



DOI: 10.33273/2663-9726-2026-64-1-7-24  
УДК: 546.175:546.173:547.414:504.064.3

Т. Щуцька<sup>1</sup>, Н. Оперчук<sup>2</sup>, Н. Левицька<sup>1</sup>, А. Деміч<sup>1</sup>, А. Коваль<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна

<sup>2</sup>Державна установа «Кіровоградський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України», м. Кропивницький, Україна

# АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ МОНІТОРИНГУ ВМІСТУ НІТРАТІВ, НІТРИТІВ І НІТРОСПОЛУК У ОБ'ЄКТАХ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

**РЕЗЮМЕ.** Забруднення довкілля нітратами, нітритами та нітросполуками — актуальна проблема громадського здоров'я в багатьох країнах світу. Її пов'язують з розвитком метгемоглобінемії у дітей та канцерогенною дією. Особливо вона стосується сільських регіонів із децентралізованим водопостачанням та в зонах, що постраждали від війни.

**Мета.** Оцінити сучасний стан моніторингу вмісту нітратів і нітритів у питній воді, ґрунтах і продуктах харчування в Україні, виявити ризики для здоров'я та визначити напрями вдосконалення національного законодавства відповідно до норм ЄС.

**Методи.** Проаналізовано результати лабораторних досліджень (2018–2024 рр.) об'єктів навколишнього середовища та харчових продуктів на вміст нітратів, нітритів і нітросполук з використанням спектрофотометричного методу з реактивом Грісса (за ДСТУ та ISO). Проаналізовано нормативну базу України та порівняно з Директивами 91/676/ЄЕС, 98/83/ЄС, 2000/60/ЄС та Регламентом (ЄС) № 1881/2006.

**Результати.** Встановлено підвищений вміст нітратів у питній воді з колодязів і в овочах закритого ґрунту, з перевищенням гігієнічних нормативів, що пов'язано з надмірним внесенням добрив і слабким контролем. Найбільший ризик зафіксовано серед немовлят і вагітних через розвиток метгемоглобінемії. Виявлено недоліки у системі моніторингу та правовому регулюванні. Відсутня система державного обліку захворювань, пов'язаних із нітратами.

**Висновки.** Система моніторингу в Україні потребує оновлення, гармонізації щодо законодавства ЄС, розвитку біомоніторингу, посилення міжвідомчої взаємодії та технічної бази лабораторій. Необхідно впровадити інтегроване управління хімічними ризиками як у мирний час, так і в умовах надзвичайних ситуацій.

**Ключові слова:** нітрати, нітрити, нітросполуки, моніторинг об'єктів навколишнього середовища, метгемоглобінемія.

T. Shchutska<sup>1</sup>, N. Operchuk<sup>2</sup>, N. Levytska<sup>1</sup>, A. Demich<sup>1</sup>, A. Koval<sup>1</sup>

<sup>1</sup>L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>State Institution "Kirovohrad Regional Center for Disease Control and Prevention of the Ministry of Health of Ukraine", Kropivnitskiy, Ukraine

## CURRENT ISSUES IN MONITORING NITRATE, NITRITE, AND NITRO COMPOUND LEVELS IN ENVIRONMENTAL OBJECTS

**Abstracts.** Pollution of the environment by nitrates, nitrites, and nitro compounds is an urgent public health problem in many countries around the world. It is associated with the development of methemoglobinemia in children and with carcinogenic effects. This issue is particularly relevant for rural areas with decentralized water supply and in regions affected by war.

**Aim.** To assess the current state of monitoring nitrate and nitrite levels in drinking water, soils, and food products in Ukraine, identify health risks, and determine directions for improving national legislation in line with EU standards.

**Methods.** The results of laboratory studies (2018–2024) of environmental objects and food products for nitrates, nitrites, and nitro compounds were analyzed using a spectrophotometric method with the Griess reagent (according to DSTU and ISO standards). The regulatory framework of Ukraine was analyzed and compared with Directives 91/676/EEC, 98/83/EC, 2000/60/EC, and Regulation (EU) No. 1881/2006.

**Results.** Elevated nitrate levels were found in drinking water from wells and in greenhouse-grown vegetables, exceeding hygienic standards. This is linked to excessive fertilizer use and weak monitoring. The highest risk was identified among infants

and pregnant women due to the development of methemoglobinemia. Gaps in the monitoring system and legal regulation were revealed. There is no state system for tracking diseases associated with nitrates.

**Conclusions.** The monitoring system in Ukraine requires updating, harmonization with EU legislation, development of biomonitoring, strengthening interagency cooperation, and enhancement of laboratory technical capacity. Integrated chemical risk management should be implemented both in peacetime and during emergencies.

**Keywords:** nitrates, nitrites, nitro compounds, environmental monitoring, methemoglobinemia.

**Вступ.** Проблема нітратного забруднення набуває все більшої актуальності через постійне збільшення кількості та швидкості кругообігу нітратного азоту в навколишньому середовищі, зростає його вплив на природні системи та можливості акумуляції нітратів у продуктах рослинництва, в організмі людей та тварин [1, 2].

В умовах повномасштабної військової агресії російської федерації проти України екологічна ситуація в багатьох регіонах держави, особливо на тимчасово окупованих і прифронтових територіях, критично погіршилася. Один із найзагрозливіших наслідків – це ускладнення або повне припинення екологічного моніторингу, зокрема за вмістом нітратів, нітритів та нітросполук у водних джерелах, ґрунтах і продуктах харчування. Масштабні руйнування інфраструктури централізованого водопостачання змусили мільйони громадян використовувати децентралізовані джерела – криниці та свердловини, де вода може бути забруднена нітратами. Крім доступу для 9,6 млн населення України до водопостачання, засобів санітарії та гігієни, війна ускладнила контроль ще й за такими процесами: застосування добрив, пестицидів при веденні сільського господарства; управління стічними водами; правильне поводження з відходами, що є ключовими заходами попередження нітратного забруднення [3, 4].

Актуальність проблеми нітратного забруднення обумовлена комплексним ризиком для здоров'я населення, зокрема найбільш вразливих груп. Це стосується дітей раннього віку, вагітних жінок, осіб з хронічними захворюваннями, а саме розвитком водно-нітратної метгемоглобінемії, хронічним впливом нітратів і нітритів, пов'язаним із канцерогенним потенціалом та ендокринними порушеннями. Саме ці факти спонукають до здійснення моніторингу за станом підземних та поверхневих джерел водопостачання, ґрунтів на ступінь забруднення, проведення досліджень забрудненості харчових продуктів та питної води нітратами, вивчення популяційного та індивідуального ризиків для здоров'я від фактичного надходження нітратів до організму людини, враховуючи вікову чутливість [5, 6].

**Мета.** Оцінити сучасний стан моніторингу вмісту нітратів і нітритів у питній воді, ґрунтах і продуктах харчування в Україні, виявити ризики для здоров'я та визначити напрямки вдосконалення національного законодавства відповідно до норм ЄС.

**Методи.** Проаналізовано результати лабораторних досліджень (2018–2024 рр.) об'єктів довкілля та харчових продуктів на вміст нітратів, нітритів і ніт-

**Introduction.** The problem of nitrate pollution is becoming increasingly relevant due to the continuous growth in both the quantity and the rate of nitrate nitrogen circulation in the environment. This increases its impact on natural systems and the potential for nitrate accumulation in crop products, as well as in the bodies of humans and animals [1, 2].

Under conditions of full-scale military aggression by the Russian Federation against Ukraine, the ecological situation in many regions of the country — especially in temporarily occupied and frontline territories — has critically worsened. One of the most threatening consequences is the complication or complete cessation of environmental monitoring, including monitoring of nitrates, nitrites, and nitro compounds in water sources, soils, and food products. Widespread destruction of centralized water supply infrastructure has forced millions of citizens to rely on decentralized sources, such as wells and boreholes, where water may be contaminated with nitrates. Beyond limiting access for 9.6 million people in Ukraine to water supply, sanitation, and hygiene services, the war has also complicated monitoring of key processes that prevent nitrate pollution: the use of fertilizers and pesticides in agriculture, wastewater management, and proper waste handling [3, 4].

The relevance of the nitrate pollution problem is determined by the complex health risks for the population, particularly for the most vulnerable groups. This concerns young children, pregnant women, and individuals with chronic diseases, including the development of water-nitrate methemoglobinemia, chronic exposure to nitrates and nitrites with associated carcinogenic potential, and endocrine disorders. These factors underline the need for monitoring of underground and surface water sources, soils for contamination levels, research on nitrate pollution in food products and drinking water, and the assessment of population- and individual-level health risks from actual nitrate intake, taking into account age-related sensitivity [5, 6].

**Aim.** To assess the current state of monitoring of nitrates and nitrites in drinking water, soils, and food products in Ukraine, identify health risks, and determine directions for improving national legislation in line with EU standards.

росполук з використанням спектрофотометричного методу з реактивом Грісса (за ДСТУ та ISO). Здійснено аналіз нормативної бази України та порівняно з Директивами 91/676/ЄС, 98/83/ЄС, 2000/60/ЄС та Регламентом (ЄС) № 1881/2006.

Дослідження виконані відповідно до плану науково-дослідної роботи Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України» (державний реєстраційний номер – 0123U102087) за кошти підприємства і схвалені Комісією з питань етики медичних та біологічних досліджень.

**Результати та обговорення.** Моніторинг вмісту нітратів у навколишньому середовищі в Європейському Союзі (ЄС) є комплексним і багаторівневим процесом, що охоплює різноманітні аспекти екологічного нагляду та регулювання з метою запобігання забрудненню водних та ґрунтових ресурсів. Для контролю цього процесу ЄС реалізує комплексну політику, включаючи Директиву Ради 91/676/ЄС від 12 грудня 1991 року, спрямовану на запобігання забруднення вод нітратами із сільськогосподарських джерел [7]. Документ зобов'язує держави-члени ЄС ідентифікувати «зони, вразливі до нітратного забруднення» (NVZ), де концентрація нітратів у воді перевищує 50 мг/л, та впроваджувати програми дій. Ці програми включають обмеження на внесення азотних добрив (не більше 170 кг азоту на гектар щорічно), сезонні обмеження, а також заходи щодо зберігання гною та запобігання ерозії. Директива вважається основою нітратної політики в ЄС і зразком для гармонізації українського законодавства у сфері охорони вод.

Сьогодні діють наступні директиви та регламенти ЄС у сфері моніторингу та регулювання вмісту нітратів в об'єктах навколишнього середовища:

- Директива 2006/118/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 12 грудня 2006 року про захист підземних вод від забруднення та погіршення (Directive 2006/118/EC on the protection of groundwater against pollution and deterioration) є одним із ключових нормативних документів у сфері охорони водних ресурсів ЄС [8]. Вона встановлює критерії оцінки якості підземних вод, зокрема граничні значення вмісту забруднюючих речовин, включаючи нітрати, та зобов'язує держави-члени здійснювати регулярний моніторинг, виявляти тенденції до погіршення стану вод і вживати заходи для запобігання або зменшення антропогенного впливу на підземні води.

- Директива Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною (Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption), яка встановлює стандарти якості води, включаючи граничний рівень нітратів у питній воді, який не повинен перевищувати 50 мг/л; висуває обов'язкові вимоги до держав-членів ЄС щодо моні-

**Materials and Methods.** The results of laboratory studies (2018–2024) of environmental objects and food products for nitrates, nitrites, and nitro compounds were analyzed using the Griess reagent-based spectrophotometric method (according to DSTU and ISO standards). The Ukrainian regulatory framework was analyzed and compared with Directives 91/676/EEC, 98/83/EC, 2000/60/EC, and Regulation (EU) No. 1881/2006.

The research was conducted according to the research plan of the State Enterprise Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety named after Academician L.I. Medved of the Ministry of Health of Ukraine (state registration number – 0123U102087), funded by the enterprise, and approved by the Commission on Ethics in Medical and Biological Research.

**Results and Discussion.** Monitoring nitrate content in the environment within the European Union (EU) is a comprehensive, multi-level process that covers various aspects of environmental oversight and regulation to prevent contamination of water and soil resources. To manage this process, the EU implements a comprehensive policy, including Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources [7]. This directive obliges EU member states to identify “nitrate vulnerable zones” (NVZs), where nitrate concentrations in water exceed 50 mg/l, and to implement action programs. These programs include limits on nitrogen fertilizer application (no more than 170 kg of nitrogen per hectare per year), seasonal restrictions, as well as measures for manure storage and erosion prevention. The directive is considered the foundation of EU nitrate policy and serves as a model for harmonizing Ukrainian water protection legislation.

Currently, the following EU directives and regulations govern monitoring and controlling nitrate levels in environmental objects:

- Directive 2006/118/EC on the protection of groundwater against pollution and deterioration is a key regulatory document in the EU water resource protection [8]. It sets criteria for assessing groundwater quality, including maximum allowable levels of pollutants such as nitrates, and requires member states to conduct regular monitoring, identify trends of deterioration, and take measures to prevent or reduce anthropogenic impacts on groundwater.

- Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption establishes water quality standards, including a maxi-

торингу якості питної води та забезпечення її відповідності до встановлених стандартів.

- Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 року встановлює основу для дій Співтовариства у сфері водної політики (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy) — Рамкова водна директива [9]. Її мета — досягнення "доброго стану" всіх поверхневих і підземних вод шляхом інтегрованого управління за басейновим принципом, регулярного моніторингу та впровадження планів управління річковими басейнами. Документ зобов'язує держави-члени вживати комплексних заходів для зменшення забруднення, зокрема нітратами, та забезпечувати сталі використання водних ресурсів.

- Регламент Комісії (ЄС) № 1881/2006 від 19 грудня 2006 року встановлює максимальні рівні певних забруднюючих речовин у харчових продуктах (Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs), встановлює максимальні рівні забруднюючих речовин у харчових продуктах, включаючи нітрати [10]. Цей Регламент зобов'язує держави-члени проводити регулярний моніторинг цих показників і повідомляти дані до EFSA.

- Регламент (ЄС) № 1333/2008 Європейського Парламенту та Ради від 16 грудня 2008 року щодо харчових добавок (Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives) регулює використання харчових добавок, включаючи нітрати та нітрити (E 249 (нітрит калію), E 250 (нітрит натрію), E 251 (нітрат натрію) та E 252 (нітрат калію)), які застосовуються як консерванти в м'ясних і деяких інших продуктах, встановлює максимально допустимі рівні використання нітратів у харчових продуктах, аби зменшити ризики для здоров'я [11].

У 2023 році внесено істотні зміни до Регламенту (ЄС) № 1333/2008 згідно з Регламентом (ЄС) № 2023/2108 [12]. Так, оновлено допустимі рівні нітратів (E 251, E 252) і нітритів (E 249, E 250) у м'ясних, рибних та молочних продуктах на основі нових висновків EFSA щодо утворення канцерогенних N-нітрозосполук. Нові нормативи враховують залишкові рівні добавок, передбачають обчислення доз як іонів  $\text{NO}_3^-$ / $\text{NO}_2^-$  і впроваджуються поетапно до 2025–2027 року.

- Рекомендації Європейського агентства з безпеки харчових продуктів (EFSA) [13, 14]. EFSA регулярно публікує рекомендації та наукові оцінки щодо впливу нітратів на здоров'я. Наприклад, у 2017 році опубліковано наукову думку щодо впливу дієтичних нітратів на здоров'я, що враховує нові дослідження та дані про ризик утворення нітрозамінів.

**Порядок здійснення моніторингу та процесу регулювання вмісту нітратів у Європі.** Для забез-

печення концентрації нітратів у питній воді на рівні 50 мг/л. Це накладає обов'язки на держави-члени ЄС моніторити якість питної води та забезпечити відповідність до встановлених стандартів.

- Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 23 жовтня 2000 року встановлює основу для дій Співтовариства у сфері водної політики (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy, or the Water Framework Directive [9], aims to achieve "good status" for all surface and groundwater through integrated river basin management, regular monitoring, and implementation of river basin management plans. It requires member states to take comprehensive measures to reduce pollution, including from nitrates, and to ensure the sustainable use of water resources.

- Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs establishes maximum contaminant levels in food products, including nitrates [10]. It obliges member states to conduct regular monitoring and report data to the EFSA.

- Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives regulates the use of food additives, including nitrates and nitrites (E 249 potassium nitrite, E 250 sodium nitrite, E 251 sodium nitrate, and E 252 potassium nitrate), which are used as preservatives in meat and some other products. It sets maximum allowable levels of nitrates in food products to reduce health risks [11].

У 2023, значні зміни були внесені до Регламенту (ЄС) № 1333/2008 згідно з Регламентом (ЄС) № 2023/2108 [12]. Допустимі рівні нітратів (E 251, E 252) і нітритів (E 249, E 250) у м'ясних, рибних та молочних продуктах були оновлені на основі нових висновків EFSA щодо утворення канцерогенних N-нітрозосполук. Нові стандарти враховують залишкові рівні добавок, передбачають обчислення доз як іонів  $\text{NO}_3^-$ / $\text{NO}_2^-$  і впроваджуються поетапно з 2025 по 2027 рік.

- Рекомендації Європейського агентства з безпеки харчових продуктів (EFSA) [13, 14]. EFSA регулярно публікує рекомендації та наукові оцінки щодо впливу нітратів на здоров'я. Наприклад, у 2017 році опубліковано наукову думку щодо впливу дієтичних нітратів на здоров'я, що враховує нові дослідження та дані про ризик утворення нітрозамінів.

**Процедури моніторингу та регулювання вмісту нітратів у Європі.** Для забезпечення концентрації нітратів у питній воді на рівні 50 мг/л. Це накладає обов'язки на держави-члени ЄС моніторити якість питної води та забезпечити відповідність до встановлених стандартів.

печення виконання вищезазначених регламентів та директив країни-члени впроваджують національні програми моніторингу нітратів у харчових продуктах і воді, використовуючи сучасні технології для забезпечення дотримання норм ЄС. Європейська комісія та EFSA контролюють виконання цих вимог та проводять перевірки. Держави-члени ЄС зобов'язані регулярно звітувати перед Європейською комісією про результати моніторингу рівня нітратів у навколишньому середовищі. Європейська комісія використовує ці дані для оцінки виконання Директиви про нітрати та Рамкової водної директиви, а також для оновлення політики та регулювання у випадку виникнення нових загроз.

Таким чином, нормативна база в ЄС щодо вмісту нітратів є комплексною і охоплює як продукти харчування, так і сільськогосподарську діяльність, зокрема добрива, водні ресурси та харчові добавки.

Моніторинг нітратів в Україні проводиться на основі національних екологічних програм та нормативних документів, що регулюють вміст нітратів у воді, ґрунті та продуктах харчування. Подібно до Європейського Союзу Україна зосереджена на зниженні негативного впливу сільськогосподарської діяльності на навколишнє середовище, зокрема на контроль над використанням азотних добрив та управлінням стічними водами. Проте, хоча в Україні реалізуються відповідні заходи, рівень контролю та впровадження програм моніторингу є менш розвиненим, ніж у ЄС.

Моніторинг і контроль вмісту нітратів в Україні регулюється законодавчими актами та нормативними документами:

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 № 1264-XII, який визначає основи екологічної політики держави, включаючи захист водних ресурсів та ґрунтів від забруднення [15].

- Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 № 2707-XII, який визначає заходи щодо контролю за забрудненням повітря, які також можуть впливати на рівень нітратів через атмосферні опади [16].

- Закон України «Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення» №2047-VIII (2047-19) від 18.05.2017, із змінами які адаптують його до Директиви Ради 98/83/ЄС від 3 листопада 1998 року про якість води, призначеної для споживання людиною. Закон № 2047 VIII (2017) є фундаментальною правовою базою для моніторингу якості питної води в Україні — як централізованих мереж, так і децентралізованих джерел. Він встановлює стандарти, моніторингові механізми (зокрема хімічного аналізу води на наявність нітратів/нітритів), прозорість перед споживачем та інструменти державної підтримки оновлення інфраструктури відповідно до стандартів ЄС [17].

- Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 №758 «Про затвердження Порядку

ber states implement national nitrate monitoring programs for food products and water, employing modern technologies to meet EU standards. The European Commission and EFSA oversee compliance and conduct inspections. Member states are required to report regularly to the European Commission on the results of nitrate monitoring in the environment. The European Commission uses this data to assess compliance with the Nitrates Directive and the Water Framework Directive, and to update policies and regulations in response to emerging threats.

Thus, the EU regulatory framework for nitrate content is comprehensive and covers food products, agricultural activities, including fertilizers, water resources, and food additives.

Nitrate monitoring in Ukraine is carried out based on national environmental programs and regulatory documents that govern nitrate levels in water, soil, and food products. Similar to the European Union, Ukraine focuses on reducing the negative impact of agricultural activities on the environment, particularly controlling the use of nitrogen fertilizers and managing wastewater. However, although corresponding measures are implemented, the level of control and the implementation of monitoring programs are less developed than in the EU.

Monitoring and control of nitrate content in Ukraine are regulated by legislative acts and normative documents:

- Law of Ukraine on environmental protection (25 June 1991, No. 1264-XII), which establishes the fundamentals of the state's environmental policy, including the protection of water resources and soils from pollution [15].

- Law of Ukraine on atmospheric air protection (16 October 1992, No. 2707-XII), which defines measures to control air pollution, which can also affect nitrate levels through atmospheric deposition [16].

- Law of Ukraine on drinking water, drinking water supply, and wastewater (No. 2047-VIII, 18 May 2017), with amendments adapting it to Council Directive 98/83/EC on the quality of water intended for human consumption. Law No. 2047-VIII serves as the fundamental legal basis for monitoring drinking water quality in Ukraine, covering both centralized networks and decentralized sources. It establishes standards, monitoring mechanisms (including chemical analysis for nitrates/nitrites), transparency for consumers, and tools for state-supported infrastructure upgrades in accordance with EU standards [17].

- Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 758 (19 September 2018, on the approval of the

здійснення державного моніторингу вод», яка гармонізує моніторинг вод з нормами Директиви 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 23 жовтня 2000 року (Рамкова водна директива) [18]. Постанова КМУ № 758 (2018) встановила сучасну модель державного моніторингу вод в Україні, що відповідає Водній рамковій директиві ЄС (Water Framework Directive – WFD): три типи моніторингу за басейновим принципом, обов'язковий аналіз пріоритетних забруднювачів (включаючи нітрати/нітриди), чіткі цикли збирання даних та класифікації стану вод, що забезпечує інформованість та основу для аналізу тенденцій забруднення.

Основним чинним нормативним документом щодо якості питної води є ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджений наказом МОЗ України від 12 травня 2010 року № 400 та зареєстрований в Міністерстві юстиції України 1 липня 2010 року за № 452/1774 [19]. Цей документ встановлює обов'язкові гігієнічні вимоги до всіх джерел питної води (централізованих, колодязів, бюветів, фасованої), включно з хімічною безпечністю води, контролем за нітратами ( $\leq 50$  мг/л) та нітридами ( $\leq 3,3$  мг/л), санітарним обслуговуванням джерел і лабораторним моніторингом.

З метою контролю вмісту нітратів та нітритів у питній воді були встановлені їх гранично допустимі концентрації (ГДК) на рівні не більше 50 мг/л для нітратів (відповідно до нормативів ВООЗ) та не більше 3,3 мг/л для нітритів [20].

У квітні 2022 році у зв'язку із введенням воєнного стану в Україні діє Наказ МОЗ від 22.04.2022 № 683 «Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуаціях іншого характеру» [21]. Згідно з ДСанПіНу гігієнічний норматив для нітратів (за  $\text{NO}_3$ ) становить  $\leq 50$  мг/л; для нітритів  $\leq 3,3$  мг/л. Наказ МОЗ № 683 (22.04.2022) затвердив ДСанПіН 683 22 із тимчасовими гігієнічними нормативами для водопостачання в критичних умовах, на основі базових норм щодо нітратів та нітритів (ДСанПіН 2.2.4 171 10), а також передбачає можливість здійснення екстреного контролю за хімічною безпечністю води. Крім того, в Україні використовуються наступні нормативні документи:

- ДСанПіН «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, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 21 липня 2020 р. №684/34967), які гармонізовані з Регламентом Комісії (ЄС) № 1881/2006 від 19 грудня 2006 року, що встановлює максимальні рівні певних забруднюючих речовин у харчових продуктах [22].

procedure for state water monitoring) harmonizes water monitoring with the requirements of Directive 2000/60/EC (Water Framework Directive) [18]. It established a modern model of state water monitoring in Ukraine, aligned with the EU WFD: three types of basin-based monitoring, mandatory analysis of priority pollutants (including nitrates/nitrites), and clear cycles for data collection and water status classification, ensuring informed decision-making and a basis for trend analysis.

The main current regulatory document regarding drinking water quality is DSanPiN (State Sanitary Rules and Norms) 2.2.4-171-10 Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption, approved by the Ministry of Health of Ukraine (MOH) on 12 May 2010 (No. 400), registered 1 July 2010 (No. 452/1774) [19]. This document sets mandatory hygiene requirements for all drinking water sources (centralized, wells, boreholes, bottled), including chemical safety, nitrate control ( $\leq 50$  mg/l), nitrite control ( $\leq 3.3$  mg/l), sanitary maintenance, and laboratory monitoring.

Maximum allowable concentrations (MACs) for nitrates and nitrites in drinking water were established at  $\leq 50$  mg/l for nitrates (in line with WHO standards) and  $\leq 3.3$  mg/l for nitrites [20].

In April 2022, following the introduction of martial law in Ukraine, MOH Order No. 683 dated 22.04.2022 on the approval of state sanitary norms and rules 'Safety Indicators and Certain Quality Indicators of Drinking Water under Martial Law and Other Emergency Situations' came into effect [21]. According to these sanitary norms, the hygiene standard for nitrates (as  $\text{NO}_3$ ) is  $\leq 50$  mg/l, and for nitrites  $\leq 3.3$  mg/l. MOH Order No. 683 (22.04.2022) approved DSanPiN 683-22 with temporary hygiene standards for water supply under critical conditions, based on the basic nitrate and nitrite norms of DSanPiN 2.2.4-171-10, and also provides for the possibility of emergency monitoring of water chemical safety.

Additional regulatory documents in Ukraine include:

- DSanPiN Maximum Permissible Levels of Certain Contaminants in Food Products (MOH Order No. 368, 13 May 2013, as amended 22 May 2020, No. 1238), harmonized with Commission Regulation (EC) No. 1881/2006 [22].

- DSanPiN Hygienic Regulations for Permissible Levels of Chemical Substances in Soil (MOH Order No. 1595, 14 July 2020) [23].

- «Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті», затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.2020 №1595 (zareєстровано в Міністерстві юстиції України 31 липня 2020 р. за №722/35005) [23].

- державні медико-санітарні нормативи «Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць», затверджені Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 10 травня 2024 року № 813 (zareєстровано в Міністерстві юстиції України 24 травня 2024 року за № 763/42108) [24].

**Водна стратегія України на період до 2050 року.** Контроль за вмістом нітратів у воді – один із пріоритетів державного екологічного нагляду в Україні. Розпорядженням Кабінету Міністрів України від 9 грудня 2022 р. №1134-р «Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року» схвалено Водну стратегію України на період до 2050 року та затверджено операційний план реалізації у 2022-2024 роках Водної стратегії України на період до 2050 року [25].

Водна стратегія – документ, що визначає основні засади державної політики в галузі використання та охорони вод і відтворення водних ресурсів, спрямований на досягнення взаємної узгодженості, пов'язаної з їх використанням, підвищення рівня водної безпеки та скорочення до прийняттого рівня ризиків з управління водними ресурсами на засадах сталого інтегрованого управління водними ресурсам.

Одне із завдань Стратегії – запобігання забрудненню водних об'єктів із сільськогосподарських джерел, де застосовуються засоби захисту рослин та добрива, шляхом забезпечення наближення законодавства України до законодавства ЄС, впровадження Директиви Ради 91/676/ЄЕС від 12 грудня 1991 р. щодо захисту вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел, зокрема:

- затвердження (визначення) зон, уразливих до накопичення нітратів, а також їх нормативно-правове врегулювання з метою регулювання дифузного забруднення вод;

- затвердження правил щодо забезпечення родючості ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів;

- план заходів щодо поетапного зниження рівня забруднення поверхневих та підземних вод нітратами із сільськогосподарських джерел, зокрема зон, уразливих до накопичення нітратів;

- обов'язковий план заходів для всіх сільськогосподарських виробників, які працюють у зонах, уразливих до накопичення нітратів сільськогосподарського походження.

Незважаючи на усвідомлення важливості та значимості дифузного забруднення, в Україні лише розпочинається розробка методологічних підходів щодо його оцінки. Методику визначення зон, уразливих до накопичення нітратів, затверджено наказом Міндовкілля від 15 квітня 2021 р. № 244 [26].

- DSanPiN State Sanitary Norms for Maximum Allowable Concentrations of Chemical and Biological Substances in Ambient Air in Populated Areas, approved by MOH Order No. 813, 10 May 2024 (registered with the Ministry of Justice of Ukraine on May 24, 2024, under No. 763/42108) [24].

**Ukraine's Water Strategy until 2050.** Controlling nitrate levels in water is one of the priorities of state environmental oversight in Ukraine. The Water Strategy for Ukraine until 2050 was approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine Resolution No. 1134-r of 9 December 2022, along with an operational implementation plan for 2022–2024 [25].

The Water Strategy is a document that defines the main principles of state policy in the use, protection, and restoration of water resources. Its aim is to achieve coordinated and sustainable water management, enhance water security, and reduce water-related risks to acceptable levels through integrated water resource management.

One of the Strategy's objectives is to prevent pollution of water bodies from agricultural sources, where plant protection products and fertilizers are used, by aligning Ukrainian legislation with EU law and implementing Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 on the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. This includes:

- establishing (defining) nitrate-vulnerable zones and their legal regulation to manage diffuse water pollution;

- setting rules to ensure soil fertility and the application of certain agrochemicals;

- developing an action plan for the gradual reduction of nitrate pollution in surface and groundwater, particularly in nitrate-vulnerable zones;

- mandatory action plans for all agricultural producers operating in zones vulnerable to the accumulation of nitrates from agricultural sources.

Despite recognizing the importance of diffuse pollution, Ukraine is only beginning to develop methodological approaches to its assessment. The methodology for defining nitrate-vulnerable zones was approved by Ministry of Environmental Protection Order No. 244 on 15 April 2021 [26].

Currently, Ukraine's process of aligning with Council Directive 91/676/EEC on the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources does not meet the deadlines defined in the Action Plan for implementing the Association Agreement between Ukraine, the European Union, the European Atomic Energy Community, and their mem-

Нині процес у наближенні до Директиви 91/676/ЄЕС Ради Європейського співтовариства від 12 грудня 1991 р. щодо захисту вод від забруднення, спричиненого нітратами з сільськогосподарських джерел, не відповідає строкам виконання, визначеним планом заходів з виконання Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії та їхніми державами-членами, з іншої сторони, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 25 жовтня 2017 р. № 1106 (Офіційний вісник України, 2018 р. № 24, ст. 852).

Моніторинг нітратів в Україні – важлива частина екологічної політики, що потребує подальшого розвитку та вдосконалення. Державні програми контролю нітратного забруднення води, ґрунту та харчових продуктів вдосконалюються, проте для досягнення ефективності на рівні ЄС необхідно більше ресурсів, технологій та міжнародної співпраці.

Україна вдосконалює систему моніторингу нітратів, використовуючи міжнародний досвід і впроваджуючи новітні технології.

**Стан моніторингу забруднення питної води в Україні.** Забруднення води нітратами та нітритами – важлива проблема як для України, так і для більшості країн світу. Протягом 2018-2020 років Лабораторними центрами МОЗ України, а з липня 2021 року (в результаті реорганізації останніх) – центрами контролю і профілактики хвороб МОЗ України (ЦКПХ) проводився моніторинговий лабораторний контроль за якістю питної води у місцях водозаборів, на водопровідних спорудах і мережах централізованого господарсько-питного водопостачання та джерелах нецентралізованого водопостачання (шахтні колодязі, артезіанські свердловини та каптажі) на відповідність щодо вимог ДСанПіН 2.2.4-171-10.

Результати моніторингу забруднення нітратами питної води в Україні (за даними Міністерства екології та природних ресурсів України (2020-2021 рік) наступні: досліджено за санітарно-хімічними показниками проби питної води з громадських колодязів: у 2020 році – 11630 проб, з них не відповідали нормативам – 40,8 %, у тому числі на вміст нітратів – 9333, з них не відповідали нормативам за вмістом нітратів – 37,8 %; у 2021 році – 10549 проб, з них не відповідали нормативам – 45,6 %, у тому числі на вміст нітратів – 8983, з них не відповідали нормативам за вмістом нітратів – 36,3 %.

Досліджено за санітарно-хімічними показниками проби питної води з індивідуальних колодязів: у 2020 році – 20892 проб, з них не відповідали нормативам – 30,7 %, у тому числі на вміст нітратів – 19267, з них не відповідає нормативам за вмістом нітратів – 24,3 %; у 2021 році – 19511 проб, з них не відповідали нормативам – 32,1 %, у тому числі на вміст нітратів – 18363, з них не відповідає нормативам за вмістом нітратів – 26,1 %.

ber states, approved by Cabinet of Ministers Resolution No. 1106 of 25 October 2017 (Official Bulletin of Ukraine, 2018, No. 24, p. 852).

Nitrate monitoring in Ukraine is an important part of environmental policy that requires further development and improvement. State programs for controlling nitrate pollution in water, soil, and food products are being improved, but achieving EU-level effectiveness will require more resources, advanced technologies, and international cooperation.

Ukraine is enhancing its nitrate monitoring system by adopting international experience and implementing advanced technologies.

**State of drinking water pollution monitoring in Ukraine.** Nitrate and nitrite contamination of water is a significant issue both for Ukraine and for most countries worldwide. From 2018 to 2020, the Laboratory Centers of the Ministry of Health of Ukraine, and from July 2021 (following their reorganization), the Centers for Disease Control and Prevention of the Ministry of Health of Ukraine (CDCP), conducted laboratory monitoring of drinking water quality at water intake sites, centralized water supply facilities and networks, and decentralized water sources (wells, artesian boreholes, and catchments) to assess compliance with DSanPiN 2.2.4-171-10 requirements.

Monitoring results of nitrate contamination in drinking water in Ukraine, according to the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine (2020–2021), are as follows: in 2020, 11,630 samples of drinking water from public wells were analyzed for sanitary-chemical indicators, 40.8% were non-compliant with standards, of these, 9,333 samples were tested for nitrate content, with 37.8% exceeding the regulatory limits; in 2021, 10,549 samples were analyzed, 45.6% were non-compliant, of these, 8,983 samples were tested for nitrate content, with 36.3% exceeding the regulatory limits.

Samples of drinking water from individual wells were analyzed for sanitary-chemical indicators: in 2020, 20,892 samples were analyzed, 30.7% were non-compliant with standards, of these, 19,267 samples were tested for nitrate content, with 24.3% exceeding regulatory limits; in 2021, 19,511 samples were analyzed, 32.1% were non-compliant, of these, 18,363 samples were tested for nitrate content, with 26.1% exceeding regulatory limits.

Currently, Ukraine does not maintain a separate official medical statistics on non-infectious diseases associated with water chemical quality, including waterborne nitrate methemoglobinemia and fluorosis.

На даний час в Україні не виділяється окремо та не ведеться офіційна медична статистика щодо неінфекційних захворювань, пов'язаних із хімічною якістю води, зокрема водно-нітратної метгемоглобінемії, флюорозу тощо.

Водно-нітратна метгемоглобінемія не відноситься до інфекційних хвороб, тому вона не включена до їх переліку і не подається у звітних формах. Проте це захворювання потребує внесення до переліку хвороб, по яких подають статистичну звітність.

Подаються до ДУ «Центр громадського здоров'я МОЗ України» дані про поодинокі випадки захворювання на водно-нітратну метгемоглобінемію:

2018 р. – зареєстровані 3 випадки отруєння: у Рівненській, Полтавській областях;

2019 р. – зареєстровано 7 випадків отруєння: у Житомирській, Полтавській, Харківській та Чернігівській областях;

2020 р. – зареєстровано 5 випадків отруєння: у Харківській та в Полтавській областях;

2021 р. – зареєстровано 2 випадки захворювання на водно-нітратну метгемоглобінемію у Київській та Житомирській областях;

Метгемоглобін (MetHb) утворюється, коли нітрит в результаті ендogenous бактеріального перетворення нітрату окислює двовалентне залізо в гемоглобіні (Hb) до форми тривалентного заліза. MetHb не може зв'язувати кисень, отже стан метгемоглобінемії характеризується ціанозом, ступором і церебральною анокією.

За нормальних умов < 2 % загального Hb циркулює у вигляді MetHb. Ознаки метгемоглобінемії з'являються при 10 % MetHb або більше [27].

Метгемоглобінемія, пов'язана з нітратами питної води — це в основному захворювання дітей раннього віку, причому найбільш сприйнятливими є немовлята, яких годують з пляшечки або відлучають від грудей. Доведено, що вживання немовлятами води з приватних колодязів, що містить високі концентрації нітратів, є добре відомим фактором ризику метгемоглобінемії (так званого “синього немовляти”).

Діти першого року життя є найбільш вразливою віковою категорією населення через комбінацію факторів, зокрема: вищий рН шлунка, що сприяє більшій інвазії бактерій у шлунок і, отже, посиленому перетворенню прийнятих нітратів у нітрити; більше споживання рідини відносно маси тіла; вища частка фетального Hb (який може швидше окислюватися до MetHb, ніж гемоглобін дорослої людини); зниження NADH-залежної активності MetHb-редуктази (ферменту, який перетворює MetHb на Hb) [28, 29].

До зони ризику також відносять дітей до 3–6 років та вагітних жінок, через такі передбачувані наслідки як підвищена дитяча смертність, вроджені вади центральної нервової системи, спонтанні аборти, гіпертонія, діабет, інфекції дихальних шляхів та зміни в імунній системі, рак (через бактеріальне виробництво N-нітрозосполуку) [30, 31].

Since methemoglobinemia is not classified as an infectious disease, it is excluded from official reporting forms. However, this condition should be included in the list of diseases requiring statistical reporting.

Data on isolated cases of waterborne nitrate methemoglobinemia are reported to the Public Health Center of the Ministry of Health of Ukraine:

- 2018: three cases were reported in Rivne and Poltava regions;

- 2019: seven cases were reported in Zhytomyr, Poltava, Kharkiv, and Chernihiv regions;

- 2020: five cases were reported in Kharkiv and Poltava regions;

- 2021: two cases were reported in Kyiv and Zhytomyr regions.

Methemoglobin (MetHb) forms when nitrite, produced via endogenous bacterial conversion of nitrate, oxidizes the ferrous iron ( $\text{Fe}^{2+}$ ) in hemoglobin (Hb) to ferric iron ( $\text{Fe}^{3+}$ ). MetHb cannot bind oxygen, so methemoglobinemia is characterized by cyanosis, stupor, and cerebral anoxia.

Under normal conditions, <2% of total Hb circulates as MetHb. Symptoms of methemoglobinemia appear at  $\geq 10\%$  MetHb [27].

Waterborne nitrate methemoglobinemia primarily affects infants, especially bottle-fed or weaning infants. It has been proven that consumption of water from private wells containing high nitrate concentrations is a well-known risk factor for methemoglobinemia (so-called “blue baby syndrome”).

Infants in their first year of life are the most vulnerable age group due to a combination of factors, including: higher gastric pH, which promotes greater bacterial invasion and, consequently, increased conversion of ingested nitrates to nitrites; higher fluid intake relative to body weight; a higher proportion of fetal hemoglobin (which can be more readily oxidized to MetHb than adult hemoglobin); and reduced NADH-dependent activity of MetHb-reductase (the enzyme that converts MetHb back to Hb) [28, 29].

Other at-risk groups include children aged 3–6 and pregnant women, due to potential consequences such as increased infant mortality, congenital malformations of the central nervous system (CNS), spontaneous abortion, hypertension, diabetes, respiratory infections, immune system alterations, and cancer (due to bacterial formation of N-nitroso compounds) [30, 31].

In the article by Clemmensen et al. (2023), it is noted that pregnancy is a critical period during which even low concentrations of nitrates in drinking water (< 10 mg/l) may adversely affect fetal development. The review

У статті Clemmensen et al. (2023) зазначається, що вагітність — критичний період, під час якого навіть низькі концентрації нітратів у питній воді (< 10 мг/л) можуть негативно впливати на розвиток плода. Огляд включив 13 епідеміологічних досліджень (2017–2022 рр.) і виявив асоціацію між пренатальним впливом нітратів та підвищеним ризиком передчасних пологів, низькою вагою при народженні, вродженими вадами розвитку й навіть дитячим раком. [32].

Дослідження фактичного сумарного надходження нітратів з питної води та продуктів харчування до організму людини дозволяє здійснити кількісну оцінку ризику для здоров'я. Середнє сумарне добове навантаження нітратами організму людини – це сумарно фактичне надходження нітратів з харчовими продуктами та фактичне надходження нітратів з води централізованого та децентралізованого водопостачання. Для оцінки впливу на здоров'я, сумарну кількість нітратів порівнюють з допустимим рівнем, з урахуванням вікової чутливості. Об'єкти дослідження: питна вода джерел централізованого та децентралізованого водопостачання, продукти харчування.

В Україні еколого-гігієнічну оцінку сумарного надходження нітратів до організму людини здійснюють обласні ЦКПХ. Це підкреслює необхідність регулярного контролю якості зазначених об'єктів досліджень та інтеграції лабораторій місцевого рівня для забезпечення моніторингу та профілактичних заходів щодо безпеки питної води та продуктів харчування [33].

В Україні функціонують наступні нормативні документи на методи визначення нітратів і нітритів, нітросполук (табл. 1).

Дослідження нітратів і нітритів у рамках науково-дослідних робіт проводяться в Науковому центрі з 1995 року. З огляду на істотне погіршення екологічної ситуації екосистем біосфери (ґрунт, повітря, вода) за останні 2 роки вчетверо збільшилась кількість досліджень нітратного азоту в мінеральних добривах та ґрунтах. Так, у Науковому центрі розроблено власну методику вимірювання масової концентрації нітритів та нітратів у воді з використанням реактиву Грісса та відновленням нітратів до нітритів на кадмієвій колонці. Межа кількісного визначення (МКВ) нітрит-іону – 0,01 мг/л  $\text{NO}_2^-$ .

Принцип цього методу ґрунтується на екстрагуванні нітратів і нітритів водою або розчином хлориду калію (для зразків ґрунту, кормів та комбікормової сировини), очищенні або освітленні екстрактів, відновленні нітратів до нітритів на кадмієвій колонці та фотометричному вимірюванні забарвлення азосполуки червоно-фіолетового кольору, що утворилася при взаємодії нітритів з реактивом Грісса.

Інтенсивність забарвлення розчину прямо пропорційна концентрації нітрит-іону та визначається за допомогою калібрувального графіка. Цей метод достатньо чутливий, має високою селективністю і

included 13 epidemiological studies (2017–2022) and identified an association between prenatal nitrate exposure and an increased risk of preterm birth, low birth weight, congenital malformations, and even childhood cancer. [32].

Assessment of actual cumulative nitrate intake from drinking water and food allows quantitative health risk evaluation. The average daily nitrate load represents the sum of nitrates ingested from food and water (centralized and decentralized sources). To assess the health impact, the total amount of nitrates is compared with the permissible level, taking age-specific sensitivity into account. Study objects include drinking water from centralized and decentralized sources and food products.

In Ukraine, regional CDCPs conduct ecological and hygienic assessment of cumulative nitrate intake. This highlights the need for regular quality control of the study objects and the integration of local laboratories to ensure monitoring and preventive measures for the safety of drinking water and food products [33].

Ukraine's regulatory documents for nitrate, nitrite, and nitro compound determination are summarized in Table 1.

Scientific research on nitrates and nitrites has been conducted at the Research Center since 1995. Due to the significant deterioration of biosphere ecosystems (soil, air, water) over the past two years, the number of studies on nitrate nitrogen in mineral fertilizers and soils has quadrupled. At the Research Center, a proprietary method has been developed for measuring the mass concentration of nitrites and nitrates in water, using the Griess reagent and the reduction of nitrates to nitrites on a cadmium column. The limit of quantification (LOQ) for the nitrite ion is 0.01 mg/l  $\text{NO}_2^-$ .

The method is based on extracting nitrates and nitrites with water or potassium chloride solution (for soil, feed, and compound feed samples), followed by purification or clarification of the extracts, reduction of nitrates to nitrites on a cadmium column, and photometric measurement of the red-violet azo compound dye formed by the reaction of nitrites with the Griess reagent.

The intensity of the solution coloration is directly proportional to the concentration of the nitrite ion and is determined using a calibration graph. This method is sufficiently sensitive, possesses high selectivity and reproducibility. Measurements of optical density were carried out using an Evolution 500 LC spectrophotometer (manufacturer: Thermo Electron Corporation, England) at a wavelength of 440 nm.

Таблиця 1 / Table 1

**Нормативні акти з визначення нітратів та нітритів в Україні /  
Regulatory acts on the determination of nitrates and nitrites in Ukraine**

Об'єкт / Object	Аналіт / Analyte	Нормативний документ / Regulatory Document
Вода питна, мінеральна, бутильована, з колодязів та свердловин / Drinking, mineral, bottled water and water from wells and boreholes	Нітрати / Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	ДСТУ 4078-2001 «Якість води. Визначення нітрату. Частина 3. Спектрометричний метод із застосуванням сульфосаліцилової кислоти» / DSTU 4078-2001 Water quality. Determination of nitrate. Part 3. Spectrometric method using sulfosalicylic acid
	Нітрати / Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	ДСТУ ISO 7890-1:2003 «Якість води. Визначення нітрату. Частина 1. Спектрометричний метод із застосуванням 2,6-диметилфенолу» / DSTU ISO 7890-1:2003 Water quality. Determination of nitrate. Part 1. 2,6- Dimethylphenol spectrometric method
	Нітрити / Nitrites (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	ДСТУ ISO 6777:2003 «Якість води. Визначення нітритів. Спектрометричний метод молекулярної абсорбції» / DSTU ISO 6777:2003 Water quality. Determination of nitrite. Molecular absorption spectrometric method
	Нітрати та нітрити / Nitrates and nitrites NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> і NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	МІ.7.2.01-011 «Якість води. Визначення нітратів та нітритів з реактивом Грісса фотометричним методом» (власна розробка) / MI.7.2.01-011 Water quality. Determination of nitrates and nitrites using the Griess reagent by photometric method (proprietary method)
Свіжі, сушені, заморожені фрукти, овочі, гриби та продукти їхнього перероблення, в т.ч. продукція для дитячого харчування / Fresh, dried, frozen fruits, vegetables, mushrooms, and their processed products, including baby food	Нітрати та нітрити / Nitrates and nitrites NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> і NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ДСТУ 4948:2008 «Фрукти, овочі та продукти їх перероблення. Методи визначення вмісту нітратів» / DSTU 4948:2008 Fruits, vegetables, and processed products. Methods for determining nitrate content
М'ясна продукція / Meat products	Нітрити / Nitrites NaNO <sub>2</sub> або/or KNO <sub>2</sub>	ДСТУ ISO 2918:2005 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення загального вмісту нітриту (контрольний метод)» / DSTU ISO 2918:2005 Meat and meat products. Determination of nitrite content (reference method)
	Нітрати / Nitrates NaNO <sub>3</sub> або/or KNO <sub>3</sub>	ДСТУ ISO 3091:2019 «М'ясо та м'ясні продукти. Метод визначення вмісту нітрату (контрольний метод)» / DSTU ISO 3091:2019 Meat and meat products. Determination of nitrate content (reference method)
Молочна продукція / Dairy products	Нітрати та нітрити / Nitrates and nitrites	ДСТУ ISO 14673-1/IDF 189-1:2012 «Молоко та молочні продукти. Визначення масової частки нітратів на нітритів. Частина 1. Метод з використанням спектрометрії та відновлення кадмієм» / DSTU ISO 14673-1 / IDF 189-1:2012 Milk and milk products. Determination of nitrate and nitrite content. Part 1. Method using cadmium reduction and spectrometry
Ґрунт / Soil	Нітрати та нітрити / Nitrates and nitrites NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> і NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	ДСТУ ISO/TS 14256-1:2005 «Якість ґрунту. Визначення нітрату, нітриту і амонію в ґрунтах польової вологості екстрагуванням розчином хлориду калію. Частина 1. Ручний метод» / DSTU ISO/TS 14256-1:2005 Soil quality. Determination of nitrate, nitrite, and ammonium in field-moist soils by extraction with potassium chloride solution. Part 1. Manual method

відтворюваністю. Вимірювання оптичної густини проводиться на спектрофотометрі Evolution 500 LC (виробник Thermo Elektron Corporation, Англія) при довжині хвилі 440 нм.

За останні 5 років у Дослідницько-випробувальний токсикологічний центр для дослідження на вміст нітратів та нітритів надійшло понад 1300 зразків. Основними об'єктами дослідження були вода, харчові продукти (в т.ч. для дитячого харчування), ґрунти та мінеральні добрива.

Перевищення встановлених норм нітратів виявлено у наступних зразках продукції:

- у зелених овочевих культурах, при допустимому вмісті нітратів для закритого ґрунту відповідно до національного законодавства не більше 3000 мг/кг  $\text{NO}_3^-$  виявлено:

- у селері – 4240 мг/кг, зеленому базиліку – від 3380 мг/кг до 5100 мг/кг, фіолетовому базиліку – від 6000 мг/кг до 6800 мг/кг;

- у салатах: айсберг – 7000 мг/кг, ромен – 5100 мг/кг, фрїзе – 3900 мг/кг  $\text{NO}_3^-$ ;

- у зразках ранньої моркви – 582 мг/кг  $\text{NO}_3^-$  (норма – не більше 400 мг/кг  $\text{NO}_3^-$ );

- у зразках кабачків – від 626 мг/кг до 1010 мг/кг (норма – не більше 400 мг/кг  $\text{NO}_3^-$ );

- у зразку дині – 117 мг/кг  $\text{NO}_3^-$  (норма – не більше 90 мг/кг  $\text{NO}_3^-$ );

- у огірках, вирощених у захищеному ґрунті, проводилась серія досліджень, залежно від способу підготовки до дослідження та технологій вирощування, виявлено: від 605 до 763 мг/кг  $\text{NO}_3^-$  (норма – 300 мг/кг  $\text{NO}_3^-$ ), у митих цілих неочищених зразках та у митих цілих неочищених зразках з відрізними кінчиками від 424 до 586 мг/кг  $\text{NO}_3^-$ . Натомість, у митих цілих очищених зразках з відрізними кінчиками вміст нітратів був у межах норми – від 34 до 261 мг/кг  $\text{NO}_3^-$ .

Перевищення вмісту нітратів у воді спостерігалось лише у пробах, які були взяті з колодязів та свердловин. Аналіз отриманих даних по визначенню нітратів в коренеплодах та ґрунті, на якому вони вирощувались, показав, що існує відповідна залежність – чим вища концентрація нітратів у ґрунті, тим більше їх у зразках картоплі. В залежності від обробляння ґрунту певними азотвмісними добривами (карбамідом або карбамідно-аміачною сумішшю) вміст нітратів у досліджуваних зразках картоплі знаходився в межах 81-363 мг/кг  $\text{NO}_3^-$  (максимально допустимий рівень 250 мг/кг) і, відповідно, в ґрунтах становив від 180 до 624 мг/кг  $\text{NO}_3^-$ , що значно перевищує встановлений норматив для ґрунту (130 мг/кг  $\text{NO}_3^-$ ).

Лімітуючий показник безпечності нітратів для ґрунту – водно-міграційний і характеризує здатність хімічних речовин переходити з ґрунту до підземних ґрунтових вод та поверхневих водних джерел. Саме тому у зразках води з криниць та зі свердловин, особливо навесні, знайдено від 73 до 320 мг/л  $\text{NO}_3^-$ , що значно перевищує науково-обґрунтований норматив (50 мг/л  $\text{NO}_3^-$ ).

Over the past 5 years, more than 1300 samples have been submitted to the Research and Testing Toxicology Center for the determination of nitrate and nitrite content. The main objects of study were water, food products (including baby food), soils, and mineral fertilizers.

Exceedances of the established nitrate limits were detected in the following product samples:

- green leafy vegetables: with the permissible nitrate content for greenhouse-grown produce, according to national legislation, not exceeding 3000 mg/kg  $\text{NO}_3^-$  the following levels were found:

- celery – 4240 mg/kg, green basil – from 3380 mg/kg to 5100 mg/kg, purple basil – from 6000 mg/kg to 6800 mg/kg;

- lettuce varieties: iceberg – 7000 mg/kg, romaine – 5100 mg/kg, frisée – 3900 mg/kg  $\text{NO}_3^-$ ;

- early carrots – 582 mg/kg  $\text{NO}_3^-$  (limit: not more than 400 mg/kg  $\text{NO}_3^-$ );

- zucchini samples – from 626 mg/kg to 1010 mg/kg (limit: not more than 400 mg/kg  $\text{NO}_3^-$ );

- melon sample – 117 mg/kg  $\text{NO}_3^-$  (limit: not more than 90 mg/kg  $\text{NO}_3^-$ );

- for greenhouse cucumbers, a series of studies was conducted depending on sample preparation and cultivation technologies. Results showed nitrate levels from 605 to 763 mg/kg  $\text{NO}_3^-$  (limit: 300 mg/kg  $\text{NO}_3^-$ ), washed whole unpeeled samples and washed whole unpeeled samples with cut tips showed nitrate levels from 424 to 586 mg/kg  $\text{NO}_3^-$ . In contrast, washed whole peeled samples with cut tips showed nitrate levels within the permissible range – from 34 to 261 mg/kg  $\text{NO}_3^-$ .

Exceedances of nitrate content in water were observed only in samples taken from wells and boreholes. Analysis of the obtained data on nitrate determination in root crops and in the soil where they were grown showed a clear correlation: the higher the nitrate concentration in the soil, the greater the amount found in potato samples. Depending on soil treatment with nitrogen-containing fertilizers (urea or urea-ammonium mixture), the nitrate content in the analyzed potato samples ranged from 81 to 363 mg/kg  $\text{NO}_3^-$  (maximum permissible level – 250 mg/kg), while in the soils it ranged from 180 to 624 mg/kg  $\text{NO}_3^-$ , which significantly exceeds the established soil standard (130 mg/kg  $\text{NO}_3^-$ ).

The limiting safety indicator for nitrates in soil is the water-migration parameter, which characterizes the ability of chemical substances to migrate from soil into groundwater and surface water sources. For this reason, in water samples from wells and boreholes, especially in spring, nitrate concentrations ranging from 73 to 320 mg/l  $\text{NO}_3^-$  were found, which significantly exceeds the scientifically justified standard (50 mg/l  $\text{NO}_3^-$ ).

Узагальнюючи результати багаторічних досліджень харчових продуктів, нами показано, що вміст нітратів істотно перевищує гранично допустимий рівень (ГДР) в овочах закритого ґрунту (табл. 2,3)

Зернові, рибні, м'ясні і молочні продукти містять не більше 20 мг/кг нітратів, за виключенням твердих сирів. Натомість вміст нітритів у досліджуваних овочах як закритого, так і відкритого ґрунту нижче межі кількісного визначення. Це також стосується фруктів та більшості інших об'єктів дослідження. Перевищення вмісту нітратів у воді спостерігалось лише у пробах, які були взяті з колодязів та свердловин.

### Висновки

1. За даними ВООЗ, здійснення моніторингу та аналітичного контролю харчової продукції, питної води та об'єктів довкілля є важливими інструментами для отримання об'єктивної інформації щодо вмісту техногенних забруднювачів, якими є нітрати, нітрити та нітросполуки, з метою прийняття ефективних управлінських рішень для зменшення ризику

Summarizing the results of long-term studies of food products, we have shown that nitrate content substantially exceeds the maximum permissible level in vegetables grown in protected soil.

Cereal, fish, meat, and dairy products contain no more than 20 mg/kg of nitrates, with the exception of hard cheeses. In contrast, the nitrite content in the tested vegetables, both from protected and open ground, was below the limit of quantification. This also applies to fruits and most other objects of study. Exceedances of nitrate levels in water were observed only in samples taken from wells and boreholes.

### Conclusions

1. According to the WHO, monitoring and analytical control of food products, drinking water, and environmental objects are important tools for obtaining objective information about the content of anthropogenic pollutants, such as nitrates, nitrites, and nitro compounds. This information is essential for making effective management decisions to reduce risks to human health

Таблиця 2 / Table 2

**Аналіз результатів досліджених зразків харчових продуктів та води на вміст нітратів і нітритів та питома вага проб з перевищенням регламентів (> N, %) за період 2019-2024 рр. / Analysis of tested samples of food products and water for nitrate and nitrite content and the proportion of samples exceeding the regulations (>N, %) over the period of 2019–2024**

Харчові продукти, в т.ч. для дитячого харчування / Food products, including baby food	2019		2020		2021		2022		2023		2024	
	Загальна кількість / Total	>N, %	Загальна кількість / Total	>N, %	Загальна кількість / Total	>N, %	Загальна кількість / Total	>N, %	Загальна кількість / Total	>N, %	Загальна кількість / Total	>N, %
свіжі овочі та фрукти / Fresh vegetables and fruits	264	6	366	17	298	5	112	—	301	21	132	
	42	—	39	—	30	—	19	—	32	—	14	
м'ясна продукція / Meat products	29	3	41	5	34	2	16	—	57	8	50	
молочна продукція / Dairy products	31	3	54	7	43	3	11	—	31	4		
вода / Water	8	—	19	3	14	—	5	—	14	2		
інше / Other	119	—	191	2*	150	—	49	—	123	9*		
	35	—	22	—	27	—	12	—	44	—	68	
Добрива**/ Fertilizers**	14	—	15	—	24	—	5	—	26	—		
Ґрунт** / Soil**	—	—	77	4	—	—	—	—	109	19		

Примітка / Notes:

\* вода зі свердловин та колодязів / \*water from boreholes and wells;

\*\* вміст нітратного азоту /\*\* nitrate nitrogen content.

**Випадки отруєнь дітей з 3-х років з водно-нітратною метгемоглобінемією /  
Cases of poisoning of children under 3 years of age with water-nitrate methemoglobinemia**

Роки / Years	Усього зареєстровано та подано до Центру / Total registered and submitted to the Center	
	Кількість випадків / Number of cases	У т.ч. летальних випадків / Including deaths
2010	2	0
2011	3	1
2012	3	1
2013	2	0
2014	3	0
2015	1	0
2016	1	1 (Кіровоградська ) / (Kirovohrad region)
2017	5	0
2018	3	0
2019	7 (Житомирська - 2, Полтавська - 2, Харківська - 1, Чернігівська - 2) / (Zhytomyr - 2, Poltava - 2, Kharkiv - 1, Chernihiv - 2)	0
2020	5 (Харківська - 4, Полтавська - 1) / Kharkiv - 4, Poltava - 1	0
2021	2 (Київська, Житомирська) / (Kyiv, Zhytomyr)	0
2022	11 (Харківська -1; Київська - 2; Житомирська - 7) / (Kharkiv -1; Kyiv - 2; Zhytomyr - 7)	0
2023	5 (Полтавська, Житомирська, Кіровоградська, Волинська, Київська) / (Poltava, Zhytomyr, Kirovohrad, Volyn, Kyiv)	0
2024	3 (Харківська - 2, Житомирська) / (Kharkiv - 2, Zhytomyr region)	0
<b>Сума за 15 років / Amount for 15 years (2010-2024)</b>	56	3
2025	4 (Київська, Житомирська, Кіровоградська, Черкаська) / (Kyiv, Zhytomyr, Kirovohrad, Cherkasy)	0
2026	1 (Дніпропетровська область) / (Dnipropetrovsk region)	0

впливу на здоров'я людини та довкілля. У країнах ЄС моніторинг нітратів, нітритів і нітросполук є системним процесом, що ґрунтується на оновленому законодавстві, високому рівні фінансування та використанні новітніх технологій. Сьогодні в Україні створена нормативно-правова база з цього питання, яка гармонізована з директивами ЄС.

2. В умовах повномасштабної війни, що розв'язана російською федерацією, здійснення моніторингу та аналітичного контролю за нітратами на частині територій України або помірно обмежено (частина Чернігівської, Сумської, Полтавської, Миколаївської, Дніпропетровської та Одеської областей), або значно обмежено (частина Харківської, Запорізької, Херсонської областей), або неможливо (частина

and the environment. In EU countries, the monitoring of nitrates, nitrites, and nitro compounds is a systematic process based on updated legislation, high levels of funding, and the use of advanced technologies. Today, Ukraine has established a legal and regulatory framework on this issue, harmonized with EU directives.

2. Under the conditions of the full-scale war initiated by the Russian Federation, monitoring and analytical control of nitrates in certain territories of Ukraine is either moderately limited (parts of Chernihiv, Sumy, Poltava, Mykolaiv, Dnipropetrovsk, and Odesa regions), significantly limited (parts of Kharkiv, Zaporizhzhia, and Kherson regions), or impossible (parts of Kharkiv, Zaporizhzhia, Kherson regions; Luhansk and Donetsk regions).

Харківської, Запорізької, Херсонської областей; Луганська та Донецька області).

3. Залишається актуальною проблема реформування системи моніторингу та контролю якості питної води та налагодження роботи лабораторій, які залучені до державного контролю та виробничого моніторингу безпеки та якості питної води.

4. Посилення взаємодії між суб'єктами державного моніторингу об'єктів навколишнього середовища, до яких належать центри з контролю та профілактики хвороб (ЦКПХ) МОЗ України, підрозділи Держпродспоживслужби, Мінекології та ін., а також за участі науково-дослідних установ МОЗ України та НАМНУ, може дозволити більш ґрунтовно оцінити ситуацію з нітратного забруднення в Україні та визначити шляхи попередження цього явища та його негативного впливу на здоров'я людини і довкілля.

**Конфлікт інтересів.** Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

3. The issue of reforming the system for monitoring and control of drinking water quality and organizing the work of laboratories involved in state control and production monitoring of water safety and quality remains highly relevant.

4. Strengthening cooperation between state environmental monitoring entities, including the Centers for Disease Control and Prevention (CDCP) of the Ministry of Health of Ukraine, units of the State Service of Ukraine for Food Safety and Consumer Protection, the Ministry of Ecology, and others, as well as involving research institutions of the Ministry of Health of Ukraine and the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, can allow for a more comprehensive assessment of nitrate contamination in Ukraine and help identify ways to prevent this phenomenon and its negative impacts on human health and the environment.

**Conflict of Interest.** The authors declare no conflict of interest.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ / REFERENCES

- Nitrate in 2020: Thirty years from transport to signaling networks. *The Plant Cell*, July 2020:32:2094–2119.
- Nitrate and nitrite in drinking water. WHO Guidelines for Drinking water quality. 2016.
- Ukraine Humanitarian Response Plan 2023, 15 February 2023. Geneva: Office of the United Nations High Commissioner for Human Rights, 2023 (<https://reliefweb.int/report/ukraine/ukraine-humanitarian-response-plan-february-2023-enuk>).
- План гуманітарних потреб і реагування: Україна. 10 січня 2024 р. OCHA. URL: [unocha.org/ukraine.PDF](https://www.unocha.org/ukraine/PDF). 130 p. [Humanitarian Needs and Response Plan: Ukraine. January 10, 2024. OCHA. URL: [unocha.org/ukraine.PDF](https://www.unocha.org/ukraine.PDF). 130 p.].
- Lamig L, Moreno S, Álvarez JM, Gutiérrez RA. Molecular mechanisms underlying nitrate responses in plants. *Curr Biol*. 2022 May 9;32(9):R433–R439. doi: 10.1016/j.cub.2022.03.022. PMID: 35537398. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35537398/>.
- Vidal E A, Alvarez J M, Araus V, Riveras E, Brooks M D, Krouk G & Gutiérrez R A (2020). Nitrate in 2020: Thirty years from transport to signaling networks. *The Plant Cell*, 32(7):2094–2119. <https://doi.org/10.1105/tpc.19.00748>. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7346567>.
- Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. *Official Journal of the European Communities*, L 375,31.12.1991:1–8. [https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1991/676/oj/eng?utm\\_source=chatgpt.com](https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1991/676/oj/eng?utm_source=chatgpt.com).
- European Parliament & Council. (2006, December 12). Directive 2006/118/EC on the protection of groundwater against pollution and deterioration. *Official Journal of the European Union*, L372:19–31. [https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/118/oj/eng?utm\\_source=chatgpt.com](https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2006/118/oj/eng?utm_source=chatgpt.com).
- European Parliament & Council. (2000, October 23). Directive 2000/60/EC establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Union*, L327;1–73. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=legissum%3AI28002b&utm\\_source=chatgpt.com](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=legissum%3AI28002b&utm_source=chatgpt.com).
- Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Official Journal of the European Union*, L364;5–24. [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32006R1881&utm\\_source=chatgpt.com](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32006R1881&utm_source=chatgpt.com).
- European Parliament & Council. (2008, December 16). Regulation (EC) N 1333/2008 on food additives. *Official Journal of the European Union*, L 354, 16–49. [https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/1333/oj/eng?utm\\_source=chatgpt.com](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/1333/oj/eng?utm_source=chatgpt.com).
- Commission Regulation (EU) 2023/2108 of 6 October 2023, amending Annex II to Regulation (EC) N 1333/2008 as regards nitrites (E 249–250) and nitrates (E 251–252), *Official Journal L 2023/2108*, 9 October 2023. [https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2108/oj/eng?utm\\_source=chatgpt.com](https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/2108/oj/eng?utm_source=chatgpt.com).
- EFSA. (2017). Reevaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250); sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252). *EFSA Journal*. [https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/170615?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/170615?utm_source=chatgpt.com).

14. EFSA CONTAM Panel. (2008). Scientific opinion on nitrate in vegetables. *EFSA Journal*. [https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.esa.2008.689?utm\\_source=chatgpt.com](https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.esa.2008.689?utm_source=chatgpt.com).
15. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991: 1264XII. База даних «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12> (дата звернення: 19.06.2025). [On Environmental Protection: Law of Ukraine dated 25.06.1991: 1264XII. Database "Legislation of Ukraine". Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1264-12> (access date: 19.06.2025)].
16. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992: 2707 XII. База даних «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2707-12> (дата звернення: 19.06.2025). [On Air Protection: Law of Ukraine dated 16.10.1992: 2707 XII. Database "Legislation of Ukraine". Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2707-12> (access date: 19.06.2025)].
17. Про питну воду, питне водопостачання та водовідведення: Закон України від 18.05.2017 2047 VIII (у редакції змін. База «Законодавство України». ВР України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2047-19> (дата звернення: 19.06.2025). [On drinking water, drinking water supply and water disposal: Law of Ukraine dated 18.05.2017 2047 VIII (as amended. Database "Legislation of Ukraine". Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/2047-19> (date of application: 19.06.2025)].
18. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод: Постанова КМУ від 19.09.2018 №758. База «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/758-2018-п> (дата звернення: 19.06.2025). [On approval of the Procedure for state monitoring of waters: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 19.09.2018 No. 758. Database "Legislation of Ukraine". Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/758-2018-п> (date of application: 19.06.2025)].
19. ДСанПіН 2.2.4 171 10: Наказ МОЗ України від 12.05.2010: 400; ред. 17.01.2025. База даних «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0452-10> (дата звернення: 19.06.2025). [DSanPiN2.2.4 171 10: Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 12.05.2010: 400; revised 17.01.2025. Database "Legislation of Ukraine". Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0452-10> (date of application: 06/19/2025)].
20. Nitrate and nitrite in drinking water. In WHO Guidelines for Drinking water Quality (4th ed., p. 541–546). Geneva: WHO. Online at: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/chemical-hazards-in-drinking-water/nitrate-nitrite>.
21. Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуацій іншого характеру»: Наказ МОЗ України 22.04.2022: № 683. База «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0564-22> (дата звернення: 19.06.2025). [On approval of the State Sanitary Norms and Rules "Safety Indicators and Certain Indicators of Drinking Water Quality in Conditions of Martial Law and Other Emergencies": Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 04/22/2022: No. 683. Database "Legislation of Ukraine". Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0564-22> (date of application: 06.19.2025)].
22. Про затвердження Державних гігієнічних правил і норм «Регламент максимальних рівнів окремих забруднюючих речовин у харчових продуктах: Наказ МОЗ України від 13.05.2013: 368. База «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0774-13> (дата звернення: 19.06.2025). [On approval of the State Hygienic Norms and Rules "Regulations on Maximum Levels of Certain Pollutants in Food Products: Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 05.13.2013:368. Database "Legislation of Ukraine". Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0774-13> (date of access: 06.19.2025)].
23. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті: Наказ МОЗ України від 14.07.2020: 1595. База даних «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0722-20> (дата звернення: 19.06.2025). [On approval of hygienic regulations for the permissible content of chemical substances in the soil: Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 07/14/2020: 1595 // Database "Legislation of Ukraine" / Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0722-20> (date of access: 06/19/2025)].
24. Про затвердження державних медико-санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць: Наказ МОЗ України від 10.05.2024: 813. База «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0763-24> (дата звернення: 19.06.2025). [On approval of state medical and sanitary standards for the permissible content of chemical and biological substances in the atmospheric air of populated areas: Order of the Ministry of Health of Ukraine dated 05/10/2024: 813. Database "Legislation of Ukraine". Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0763-24> (date of access: 06.19.2025)].
26. Про затвердження Методики визначення зон, вразливих до накопичення нітратів: Наказ

- Міндовкілля України від 15.04.2021: 244. База «Законодавство України». Верховна Рада України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0776-21> (дата звернення: 19.06.2025). [On Approval of the Methodology for Determining Zones Vulnerable to Nitrate Accumulation: Order of the Ministry of Environment of Ukraine dated 04/15/2021: 244. Database "Legislation of Ukraine". Verkhovna Rada of Ukraine. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/z0776-21> (access date: 06.19.2025)].
27. Розпорядження Кабінету міністрів України від 9 грудня 2022 р. № 1134-р «Про схвалення Водної стратегії України на період до 2050 року». [https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1134-2022-%D1%80?utm\\_source=chatgpt.com#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/1134-2022-%D1%80?utm_source=chatgpt.com#Text). [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 9, 2022 No. 1134-р "On approval of the Water Strategy of Ukraine for the period until 2050"].
28. Fossen Johnson S. Methemoglobinemia: Infants at risk. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2019.Mar;49(3):57–67. doi: 10.1016/j.cppeds.2019.03.002. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30956100>.
29. Knobeloch L, Salna B, Hogan A, Postle J, Anderson H. Blue babies and nitrate contaminated well water. *Environ Health Perspect*. 2000.Jul;108(7):675–8. doi:10.1289/ehp.00108675. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10903623>.
30. Sherris AR, Baiocchi M, Fendorf S, Luby SP, Yang W, Shaw GM, et al. Nitrate in drinking water during pregnancy and spontaneous preterm birth: a retrospective within mother analysis in California. *Environ Health Perspect*. 2021.May;129(5):57001. doi:10.1289/EHP8205. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33949893>.
31. Stayner L, Søndergaard Jensen A, Schullehner J, Coffman V, Trabjerg B, Olsen J, et al. Nitrate in drinking water and risk of birth defects: findings from a cohort study of over one million births in Denmark. *Lancet Reg Health Eur*. 2021;6:100127. doi:10.1016/j.lanepe.2021.00272. <https://www.thelancet.com/journals/lanep/article/PIIS2666-7762%2821%2900272-6/fulltext>.
32. Clemmensen PJ, Schullehner J, Brix N, Sigsgaard T, Stayner LT, Kolstad HA, Ramlau Hansen CH. Prenatal Exposure to Nitrate in Drinking Water and Adverse Health Outcomes in the Offspring: a Review of Current Epidemiological Research. *Curr Environ Health Rep*. 2023;10(3):250–263. doi:10.1007/s40572-023-00404-9. <https://link.springer.com/article/10.1007/s40572-023-00404-9>.
33. Руденко С, Лакуста О. Динаміка змін нітрогенумічних сполук у криничній воді Чернівецької області та їх зв'язок із деякими агрохімічними та агроекологічними показниками. 2018;96:2: Bulletin of Agricultural Science [https://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2018\\_02\\_11.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2018_02_11.pdf). [Rudenko S, Lakusta O. Dynamics of Changes in Nitrogen-Containing Compounds in Well Water of Chernivtsi Region and Their Relationship with Some Agrochemical and Agroecological Indicators. 2018;96:2: Bulletin of Agricultural Science [https://agrovisnyk.com/pdf/ua\\_2018\\_02\\_11.pdf](https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2018_02_11.pdf)].

## Відомості про авторів

**Тетяна Щуцька** <sup>A,B,C,D,E,F,G</sup> – науковий співробітник Державного Підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: Україна, 03127, Київ, вул. Героїв оборони, 6. E-mail: rina51524@gmail.com. ORCID: 0000-0003-3608-7112.

**Надія Оперчук** <sup>B,C,D</sup> – Генеральна директорка Державної установи «Кіровоградський обласний центр контролю та профілактики хвороб МОЗ України», Головна державна санітарна лікарка Кіровоградської області, кандидат медичних наук. Адреса: Україна, 25001, м. Кропивницький, вул. Тобілевича, 24. ORCID: 0000-0002-8793-9760.

**Ніна Левицька** <sup>B,D,F</sup> – кандидат технічних наук, провідний спеціаліст, Державне підприємство "Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України", вул. Героїв Оборони, 6, м. Київ, 03127, Україна. <https://orcid.org/0009-0004-1943-958X>.

**Анна Деміч** <sup>A,B,C,D,E,F</sup> – науковий співробітник відділу «Інститут екотоксикологічних досліджень» Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна. Email: anna.demich.medved@gmail.com. ORCID: 0000-0003-3728-7407.

**Алла Коваль** <sup>B,C,D</sup> – науковий співробітник відділу аналітичної хімії Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, koval.medved@gmail.com. ORCID: 0000-0001-5811-472X.

*A – концепція роботи і дизайн; B – проведення досліджень; C – аналіз, попередня підготовка; D – програмне забезпечення, статистичний аналіз; E – написання статті; F – редагування; G – фінальне схвалення статті.*

*Стаття надійшла до редакції 26.11.2025 р.  
Дати рецензування 25.02.2026, 24.04.2026 р.  
Дата публікації (оприлюднення) 12.06.2026 р.*

### Information about authors

**Tetyana Shchutska**<sup>A,B,C,D,E,F,G</sup> – researcher at the L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise). Address: 6 Heroyiv oborony, St., 03127, Kyiv, Ukraine. E-mail: rina51524@gmail.com. ORCID: 0000-0003-3608-7112.

**Nadiya Operchuk**<sup>B,C,D</sup> – General Director of the State Institution "Kirovohrad Regional Center for Disease Control and Prevention of the Ministry of Health of Ukraine", Chief State Sanitary Doctor of the Kirovohrad region. Address: 24 Tobilevicha St., 25001, Kropyvnytskyi, Ukraine.

**Nina Levytska**<sup>B,D,F</sup> – Candidate of Technical Sciences, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), Address: 6 Heroyiv oborony, St., 03127, Kyiv, Ukraine. ORCID: 0009-0004-1943-958X.

**Anna Demich**<sup>A,B,C,D,E,F</sup> – Researcher of the Department of the Institute of Ecotoxicological Research, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise). Address: 6 Heroyiv Oborony St., 03127, Kyiv, Ukraine. Email: anna.demich.medved@gmail.com. ORCID 0000-0003-3728-7407.

**Alla Koval**<sup>B,C,D</sup> – Researcher of the Department of Analytical Chemistry, L.I. Medved's Research Center of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health, Ukraine (State Enterprise), Address: 6 Heroyiv Oborony St., 03127, Kyiv, Ukraine, ORCID: 0000-0001-5811-472X.

*A – work concept and design; B – investigation; C – analysis, rough preparation; D – software, statistical analysis; E – writing article; F – editing; G – final approval of the article*

*Received November, 26, 2025  
Review dates February, 25, 2026; April, 24, 2026  
Publication date June, 12, 2026*