

[0000-0001-9329-0577] **О. М. Хоменко**¹, канд. хім. наук, доцент,
e-mail: o.khomenko@chdtu.edu.ua

[0000-0001-8764-6952] **Л. М. Кравченко**¹,

[0000-0001-9055-1188] **Л. І. Жицька**¹, канд. біол. наук, доцент,

e-mail: zhytska_lyudmila@ukr.net

[0000-0002-6608-277X] **Ю. Г. Бондаренко**², канд. мед. наук, доцент

e-mail: ck-oblses@ukr.net

¹Черкаський державний технологічний університет

б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

²Державна установа «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб

Міністерства охорони здоров'я України»

вул. Волкова, 3, м. Черкаси, 18005, Україна

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА НАДХОДЖЕННЯ НІТРАТІВ В ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ З ПИТНОЮ ВОДОЮ

В роботі піднімається питання відповідності води з джерел централізованого та децентралізованого водопостачання в Україні і Черкаській області вимогам ДСанПіНу 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною», Закону України «Про питну воду та питне водопостачання», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя». Висвітлено результати дослідження вмісту нітратів у централізованих водогонах та приватних свердловинах і колодязях населених пунктів Черкаського району. Встановлено, що у воді централізованих джерел водопостачання середня концентрація нітратів становила 24 мг/дм³, що не перевищує гранично-допустимий норматив. Однак у 2,8 % досліджених проб води джерел централізованого водопостачання спостерігалось незначне перевищення нормативних значень, а у воді окремих джерел воно становило 110 мг/дм³ (м. Умань, м. Тальне та ін.). Визначена середня концентрація нітратів у воді децентралізованих джерел водопостачання становила 44 мг/дм³, що в межах гранично-допустимого рівня, але у 18 % досліджених проб має місце відхилення від допустимої добової дози (ДДД – 50 мг/дм³) в 1,5–4,0 рази, і в окремих джерелах контролю (шахтні та трубні колодязі), становить 235 мг/дм³ і навіть 900 мг/дм³, що надзвичайно небезпечно для здоров'я населення, особливо для немовлят, добова норма для яких становить 2,5 мг/кг/добу. Вивчено питання дії нітратних сполук на організм людини, які у високих дозах швидко окиснюють гемоглобін крові в метгемоглобін, викликаючи циркуляторну та тканинну гіпоксію, блокують ферментні системи клітин організму, що призводить до порушення окиснювального фосфорилування і нітратної метгемоглобінемії. Визначено можливі джерела надходження токсикантів у питну воду, розроблено рекомендації щодо її використання.

Ключові слова: питна вода, нітрати, децентралізовані джерела, водопостачання, еколого-гігієнічна оцінка, токсичний вплив.

Вступ. Нітрати (солі нітратної кислоти HNO₃) є поширеними в природі речовинами. В природних умовах нітрати утворюються в результаті екзогенних процесів та внаслідок розкладу органічних решток. Вони містяться в ґрунті, воді та входять до хімічного складу рослин, є продуктами обміну в організмах людини та тварин. Таке значне поширення нітратів у навколишньому середовищі неминуче обумовлює постійний контакт населення з ними. Ще порівняно недавно населення знавало впливу нітратів лише у виняткових

випадках, зокрема при використанні води, що формується в геологічних структурах, які є багатими на селітру. Проте останнім часом помітно зростає навантаження нітратами на організм людини. Нітрати повністю надходять в організм людини перорально у складі питної води та продуктів харчування. Тому вивчення забрудненості води і харчових продуктів нітратами та чинниками, що впливають на ступінь цього забруднення, є досить актуальним.

Аналіз останніх джерел і публікацій. Нітрати постійно надходять до організму лю-

дини і при незначних концентраціях не завдають шкоди стану здоров'я. Здебільшого вони потрапляють до організму людини з продуктами харчування та питною водою. Проте перевищення нітратних навантажень на організм людини може негативно вплинути на стан здоров'я.

З метою контролю вмісту нітратів у питній воді були встановлені їх гранично-допустимі концентрації (ГДК), що становлять не більше 50 мг/дм³ відповідно до вимог державних санітарних правил і норм. У країнах Європейського Союзу ця норма становить не більше 45 мг/дм³. Це те значення концентрації нітратів у питній воді, яке при постійному споживанні не призведе до негативних змін в організмі людини. Допустима добова доза нітратів для дорослої людини встановлена на рівні 5 мг/кг/добу, а для дітей раннього віку – відповідно 2,5 мг/кг/добу.

До основних джерел забруднення води нітратами відносять органічні речовини, кислотні дощі, стічні води та надмірне використання добрив [1, 2].

В результаті розкладу органічних речовин відбувається їх трансформація в мінеральні речовини, зокрема азотовмісні сполуки. Трансформація азотовмісних сполук у нітрати відбувається в процесі амоніфікації, внаслідок якої мінералізація органічних азотовмісних речовин призводить до утворення аміаку, який окиснюється до нітратів і нітритів (нітрифікація). Надалі утворені нітрати частково відновлюються завдяки денітрифікуючим бактеріям до вільного азоту, який виділяється в атмосферу, а решта нітратів залишається у ґрунті, звідки може надходити в ґрунтові води та вимиватися в поверхневі води.

Головним джерелом забруднення води нітратами в Україні залишається сільське господарство, зокрема недотримання технологій внесення добрив в орні землі, що призводить до їх накопичення [3, 4].

Особливістю сільської місцевості України є використання колодязів як джерела питної води, що поповнюються завдяки підземним водам. Ці підземні води можуть містити в своєму складі значну кількість нітратів, що надходять з полів. Ще одним джерелом надходження нітратного азоту до колодязів є тваринницькі господарства, відходи яких, зокрема гній і послід, становлять підвищену екологічну небезпеку для прилягаючих територій.

Слід відзначити, що майже на половині території України рівень нітратів у воді колодязів є підвищеним, а в деяких районах Прикарпаття спостерігаються перевищення концентрації нітратів у колодязній воді від 55 мг/дм³ до 100 мг/дм³. Ці показники в Черкаській області досягають від 180 мг/дм³ до 5600 мг/дм³. Такий підвищений рівень вмісту нітратів у воді є токсичним не лише для дітей, а й для дорослої людини [5, 6].

На рисунку 1 наведено карту наявності нітратів у колодязній воді на території України.



Рисунок 1. Наявність нітратів у колодязній воді на території України [16]

Перевищення ГДК по нітратах також характерно для водопровідної води, що насамперед обумовлено скидом забруднених стічних вод через недосконалість та застарілість очисних споруд і технологій очищення.

Як видно з рисунка 2, перевищення вмісту нітратів у водопровідній воді спостерігаються в Київській, Харківській, Кіровоградській, Херсонській, Черкаській, Чернігівській, Хмельницькій і Чернівецькій областях.

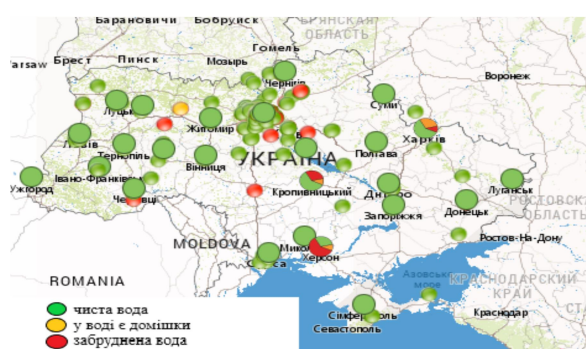


Рисунок 2. Наявність нітратів у водопровідній воді на території України [16]

Значну наявність нітратів встановлено в артезіанських свердловинах, більше половини яких характеризуються перевищенням допустимої концентрації нітратів. Причому найбільший відсоток вмісту нітратів у воді

свердловин спостерігається в Київській області (рисунок 3).

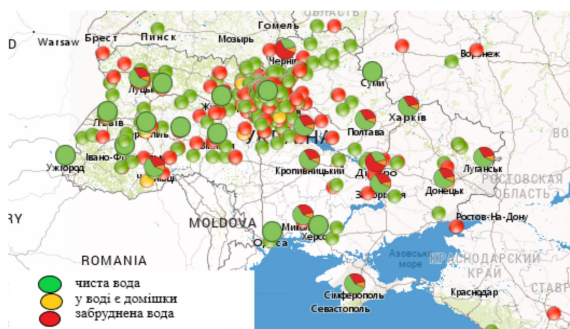


Рисунок 3. Наявність нітратів в артезіанських свердловинах на території України [16]

З аналізу рисунків 1–3 можна зробити висновок, що в Черкаській області найбільше нітратів надходить в організм людини з колодязною водою.

Аналіз джерел постачання питної води показав, що основні джерела водопостачання в області – це Кременчуцьке водосховище, річки Гнилий Тікич, Рось, Тясмин та підземні водозабори. У 2021 р. згідно з даними звітності за формою 2-ТП (водгосп) загальний водозбір становив 155,7 млн. м³, що на 7,8 % менше, ніж у 2020 р. [6–7]. Динаміку забору свіжої води зображено на рисунку 4.

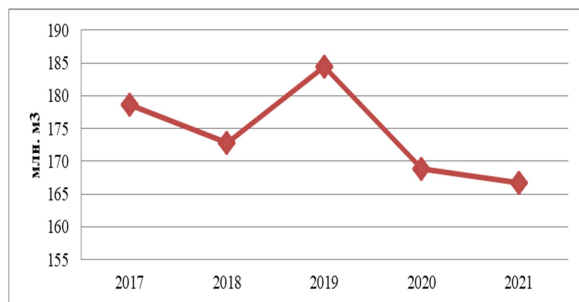


Рисунок 4. Забір свіжої води, млн. м³

Такі зміни обсягів забору води в 2021 р. можна пояснити зменшенням водозбору з поверхневих джерел, а саме на 14,1 млн. м³, порівнюючи з 2020 р. Слід відзначити, що в 2021 р. збільшився водозбір саме з підземних джерел на 1,0 млн. м³ проти 2020 р. Загальне використання води у 2021 р. становило 115,4 млн. м³, зокрема на виробничі потреби – 63 %, питні та санітарно-гігієнічні потреби – 21 % та на потреби зрошення – 16 % (рисунок 5).

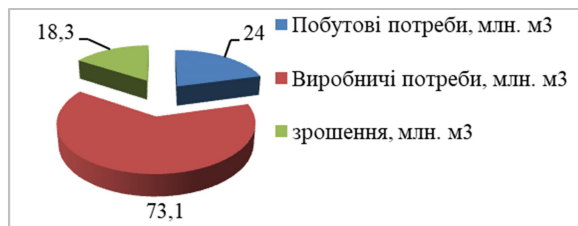


Рисунок 5. Структура використання водних ресурсів Черкаської області, млн. м³

Джерелом водопостачання міста Черкаси є річка Дніпро. Для того щоб річкову воду перетворити на питну з відповідністю її чинним нормативам, необхідно виконати повний технологічний цикл очищення з використанням таких реагентів, як коагулянти, флокулянти, хлор та аміак (рисунок 6).

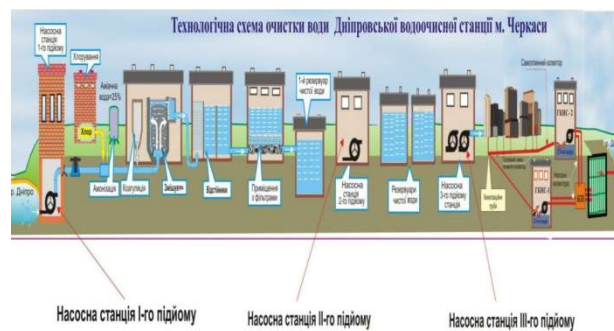


Рисунок 6. Технологічна схема очищення води Дніпровської водоочисної станції м. Черкаси [17]

КП «Черкасиводоканал» постійно забезпечує жителів міста питною водою, якість якої відповідає всім вимогам ДСанПіНу 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [8, 9] як за хімічними, так і за бактеріологічними показниками.

Відповідно до вимог ДСанПіНу 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до питної води, призначеної для споживання людиною», Закону України «Про питну воду та питне водопостачання», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя» відповідальність за якість води і стан джерел централізованого та децентралізованого водопостачання в населених пунктах покладено на органи місцевого самоврядування та на власників колодязів [10, 11].

Слід зазначити, що в регіонах України, де внаслідок російської агресії пошкоджено централізовані джерела водопостачання, люди

змушені використовувати децентралізовані джерела водопостачання, зокрема криниці, вода в яких може бути забруднена нітратами з перевищенням нормативів. Ситуація ускладнюється тим, що на цих територіях не існує альтернативного джерела водопостачання і немає можливості визначення концентрації нітратів.

Для часткового вирішення цієї проблеми Міністерством охорони здоров'я України введено в дію наказ від 22 квітня 2022 р. № 683 «Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуацій іншого характеру» [12].

Мета та задачі дослідження. Метою роботи було, використовуючи статистичні, бібліографічні, спостережні, лабораторно-інструментальні й аналітичні методи досліджень, вивчити питання стану якості води джерел централізованого та децентралізованого водопостачання в Україні і Черкаській області щодо її відповідності нормативам на вміст нітратних сполук, провести дослідження показників концентрацій нітратів у питній воді

Черкаського району та області. У завдання роботи входило: провести дослідження показників концентрацій нітратів у питній воді Черкаського району та області, виконати статистичну обробку результатів і проаналізувати їх на відповідність ДДД, охарактеризувати динаміку та джерела надходження токсичних речовин, розробити рекомендації щодо безпечних умов споживання питної води із приватних свердловин і колодязів населенням, визначити перспективи подальших досліджень.

Результати досліджень. Контроль за якістю питної води проводиться на всіх етапах її очищення – як перед подачею у водорозподільну мережу, так і в системі водорозподільних мереж міста Черкаси. Для здійснення контролю функціонує лабораторія КП «Черкасиводоканал», яка у 2018 р. отримала сертифікат визнання вимірювальних можливостей. На сьогоднішній день контроль якості питної води щоденно проводиться за 10 показниками, зокрема і за вмістом нітратів. В таблиці 1 наведено дані щодо дослідження вмісту нітратів у питній воді III підйому КП «Черкасиводоканал» за період квітень–вересень 2022 р.

Таблиця 1. Вміст нітратів у питній воді III підйому КП «Черкасиводоканал» (квітень – вересень 2022 р.)

Період дослідження проб води	Одиниці вимірювання	Показники: нітрати (по NO ₃) питна вода водопровідна	ДСанПіН 2.2.4 – 171-10 Не більше
Квітень	мг/дм ³	5,62	50
Травень		4,8	
Червень		<0,2	
Липень		0,72	
Серпень		0,52	
Вересень		0,45	

З аналізу таблиці 1 можна зробити висновки, що перевищень по вмісту нітратів у питній воді з централізованих джерел водопостачання за зазначений період не виявлено.

За останні роки на КП «Черкасиводоканал» відбулися значні зміни в модернізації технології водопідготовки, зокрема перехід від сірчаноокислого алюмінію як коагулянту на більш сучасні реагенти, що дозволяють значною мірою зменшити вміст алюмінію у воді та відповідно поліпшити якість технологічної обробки.

На наступному етапі провели аналіз забрудненості нітратами води джерел централізованого та децентралізованого водопостачання на дослідних територіях області.

Дослідження вмісту нітратів у джерелах водопостачання Черкаської області, що проводились на базі лабораторії Державної установи «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України» (далі Центр), подано у таблиці 2.

Дані таблиці 2 засвідчують, що відібрані й проаналізовані проби питної води мали

відхилення від нормативних показників допустимої добової дози (ДДД – 50 мг/дм³) як у деяких джерелах централізованого водопостачання

(зокрема й у міських водогонях, окрім м. Черкаси) так і у джерелах децентралізованого водопостачання.

Таблиця 2. Показники досліджень джерел господарсько-питного водопостачання у Черкаській області за 2021 р.

№ з/п	Об'єкти водопостачання	Всього	Кількість проб на вміст нітратів, шт.	
			Всього	З них не відповідає нормативам
1	Централізоване водопостачання, зокрема:	402	1027	77
	Водозабори	19	58	7
	Комунальні водопроводи	132	354	24
	Відомчі водозабори	92	328	23
2	Сільські водопроводи	170	296	23
3	Локальні водопроводи	26	49	7
4	Нецентралізоване водопостачання	890	295	271
5	Колодязі шахтні:	801	714	252
	Зокрема громадські	142	81	16
	Індивідуальні колодязі	580	596	220
6	Каптажі	8	20	-
7	Артезіанські свердловини	36	185	19

Оскільки за даними рисунка 1 та показниками таблиці 2 найбільш підвищений рівень концентрації нітрат-іонів на території України та Черкаської області спостерігається у воді колодязів, то для підтвердження отри-

маних результатів і встановлення зміни динаміки накопичення забруднень нами були проведені дослідження питної води шахтних колодязів приватного сектору у селах Черкаського району (таблиця 3).

Таблиця 3. Концентрації вмісту нітратів у питній воді шахтних колодязів селищ Черкаського району

№ з/п	Села району дослідження	Концентрація у мг/дм ³		
		мінімальна	максимальна	середня
1	Білозір'я	4,4	66,8	56,6±2,95
2	Будище	32,6	56,0	54,0±2,95
3	Вергуни	4,4	50,6	52,2±3,62
4	Геронимівка	4,4	58,0	49,6±9,60
5	Дубіївка	16,8	58,6	42,6±11,30
6	Леськи	4,4	52,6	48,5±6,53
7	Лозівок	16,4	53,4	49,4±8,46
8	Мошни	18,6	53,4	48,8±9,56
9	Софіївка	8,8	53,2	52,0±3,62
10	Свидівок	4,4	50,8	50,6±3,62
11	Руська Поляна	8,8	58,0	38,6±4,25
12	Худяки	4,4	54,0	49,4±5,43
13	Хутори	8,8	50,6	44,8±11,52
14	Шелепухи	28,6	50,8	46,8±4,25

Як свідчать дані таблиці, максимальні показники визначених концентрацій нітрат-іонів у воді колодязів зазначених селищ

Черкаського району перевищують добові допустимі дози, що наочно демонструє рисунок 7.

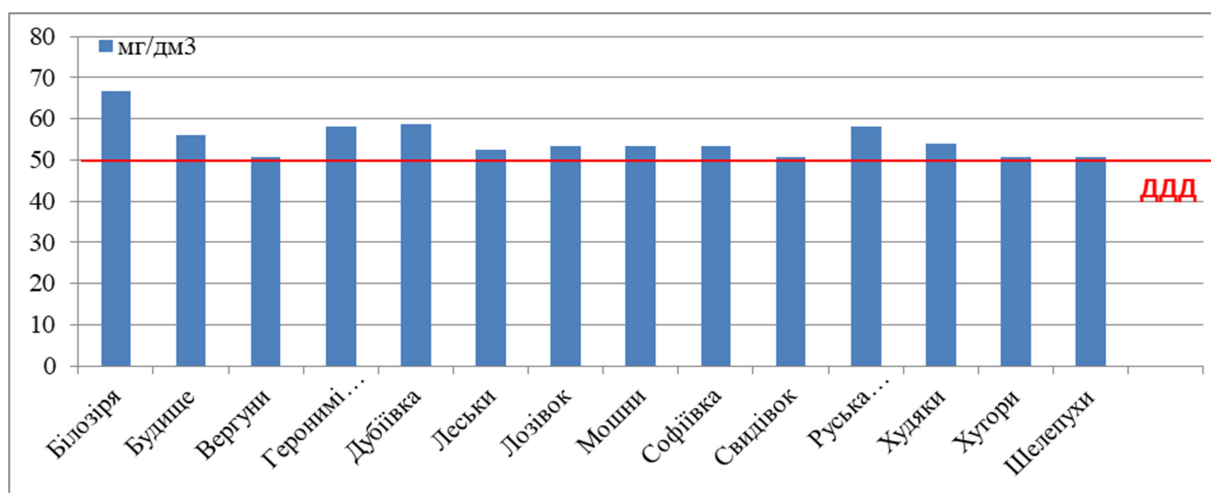


Рисунок 7. Діаграма максимальних концентрацій нітрат-іонів у питній воді колодязів

Середні значення показників у переважній більшості проб знаходяться у межах граничних значень.

Обговорення результатів. Проведені нами дослідження показали, що у воді централізованих джерел водопостачання середня концентрація нітратів становила 24 мг/дм^3 , що не перевищує гранично-допустимий норматив. Разом з тим, у 2,8 % досліджених проб води з джерел централізованого водопостачання деяких міст області концентрація нітратів перевищує гранично-допустимий норматив і становить 110 мг/дм^3 (м. Умань, м. Тальне та ін.).

Значно інформативнішими були дані щодо концентрацій нітратів у воді з децентралізованих джерел водопостачання області, де середня концентрація становила 44 мг/дм^3 , що не перевищує гранично-допустимий норматив. Разом з тим, у 18 % досліджених проб води концентрація нітратів перевищує гранично-допустимий норматив в 1,5–4,0 рази (таблиця 2). В окремих джерелах контролю (шахтні та трубні колодязі) цей показник становить 235 мг/дм^3 і навіть 900 мг/дм^3 , що надзвичайно небезпечно для здоров'я населення, особливо для немовлят, добова норма для яких становить $2,5 \text{ мг/кг/добу}$.

Як свідчать дані таблиці 3 та рисунка 7, максимальні показники визначених концентрацій нітрат-іонів у воді селищних колодязів

Черкаського району перевищують добові допустимі дози в 1,02–1,34 разу. Середні значення показників у переважній більшості проб знаходяться у межах граничних значень, за винятком проб води сіл: Білозір'я, Будище, Вергуни та інші. Проте, якщо допустити використання питної води для харчування, що передбачає її кип'ятіння, то концентрація солей може зрости на 30–80 %.

Державною установою «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України» у 2021 р. досліджено 5254 проби харчових продуктів (овочі та фрукти, продовольча сировина) та 1952 проби питної води з централізованих і децентралізованих джерел водопостачання, з них 925 – з децентралізованих та 1027 – з централізованих (рисунок 8).

Дослідження показали, що 0,6 % проб продуктів харчування мають вміст нітратів, вищий максимально допустимих значень ГДК. У воді питній з централізованих джерел водопостачання перевищення граничних концентрацій містили 4 % проб, а з децентралізованих джерел – понад 30 %.

На основі проведених досліджень відібраних проб води, а також аналізу зразків овочів і фруктів встановлено, що основним джерелом надходження нітратів в організм людини є питна вода децентралізованих джерел водопостачання (рисунок 8).

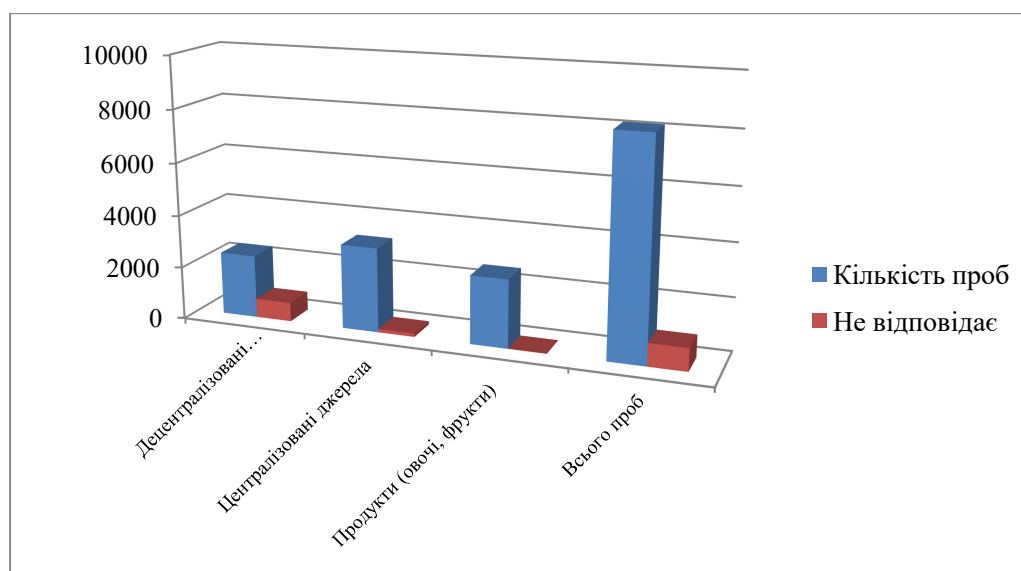


Рисунок 8. Результати дослідження вмісту нітратів у відібраних зразках води та продуктів харчування

З метою моніторингу Центр досліджує лише колодязі громадського користування. Обов'язковою умовою є дослідження води в колодязях у місцях мешкання дітей до трьох років та вагітних жінок. Слід звернути увагу на те, що нітрат-іони не мають ні запаху, ні кольору, тобто за органолептичними показниками їх визначити неможливо. Вживання забрудненої токсикантами питної води та продуктів рослинництва призводить до такого захворювання, як метгемоглобінемія, яка за своїми масштабами вийшла вже на глобальний рівень [13, 14].

Головна небезпека криється в тотальному забрудненні нітратами біосфери, що призводить до негативного впливу останніх на організм людини, особливо дітей раннього віку, погіршенні якості рослинних сільськогосподарських продуктів. Це обумовлено насамперед неможливістю досягнення екологічного оптимуму під час використання у рослинництві інтенсивних технологій, пов'язаних, зокрема, із застосуванням в значних кількостях доступних нітрогенвмісних мінеральних добрив, а також скидом побутових стічних вод від індивідуальних та колективних господарств у вигрібні ями, звідки у результаті всмоктування ґрунтом вони потрапляють у підземні води. Негативним наслідком цього є забруднення питної води, що надзвичайно небезпечно, особливо для дитячого організму, а саме для дітей в перші місяці життя [15].

Висновки. У статті порушено питання проблематики забруднень питної води децентралізованих джерел водопостачання токсичними нітрат-іонами.

Одним із головних механізмів токсичної дії нітратів є перетворення гемоглобіну в метгемоглобін, що викликає циркуляторну і тканинну гіпоксію, блокування ферментних систем клітин та призводить до порушення окиснювального фосфорилування і нітратної метгемоглобінемії. Ризик розвитку метгемоглобінемії у дітей першого року життя насамперед пов'язаний з недосконалістю ферментних систем організму та, відповідно, біохімічних процесів. Немовлята вживають в 10 разів більше рідини на одиницю маси тіла, ніж дорослі. До зони ризику також відносять дітей до 3–6 років та вагітних жінок. Як правило, залежно від рівня метгемоглобіну в крові людини розрізняють легкий (10%), середній (до 40%) та важкий (до 60%) ступінь отруєння. В нормі в організмі людини в крові є 1–2% метгемоглобіну. Якщо ця величина перевищує 10%, то спостерігаються клінічні прояви гіпоксії, перевищення на 30–40% викликають анемію. Причому в дітей рівень метгемоглобіну в 5% може призвести до легкого ступеня отруєння, а в 40–45% – до летальних наслідків. Тому водно-нітратну метгемоглобінемію можна віднести до ендемічних захворювань, що виникають у населення конкретної місцевості і обумовлені відповідними геохімічними особливостями.

Таким чином, відповідно до мети дослідження вирішено завдання встановлення причин наявності нітратів у колодязях та каптажах, до яких також можна віднести недотримання власниками вимог санітарного законодавства при їх облаштуванні та відповідно утриманні колодязів, що зі свого боку призводить до забруднення питної води та її непридатності до споживання. Тому контроль питної води, особливо децентралізованих джерел водопостачання, повинен бути вирішений на державному рівні.

Практичне значення. Матеріали статті та проведені дослідження сприяють визначенню пріоритетних завдань та розробці підходів щодо покращення екологічного стану питної води, особливо з джерел децентралізованого водопостачання. Насамперед, необхідно оздоровити водоносний горизонт, проводити інформативно-роз'яснювальну роботу серед населення, починаючи з вивчення та усвідомлення цієї проблеми у школі.

Також постає нагальна проблема з побудови в забруднених зонах водогонів як за кошти окремих громадян, так і за кошти територіальних громад.

Інший ефективний шлях вирішення цієї проблеми пов'язаний з очищенням води, що забруднена нітратами та нітридами, на станціях комплексного очищення води, що також потребує значних матеріальних затрат.

Враховуючи, що діти раннього віку є найбільш чутливими до токсичної дії нітратів та інших хімічних сполук, передусім необхідно вживати заходів щодо забезпечення їх доброякісною питною водою, а отруєння дітей слід розглядати як надзвичайну екологічну ситуацію.

Перспективи подальших досліджень. Надалі передбачається досліджувати питання впливу нітратомісних сполук на довкілля, визначення ризиків, які обумовлюють порушення навколишнього середовища, та визначення збитку від впливу природних, техногенних, економічних та соціальних чинників.

Окрім цього, наведений аналіз даних та результатів експериментального дослідження підтверджує необхідність подальшого здійснення моніторингу за станом підземних та поверхневих джерел водопостачання, а також вивчення популяційного й індивідуального ризиків для здоров'я від фактичного надходження нітратів в організм людини, враховуючи вікову чутливість.

Список використаних джерел

- [1] *Нітрати у воді*: веб-сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ecosoft.ua/ua/blog/nitraty-v-vode/>.
- [2] L. D. Romanchuk, R. A. Valerko, L. O. Herasymchuk, and M. M. Kravchuk, "Assessment of the impact of organic agriculture on nitrate content in drinking water in rural settlements of Ukraine", *Ukrainian Journal of Ecology*, vol. 11, no. 2, pp. 17-26, 2021. doi: 10.15421/2021_71.
- [3] H. Kim et al., "Nitrate contamination and subsequent hydrogeochemical processes of shallow groundwater in agro-livestock farming districts in South Korea", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 273, pp. 50-61, 2019. doi: 10.1016/j.agee.2018.12.010.
- [4] O. V. Lototska, and V. O. Prokopov, "Assessment of the risk of the consumption of drinking water with the increased content of nitrates for the health of the people of the Ternopil region", *Environment & Health*, no. 4, pp. 20-24, 2018. doi: 10.32402/dovkil2018.04.020.
- [5] С. Р. Гребенюк, та О. М. Хоменко, "Екологічна оцінка поверхневих вод Черкаської області", на *IX Міжнар. наук. конф. молодих вчених, Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування*. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна. 2021, с. 72-74.
- [6] *Вплив нітратів на організм людини*: веб-сайт. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dpssc.gov.ua/pres-tsentr/novyny/1115/vplyv-nitrativ-na-orhanizm-liudyny.html>.
- [7] *Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні за 2020 рік*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zhkh/teplo-vodopostachannya-ta-vodovidvedennya/natsionalna-dopovid/nacjonalna-dopovid-pro-yakist-pytanoi-vody-ta-stan-pytного-vodopostachannya-v-ukrayini-za-2020-rik-2/>.
- [8] *Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2021 році*. Черкаси: Упр. екології та природних ресурсів Черкас. обл. держ. адміністрації, 2022.

- [9] ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною".
- [10] Закон України "Про питну воду та питне водопостачання".
- [11] Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя".
- [12] Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 22 квітня 2022 року № 683 "Про затвердження Державних санітарних норм і правил "Показники безпечності та окремі показники якості питної води в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуацій іншого характеру".
- [13] M. Parvizishad, A. Dalvand, A. H. Mahvi, and F. A. Goodarzi, "Review of adverse effects and benefits of nitrate and nitrite in drinking water and food on human health", *Health Scope*, vol. 6 (3), e14164, 2017. doi: 10.5812/jhealthscope.14164.
- [14] M. Qasemi et al., "Health risk assessments due to nitrate levels in drinking water in villages of Azadshahr, northeastern Iran", *Environ Earth Sci.*, vol. 77, 782, 2018. doi: 10.1007/s12665-018-7973-6.
- [15] Ю. Г. Бондаренко, О. С. Джулай, В. М. Рябовол, О. А. Хоменко, та О. А. Коханій, "Медико-гігієнічна оцінка води поверхневого джерела централізованого водопостачання міста Черкаси", *Довкілля та здоров'я*, № 3 (88), с. 16-21, 2018.
- [16] Інтерактивні карти якості води. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://voda.org.ua>
- [17] Комунальне підприємство «Черкасиводоканал». [Електронний ресурс]. Режим доступу: vodokanal-cherkasy.ck.ua
- [9] *Ecosystems & Environment*, vol. 273, pp. 50-61, 2019. doi: 10.1016/j.agee.2018.12.010.
- [4] O. V. Lototska, and V. O. Prokopov, "Assessment of the risk of the consumption of drinking water with the increased content of nitrates for the health of the people of the Ternopil region", *Environment & Health*, no. 4, pp. 20-24, 2018. doi: 10.32402/dovkil2018.04.020.
- [5] S. R. Grebeniuk, and O. M. Khomenko, "Ecological assessment of surface waters of the Cherkasy region", in Proc. IX Int. Sci. Conf. of young scientists, Ecology, Neoeology, Environmental Protection and Balanced Nature Management. Kharkiv: KhNU named after V. N. Karazin, 2021, pp. 72-74 [in Ukrainian].
- [6] *Effects of nitrates on the human body*: website. [Online]. Available: <https://dpssc.gov.ua/pres-tsentr/novyny/1115/vplyv-nitrativ-na-orhanizm-liudyny.html> [in Ukrainian].
- [7] *National report on the quality of drinking water and the state of drinking water supply in Ukraine for 2020*. [Online]. Available: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zkh/teplo-vodopostachannya-ta-vodovidvedennya/natsionalna-dopovid/nacjonalna-dopovid-pro-yakist-pytnoyi-vody-ta-stan-pytного-vodopostachannya-v-ukrayini-za-2020-rik-2> [in Ukrainian].
- [8] *Regional report on the state of the natural environment in the Cherkasy region in 2021*. Cherkasy: Department of Ecology and Natural Resources of the Cherkasy Regional State Administration, 2022 [in Ukrainian].
- [9] ДСанПіН 2.2.4-171-10 "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption" [in Ukrainian].
- [10] *Law of Ukraine "On drinking water and drinking water supply"* [in Ukrainian].
- [11] *Law of Ukraine "On ensuring sanitary and epidemic welfare"* [in Ukrainian].
- [12] *Order of the Ministry of Health of Ukraine dated April 22, 2022 no. 683 "On the approval of State sanitary norms and rules "Safety indicators and separate indicators of the quality of drinking water in conditions of martial law and other emergency situations"* [in Ukrainian].
- [13] M. Parvizishad, A. Dalvand, A. H. Mahvi, and F. A. Goodarzi, "Review of adverse effects and benefits of nitrate and nitrite in drinking water and food on human health",

References

- [1] *Nitrates in water*: web-site. [Online]. Available: <https://ecosoft.ua/ua/blog/nitraty-v-vode/> [in Ukrainian].
- [2] L. D. Romanchuk, R. A. Valerko, L. O. Herasymchuk, and M. M. Kravchuk, "Assessment of the impact of organic agriculture on nitrate content in drinking water in rural settlements of Ukraine", *Ukrainian Journal of Ecology*, vol. 11, no. 2, pp. 17-26, 2021. doi: 10.15421/2021_71.
- [3] H. Kim et al., "Nitrate contamination and subsequent hydrogeochemical processes of shallow groundwater in agro-livestock farming districts in South Korea", *Agriculture*,

- Health Scope*, vol. 6 (3), e14164, 2017.
doi: 10.5812/jhealthscope.14164.
- [14] M. Qasemi et al., "Health risk assessments due to nitrate levels in drinking water in villages of Azadshahr, northeastern Iran", *Environ Earth Sci.*, vol. 77, 782, 2018. doi: 10.1007/s12665-018-7973-6.
- [15] Y. Bondarenko, O. Julay, V. Rabovol, O. Khomenko, and O. Kohanij, "Medical and hygienic assessment of water of the surface source of the centralized water supply of the city of Cherkasy", *Dovkillia ta zdorovia*, no. 3 (88), pp. 16-21, 2018 [in Ukrainian].
- [16] *Interactive water quality maps*. [Online]. Available: <https://voda.org.ua> [in Ukrainian].
- [17] *Cherkasyvodokanal utility company*. [Online]. Available: vodokanal-cherkasy.ck.ua [in Ukrainian].

O. M. Khomenko¹, Ph. D., Associate Professor,
e-mail: o.khomenko@chdtu.edu.ua

L. M. Kravchenko¹,

L. I. Zhitska¹, Ph. D., Associate Professor,
e-mail: zhytska_lyudmila@ukr.net

Yu. G. Bondarenko², Ph. D., Associate Professor
e-mail: ck-oblses@ukr.net

¹Cherkasy State Technological University
Shevchenko blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

²State institution "Cherkasy Regional Center for Disease Control and Prevention
of the Ministry of Health of Ukraine"
Volkova st., 3, Cherkasy, 18005, Ukraine

ENVIRONMENTAL AND HYGIENIC ASSESSMENT OF NITRATE ENTRY INTO THE HUMAN BODY WITH DRINKING WATER

The article raises the issue of compliance of water from the sources of centralized and decentralized water supply in Ukraine and the Cherkasy region with the requirements of DSanPiN 2.2.4-171-10 "Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption", the Law of Ukraine "On drinking water and drinking water supply", "On ensuring sanitary and epidemic welfare". The results of the research of the nitrate content in centralized water mains, private wells and wells in settlements of the Cherkasy district are highlighted. It is established that the average concentration of nitrates in the water of centralized water supply sources was 24 mg/dm³, which does not exceed the maximum permissible standard. However, in 2.8% of the investigated water samples of centralized water supply sources, a slight excess of the normative values was observed, and in the water of individual sources it was 110 mg/dm³ (the city of Uman, the city of Talne, etc.). The determined average concentration of nitrates in the water of decentralized water supply sources was 44 mg/dm³, which is within the maximum permissible level, but in 18% of the tested samples there was a deviation from the permissible daily dose (PDD – 50 mg/dm³) in 1,5–4, 0 times, and, in some sources of control (mines and tube wells), was 235 mg/dm³ and even 900 mg/dm³, which is extremely dangerous for public health, especially for infants, for whom the daily norm is 2,5 mg /kg/day.

The issue of the effect of nitrate compounds on the human body, which in high doses quickly oxidize blood hemoglobin into methemoglobin, causing circulatory and tissue hypoxia, block the enzyme systems of body cells, which leads to a violation of oxidative phosphorylation and nitrate methemoglobinemia, has been studied. Possible sources of ingress of toxicants into drinking water have been determined, and recommendations for its use have been developed.

Keywords: drinking water, nitrates, decentralized sources, water supply, ecological and hygienic assessment, toxic effect.