

Organic agriculture as a factor influence on the level of nitrates in water from non-centralized sources of rural settlements

L. Romanchuk✉ | R. Valerko

Article info

Correspondence Author

L. Romanchuk

E-mail:

ludmilaromanchuk14@gmail.com

Zhytomyr Polytechnic State University,
103 Chudniska St.,
Zhytomyr, 10005,
Ukraine

Citation: Romanchuk, L., & Valerko, R. (2024). Organic agriculture as a factor influence on the level of nitrates in water from non-centralized sources of rural settlements. *Scientific Progress & Innovations*, 27 (4), 98–104. doi: 10.31210/spi2024.27.04.16

The article examines the impact of organic agriculture on nitrate levels in water from non-centralized water supply sources in rural areas of Ukraine. The intensive use of mineral fertilizers in conventional agriculture is identified as the primary cause of anthropogenic nitrate pollution in groundwater, posing a serious threat to public health. Organic agriculture, based on environmentally safe principles, is considered one of the approaches to reducing environmental pollution. The article characterizes the current state of organic farming development in Ukraine, highlighting the growth in the number of organic production operators. Attention is focused on the differences between organic and conventional farming approaches, as well as the potential of organic farming to reduce pollution of water resources. This study aimed to assess the impact of organic agriculture on nitrate levels in drinking water from non-centralized water supply sources in Ukrainian rural areas where both organic and conventional farming are practiced. Research was conducted in 14 Ukrainian regions, covering rural areas practicing organic and conventional agriculture, primarily focused on crop production. However, traditional farming methods have led to ecological imbalances, including soil degradation, water pollution, and reduced crop quality. The widespread use of nitrogen fertilizers in Ukraine has driven increased agricultural productivity, but plants absorb only about 50% of these fertilizers, with the remainder polluting the environment, including surface and groundwater. From 2016 to 2022, the application of organic fertilizers in Ukraine showed a gradual increase, driven by European integration processes promoting organic farming. Despite positive trends, the contribution of organic farming to water quality improvement is unclear. Research revealed that nitrate levels in non-centralized water sources frequently exceeded permissible levels, with variations between 50 % and 100 % across regions. Elevated nitrate concentrations were particularly prominent in areas practicing traditional farming. However, even in organic farming regions, some samples showed significant nitrate levels. The findings underscore the urgent need for policies promoting sustainable agricultural practices and enhanced monitoring of water quality. Expanding organic farming practices and integrating advanced farming techniques could mitigate nitrate pollution and improve environmental and public health outcomes. Further studies should explore the long-term effects of organic farming on groundwater quality to guide policy decisions.

Keywords: drinking water, rural settlements, agriculture, fertilizers, nitrates

Органічне сільське господарство як чинник впливу на рівень нітратів у воді з нецентралізованих джерел сільських населених пунктів

Л. Д. Романчук | Р. А. Валерко

Державний університет
«Житомирська
політехніка»,
м. Житомир, Україна

У статті досліджено вплив органічного сільського господарства на рівень нітратів у воді з нецентралізованих джерел водопостачання сільських населених пунктів України. Інтенсивне використання мінеральних добрив у традиційному сільському господарстві є основною причиною антропогенного забруднення підземних вод нітратами, що створює серйозну загрозу для здоров'я населення. Споживання води з високим вмістом нітратів асоціюється з ризиком розвитку метгемоглобінемії, порушенням репродуктивного здоров'я та онкологічними захворюваннями. Органічне сільське господарство, що базується на екологічно безпечних принципах, розглядається як один із способів зменшення забруднення навколишнього середовища. У статті охарактеризовано сучасний стан розвитку органічного землеробства в Україні, зокрема зростання кількості операторів органічного виробництва. Увага акцентується на відмінностях між органічним і традиційним підходами до ведення господарства, а також на потенціалі органічного землеробства у зменшенні забруднення водних ресурсів. Дослідження проводились у 14 областях України, охоплюючи населені пункти, де застосовуються як органічні, так і традиційні методи ведення сільського господарства. Результати аналізу проб води з джерел нецентралізованого водопостачання свідчать про значні перевищення допустимого рівня нітратів у регіонах із переважанням традиційного землеробства. Виявлено, що у низці областей, таких як Херсонська, Кіровоградська та Вінницька, рівень нітратів у воді сягав 13,6 разів вище нормативів. Хоча органічне господарство демонструє позитивну тенденцію до зменшення використання хімічних добрив, у деяких випадках рівень нітратів у воді в населених пунктах з органічним виробництвом все ж перевищував нормативи. Це підкреслює необхідність подальшого вдосконалення методів органічного господарювання та запровадження системного моніторингу якості водних ресурсів. Отримані результати мають важливе практичне значення для формування екологічної політики, спрямованої на зниження забруднення водних ресурсів, а також для популяризації органічного землеробства як стратегії сталого розвитку аграрного сектора України.

Ключові слова: питна вода, сільські населені пункти, сільське господарство, добрива, нітрати.

Бібліографічний опис для цитування: Романчук Л. Д., Валерко, Р. А. Органічне сільське господарство як чинник впливу на рівень нітратів у воді з нецентралізованих джерел сільських населених пунктів. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (4). С. 98–104.

Вступ

Інтенсивне сільське господарство передбачає використання значної кількості штучних речовин, таких як мінеральні добрива та хімічні засоби захисту рослин, які не властиві природному середовищу. Це забезпечує стабільне отримання високих урожаїв, необхідних для задоволення продовольчих потреб населення. Однак, така практика має і суттєві недоліки. Зокрема, продукти харчування, отримані в результаті інтенсивного господарювання, можуть містити небезпечні речовини, такі як важкі метали, нітрати [1] та залишки пестицидів. До того ж, значного забруднення зазнає навколишнє середовище, включно із ґрунтом, водоймами, атмосферою та питною водою, де часто перевищуються допустимі рівні забруднюючих речовин.

Внесення великих обсягів мінеральних добрив, особливо азотних, є основною причиною збільшення концентрації нітратів у питній воді. Нітрати, які є солями азотної кислоти, переважно потрапляють до організму людини з питною водою або овочевою продукцією. Вони є одним із найбільш розповсюджених антропогенних забруднювачів підземних вод. Споживання води з високим вмістом нітратів може викликати метгемоглобінемію, негативно впливати на репродуктивне здоров'я та сприяти розвитку специфічних онкологічних захворювань [2, 3].

Проблема забруднення питної води нітратами в джерелах нецентралізованого водопостачання в сільських населених пунктах широко висвітлена в дослідженнях як українських [4–6], так і зарубіжних учених, які аналізують шляхи потрапляння нітратів у водні ресурси, причини перевищення їх допустимих концентрацій у питній воді, а також вплив цих сполук на здоров'я людини [7–9].

У багатьох регіонах світу концентрація нітратів у водних ресурсах продовжує зростати, насамперед через використання неорганічних добрив та гною тваринного походження в аграрних зонах. Азотні добрива є основним джерелом антропогенного азоту в навколишньому середовищі, а їх застосування набуло масового характеру після впровадження технології Габера-Боша в 1920-х роках. Особливо активне використання синтетичних добрив на полях почалося з 1980-х років. Близько половини азотних стоків із сільськогосподарських угідь потрапляє в поверхневі та підземні води, що стало основною причиною зростання концентрації нітратів у цих джерелах [10].

Органічне землеробство визнане ефективним способом зменшення забруднення пестицидами, збереження біорізноманіття та збільшення чисельності мікроорганізмів у ґрунті [11, 12]. Водночас його вплив на рівень забруднення водних ресурсів нітратами залишається дискусійним. На сьогодні відсутні ґрунтовні дослідження щодо впливу органічного господарювання на якість питної води в сільських населених пунктах України, де розташовані «органічні підприємства». Враховуючи, що вміст нітратів у джерелах питного водопостачання безпосередньо впливає на здоров'я та рівень життя населення, це питання є надзвичайно актуальним і потребує детального вивчення.

Мета дослідження

Метою даного дослідження була оцінка впливу ведення органічного сільського господарства на вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання у сільських населених пунктах України, у межах яких знаходяться фермерські господарства органічного та традиційного сільськогосподарського виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідним стало вирішення таких завдань:

- проаналізувати внесення мінеральних та органічних добрив на території України;
- охарактеризувати стан розвитку органічного виробництва в Україні та визначити його роль щодо екологізації сільського господарства;
- оцінити вміст нітратів у питній воді джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів різних областей України та визначити можливі причини їх перевищення.

Матеріали і методи

Дослідження проводились у 14 областях України протягом 2020–2022 років, на території сільських населених пунктів, у яких ведеться органічне та традиційне сільське господарство, переважаючою діяльністю яких є рослинництво (*табл. 1*).

Таблиця 1

Схема відбору зразків води джерел нецентралізованого водопостачання сільських населених пунктів України

Область	Населений пункт	Органічне с/г	Традиційне с/г
Вінницька	с. Лука-Мелешівська	+*	-**
	с. Краснопілка	-	+
Волинська	с. Тростянець	-	+
	смт Маневичі	+	-
Житомирська	с. Заріччя	-	+
	с. Суємці	+	-
Київська	с. Рогачів	+	-
	с. Острожок	-	+
Кіровоградська	с. Гавронщина	+	-
	с. Літочки	-	+
Миколаївська	с. Зелений Барвінок	+	-
	с. Голоківка	-	+
Одеська	с. Мішково-Погорілове	+	-
	с. Дорошівка	-	+
Полтавська	с. Саф'яни	+	-
	с. Свердлово	-	+
Рівненська	с. Шушвалівка	+	-
	с. Еркл	-	+
Тернопільська	с. Красносілля	+	-
	смт Гоща	-	+
Хмельницька	смт Бучач	+	-
	с. Жизномир	-	+
Херсонська	с. Олешки	+	-
	с. Маячка	-	+
Черкаська	с. Сахнівці	+	-
	с. Ярмолинці	-	+
Чернігівська	с. Христинівка	+	-
	с. Паланка	-	+
Чернівецька	с. Чемер	+	-
	с. Беремиське	-	+

Примітки: * – сільські населені пункти, у яких знаходяться господарства органічного або традиційного сільського господарства; ** – не проводили відбір зразків.

Відбір проб питної води та їх транспортування і зберігання проводили відповідно до державного стандарту. Аналітичні дослідження зразків води на вміст нітратів (мг/дм³) здійснювали у сертифікованій вимірвальній лабораторії Поліського національного університету іонометричним методом.

Результати та їх обговорення

Характерною рисою сільських територій є діяльність виробників сільськогосподарської продукції, яка відіграє ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки та економічної стабільності країни. Водночас традиційні методи ведення сільського господарства спричинили значні порушення екологічної рівноваги, що проявляється в деградації ґрунтів, забрудненні водних ресурсів і зниженні якості рослинницької продукції.

В Україні за останні роки суттєво зросли обсяги виробництва сільськогосподарської продукції. Це пояснюється як зростанням світових цін на продовольство, так і значною інвестиційною привабливістю агропромислового комплексу. Для підвищення

врожайності культур і покращення родючості ґрунтів фермери активно застосовують мінеральні добрива. Водночас рослини засвоюють лише близько 50 % цих добрив, а залишки вимиваються за межі полів, забруднюючи довкілля, зокрема поверхневі водойми [13].

За даними ФАО ООН, найвищий рівень використання мінеральних добрив спостерігається в Нідерландах, де на 1 гектар вноситься 258 кг. У Великій Британії цей показник становить 247 кг, в Ізраїлі – 240 кг, Німеччині – 202 кг, Польщі – 176 кг, Франції – 169 кг, Чехії – 153 кг, а у США – 137 кг д. р. мінеральних добрив [14].

В Україні починаючи із 2016 року спостерігається збільшення кількості внесення мінеральних добрив (рис. 1), що спричинено збільшенням виробництва сільськогосподарської продукції, яка є основою продовольчої безпеки, фінансової стабільності та сталого функціонування держави. Збільшення кількості внесених добрив описується поліноміальною залежністю 3-го ступеня:

$$y = -25,871x^3 + 156632x^2 - 3E+08x + 2E+11$$

$R^2 = 0,8792$, що вказує на високий кореляційний зв'язок.

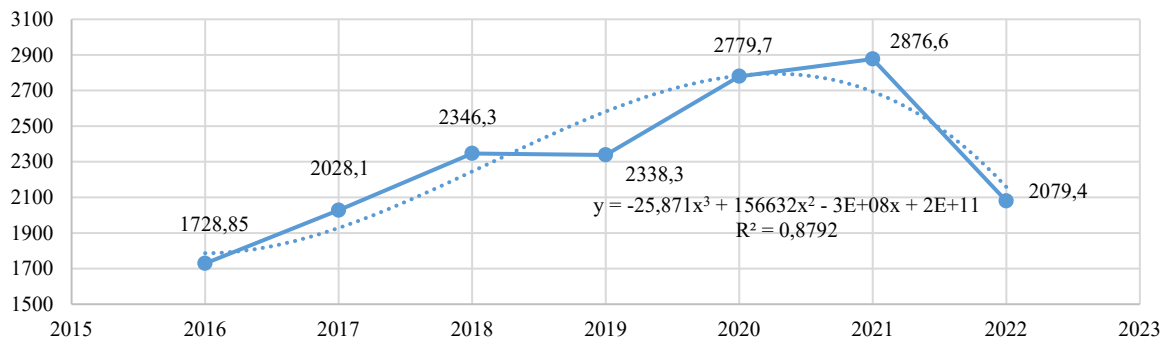


Рис. 1. Динаміка внесення мінеральних добрив під урожай в Україні, тис. т (побудова на основі літературних даних)

Джерело: [16].

У 2022 році лідерами за площею земель, удобрених мінеральними добривами, стали Одеська та Дніпропетровська області, де було удобрено відповідно 1050,7 тис. га та 1020,6 тис. га. Найвищий відсоток оброблених мінеральними добривами земель

зафіксовано в Одеській області – 95,7 %, тоді як найнижчий – у Херсонській області, де цей показник становив 68,2 %. Зниження частки в Херсонській області обумовлено активними бойовими діями в регіоні (рис. 2).

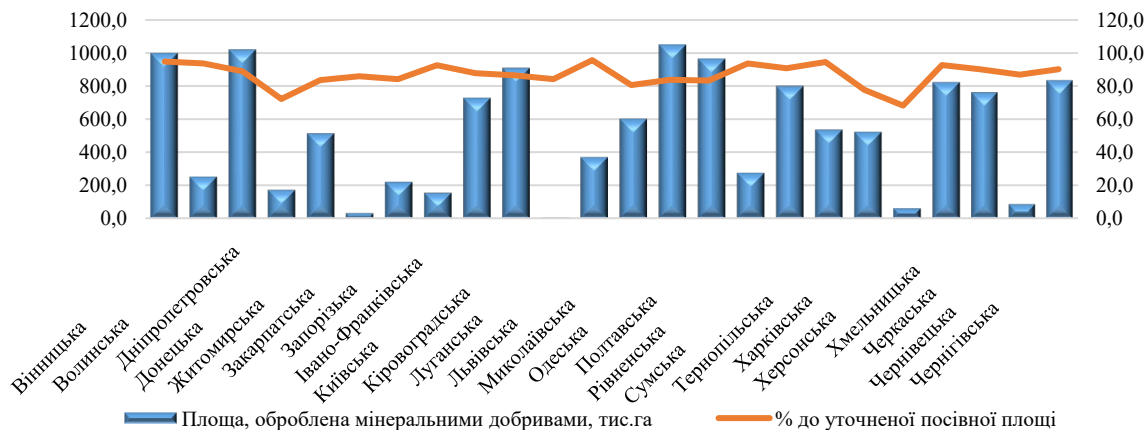


Рис. 2. Площа, оброблена мінеральними добривами у розрізі регіонів України, тис. га (побудова на основі літературних даних)

Джерело: [16].

Одним із важливих показників біологічної активності ґрунту та рівня забезпечення його рухомими формами азоту є нітрифікаційна здатність. Тривале використання ґрунтів без внесення добрив значно знижує цей показник, що призводить до обмеженого доступу рослин до рухомих форм азоту. Це пояснюється втратою енергетичних ресурсів,

необхідних для мікробної активності. Тому внесення азотних добрив є важливим заходом навіть для високородючих ґрунтів.

Азотні добрива займають провідне місце серед інших видів добрив. Зокрема, у 2022 році їх частка у структурі застосування добрив для вирощування сільськогосподарських культур в Україні становила 66% (рис. 3).



Рис. 3. Обсяг внесення мінеральних добрив за видами в Україні у 2022 році, % (побудова на основі літературних даних)
Джерело: [16].

Занепад тваринництва в Україні, який розпочався після 1990-х років, призвів до значного дефіциту органічних добрив. Це спричинило інтенсивну дегуміфікацію ґрунтів і погіршення їх агрофізичних властивостей.

У 2016 році частка сільськогосподарських угідь, удобрених органічними добривами, зменшилася до 2,6% у порівнянні з 13,1% у 1990 році. Внесення органічних добрив із розрахунку на 1 га скоротилося на 96%, що значною мірою пов'язано зі зменшенням поголів'я худоби. Наприклад, кількість свиней знизилася з 19,4 млн голів у 1990 році до 3,3 млн у 2018 році, а чисельність великої рогатої худоби скоротилася з 24,6 млн до 1,2 млн голів за той самий період [16].

Водночас з 2018 року спостерігається поступове зростання обсягів внесення органічних добрив і частки земель, оброблених ними (рис. 4). На нашу думку, ця позитивна динаміка зумовлена євроінтеграційними процесами в Україні, які стимулюють розвиток органічного землеробства як пріоритетного напрямку аграрної політики.

Динаміку внесення органічних добрив можна описати поліноміальною залежністю другого ступеня, яка має вигляд рівняння:

$y = -162,94x^2 + 1688,7x + 7345,3$, із достатнім рівнем кореляції $R^2 = 0,8137$.

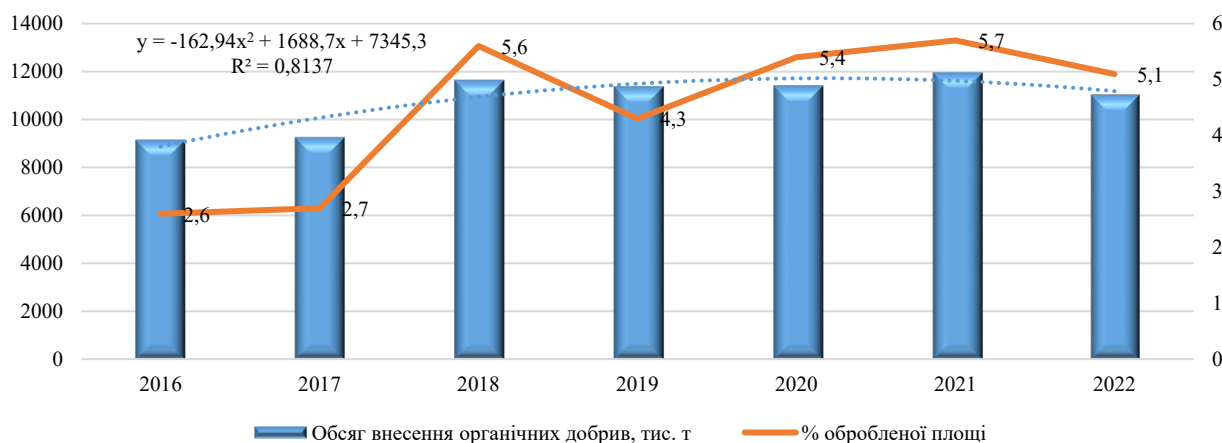


Рис. 4. Динаміка внесення органічних добрив в Україні протягом 2016-2022 років, тис. т (побудова на основі літературних даних)
Джерело: [16].

Екологізація сільськогосподарського виробництва є одним із шляхів вирішення проблем негативного впливу на стан довкілля, оскільки органічне сільське господарство базується на принципах екологічно безпечного господарювання, що підвищує якість продукції та знижує негативний вплив на довкілля. Наразі в Україні спостерігається позитивна динаміка

щодо кількості операторів органічного виробництва, зокрема й виробників сільськогосподарської продукції. Станом на кінець 2022 року в Україні, за даними Органікінфо, налічувалось 462 оператори, серед яких 380 є виробниками сільськогосподарської продукції (рис. 5).

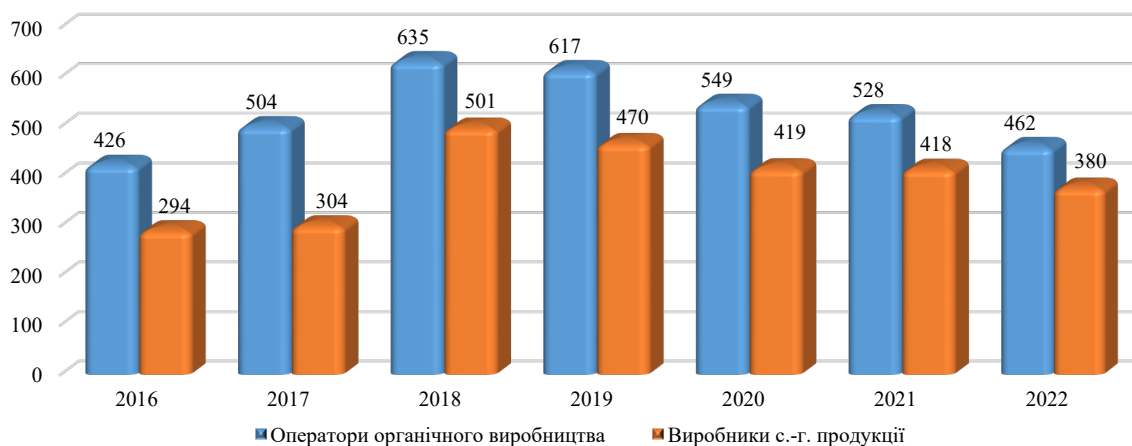


Рис. 5. Динаміка кількості операторів органічного виробництва в Україні протягом 2016-2022 років, шт (побудова на основі літературних даних)
Джерело: [18]

Найбільша кількість виробників органічної продукції знаходиться у Київській та Вінницькій областях. Понад 20 фермерських господарств виробляють органічну продукцію у Волинській, Житомирській, Львівській, Миколаївській, Полтавській та Харківській областях. У Закарпатській, Луганській, Одеській та Львівській областях налічується понад 10 виробників органічної продукції. Найменша кількість виробників органічної продукції в Донецькій області - лише дві компанії. Це пов'язано з профілем регіону та тим, що в регіоні зараз відбуваються активні військові дії, а частина території області тимчасово окупована. У Дніпропетровській, Запорізькій, Івано-Франківській, Кіровоградській, Сумській, Тернопільській, Херсонській, Хмельницькій, Черкаській, Чернігівській та Чернівецькій областях налічується від 4 до 9 виробників органічної продукції.

Забруднення підземних вод нітратами є серйозною екологічною проблемою, яка привертає

увагу науковців у всьому світі. Ця проблема має значний вплив на здоров'я людей через питну воду. Нітрати природним чином утворюються в підземних водах у результаті розкладання органічної речовини в ґрунті, однак їх концентрація може суттєво зростати через антропогенні чинники, основним із яких є сільське господарство [18].

Власні дослідження, проведені у межах сільських територій України, виявили, що вода з джерел нецентралізованого водопостачання часто не відповідає нормативам за вмістом нітратів. У різних регіонах відсоток проб, що не відповідають допустимим нормам, варіюється від 50 % до 100 %. Однак, у сільських районах Волинської, Закарпатської, Львівської, Миколаївської, Одеської, Полтавської, Рівненської та Харківської областей питна вода з нецентралізованих джерел виявилася безпечною за вмістом нітратів. Встановлено перевищення вмісту нітратів у 10 із 15 досліджуваних областей від 1,3 до 13,6 разів (рис. 6).

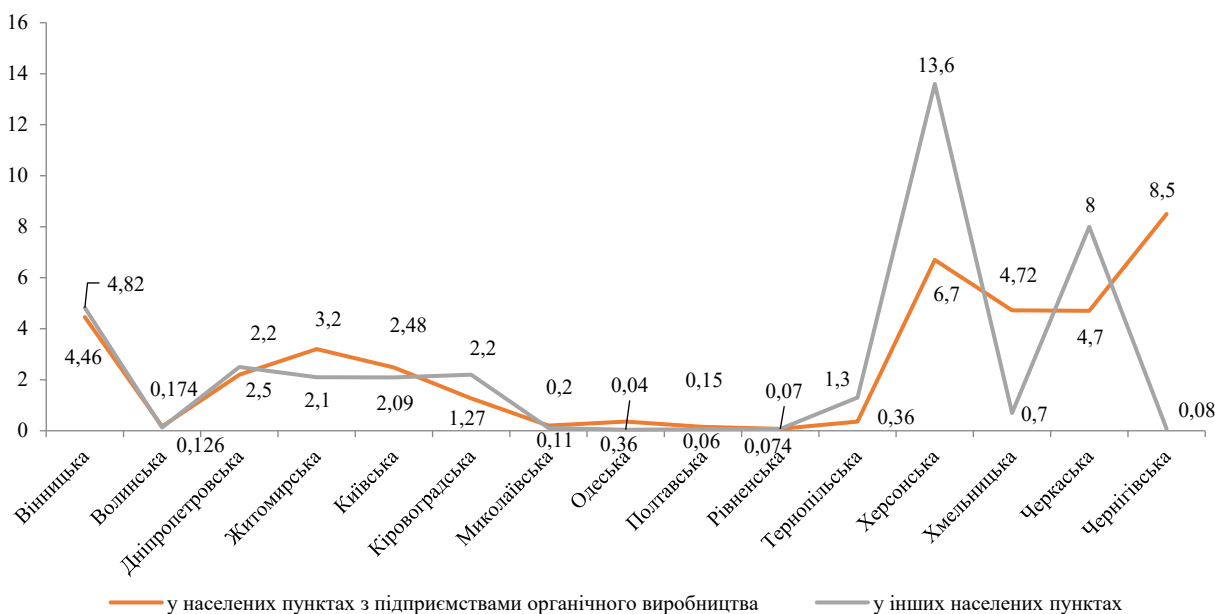


Рис. 6. Кратність перевищення ГДК нітратів у досліджуваних областях України

Найгірша ситуація зафіксована в Херсонській області, де вміст нітратів був у 13,6 разів вищим за норматив у селі Маячка, у межах якого практикується традиційне сільське господарство. У Вінницькій, Кіровоградській, Тернопільській, Херсонській та Черкаській областях проби, відібрані в населених пунктах, де переважає органічне сільське господарство, демонструють тенденцію до збільшення вмісту нітратів у питній воді порівняно з пробами із сільських населених пунктів, де провадиться традиційне сільське господарство.

Досить переконливими і цікавими виявилися результати дослідження в Чернігівській області, де проби води були відібрані в селі Чемер, в якому функціонує сільськогосподарська компанія ТОВ «Екопарк», яка займається вирощуванням органічної лохини. У свердловинах села Чемер було виявлено перевищення критичного рівня вмісту нітратів у середньому у 8,5 разів, що свідчить про те, що незважаючи на органічне спрямування фермерського господарства, воно здійснює негативний вплив на стан підземних вод. Ще одним населеним пунктом Чернігівської області є село Береміцьке, яке розташоване в заповідній зоні області, і на території села та навколо нього немає жодних фермерських господарств. Результати дослідження підтверджують, що вміст нітратів у колодязях села Береміцьке в

середньому значно нижчий за норму. У Житомирській, Київській та Хмельницькій областях результати дослідження неоднозначні. Середній вміст нітратів у сільських населених пунктах з органічним землеробством вищий, ніж у населених пунктах з традиційним землеробством. Особливо це стосується Хмельницької області, тоді як у Вінницькій та Дніпропетровській областях вміст нітратів у порівнюваних населених пунктах майже однаковий. В інших регіонах середня концентрація нітратів у питній воді з децентралізованих джерел водопостачання не перевищувала гранично допустиму концентрацію.

Також було оцінено залежність вмісту нітратів у колодязній воді в сільських населених пунктах досліджуваних регіонів України від кількості внесених азотних мінеральних добрив. Ця залежність описується поліноміальною лінією тренду третього порядку за формулою

$$y = 1E-05x^3 - 0,0223x^2 + 11,726x - 1701,7$$

з наближеним значенням надійності 0,32 і характеризується низькою залежністю вмісту нітратів у воді від кількості внесених азотних добрив (рис. 7). Таким чином, на вміст нітратів у питній воді з децентралізованих джерел водопостачання в сільській місцевості, окрім сільськогосподарських практик, впливають й інші антропогенні фактори.

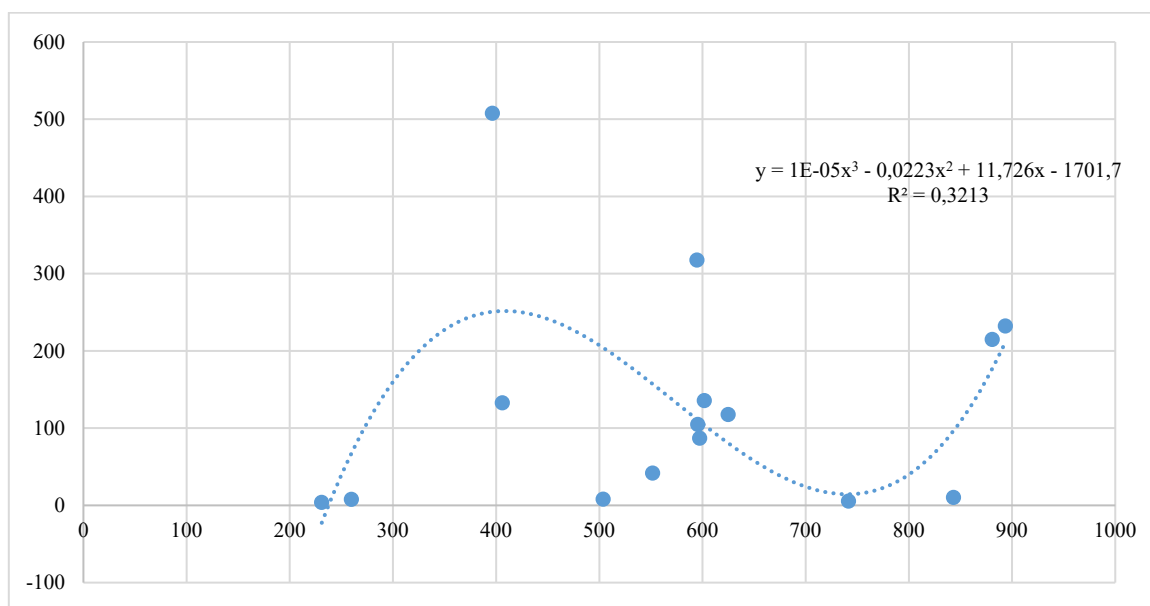


Рис. 7. Залежність вмісту нітратів у колодязній воді від кількості внесених мінеральних добрив у досліджуваних областях

На нашу думку, важливим фактором збільшення вмісту нітратів у підземних водах є також й підвищення середньорічних температур, яке наразі спостерігається в усіх регіонах України. Це також може призвести до зменшення кількості підземних вод у неглибоко залягаючих індивідуальних джерелах водопостачання, особливо в колодязях, частина з яких виснажена, що значно погіршило якість води та збільшило концентрацію розчинених речовин у воді, особливо нітратів. Звичайно, на вміст нітратів впливає і природний склад гірських порід, які через свою структуру можуть накопичувати надмірну

кількість хімічних елементів [19]. Однак, однією з найважливіших і найпоширеніших причин такої ситуації є забруднення колодязної води стічними водами вигрібних ям і тваринницьких ферм, хімікатами з полів та недотримання власниками свердловин законодавчих вимог щодо розміщення та утримання свердловин [20].

Висновки

У 2022 році в Україні внесення мінеральних добрив сягнуло пікових показників, зокрема в

Одеській області удобрено 1050,7 тис. га (95,7 % площ), крім того, азотні добрива становили 66 % від загального обсягу внесених добрив.

Занепад тваринництва призвів до дефіциту органічних добрив: у 2016 році частка угідь, удобрених органікою, зменшилася до 2,6 % порівняно з 13,1 % у 1990 році. Втім, з 2018 року спостерігається позитивна динаміка, що зумовлено євроінтеграційними процесами. У 2022 році в Україні діяло 462 оператори органічного виробництва, з яких 380 – виробники сільськогосподарської продукції.

У дев'яти з 14 проаналізованих областей України рівень нітратів у питній колодязній воді в сільських населених пунктах перевищував показники як у традиційних, так і в органічних господарствах; у Вінницькій, Кіровоградській, Тернопільській, Херсонській та Черкаській областях рівень нітратів в органічних господарствах був вищим, ніж у традиційних, і нижчим, ніж у фермерських господарствах, що не займаються органічним виробництвом. Протилежна ситуація спостерігалася в господарствах Житомирської, Київської, Хмельницької та Чернігівської областей, де вміст нітратів у ґрунтах традиційних господарств був нижчим, ніж в органічних. Найгірша ситуація зафіксована у Херсонській області, де перевищення ГДК нітратів досягло 13,6 разів.

Застосована модель оцінки ризику, така як регресійний аналіз, продемонструвала, що вміст нітратів у воді не повністю корелює з кількістю внесених добрив ($R^2 = 0,32$), що свідчить про вплив інших факторів, таких як неправильне зберігання гною, недотримання правил облаштування водозаборів та кліматичні зміни.

Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

References

1. Valerko, R. A., Herasymchuk, L. O., Martenyuk, G. M., & Kravchuk, M. M. (2018). Ecological assessment of vegetable products grown in the city of Zhytomyr and its residential suburb. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8 (1), 927–938. https://doi.org/10.15421/2018_295
2. Ward, M., Jones, R., Brender, J., De Kok, T., Weyer, P., Nolan, B., Villanueva, C., & Van Breda, S. (2018). Drinking water nitrate and human health: an updated review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (7), 1557. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071557>
3. Blaisdell, J., Turyk, M. E., Almborg, K. S., Jones, R. M., & Stayner, L. T. (2019). Prenatal exposure to nitrate in drinking water and the risk of congenital anomalies. *Environmental Research*, 176, 108553. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108553>
4. Hushchuk, I. V., Liakh, Yu. Ye., Safonov, R. V., Sedlyar, N. V., Smulka, L. S., Yankiv, V. A., & Rudnytska, O. P. (2022). Environmental and hygienic assessment of the quality of drinking water from the sources of centralized and decentralized water supply in the Volodymyrets district of Rivne region. *Hygiene of Populated Places*, 72, 30–40. <https://doi.org/10.32402/hygiene2022.72.030>

5. Kotkova, T. N., Fedjuchka, N. I., & Karas, I. F. (2018). Environmental assessment of drinking water in Luhyny district of Zhytomyr region on chlorides, sulphates and nitrates content. *Scientific Bulletin of UNFU*, 28 (7), 83–87. <https://doi.org/10.15421/40280718>
6. Palapa, N. (2015). Assessment of rural residential areas according to drinking water quality. *Agroecological Journal*, 4, 41–47. <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2015.318166>
7. Chen, J., Wu, H., & Qian, H. (2016). Groundwater nitrate contamination and associated health risk for the rural communities in an agricultural area of Ningxia, Northwest China. *Exposure and Health*, 8 (3), 349–359. <https://doi.org/10.1007/s12403-016-0208-8>
8. Ford, L., Bharadwaj, L., McLeod, L., & Waldner, C. (2017). Human health risk assessment applied to rural populations dependent on unregulated drinking water sources: a scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14 (8), 846. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080846>
9. Feng, W., Wang, C., Lei, X., Wang, H., & Zhang, X. (2020). Distribution of nitrate content in groundwater and evaluation of potential health risks: A case study of rural areas in Northern China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (24), 9390. <https://doi.org/10.3390/ijerph17249390>
10. Romanchuk, L. D., Valerko, R. A., Herasymchuk, L. O., Kravchuk, M. M. (2021). Assessment of the impact of organic agriculture on nitrate content in drinking water in rural settlements of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*, 11 (2), 17–26.
11. Henneron, L., Bernard, L., Hedde, M., Pelosi, C., Villenave, C., Chenu, C., Bertrand, M., Girardin, C., & Blanchart, E. (2014). Fourteen years of evidence for positive effects of conservation agriculture and organic farming on soil life. *Agronomy for Sustainable Development*, 35 (1), 169–181. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0215-8>
12. Sihi, D., Dari, B., Yan, Z., Sharma, D. K., Pathak, H., Sharma, O. P., & Nain, L. (2020). Assessment of water quality in indo-gangetic plain of South-Eastern Asia under organic vs. conventional rice farming. *Water*, 12 (4), 960. <https://doi.org/10.3390/w12040960>
13. Mel'nyk, S. I., Novichkov, O. V., Polupan, V. M., & Levenko, M. G. (2017). Increase the efficiency of organic fertilizers. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraini*, 5 (69). <https://doi.org/10.31548/dopovid2017.05.019>
14. Kireitseva, O. V. (2016). Ecological problems in agricultural production. *Scientific Bulletin of the National University of Life Resources and Environmental Management of Ukraine. Series: Economics, Agricultural Management, Business*. 244, 274–282.
15. Prokhorchuk, I. (2018). Innovatsiini tekhnologii vykorystannia dobryv: dosvid SShA. *GrowHow.in.ua*. Retrieved from: <https://www.growhow.in.ua/innovatsiini-tehnologiyi-vykorystannya-dobryv-dosvid-ssh-a/> [in Ukrainian]
16. Zastosuvannia dobryv i pestytsydiv dlia vrozhaiu silskohospodarskykh kultur (2023). *Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy*. Retrieved from: <http://www.ukrstat.gov.ua> [in Ukrainian]
17. Bereziuk, S., & Zubar, I. (2019). Modern economic and ecological aspects of fertilizer application in the crop production. *Ekonomika APK*, 10, 34–43. <https://doi.org/10.32317/2221-1055.201910034>
18. Orhanichni operatory za 2016-2022 rr. (2022). *Organicinfo*. Retrieved from: <https://organicinfo.ua> [in Ukrainian]
19. Sahoo, P. K., Kim, K., & Powell, M. A. (2016). Managing groundwater nitrate contamination from livestock farms: implication for nitrate management guidelines. *Current Pollution Reports*, 2 (3), 178–187. <https://doi.org/10.1007/s40726-016-0033-5>
20. Lototska, O. V., & Prokopov, V. O., (2018). 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*, 4 (89), 20–24. <https://doi.org/10.32402/dovkil2018.04.020>

ORCID

- L. Romanchuk  <https://orcid.org/0000-0003-4790-8414>
R. Valerko  <https://orcid.org/0000-0003-4716-0100>



© 2024 Romanchuk L. and Valerko R. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.