

УДК 654.4:664.8:546.6

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.1.17>

ВМІСТ НІТРИТІВ У М'ЯСОПРОДУКТАХ

Крачан Т. М. – кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри хімії
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»
ORCID ID: 0000-0002-0618-4483

Ямборак Р. С. – кандидат географічних наук, доцент, доцент кафедри хімії
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»
ORCID ID: 0000-0003-1865-9308

Коваль Т. В. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
доцент кафедри хімії
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»
ORCID ID: 0000-0002-7132-5887

Придеткевич Ю. О. – магістр хімії, асистент кафедри хімії
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»
ORCID ID: 0009-0008-4037-5436

Самар А. В. – магістр хімії, асистент кафедри хімії
Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»
ORCID ID: 0009-0002-4565-0595

Одним з найважливіших завдань для будь-якої країни є забезпечення населення продуктами харчування. Так, правильне харчування дійсно відіграє важливу роль у забезпеченні здоров'я нації. Продукти харчування не лише мають забезпечувати організм людини необхідними поживними речовинами і енергією, але й виконувати профілактичні та лікувальні функції.

Дотримання збалансованого раціону, який містить різноманітні види продуктів харчування, дозволяє забезпечити організм необхідними мікро- та макроелементами, вітамінами, амінокислотами та іншими корисними речовинами. Це сприяє зміцненню імунної системи, підтримці оптимальної ваги та зниженню ризику виникнення різних хвороб, включаючи серцево-судинні захворювання, цукровий діабет та ожиріння.

Загальновідомо, що неправильне харчування може призвести до розвитку різних захворювань, включаючи хронічні захворювання та проблеми зі здоров'ям. Тому важливо популяризувати правильне харчування та надавати належну інформацію про корисність різних продуктів харчування.

Застосування наукових досліджень у галузі харчування дозволяє розробляти продукти з підвищеною біологічною цінністю, які можуть виконувати не лише основні функції харчування, але й підтримувати здоров'я та попереджувати розвиток захворювань. Таким чином, забезпечення населення якісними та корисними продуктами харчування є одним із стратегічних завдань для будь-якої країни з метою збереження здоров'я нації та підвищення якості життя громадян.

Вивчення вмісту шкідливих речовин у харчових продуктах та їх походження дійсно є дуже важливим завданням для забезпечення безпеки харчових продуктів та захисту здоров'я споживачів. Під час переробки сировини можуть додаватися різні речовини або проходити процеси, які можуть призводити до утворення шкідливих сполук. Зокрема, при виробництві м'ясних продуктів можуть використовуватися консерванти. Нами досліджено вміст нітритів у ковбасних виробах, що реалізуються на місцевому ринку м'ясних виробів середнього цінового сегменту.

Ключові слова: харчування, консервація, м'ясні вироби, нітрити, ГДК – гранично допустима концентрація.

Krachan T. M., Yamborak R. S., Koval T. V., Prydetkevych Yu. O., Samar A. V. Nitrite content in meat products

One of the most important problems for any country is to provide its population with food. Indeed, proper nutrition has an important role in ensuring the health of the nation. Food should not only provide the human body with the necessary nutrients and energy, but also perform preventive and therapeutic functions.

Eating a balanced diet containing a variety of foods provides the body with the necessary micro and macro elements, vitamins, amino acids and other nutrients. This helps to strengthen the immune system, maintain an optimal weight and reduce the risk of various diseases, including cardiovascular disease, diabetes and obesity.

It is well known that poor nutrition can lead to the development of various diseases, including chronic illnesses and health problems. Therefore, it is important to promote good nutrition and provide adequate information about the health benefits of different foods. The application of scientific research in the field of nutrition allows us to develop products with increased biological value that can perform not only basic nutritional functions, but also maintain health and prevent the development of diseases. Thus, providing the population with high-quality and healthy food is one of the strategic tasks for any country to maintain the health of the nation and improve the quality of life of its citizens.

The study of the content of harmful substances in food and their origin is indeed a very important task to ensure food safety and protect consumer health. During the processing of raw materials, various substances may be added or processes may be carried out that may lead to the formation of harmful compounds. In particular, preservatives may be used in the production of meat products. We have investigated the nitrite content of sausage products sold on the local market of meat products in the middle price segment.

Key words: *nutrition, preservation, meat products, nitrites, maximum permissible concentration.*

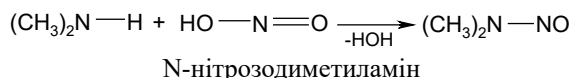
Постановка проблеми. Вивчення вмісту шкідливих речовин у харчових продуктах та їх походження є дійсно дуже важливим завданням для забезпечення безпеки харчових продуктів та захисту здоров'я споживачів. Під час переробки сировини можуть додаватися різні речовини або проходити процеси, які можуть призводити до утворення шкідливих сполук. Спектр шкідливих речовин, що можуть потрапляти в харчові продукти, дуже широкий і включає важкі метали, пестициди, антибіотики та інші хімічні речовини. Деякі з цих речовин можуть мати негативний вплив на здоров'я людини, навіть у невеликих концентраціях, і тому їх наявність у продуктах харчування потрібно мінімізувати. Одним із способів забезпечення безпеки харчових продуктів є система контролю якості та безпеки продукції на різних етапах виробництва, включаючи контроль якості сировини, процесів переробки та готової продукції. Також важливо встановлювати максимально допустимі рівні шкідливих речовин у продуктах харчування та проводити регулярний моніторинг їх вмісту. Безпека харчових продуктів є пріоритетом для органів державного управління з питань здоров'я, сільського господарства та інших відповідних відомств, які встановлюють нормативи та стандарти безпеки харчових продуктів і забезпечують їх виконання.

Таким чином, вивчення вмісту шкідливих речовин у харчових продуктах та регулювання їх вмісту є важливими аспектами забезпечення безпеки харчових продуктів і захисту здоров'я споживачів [1].

Постановка завдання. Для запобігання потраплянню шкідливих речовин у харчові продукти необхідно вживати низку заходів, зокрема контроль якості сировини, моніторинг залишків важких металів, а також регулярна перевірка якості продуктів на всіх етапах їх виробництва та постачання. Також важливо проводити наукові дослідження щодо впливу шкідливих речовин на здоров'я людини та розробляти відповідні регульовальні стандарти. Тому нашим завданням є експериментальне визначення вмісту нітритів у ковбасних виробках, як однієї із харчових добавок, що може нести значний вплив на здоров'я і рівень життя людей.

Виклад основного матеріалу дослідження. Харчові добавки є різноманітними речовинами, які додаються до харчових продуктів з різними цілями. Вони можуть бути природного чи синтетичного походження і використовуються зазвичай для покращення технології виробництва, збереження природних якостей продуктів, покращення їх смаку, кольору, аромату або текстури, а також для забезпечення стабільності та безпеки харчових продуктів. Деякі харчові добавки можуть мати також функціональні або фармакологічні властивості, наприклад, антиоксидантні, консервантні, загусники, підсолоджуючі, протизапальні тощо. Однак важливо враховувати, що деякі з них можуть бути шкідливими для здоров'я, особливо якщо їх вживають у великих кількостях або вони використовуються в продуктах неправильно. Тому контроль якості та безпеки харчових добавок є важливим аспектом регулювання харчової промисловості [2]. Органи державного контролю та міжнародні організації, такі як Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) та Європейський влад з безпеки харчових продуктів (EFSA), встановлюють норми щодо використання харчових добавок і ведуть моніторинг їхнього впливу на здоров'я споживачів. Нітрити є одними з найпоширеніших консервантів, які використовуються в харчовій промисловості. Їх додають до деяких типів м'яса та м'ясних продуктів, таких як шинка, ковбаси, готові м'ясні страви тощо, для підвищення їх тривалості зберігання та запобігання росту деяких видів небезпечних бактерій.

Однією з основних причин використання нітритів у ковбасному виробництві є їхні консервуючі властивості. Нітрити перетворюються на нітрозаміни в м'язовій тканині м'яса під час його обробки або зберігання. Нітрозаміни виявляють антимікробну дію. Вони діють, перетворюючись на нітрати, а потім на нітритну кислоту в умовах низького рівня рН, що сприяє зниженню рівня води в м'ясі і створює непридатні умови для розвитку бактерій. Тому нітрити перешкоджають розвитку бактерій, зокрема *Clostridium botulinum*, яка може бути причиною отруєння ботулізмом, що дозволяє зберігати ковбасу на тривалий час без погіршення її якості та безпеки для споживання. З іншого боку, нітрозаміни – це речовини, які характеризуються наявністю нітрузо-групи у сполученні з атомом нітрогену. Вони виступають одними із найсильніших хімічних канцерогенів, які утворюються внаслідок взаємодії нітритів із вторинними амінами [3]:



N – нітрозодиметиламін виявляє сильну канцерогенну дію на печінку та дихальні шляхи, мутагенні та ембріотоксичні властивості. N – нітрозодиетиламін (НДЕА), виявляє сильну канцерогенну дію на печінку і дихальні шляхи, стравохід і нирки, характеризується високою мутагенністю та ембріотоксичністю. Кількість нітрузоамінів в Україні у харчових продуктах регулюють державні санітарні правила і норми захисту продовольчої сировини та продуктів харчування від забруднення нітрузоамінами [2]. Нітрити реагують з міоглобіном, що міститься в м'язовій тканині м'яса, утворюючи нітрозоміоглобін. Цей комплекс має червоний або рожевий колір. Тому нітрити мають вплив на колір ковбаси, надаючи їй характерного рожевого або червоного відтінку. Це допомагає ковбасі виглядати більш привабливо для споживачів і підвищує її апетитність. Нітрити також можуть функціонувати як відновники, тобто вони здатні захищати жири від окиснення, що допомагає підтримувати свіжий смак та аромат ковбаси, а також попереджає утворення неприємних запахів та смаків.

Важливо зауважити, що використання нітритів у ковбасному виробництві повинно дотримуватися встановлених нормативів та вимог щодо безпеки харчових продуктів, оскільки великі дози нітритів можуть мати певний ризик для здоров'я, зокрема пов'язаний з утворенням нітрозамінів, які можуть бути канцерогенними [4]. Згідно механізму реакції, нітрити можуть реагувати з амінами в харчових продуктах, утворюючи нітрозаміни, які відомі своєю канцерогенною дією [5]. Також високий вміст нітритів у харчових продуктах може бути пов'язаний з підвищеним ризиком розвитку метгемоглобінемії, особливо у дітей. Деякі дослідження показали, що високий рівень нітритів може бути пов'язаний з підвищеним ризиком розвитку раку шлунка та низки інших захворювань. Надходячи у кров, нітрити взаємодіють з гемоглобіном еритроцитів, викликаючи зміну речовини у метгемоглобін, і як наслідок надходження кисню у ткани та органи стає неможливим. Це призводить до кисневого голодування організму. нітрити які блокують утворення гемоглобіну тим, що, відновлюючись, переводять ферум з двовалентного на тривалентний, а також пригнічують активність ферментних систем, що беруть участь у процесах тканинного дихання [6]. ГДК (гранично допустима концентрація) для нітритів у воді та харчових продуктах встановлюється з метою забезпечення безпеки людей. В різних країнах існують різні нормативні вимоги щодо максимально допустимих рівнів нітритів. ГДК для нітритів у воді встановлено на рівні 0,5 мг/л. Вміст нітритів у ковбасних виробках варіюється від 40 до 200 мг/кг. Тому перевищення їхнього вмісту може мати наслідки для здоров'я. До головних ознак та симптомів отруєння нітритами, як і нітратами відносять нудоту та блювання – один з перших і найбільш очевидних симптомів отруєння нітритами; діарея – інша поширена реакція на отруєння нітритами, яка може бути доволі серйозною, оскільки за короткий період часу з організму виводиться значна кількість рідини; зниження артеріального тиску та пульсу відбувається через розширення судин, що є одним з наслідків впливу нітратів на організм; синюватий колір шкіри (ціаноз) відбувається через недостатнє киснєве насичення крові; аритмія серця через вплив нітратів на кровообіг та серцево-судинну систему; погіршення координації рухів, яке може відбутись через загальну слабкість та недостатнє потрапляння кисню до м'язів; втрата свідомості. Легке отруєння може супроводжуватися лише депресивним станом і сонливістю [7]. Тому у багатьох країнах існують суворі правила щодо використання нітритів у харчових продуктах, включаючи обмеження рівня їхньої кількості та вимоги щодо маркування продуктів, які містять нітрити [8].

Незважаючи на їхній потенційний ризик, нітрити залишаються важливими для безпеки харчових продуктів, особливо тих, які можуть піддаватися швидкому псуванню. Однак їх використання повинно бути ретельно контрольованим та дотримуватися встановлених нормативів для забезпечення безпеки споживачів [1].

Серед наявних методів аналізу нітратів і нітритів, найбільш вживаними ними для аналізу сполук нітрогену в харчових продуктах є спектрофотометричний та іонометричний методи. При спектрофотометричному визначенні одним із найбільш важливих процесів є очищення екстракту від домішок, що заважають визначенню, і отримання прозорого фільтрату. Із реактивів для очищення екстрактів використовують сульфат цинку, гексаціаноферат (II) калію та тетраборат натрію в різних співвідношеннях залежно від виду досліджуваного продукту. У деяких випадках рекомендують додавати також ацетат цинку і гідроксид натрію. При іонометричному методі визначення важливо після усунення впливу домішок окисленням сумішшю перманганату калію і сульфатної кислоти обробити зразок

гідроген пероксидом, який руйнує надлишок перманганату, оскільки його наявність може змінити потенціал електродної системи [9; 10].

Результати досліджень. При проведенні аналізу ми керувались нормативними документами, що описують методики дослідження вмісту нітритів у м'ясних ковбасних виробках, враховуючи власні можливості. Тому для аналізу було обрано спектрофотометричний метод. Основою методу є утворення забарвлених розчинів, що містять нітрит-аніон, в рожево-червоний колір різної інтенсивності залежно від концентрації нітриту під впливом реактиву Грісса. Рожеве забарвлення є характерним для хромофорів, що утворюються під дією реактиву Грісса. Нижня межа визначення даним методом становить 0,003 мг/л нітритів. За вмісту нітритів понад 0,5 мг/л пробу рекомендують розбавляти водою. Відносна похибка визначення $\pm 5\%$.

Досліджувану пробу готували безпосередньо перед випробовуванням. Для цього у хімічній склянці зважили наважку подрібненого м'ясопродукту масою близько 5 г, додали 30–40 мл дистильованої води, підігрітої до 60 °C, струшували протягом 10 хв. Суміш відстояли протягом певного періоду часу, для того, щоб над осадом утворилась водна витяжка м'ясопродукту. Водну витяжку перенесли у мірну колбу місткістю 50 мл, довели об'єм до мітки, змиваючи залишки наважки. У хімічну склянку відміряли піпеткою 20 мл підготовленої водної витяжки, додали 10 мл 0,1 М розчину гідроксиду натрію і 40 мл насиченого розчину цинк сульфату. Склянку нагрівали з розчином на водяній бані за температури 100 °C протягом 7–8 хв. Розчин охолодили і відфільтрували у мірну колбу місткістю 100 мл. Додали 4 мл реактиву Грісса та довели до мітки. Через 30–40 хвилин вимірювали оптичну густину при 526 нм в кюветі на 10 мм (розчин порівняння – холостий розчин).

Для побудови градуувального графіка у мірні колби місткістю 50 мл внесли 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 15 та 25 мл свіжоприготовленого стандартного розчину NO_2^- з концентрацією 0,001 мг/мл, до кожної проби додали 2 мл розчину реактиву Грісса, довели об'єм водою до мітки, закрили пробкою і ретельно перемішали. Через 30–40 хвилин вимірювали оптичну густину при 526 нм в кюветі на 10 мм (розчин порівняння – холостий розчин). За одержаними даними побудували калібрувальний графік залежності оптичної густини від концентрації розчину порівняння (рис. 1).

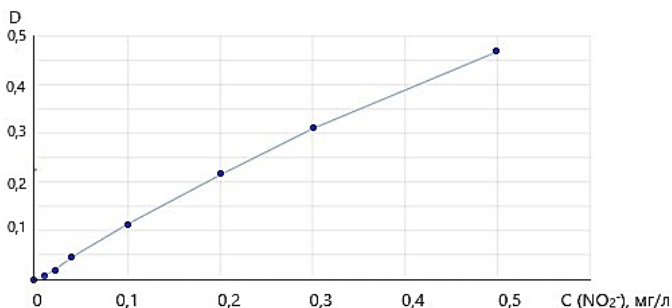


Рис. 1. Калібрувальний графік стандартного розчину нітрит-іонів

За калібрувальним графіком знайшли вміст нітритів в досліджуваних зразках (табл. 1).

Таблиця 1

Вміст нітритів у досліджуваних зразках ковбасних виробів

Зразок	ГДК	Вміст, мг/кг
1	40–200 мг/кг	10,498
2		18,063
3		9,678

Висновки. Правила щодо використання нітритів у харчових продуктах можуть відрізнятися залежно від країни і регулюються законодавством та нормативними актами у галузі харчової безпеки. Ось деякі загальні принципи та правила, які часто застосовуються:

1. Багато країн мають встановлені максимально допустимі рівні нітритів у різних видах харчових продуктів. Ці рівні можуть відрізнятися в залежності від типу продукту і можуть бути визначені як для сировини, так і для готового продукту.

2. У багатьох країнах вимагається маркування харчових продуктів, які містять нітрити. Це дозволяє споживачам бути свідомими щодо вмісту цих добавок у продуктах, що дозволяє їм зробити інформований вибір.

3. Мають бути деякі обмеження на використання нітритів у певних категоріях продуктів або в певних ситуаціях, наприклад, для дитячого харчування.

4. Потрібно мати встановлені норми виробництва щодо використання нітритів, які включають у себе процедури та стандарти щодо їхнього додавання, зберігання та використання.

5. Виробники харчових продуктів зазвичай повинні забезпечувати контроль якості, що включає перевірку вмісту нітритів у продукції, щоб вони відповідали встановленим нормативам.

Ці правила та вимоги спрямовані на забезпечення безпеки харчових продуктів та захисту здоров'я споживачів шляхом обмеження вмісту нітритів та контролю їх використання у харчових продуктах.

Визначення масової частки нітриту натрію у досліджуваних зразках вказує на їх допустимі межі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Про якість та безпеку харчових продуктів та продовольчої сировини : Закон України. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*, 2002. № 48. С. 359. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/191-15>

2. Про затвердження Санітарних правил і норм по застосуванню харчових добавок : Наказ МОЗ № 222 від 23.07.96 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0715-96#Text>

3. Ластухін Ю.О., Воронов С.А. Органічна хімія. Підручник для вищих навчальних закладів. Львів : Центр Європи, 2006.

4. Дубініна А. А., Малюк Л. П., Селютіна Г. А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення: підручник. Київ : ВД «Професіонал», 2007. 384 с.

5. Смоляр В. І., Циганенко О. І., Петрашенко І. Нітрати, нітрити та нітрозаміни у харчових продуктах і раціонах. *Проблеми харчування*. 2007. № 3. С. 15–23.

6. Верголяс М.Р. Оцінка токсичності нітратів у воді з використанням цитоморфологічних показників тест-організмів. *Екологічні науки*. 2020. № 3(30). С. 129–132.

7. Толчинський О.В. Походження та наслідки нітратної інтоксикації для людини і тварин. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол.* 2013. № 2 (55). С. 122–125.

8. Смоляр В.І. Харчова експертиза. К. : Здоров'я, 2005. 505 с.
9. ДСТУ 4436:2005 Ковбаси варені, сосиски, сардельки, хліби м'ясні. Загальні технічні умови / Наказ Держспоживстандарту України № 175 від 15 липня 2005 р. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77099.
10. ДСТУ ISO 2918:2005 М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення загального вмісту нітриту (контрольний метод) / Національний стандарт України наказ Держспоживстандарту України №345 від 2 грудня 2005 р. чинний з 2007-04-01. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_2918_2005.pdf

REFERENCES:

1. Pro yakist ta bezpeku kharchovykh produktiv ta prodovolchoi syrovyny : Zakon Ukrainy. (2002) *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, N 48, p. 359. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/191-15>
2. Pro zatverdzhennia Sanitarnykh pravyl i norm po zastosuvanniu kharchovykh dobavok : Nakaz MOZ N 222 vid 23.07.96 r. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0715-96#Text>
3. Lastukhin Yu.O., Voronov S.A. (2006) *Orhanichna khimiia. Pidruchnyk dlia vyshchyykh navchalnykh zakladiv* [Organic chemistry. Handbook for higher education institutions]. Lviv: Tsentr Yevropy. (in Ukrainian).
4. Dubinina A. A., Maliuk L. P., Seliutina H. A. (2007) *Toksychni rehovyny u kharchovykh produktakh ta metody yikh vyznachennia: pidruchnyk* [Toxic substances in food products and methods of their determination: a handbook]. Kyiv : VD «Professional». (in Ukrainian).
5. Smoliar V.I., Tsyhanenko O.I., Petrashenko I. (2007) Nitraty, nitryty ta nitrozoaminy u kharchovykh produktakh i ratsionakh [Nitrates, nitrites and nitrosoamines in food and diets]. *Problemy kharchuvannia*, N 3. pp. 15–23.
6. Verholias M.R. (2020) Otsinka toksychnosti nitrativ u vodi z vykorystanniam tsytomorfologichnykh pokaznykiv test-orhanizmiv [Assessment of nitrate toxicity in water using cytomorphological parameters of test organisms]. *Ekologichni nauky*, N 3(30). pp.129–132.
7. Tolchynskyi O.V. (2013) Pokhodzhennia ta naslidky nitratoi intoksykatsii dlia liudyny i tvaryn [Origin and consequences of nitrate intoxication for humans and animals]. *Nauk. zap. Ternop. nats. ped. un-tu. Ser. Biol.*, N2 (55). pp. 122–125.
8. Smoliar V.I. (2005) *Kharchova ekspertyza* [Food expertise]. K. : Zdorovia, (in Ukrainian).
9. DSTU 4436:2005 *Kovbasy vareni, sosysky, sardelky, khliby m'iasni. Zahalni tekhnichni umovy*. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77099.
10. DSTU ISO 2918:2005 *Miaso ta miasni produkty. Metod vyznachennia zahalnoho vmistu nitrytu (kontrolnyi metod)*. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/dstu_iso_2918_2005.pdf