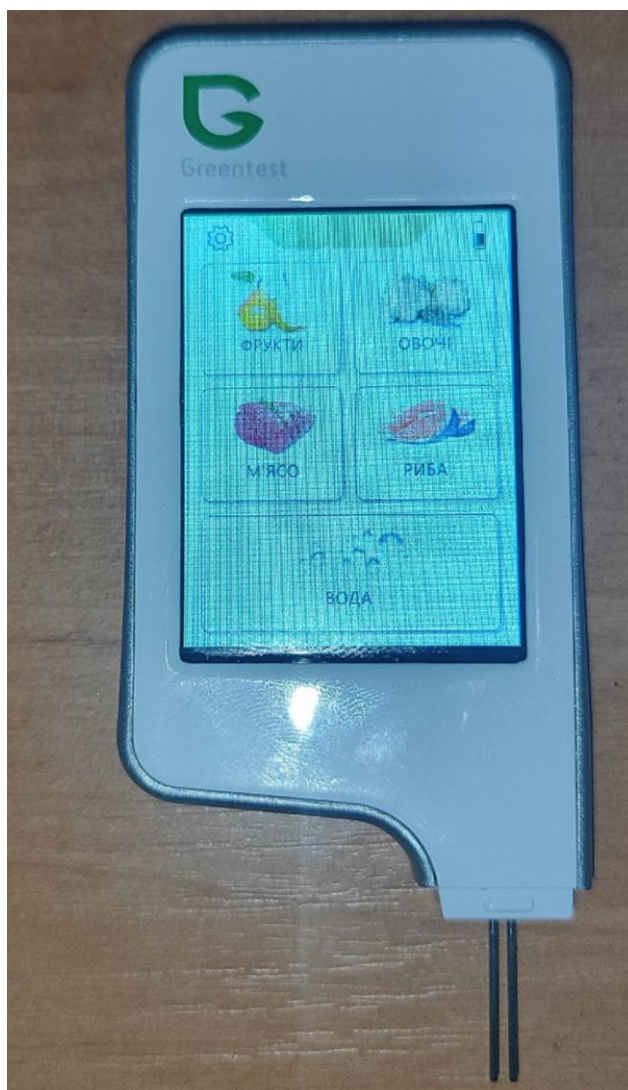


Рис. 2.2 Нітрат-тестер Greentest 9 F3, що використовувався для вимірювання рівня нітратів у продукції з супермаркетів міста Тронгейм Королівства Норвегії

РОЗДІЛ 3

УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА ЯКОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ НА ВМІСТ НІТРАТІВ

3.1. Аналізування результатів експрес-дослідження вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм

У березні 2025 року у чотирьох супермаркетах міста Тронгейм Королівства Норвегії були відібрані зразки сільськогосподарської продукції для аналізу. Результати досліджень щодо якості цих проб на вміст нітратів представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Аналіз якості аграрної продукції у чотирьох супермаркетах міста Тронгейм
Королівства Норвегії

Досліджувані продукти	Ступінь забруднення нітратами, мг/кг				Нормативне значення, мг/кг
	Торговельна мережа Kiwi (супермаркет)	Торговельна мережа Rema 1000 (супермаркет)	Торговельна мережа Coop Prix (супермаркет)	Торговельна мережа Bunnpris (супермаркет)	
Огірок	370	770	120	90	400
Томат	460	280	150	320	300
Картопля	190	390	240	70	250
Морква	50	110	160	120	400
Яблуко	30	35	40	30	60
Груша	40	30	35	40	60
М'ясо куриці	60	50	70	50	200

Під час експериментального дослідження із застосуванням портативного нітрат-тестера було зафіксовано, що деякі зразки сільськогосподарської продукції, відібрані у різних торгових точках міста Тронгейм, мають перевищений вміст нітратів порівняно з рекомендованими нормативами (див. табл. 3.1). Найвищий

рівень нітратів встановлено в огірках, придбаних у супермаркеті Rema 1000, — 770 мг/кг, що перевищує допустиму межу для цього виду продукції, визначену європейськими стандартами (Regulation (EC) No 1881/2006). Досить високі концентрації також виявлені у томатах з Kiwi — 460 мг/кг, у картоплі з Rema 1000 — 390 мг/кг та моркві, придбаній у Coop Prix, із показником 160 мг/кг (рис. 3.1). Варто зауважити, що допустимий рівень вмісту нітратів для овочевої продукції коливається в межах від 200 до 450 мг/кг залежно від типу овочу та умов його вирощування. Виявлені результати можуть свідчити про надмірне застосування азотних добрив, порушення агротехнічних вимог або особливості ґрунтово-кліматичних умов регіону. Такі дані потребують додаткового аналізу і моніторингу з боку екологічних та санітарних служб з метою забезпечення безпеки споживання.



Рис. 3.1 Результати замірювання в овочах (максимальні значення)

У ході дослідження також були ідентифіковані зразки овочевої продукції з найнижчим вмістом нітратів серед усіх відібраних. Найменший показник зафіксовано в огірках, придбаних у супермаркеті Bunnpris — 90 мг/кг, що значно нижче гранично допустимої концентрації, встановленої європейськими нормативами. Томат з мережі Coop Prix продемонстрував рівень нітратів 150 мг/кг, що також відповідає безпечному діапазону. Аналогічно, у моркві,

придбаній у Kiwi, було виявлено лише 50 мг/кг, що є мінімальним серед усіх досліджуваних зразків (рис. 3.2). Щодо картоплі, найнижчий показник, зафіксований у цьому дослідженні, також належав продукції з супермаркету Rema 1000 — 390 мг/кг, хоча цей рівень знаходиться на верхній межі допустимої норми.

Загалом, результати свідчать про значні коливання рівнів нітратів навіть серед однакових видів овочів, що, ймовірно, обумовлено різним походженням продукції, агротехнічними умовами її вирощування, способом зберігання та термінами збору. Така варіативність підкреслює необхідність посиленого моніторингу якості сільськогосподарської продукції у торговельних мережах, а також потребу у покращенні прозорості інформації щодо постачальників і технологій вирощування. Отримані результати мають практичну цінність для споживачів, оскільки дають змогу орієнтуватися на більш безпечні джерела харчових продуктів.



Рис. 3.2 Результати замірювання в овочах (мінімальні значення)

Поглиблений аналіз вмісту нітратів за кожною окремою категорією продукції дозволив виявити суттєві відмінності між зразками з різних торговельних мереж. Зокрема, як показано на рисунку 3.3, найвищий рівень нітратів в огірках був зафіксований у супермаркеті Rema 1000, де він становив

770 мг/кг. Цей показник суттєво перевищує гранично допустиму концентрацію, встановлену нормативами Європейського Союзу, майже вдвічі. Такий надмірний вміст може бути наслідком надмірного внесення азотних добрив або недостатнього контролю на етапах зберігання та транспортування продукції.

Натомість огірки, придбані в інших супермаркетах, зокрема в Bunnpris, демонстрували значно нижчі значення — у межах 90 мг/кг, що свідчить про їхню відповідність санітарно-гігієнічним вимогам і допустимим рівням згідно з європейськими стандартами. Вміст нітратів у цих зразках не лише не перевищує нормативи, а й перебуває в безпечному діапазоні, що робить таку продукцію більш прийнятною для щоденного споживання.

Таким чином, результати дослідження свідчать про наявність значних відмінностей у якості овочів навіть в межах одного міста, що підкреслює необхідність постійного контролю за аграрною продукцією, що потрапляє на споживчий ринок. Особливої уваги потребує моніторинг супермаркетів, де були виявлені перевищення ГДК, з метою підвищення рівня харчової безпеки населення.

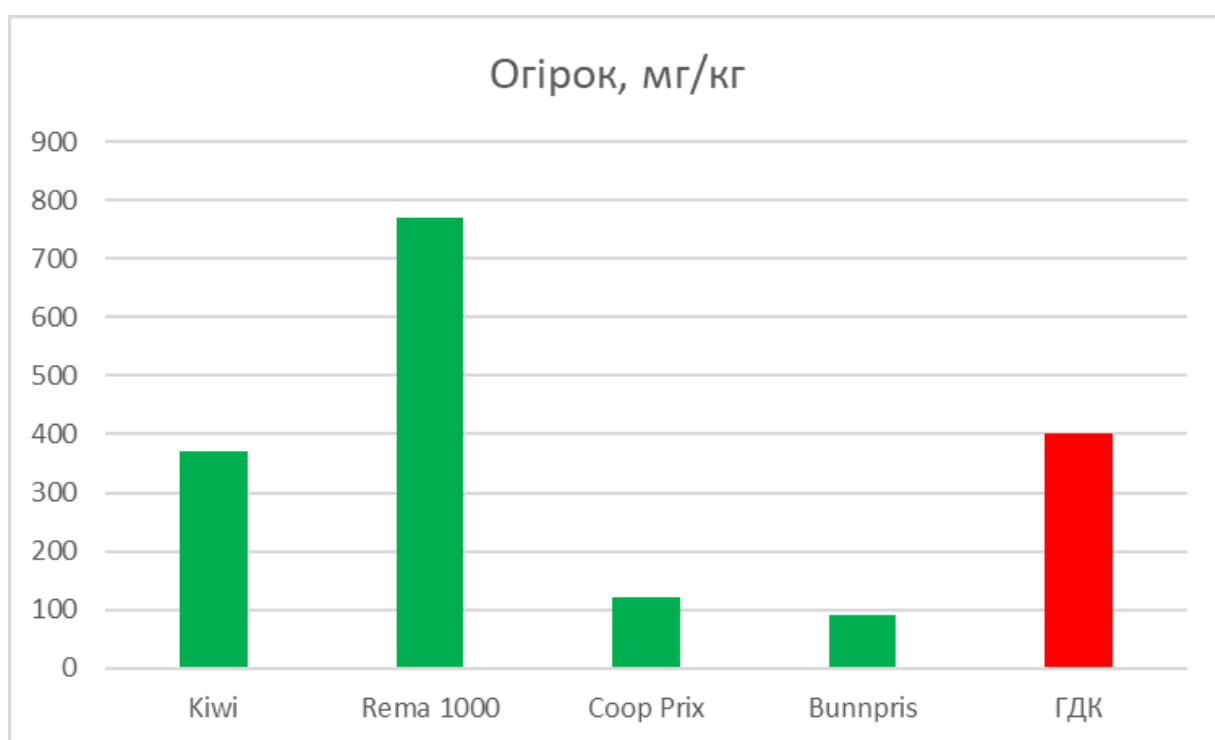


Рис. 3.4 Вміст нітратів в огірках

Результати дослідження вмісту нітратів у різних зразках томатів показали, що у супермаркетах Kiwi та Bunnpris зафіксовано перевищення гранично допустимого рівня (ГДК), що може вказувати на можливе перенасичення добривами або недостатній контроль під час вирощування. Водночас, томати з Rema 1000 і Coop Prix мали концентрації нітратів, що не виходили за межі встановлених нормативів, а отже вважаються безпечними для споживання (рис.3.5).

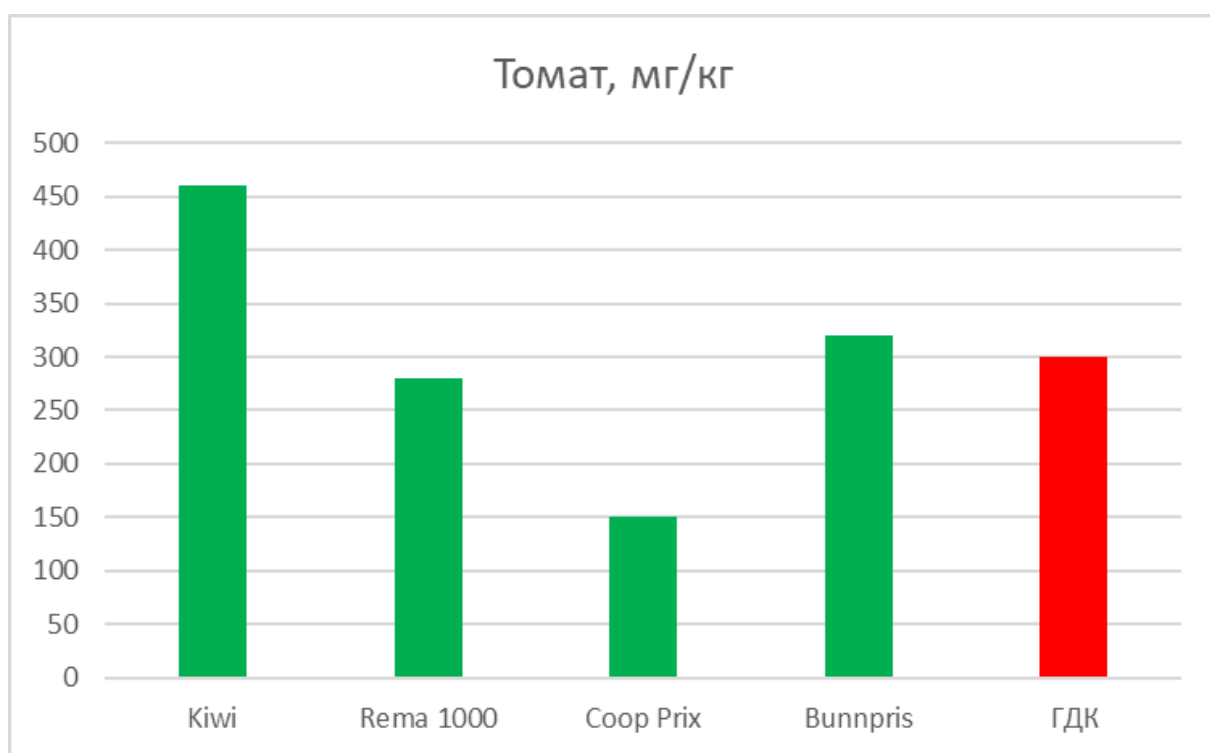


Рис. 3.5 Вміст нітратів в томатах

Щодо картоплі, то було встановлено, що у зразках з Rema 1000 вміст нітратів перевищує допустимий рівень, що може бути пов'язано з особливостями вирощування або зберігання. У Coop Prix рівень нітратів наближається до граничного, але не перевищує його, що також викликає певне занепокоєння. У супермаркетах Kiwi та Bunnpris вміст нітратів у картоплі перебуває в межах нормативних показників (рис.3.6).

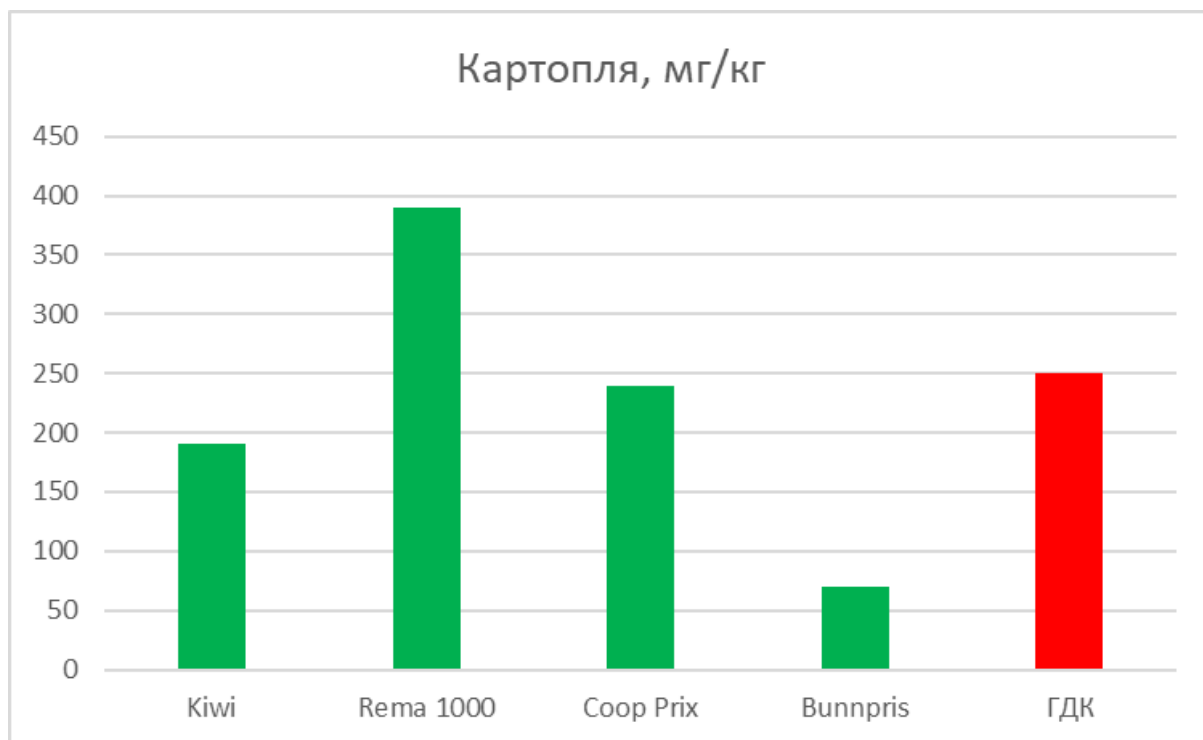


Рис. 3.6 Вміст нітратів в картоплі

Аналіз моркви засвідчив, що всі зразки з різних торговельних точок мають рівень нітратів у межах ГДК. Проте, найвищий показник зафіксовано у зразку з супермаркету Coop Prix, що може свідчити про більш інтенсивне застосування азотних добрив під час її вирощування (рис. 3.7).

Що стосується вмісту нітратів у яблуках, то результати засвідчили стабільну картину: у всіх супермаркетах концентрація нітратів залишалася в межах допустимих значень, а відмінності між зразками не мали статистично значущого характеру (рис. 3.8).

Аналогічна ситуація спостерігається і з грушами – незалежно від місця придбання, всі зразки відповідали санітарним вимогам щодо вмісту нітратів, що вказує на стабільну якість продукції цього виду (рис. 3.9).

У результаті дослідження зразків м'яса курки, було встановлено, що в усіх торговельних мережах рівень нітратів знаходився в межах норми. Відмінності між супермаркетами були мінімальними і не мали суттєвого впливу на загальний висновок щодо безпеки продукту (рис. 3.10).

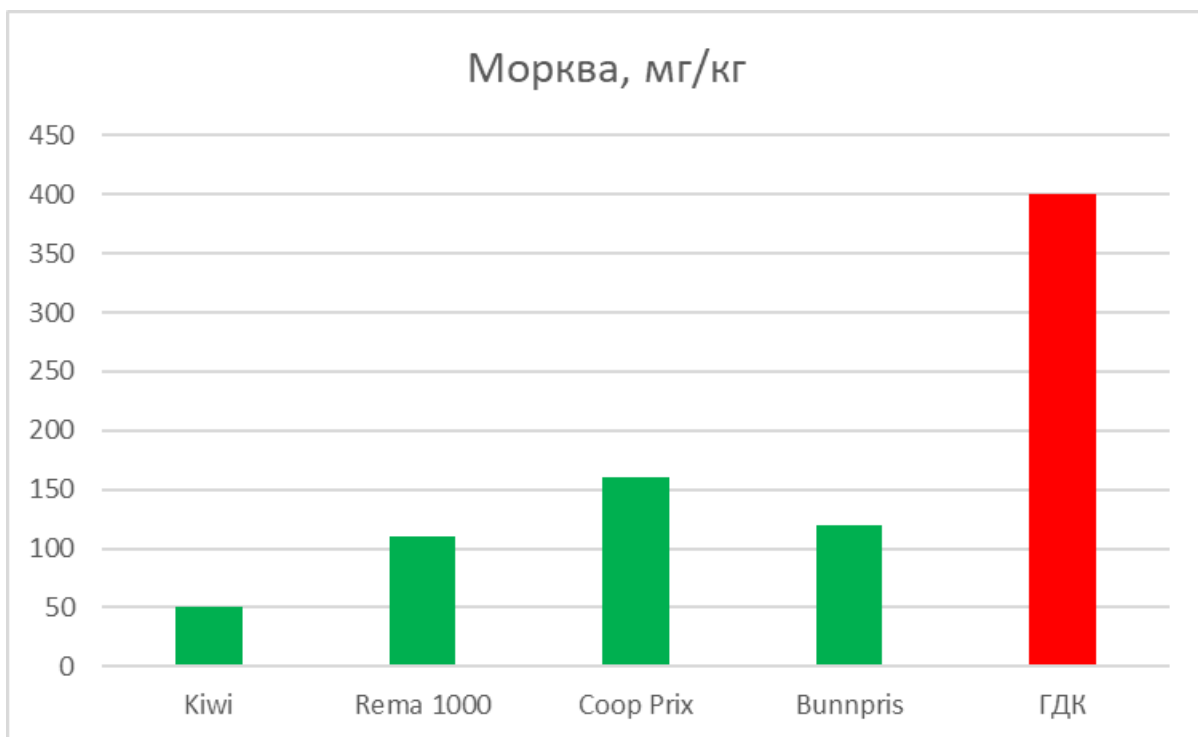


Рис. 3.7 Вміст нітратів в моркві

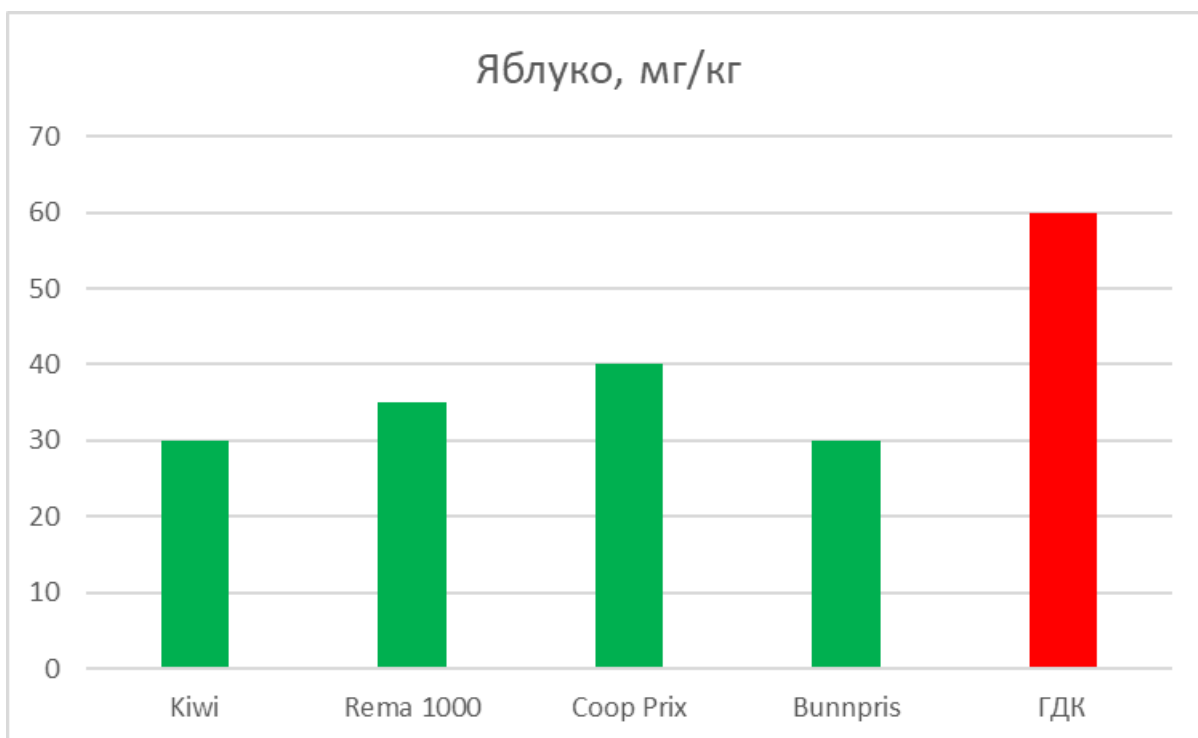


Рис. 3.8 Вміст нітратів в яблуках

Загалом, результати вимірювань свідчать про те, що хоча більшість продуктів мають допустимий вміст нітратів, окремі позиції, зокрема томати та

картопля з окремих супермаркетів, викликають занепокоєння і потребують подальшого контролю.

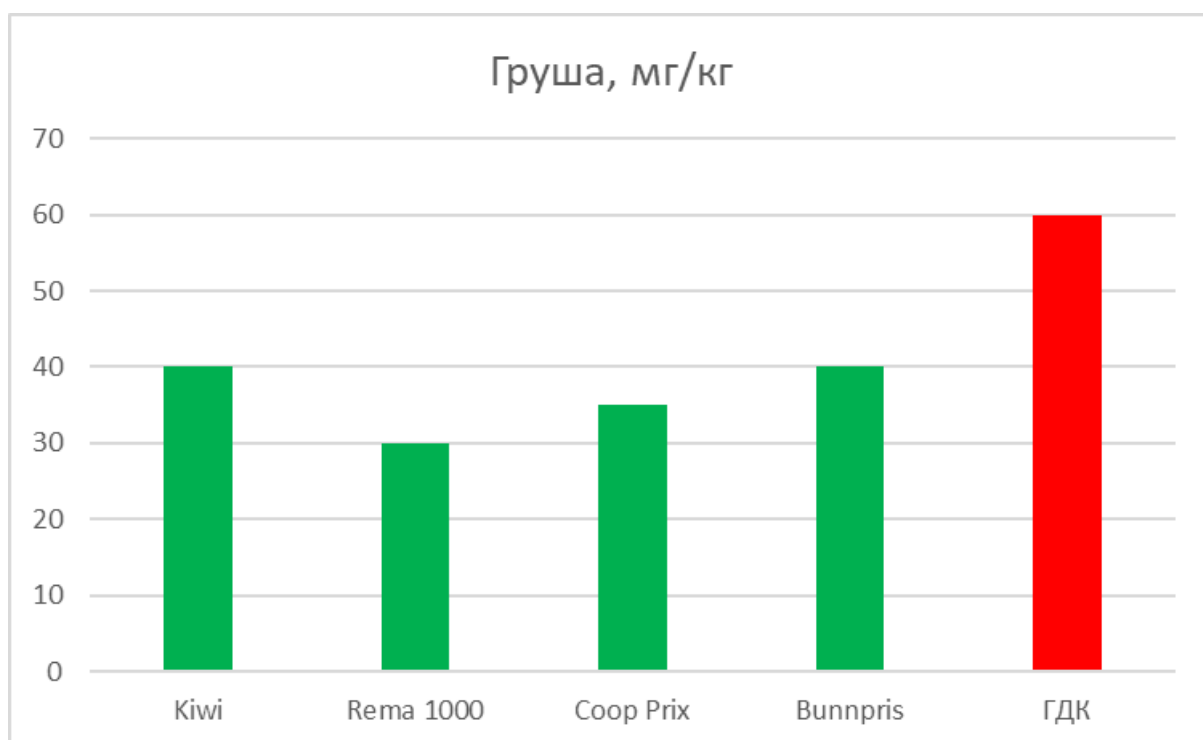


Рис. 3.9 Вміст нітратів в грушах

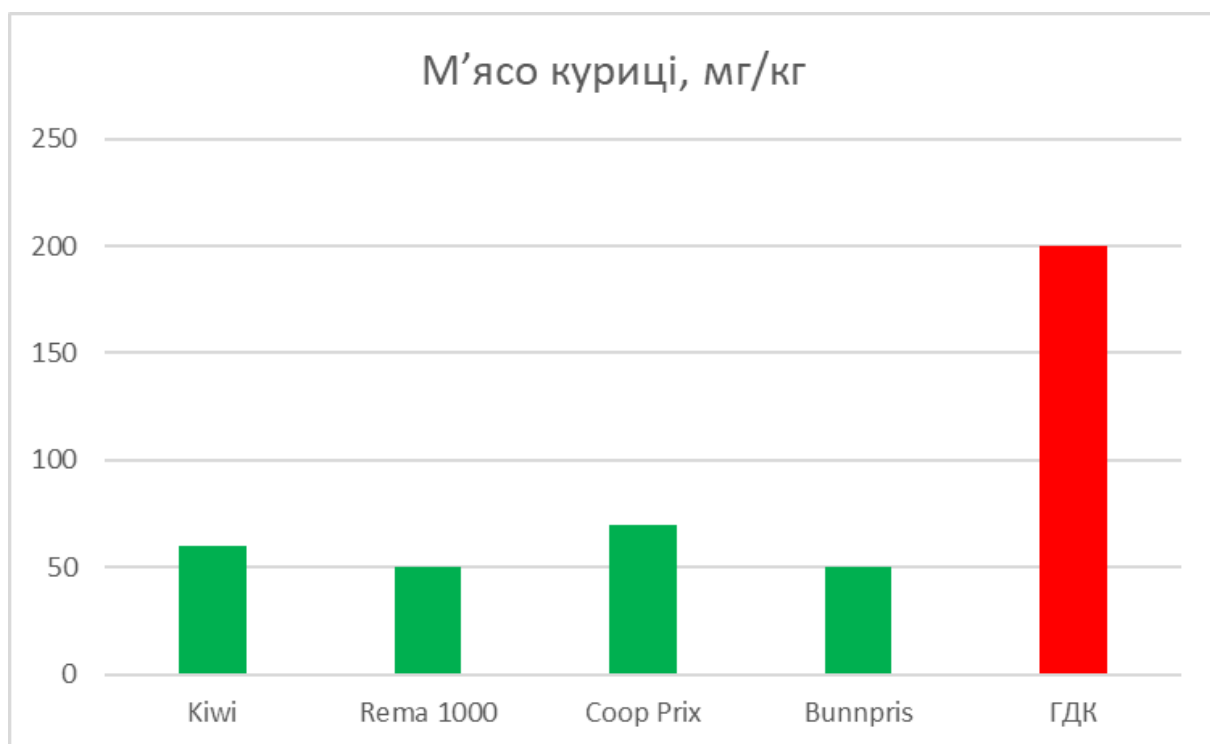


Рис. 3.10 Вміст нітратів в м'ясі куриці

Проведене дослідження чітко продемонструвало необхідність постійного моніторингу якості сільськогосподарської продукції, що реалізується на території комуни Тронгейм, зокрема щодо вмісту нітратів. Аналіз отриманих даних дозволив виокремити окремі групи продуктів, що викликають занепокоєння через перевищення гранично допустимих концентрацій.

До категорії продукції з найбільшою концентрацією нітратів віднесено огірки, томати та картоплю, придбані у супермаркетах Kiwi та Rema 1000. Також перевищення нітратів було виявлено у томатах з Bunnpris та картоплі з Coop Prix. Ці результати можуть свідчити про надмірне використання азотних добрив, недотримання агротехнічних норм або недосконалу систему контролю якості під час вирощування та постачання продукції.

Разом з тим, до категорії найбільш безпечної та якісної продукції належать морква, яблука, груші та м'ясо курки, незалежно від супермаркету, в якому вони були придбані. У всіх зразках цих продуктів рівень нітратів залишався у межах встановлених санітарних норм, що свідчить про належну агротехнічну практику або ефективну систему контролю постачальників.

Отримані результати можуть мати практичну цінність як для споживачів, які прагнуть обирати безпечні продукти харчування, так і для виробників, яким важливо забезпечити відповідність стандартам безпеки. Крім того, ці дані є корисними для державних органів, відповідальних за контроль якості харчових продуктів, і можуть слугувати підґрунтям для прийняття рішень щодо посилення контролю за вмістом нітратів у продукції сільськогосподарського походження.

3.2. Встановлення порівняльної оцінки вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм

Під час дослідження на території супермаркетів міста Тронгейм ми проводили опитування серед їхніх працівників, щоб з'ясувати інформацію про постачальників сільськогосподарської продукції. З'ясувалося, що кожен із чотирьох супермаркетів співпрацює з різними агропідприємствами, які

займаються вирощуванням та поставкою овочів, фруктів і м'яса. Повний перелік ідентифікованих агровиробників наведено в таблиці 3.2.

Отримані дані дозволили встановити безпосередній ланцюг постачання продукції та проаналізувати можливі відмінності у якості та рівнях нітратного забруднення, які можуть бути зумовлені специфікою роботи конкретних агрофірм. Такий підхід забезпечив глибше розуміння умов виробництва та дозволив ідентифікувати потенційні фактори, що впливають на безпеку харчової продукції, а також став підставою для подальшого детального вивчення агротехнічних методів, які застосовують постачальники в регіоні.

Таблиця 3.2

Встановлені значення класу якості для досліджуваних проб води

Супермаркети	Агropідприємство (продукція)
Супермаркет Kiwi	Skaugbrua Gård (тепличні овочі), Leinstrand Gård (яблука, груші), Byneset Gård (м'ясо куриці)
Супермаркет Rema 1000	Tiller Veksthus (тепличні овочі), Bøndenes Grønt (фрукти, ягоди), Norsk Kylling (м'ясо куриці)
Супермаркет Coop Prix	Væres Venner - органічна ферма (ягоди, овочі, фрукти), Viggja Gård (м'ясо куриці)
Супермаркет Bunnpris	Skaun Grønt (тепличні овочі), Malvik Jordbær (фрукти), Grilstad Gård (м'ясо куриці)

Отримана інформація має важливе значення для розробки дієвих рекомендацій щодо удосконалення системи контролю якості сільськогосподарської продукції, а також сприяє підвищенню прозорості та відстежуваності ланцюгів постачання в регіоні Тронгейм. Для глибшого вивчення

характеристик агровиробництва нами були використані офіційні ресурси, серед яких – вебпортали Норвезької асоціації фермерів (Norsk Bonde- og Småbrukarlag, <https://www.bondelaget.no>), організації, що об'єднує місцевих виробників LocalFood Trøndelag (<https://www.localfood.no>), а також офіційний сайт Норвезької продовольчої адміністрації (Mattilsynet, <https://www.mattilsynet.no>), де можна перевірити сертифікати та стандарти якості продукції. Завдяки цим ресурсам було встановлено, що переважна більшість агропідприємств застосовує традиційні методи тепличного землеробства з використанням мінеральних добрив. Винятком є господарство Væres Venner, продукція якого постачається в супермаркет Coop Prix і вирощується за органічною технологією без застосування хімічних добрив.

Додатково нами проведено комплексну оцінку якості овочевої продукції за вмістом нітратів відповідно до вимог Європейського Союзу. Аналіз базувався на положеннях Regulation (EC) No 1881/2006, де шляхом порівняння максимальних зафіксованих показників для кожного виду продукції визначався рівень потенційної небезпеки [11-15, 27-29]. На основі цього визначено клас ризику для кожного дослідженого зразка, що відображено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Класи продукції за вмістом нітратів згідно нормативного документу Regulation (EC) No 1881/2006

Клас продукції за вмістом нітратів	Якість продукції за вмістом нітратів
1 клас "Екстра" / "Премум"	мінімальний вміст нітратів (наприклад, для дитячого харчування)
2 клас "Стандарт"	відповідає нормам, прийнятна якість
3 клас "Обмеженого споживання"	допустимий рівень, але не рекомендований для дітей та вагітних, обмежено придатна якість
4 клас "Непридатний для вживання"	перевищення ГДК, небажана якість

Таким чином, отримані результати не лише дають змогу оцінити поточний стан безпеки продукції, але й слугують фундаментом для розробки рекомендацій щодо оптимізації агротехнічних практик та вдосконалення контролю на рівні виробництва й реалізації. Це особливо важливо для забезпечення довіри споживачів і сталого розвитку місцевого аграрного сектору.

При аналізі вмісту нітратів у овочевій продукції з урахуванням класифікації небезпеки за якістю (див. табл. 3.3), можна зробити умовний поділ супермаркетів за рівнем ризику для споживачів. Так, продукція супермаркету Kiwi віднесена до 3-го класу якості, що обумовлено значним перевищенням допустимих норм нітратів у огірках та томатах. Аналогічно, продукція супермаркету Rema 1000 потрапляє до 4-го, найвищого класу небезпеки, через перевищення ГДК у трьох основних овочах — огірках, томатах і картоплі, що свідчить про суттєві ризики для здоров'я споживачів.

Таблиця 3.3

Оцінка якості небезпеки овочевої продукції за вмістом нітратів згідно нормативного документу Regulation (EC) No 1881/2006

Варіант	Клас якості
Варіант 1. – Продукція з супермаркету Kiwi	3 клас (високий вміст нітратів у огірках і томатах)
Варіант 2. – Продукція з супермаркету Rema 1000	4 клас (високий вміст нітратів у огірках, томатах і картоплі)
Варіант 3. – Продукція з супермаркету Coop Prix	2 клас (високий вміст нітратів у картоплі)
Варіант 4. – Продукція з супермаркету Bunnpris	3 клас (високий вміст нітратів у томатах)

Продукти з Coop Prix за показниками нітратів отримали 2-й клас якості, головним чином через підвищений рівень нітратів у картоплі, хоча інші овочі демонструють більш безпечні значення. У свою чергу, продукція супермаркету Bunnpris віднесена до 3-го класу якості через перевищення допустимих концентрацій нітратів у томатах.

Цей розподіл підкреслює необхідність підвищення контролю та вдосконалення агротехнічних практик у певних агровиробників, аби знизити ризики для здоров'я кінцевих споживачів. Результати також свідчать про різноманітність якості продукції навіть у межах одного регіону, що акцентує увагу на важливості ретельного моніторингу та сертифікації харчових продуктів на всіх етапах від виробництва до реалізації. Крім того, дані дослідження можуть слугувати базою для розробки локальних рекомендацій із зниження вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції шляхом корекції методів удобрення та агротехніки.

3.3. Рекомендації зі зниження вмісту нітратів у сільськогосподарській продукції комуни Тронгейм

Враховуючи проблему підвищеного вмісту нітратів у продуктах харчування, що споживаються жителями міста Тронгейм, ми спрямували наші зусилля на пошук ефективних способів зниження концентрації цих сполук у популярних овочах і м'ясі. Для проведення експерименту було обрано сільськогосподарську продукцію з супермаркету Rema 1000, зокрема огірки, томати, картоплю, моркву, а також м'ясо курки.

В межах дослідження ми розглянули два методи обробки продуктів: перший — тривале вимочування у прісній воді протягом 24 годин, другий — термічна обробка, а саме кип'ятіння продуктів протягом півгодини.

Результати показали (табл.3.4), що обидва методи значно впливають на зниження рівня нітратів, але термічна обробка виявилася більш ефективною. Зокрема, при вимочуванні огірків концентрація нітратів знизилась на 290 мг/кг,

що складає приблизно 37% від початкового рівня, тоді як після кип'ятіння ця цифра сягнула 510 мг/кг, або 66%. У випадку томатів, вимочування дозволило знизити нітрати на 21%, а термічна обробка — на 50%. Для картоплі спостерігалось падіння концентрації нітратів на 28% при вимочуванні та 58% після кип'ятіння. Морква показала дещо скромніші результати: 18% зниження при вимочуванні і 27% після термічної обробки. Що стосується курячого м'яса, обидва способи — і вимочування, і кип'ятіння — знизили вміст нітратів приблизно на 40%.

Таблиця 3.4

Огляд методів зниження вмісту нітратів в домашніх умовах

Варіанти Методи	Початкові заміри, мг/кг	Вимочування у воді протягом добы, мг/кг	Термічна обробка 30 хвилин, мг/кг	Нормативне значення, мг/кг
1. Огірок з супермаркету Rema 1000	770	480 (-290 = 37%)	260 (-510 = 66%)	400
2. Томат з супермаркету Rema 1000	280	220 (-60 = 21%)	140 (-140 = 50%)	200
3. Картопля з супермаркету Rema 1000	390	280 (-110 = 28%)	180 (-210 = 54%)	250
4. Морква з супермаркету Rema 1000	110	90 (-20 = 18%)	80 (-30 = 27%)	400
5. М'ясо куриці з супермаркету Rema 1000	50	30 (-20 = 40%)	30 (-20 = 40%)	200

Важливо відзначити, що ці прості технології можуть стати корисними рекомендаціями для населення, особливо в періоди підвищеного ризику накопичення нітратів, таких як зима та рання весна, коли овочі вирощуються переважно у тепличних умовах. Крім того, ці методи не потребують значних затрат і можуть бути легко застосовані в домашніх умовах, що робить їх

доступними для широкого кола споживачів, допомагаючи зменшити потенційні ризики для здоров'я.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на оцінку впливу інших кулінарних методів (запікання, смаження, приготування на пару) на вміст нітратів, а також на вивчення комбінованих способів обробки для підвищення ефективності їх видалення з харчових продуктів [10, 12].

На основі здійсненого всебічного дослідження та комплексного аналізу отриманих даних, було сформульовано ряд змістовних і практично орієнтованих рекомендацій, що адресуються керівникам супермаркетів, кінцевим споживачам, а також виробникам сільськогосподарської продукції. Ці пропозиції спрямовані на мінімізацію ризиків, пов'язаних із вживанням харчової продукції з підвищеним вмістом нітратів, і мають на меті сприяти підвищенню якості та безпечності харчових товарів [5, 8]:

1) Підвищення рівня інформованості населення.

Однією з ключових рекомендацій є необхідність запровадження систематичного інформування споживачів про походження продукції рослинного та тваринного походження, зокрема овочів, фруктів і м'яса, представлених на полицях супермаркетів. Особливу увагу слід приділяти відкритості інформації щодо вмісту нітратів у конкретних зразках продукції, яка реалізується у роздрібній торгівлі. Наявність таких даних на етикетках або у відкритому доступі (наприклад, через QR-коди на упаковці) сприятиме усвідомленому вибору товарів, підвищенню рівня довіри до торговельної мережі та формуванню культури безпечного споживання. Крім того, роз'яснювальні кампанії можуть охоплювати проблематику впливу нітратів на здоров'я людини, що дозволить посилити профілактичну функцію супермаркетів як елементів продовольчого ланцюга.

2) Впровадження постійного контролю якості продукції.

У світлі зростаючих викликів екологічної безпеки та підвищених вимог до якості продуктів харчування, доцільним є створення на базі супермаркетів системи регулярного моніторингу нітратного навантаження у продуктах.

Рекомендується активне використання сучасних технічних засобів контролю, зокрема портативних нітрат-тестерів, що дозволяють оперативно оцінювати рівень забруднення. Крім того, важливо проводити лабораторну верифікацію результатів у сертифікованих аналітичних установах. Особливу увагу слід звертати на продукцію, вирощену у закритому ґрунті (теплицях), що характерно для зимово-весняного періоду, коли ризик накопичення нітратів значно зростає. Також доцільно поширювати серед покупців інформаційні матеріали щодо простих побутових методів зменшення нітратів у продуктах – включаючи ретельне миття, очищення шкірки, замочування у воді та термічну обробку, які можуть суттєво знизити вміст шкідливих речовин у готових до споживання стравах.

3) Удосконалення агротехнічних практик на етапі виробництва.

Оскільки високі концентрації нітратів у сільськогосподарській продукції здебільшого пов'язані з нераціональним використанням азотних добрив, доцільно запроваджувати більш збалансовані методи живлення рослин. Зокрема, йдеться про застосування добрив пролонгованої дії, які забезпечують поступове засвоєння азоту, зменшуючи ризик його надлишкового накопичення у рослинних тканинах. Впровадження таких технологій дозволить підвищити якість вирощеної продукції, зменшити екологічне навантаження на ґрунти та забезпечити стабільність у рівнях нітратів. У рамках підвищення кваліфікації агровиробників варто організовувати тренінги, семінари й навчальні програми, присвячені екологічно безпечним технологіям ведення сільського господарства.

Окремо слід підкреслити важливість налагодження взаємодії між супермаркетами та постачальниками з метою створення прозорих і контрольованих ланцюгів постачання, що дозволить гарантувати високу якість і безпечність продукції на кожному етапі — від вирощування до продажу. Доцільним також є проведення навчально-просвітницької роботи серед працівників торговельних закладів щодо вимог до зберігання та реалізації продуктів, які містять нітрати, а також методів ефективної комунікації з покупцями. Комплексне впровадження зазначених заходів сприятиме зниженню рівня хімічного забруднення харчових товарів, а також підвищенню загального рівня продовольчої безпеки у регіоні [13, 16].

ВИСНОВКИ

1. У результаті проведеного аналізу було встановлено, що найбільшу небезпеку для споживача серед досліджених зразків становлять огірки, томати та картопля, реалізовані в супермаркетах Kiwi та Rema 1000. До критично забруднених продуктів також віднесено томати з супермаркету Bunnpris та картоплю з Coop Prix, які показали перевищення встановлених гранично допустимих концентрацій нітратів.

2. Водночас найкращі результати за показниками безпеки продемонстрували морква, яблука, груші та куряче м'ясо, придбані в усіх досліджених супермаркетах. У цих продуктах рівень нітратів залишався у межах норм, що свідчить про їх вищу харчову безпеку.

3. Загальна порівняльна характеристика вмісту нітратів у продуктах дозволила класифікувати супермаркети відповідно до рівня безпечності реалізованої ними продукції: овочі з супермаркету Rema 1000 потрапили до 4 класу якості — категорії з найвищим рівнем небезпеки, що свідчить про небажаність їх споживання без попередньої обробки. Продукція з Kiwi та Bunnpris класифікована як 3 клас — умовно придатна, тобто така, що потребує обмеженого вживання або попередньої обробки. Coop Prix показав дещо кращі результати — 2 клас якості, що характеризується як допустимий рівень забруднення при загальному дотриманні норм.

4. Для мінімізації шкідливого впливу нітратів на організм рекомендується дотримуватися профілактичних заходів. Згідно з нашими експериментальними даними, вимочування овочів у воді протягом 24 годин дозволяє знизити концентрацію нітратів на 18–40%, а термічна обробка (кип'ятіння протягом 30 хвилин) — на 27–66%. Найбільший ефект спостерігався при обробці огірків та картоплі. Ці прості методи можуть бути ефективно використані в побуті для підвищення безпечності харчування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамів С. Вплив технологічної обробки на вміст нітратів у продуктах харчування. III International Scientific and Practical Conference «Education and science of today intersectoral issues and development of sciences». 2022. URL: <https://doi.org/10.36074/logos-20.05.2022.052> (дата звернення 15.04.2025).
2. Борисов В.А. Екологічні проблеми накопичення нітратів у оточуючому середовищі. Київ, 2013. 525 с.
3. Nitrates in food and medicine: What's the story? URL: <https://www.health.harvard.edu/heart-health/nitrates-in-food-and-medicine-whats-the-story> (дата звернення 15.04.2025).
4. Механізм впливу нітратів на організм людини. URL: <http://www.consumer-cv.gov.ua/mehanizm-vplyvu-nitrytiv-na-organizm-lyudyny/> (дата звернення 18.04.2025).
5. Нітрати та нітрити: в чому небезпека для організму людини. URL: <https://zp.nmc.dsns.gov.ua/ua/Ostanni-novini/110.html> (дата звернення 19.04.2025).
6. Chemistry of Nitrogen. URL: Chemistry of Nitrogen (Z=7) - Chemistry LibreTexts (дата звернення 03.05.2025).
7. Varadwaj P.R., Varadwaj A., Marques H.M., Yamashita K. The Nitrogen Bond, or the Nitrogen-Centered Pnictogen Bond: The Covalently Bound Nitrogen Atom in Molecular Entities and Crystals as a Pnictogen Bond Donor. Compounds. 2022. №2. P. 80-110.
8. Dautov R.F., Ngo D.T., Licari G. The nitric oxide redox sibling nitroxyl partially circumvents impairment of platelet nitric oxide responsiveness. Nitric Oxide. 2013. Vol. 35. P. 72-78.
9. Лановенко О.Г., Остапішина О.О. Нітрати : навч.-метод. посіб. Херсон : ПП Вишемирський В.С. 2013. 129 с.
10. Nitrate. Chemical Compound. «Encyclopaedia Britannica» URL: <https://www.britannica.com/science/mineral-chemical-compound/Nitrates> (дата звернення 18.04.2025).

11. SumDU Repository: Нітрати – медична і соціальна проблема. SumDU Repository: Home. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/66781> (дата звернення: 20.04.2023).
12. Панасенко Т.В., Красноруцька К.І. Вміст нітрат-іонів в продуктах харчування рослинного походження. Актуальні питання біології, екології та хімії. Розділ хімія. 2016. Том 12. № 2. С. 103-112.
13. Циганенко О.І. Нітрати в харчових продуктах. Здоров'я. Київ, 2014. с. 56-57.
14. Klyap N. I. et al. Control of nitrate in vegetable products. Veterinary science, technologies of animal husbandry and nature management. 2020. No. 5. P. 60-64. URL: <https://doi.org/10.31890/vttp.2020.05.11> (дата звернення 07.05.2025).
15. Kukhtn M., Horiuk Y., Yaroshenko T., Laiter Moskaliuk S., Levytska V., Reshetnyk A. Effect of lactic acid microorganisms on the content of nitrates in tomato in the process of pickling. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018. Vol. 89. No. 1/11. P. 69-75.
16. Kukhtyn M., Horiuk Y., Yaroshenko T., LaiterMoskaliuk S., Levytska V., Reshetnyk A. Monitoring the content of nitrates in vegetables and the influence of the pickling technology on the denitrification process. Eureka: Life Sciences. 2018. No. 1. P. 11-18.
17. Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity content, intake and EC regulation. Food Agric. 2006. V. 86. P. 10–17.
18. Nitrate in vegetables. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. The EFSA Journal. 2008. V. 689. P. 1-79.
19. Du S. Accumulation of nitrate in vegetables and its possible implication to human health. 2007. V. 6 (10). P. 1246-1255.
20. Ахременко К. В., Мечик М. Ю., Борзова Н. О. Визначення вмісту нітратів в продуктах харчування: Thesis. 2018. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/67752> (дата звернення 15.04.2025).
21. Харитонов М.М., Лазарєва О.М., Лемішко С.М. Екологічна оцінка варіабельності вмісту нітратів у овочевих та плодово-ягідних культурах у

Дніпропетровській області. Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2015. № 3. С. 29-31.

22. Панченко Т.І., Мандебура С.В. Оцінка вмісту нітратів в продуктах рослинного походження. URL: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/16729/2716> (дата звернення 24.04.2025).

23. Приймак В.В., Семенюк С.К., Ласька С.С. Екологічна оцінка вмісту нітратів у рослинній продукції. Таврійський науковий вісник. 2018. №101. С. 220-224.

24. Державні санітарні правила і норми «Максимально допустимі рівні окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах», затвердженими Наказом Міністерства охорони здоров'я України 13 травня 2013 року № 368 (у редакції наказу Міністерства охорони здоров'я України від 22 травня 2020 року № 1238), зареєстровані в Міністерстві юстиції України 21 липня 2020 р. за № 684/34967

25. Про внесення змін до Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах» : Наказ МОЗ України від 22.05.2020 р. № 1238. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0684-20> (дата звернення 08.05.2025)

26. Яковець Н.В. Небезпечні нітрати. Безпека життєдіяльності. 2017. № 5. С. 6-7.

27. Ганчук В.Д, Христіансен М.Г., Бутенко О.М., Біла Г.М., Дроков В.Г. Моніторинг нітратів та заходи щодо їх зменшення у рослинній продукції. Південно-Європейський журнал передових технологій. 2012. № 6/6 (60). С. 47-48.

28. Вплив нітратів на людський організм. URL: <https://ru.calameo.com/read/00204680107026cc597a8> (дата звернення 11.04.2025).

29. Nitrogen fertilisers – improving efficiency and saving money. URL: <https://agriculture.vic.gov.au/climate-and-weather/understanding-carbon-and-emissions/nitrogen-fertilisers-improving-efficiency-and-saving-money> (дата звернення 06.05.2025).

30. Мокляк Т.В. Властивості природних сорбентів у вилученні нітратів з натуральних соків: магістерська робота. 2020. URL: <https://dspace.znu.edu.ua/jspui/handle/12345/1886> (дата звернення 02.05.2025).

31. Індикаторні тест-смужки для визначення нітратів. URL: <https://simvolt.ua/testovi-smuzhki-na-nitrati-do-500-ppm-100-sht.-ukrhim-ts-no3-100/> (дата звернення 04.05.2025).

32. Нітрат-тестер. Що це, і для чого він потрібен. URL: <https://blog.mta.ua/nitrat-tester-shho-ce-i-dlya-chogo-vin-potriben/> (дата звернення 06.05.2025).