

освіти рекомендується: створення централізованої платформи екологічних подкастів; розробка мультимедійних подкастів з візуальним супроводом; інтеграція подкастів з іншими цифровими освітніми інструментами (LMS, мобільні додатки); використання аналітики прослуховувань для оптимізації контенту.

Екоподкасти, як ключовий елемент цифрової трансформації екологічної освіти, не лише доповнюють традиційні методи навчання, але й трансформують спосіб поширення екологічних знань, роблячи освіту більш доступною, гнучкою та орієнтованою на потреби цифрового покоління.

Список використаних джерел:

1. Кірейцева Г. В. Значення екологічної інформації для стійкого розвитку України. Екологічні науки. 2024. Вип. 2 (53). С. 248–253.
2. Kapelista I., Kireitseva H., Tsyhanenko-Dziubenko I., Khomenko S., Vovk V. Review of Innovative Approaches for Sustainable Use of Ukraine's Natural Resources. Grassroots Journal of Natural Resources. 2024. Vol. 7, No. 3. P. 378–395.
3. Kireitseva H., Khrutba V., Patseva I., Khrutba Y., Ustymenko V. Using Podcasts as an Innovative Method of Environmental Education. Environmental Research, Engineering and Management. 2025. Vol. 81, No. 2. P. 53–63.

УДК 504.4

ВПЛИВ НІТРАТІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Коржова В.В., здобувачка вищої освіти групи

Присташ С.Ф., кандидатка технічних наук

Миколаївський національний аграрний університет, м. Миколаїв

Нітрати (NO_3^-) — широкоживані сполуки в сільському господарстві як складова мінеральних добрив; вони також присутні в природних біогеохімічних циклах. Інтенсивне застосування добрив, розмив ґрунтів, забруднення ґрунтових вод і неправильні агротехнічні практики спричиняють підвищення вмісту нітратів у питній воді та рослинній продукції, що створює ризики для здоров'я людини. Аналітична хімія відповідає за точне визначення нітратів у середовищі, оцінку ризику та контроль безпечності продуктів харчування і води [1, 2].

Потрапляючи до організму з водою чи їжею, нітрати можуть частково відновлюватись до нітритів (NO_2^-) під дією мікрофлори шлунково-кишкового тракту або ферментативно в біологічних системах. Нітрити мають сильні окислювальні властивості й можуть окиснювати гемове залізо ($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$), перетворюючи гемоглобін на метгемоглобін, який не здійснює ефективний транспорт кисню — стан, клінічно відомий як метгемоглобінемія; особливо вразливими є немовлята (синдром «blue baby») через особливості шлункової мікрофлори й рН шлунка. Повідомлені випадки метгемоглобінемії після використання нітратної води для приготування дитячих сумішей [3, 4].

Окрім гострих ефектів, важливим хронічним механізмом є утворення N-нітрозосполук (нітрозамінів) при взаємодії нітритів із вторинними амінами в кислому середовищі шлунка; багато нітрозамінів класифіковані як канцерогенні або потенційно канцерогенні, що пов'язують із підвищеним ризиком раку шлунково-кишкового тракту та інших локалізацій за тривалого впливу й накопичення [5, 6].

Аналітичні методи визначення нітратів і нітритів. Аналітична хімія використовує кілька методологічних підходів, кожен із перевагами та обмеженнями:

1. Колориметричні/спектрофотометричні методи (Griess-реакція). Для нітриту широко застосовують Griess-реакцію (утворення азо-барвника з подальшим вимірюванням абсорбції, зазвичай ~540 nm). Нітрат визначають непрямим: попередньо нітрат відновлюють до нітриту (хімічно або каталітично), а потім вимірюють отриманий нітрит [7, 8].
2. Іонна хроматографія. Дозволяє розділяти та кількісно визначати аніони (включаючи NO_2^- , NO_3^-) у складних матрицях з високою селективністю й відтворюваністю; метод придатний для лабораторного моніторингу якості води, харчових проб і ґрунтових екстрактів [9, 10].
3. Потенціометричні методи / іонселективні електроди. Іонселективні електроди для нітрат-іона дають можливість швидкого польового моніторингу з мінімальною підготовкою проб; вони корисні для оперативного скринінгу, але потребують калібрування й корекції матрицевих ефектів [11].
4. UV-скринінг і комбіновані підходи. Для попередньої оцінки часто застосовують UV-поглинання (приклад — 220 nm) із корекцією за допомогою 275 nm для зниження перешкод; при підвищеній точності використовують ІХ або стандартизовані методи відновлення/колориметрії [3, 9].

Допустима добова доза нітратів для дорослої людини становить 325 мг (або 0,324 г) на добу.

Таблиця 1 [12]. Гранично допустимі концентрації нітратів у деяких продуктах

Продукт	Вміст, мг/кг	Продукт	Вміст, мг/кг
Картопля	250	Томати	150/300
Капуста білокачанна рання	900	Морква пізня	250
Капуста білокачанна пізня	500	Морква рання	400
Огірки	150/400	Буряк столовий	1400
Цибуля ріпчаста	80	Листові овочі (салат, петрушка, кріп)	2000
Перець солодкий	200	Кабачки	400
Дині	90	Кавуни	60
Виноград	60	Яблука, груші	60

Максимальне накопичення нітратів відбувається у період зростання плодів (перед початком збирання врожаю). Тому недозрілі овочі (кабачки, баклажани) і картопля, а також овочі раннього дозрівання можуть містити нітратів більше, ніж досягли нормальної зрілості.

Висновки. Нітрати самі по собі є необхідним елементом біогеохімії та агропромисловості, проте їх надлишкове накопичення у водних та харчових системах становить реальний ризик гострих і потенційних хронічних наслідків для людини (метгемоглобінемія у немовлят, утворення нітрозамінів). Надійний аналітичний контроль (іонна хроматографія, колориметрія з Griess-реакцією за належної валідації, іонселективні електроди для скринінгу) — ключова складова системи профілактики. Для зниження ризику необхідне поєднання агротехнічних заходів, регулярного моніторингу й регуляторного контролю на основі міжнародних рекомендацій.

Список використаних джерел:

1. WHO. Nitrate and Nitrite in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva: World Health Organization; 2017.
2. Knobeloch L., Salna B., Hogan A., Postle J., Anderson H. Blue babies and nitrate-contaminated well water. *Environ Health Perspect.* 2000;108(7):675–678.
3. Ward MH, deKok TM, Levallois P et al. Drinking Water Nitrate and Human Health: An Updated Review. *Environ Health Perspect.* 2018;126(9):096001.
4. Miodovnik A. The Biochemistry, Diagnosis, and Treatment of Nitrate Toxicity. *AMA J Ethics.* 2009.
5. National Toxicology Program. N-Nitrosamines: 15 Listings - 15th Report on Carcinogens. 2021.
6. Beard JC. An Organic Chemist's Guide to N-Nitrosamines. *J Org Chem.* 2021.
7. Giustarini D., et al. Nitrite and nitrate measurement by Griess reagent in biological samples. *Methods Enzymol.* 2008.
8. Thermo Fisher / Sigma Aldrich. Technical bulletins on Griess reagent.
9. Standard Methods / EPA – Method 4500-NO₃, 9056A.
10. Dionex Application Note. Determination of Nitrite and Nitrate in Drinking Water Using Ion Chromatography.
11. ASTM D4327. Standard Test Method for Anions by Ion Chromatography.
12. <https://www.podarkoff.com.ua/pages/67/-Таблиця допустимі концентрації нітратів у продуктах>

УДК 633.854.54:631.95 (477.7)

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО У СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

Письменний О. В., канд. с.-г. наук, доцент
Миколаївський національний аграрний
університет, м. Миколаїв

У сучасних умовах зміни клімату стають одним із найвагоміших факторів, що впливають на розвиток аграрного сектору в усьому світі, зокрема в Україні. За останні роки спостерігається зростання середньорічних температур, зниження кількості опадів, зміщення вегетаційних періодів та зростання частоти екстремальних погодних явищ. У таких умовах особливої уваги потребує впровадження адаптивних агротехнологій, здатних забезпечити екологічну стійкість та стабільність виробництва.

Льон олійний як технічна культура відіграє важливу роль у формуванні економіки аграрних підприємств, оскільки має широкий спектр використання в легкій, харчовій та фармацевтичній промисловості. Крім того, льон є екологічно безпечною культурою, яка позитивно впливає на структуру ґрунту і не потребує надмірного внесення хімічних засобів. Проте в умовах південного регіону України, зокрема Миколаївської області, вирощування льону супроводжується рядом труднощів, пов'язаних із нестачею вологи, високими температурами та деградацією ґрунтів.

Метою даної роботи є оцінка екологічних аспектів вирощування льону в умовах кліматичних змін на території ТОВ "АТФ "АГРО-ДІЛО" та розробка рекомендацій щодо підвищення екологічної ефективності агровиробництва.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

— проаналізувати літературні джерела щодо впливу кліматичних змін на сільськогосподарське виробництво;