



# Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.816:631.452

© 2025

## ГРУНТОВО-ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ НОРМУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ТА НРК У ҐРУНТІ

*А.В. Ревтьє-Уварова<sup>1</sup>, М.В. Лісовий<sup>2</sup>, В.М. Ніконенко<sup>3</sup>, О.І. Сліденко<sup>4</sup>*

*<sup>1,3</sup>кандидати сільськогосподарських наук*

*<sup>2</sup>доктор сільськогосподарських наук*

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства  
та агрохімії імені О.Н. Соколовського»*

*Національної академії аграрних наук України*

*вул. Михайля Семенка, 4, м. Харків, 61024, Україна*

*e-mail: <sup>1</sup>alina\_rev@meta.ua, <sup>2</sup>labl@meta.ua,*

*<sup>3</sup>nikonenko\_slava@ukr.net, <sup>4</sup>kasanka17@meta.ua*

*ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-6838-5440, <sup>2</sup>0000-0002-9394-2974,*

*<sup>3</sup>0000-0002-4842-2283, <sup>4</sup>0000-0002-3948-0668*

Надішла 19.03.2025

**Мета.** Дослідити ґрунтово-екологічні аспекти, які стосуються нормування внесення мінеральних добрив та контролю вмісту елементів живлення в ґрунті з урахуванням сучасних умов землекористування та керівних положень і досвіду країн ЄС. **Методи.** Польовий — для проведення польових дослідів з добривами, лабораторний — для визначення вмісту мінерального азоту в ґрунті, діалектичний — для встановлення придатності запропонованих способів визначення норм мінеральних добрив та інструментів контролю вмісту елементів живлення в ґрунті, монографічний — для узагальнення нормативно-правових документів і наукових публікацій, абстрактно-логічний — для теоретичного узагальнення, формулювання пропозицій та висновків, математико-статистичний — для аналізу отриманих даних. **Результати.** На об'єктах дослідження підтверджено прямий кореляційний зв'язок між рівнем урожайності зернових культур і нормою внесення мінеральних добрив ( $r = 0,77 - 0,84$ ). Уточнено чинники визначення екологічно доцільних норм внесення мінеральних добрив. Висвітлено методичні питання щодо використання нормативів ГДК для небезпечних речовин у ґрунті ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  та  $\text{K}_2\text{O}$ ), такі як показник нормування та метод його визначення, диференціація ареалу поширення цих ГДК, шар ґрунту, на який вони поширюються, та строк визначення  $\text{NO}_3$ . Представлено авторську схему ґрунтово-екологічного підходу до контролю застосування

**мінеральних добрив. Висновки. Вдосконалено алгоритм визначення екологічно доцільних норм внесення мінеральних добрив за балансовим методом. Запропоновано ґрунтово-екологічний підхід до контролю застосування мінеральних добрив та їх впливу на водні об'єкти й ґрунти. Представлено аспекти нормування та контролю внесення мінеральних добрив, придатних для використання на всій території країни.**

**Ключові слова:** баланс елементів живлення, водні об'єкти, гранично допустима концентрація, забруднення ґрунтів, нітратний азот, норма добрив.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202506-01>

Забезпечення сталого управління добривами спрямоване на максимізацію позитивного й мінімізацію негативного впливу в процесі їх внесення, що передбачає тісний взаємозв'язок агрономічної ефективності та екологічної безпеки застосування добрив. Наразі серед пріоритетних завдань Європейського Союзу (ЄС) на 2030 р. [1, 2] — поліпшення якості ґрунтів і їх оздоровлення, зокрема й завдяки зменшенню на 50% втрат елементів живлення та скорочення використання насамперед мінеральних азотних та фосфорних добрив на 20%. Це потребує впровадження відповідних заходів щодо управління добривами як на рівні ЄС, так і на державному рівні, але з обов'язковим урахуванням комплексу локальних ґрунтово-кліматичних умов і виробничих особливостей конкретного землекористування.

В ЄС керівним документом, який устанавлює вимоги щодо якості добрив (удобрювальних продуктів) та їх розміщення на ринку, є Регламент ЄС № 2019/1009 [3]. Як інструмент регулювання застосування добрив [4] у більшості країн ЄС впроваджено Сприятливі сільськогосподарські та екологічні умови (Good Agricultural and Environmental Conditions), які спрямовані на досягнення сталого сільського господарства й відповідають Спільній аграрній політиці ЄС (Common Agricultural Policy EU) [5]. У блоці екологічного законодавства суворі обмеження впроваджено

Нітратною директивою [6] щодо норм внесення азотних добрив для мінімізації надходження  $\text{NO}_3$  в поверхневі та ґрунтові води [7]. На кшталт стратегії управління азотними добривами фактично в кожній країні ЄС розроблено Кодекси належної сільськогосподарської практики (Code of Good Agricultural Practice) і сформульовано Плани дій для зон, уразливих до накопичення нітратів. Водночас у різних країнах та за інших ґрунтово-кліматичних умов оптимальна норма внесення азотних добрив для тієї самої культури й того самого рівня врожайності може істотно відрізнятись [8].

В Україні на законодавчому рівні питання, які стосуються добрив, регулюються Законом України «Про пестициди і агрохімікати» (1995) [9], до якого у 2022 та 2023 рр. внесено істотні зміни й доповнення, спрямовані на забезпечення належного сучасного регулювання відносин у сфері поводження з добривами завдяки адаптації з положеннями Регламенту ЄС № 2019/1009 (у якому наведена класифікація добрив відповідно до вітчизняним підходам, уточнює та конкретизує перелік удобрювальних продуктів), наприклад, у блоці заходів щодо вдосконалення вимог до їх маркування і шляхів мінімізації ризиків негативного впливу на нецільові об'єкти.

У блоці нормування мінеральних добрив державним нормативним документом, що містить рекомендовані

максимально допустимі норми внесення азотних добрив під сільськогосподарські культури залежно від ґрунтів і природних зон, є ДСТУ 7925:2015 [10]. Якщо враховувати погодно-кліматичні флуктуації, варіабельність ґрунтового покриву, геоморфологічні особливості території країни, зміну параметрів ґрунтових показників староорних ґрунтів, підвищену вимогливість сучасних сортів та гібридів до елементів живлення й загалом потреби сучасної вітчизняної агротехніки, більш об'єктивним є перехід від фіксованих граничних норм внесення мінеральних добрив до визначення екологічно доцільних норм, які визначають індивідуально для конкретної сільськогосподарської культури з урахуванням низки локальних природних та агровиробничих чинників.

Що стосується екологічного регулювання, то Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991) [11] передбачено узагальнені положення щодо добрив (Ст. 52) та відповідальність осіб, винних за їх порушення (Ст. 68). Для запобігання забрудненню земель і ґрунтів установлено нормативи гранично допустимих концентрацій (ГДК) небезпечних речовин у ґрунтах [12], до переліку яких включено також  $\text{NO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  та  $\text{K}_2\text{O}$ . Проте в міжнародній практиці немає регламентування вмісту азоту, фосфору й калію у ґрунтах як забруднювальних речовин (trigger concentration). Саме тому є потреба в перегляді цього підходу до контролю вмісту NPK у ґрунті, які є макроелементами живлення сільськогосподарських рослин.

Варто зазначити, що в межах імплементації Нітратної директиви в Україні у 2021 р. впроваджено в національне законодавство такі основні її складові, як Методика визначення зон, уразливих до (накопичення) нітратів [13], та Правила щодо забезпечення родючості ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів [14] — аналог Кодексу належної

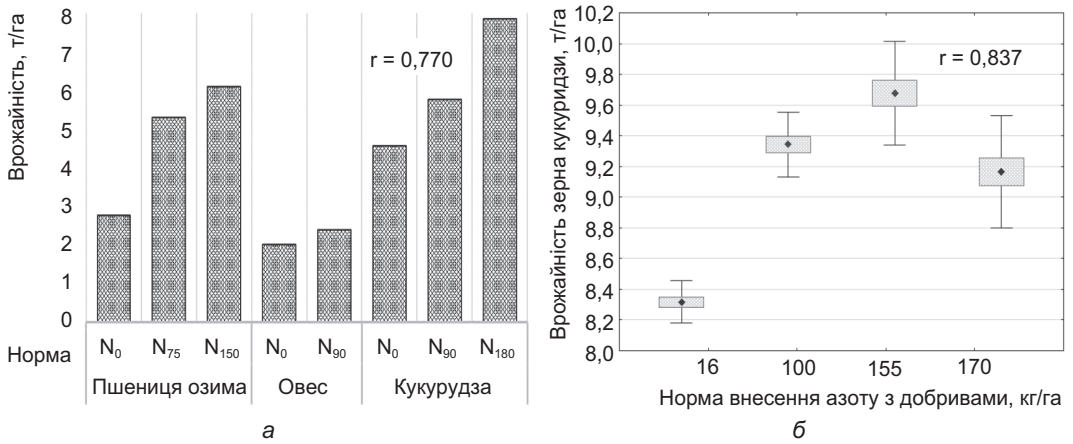
сільськогосподарської практики. Ці Правила фактично є першим документом безпосереднього державного контролю щодо застосування добрив, які поширюються на території землекористувань, уразливих до нітратного забруднення.

Загалом, якщо враховувати певні спільні з європейськими підходи до управління добривами та наявні запити щодо контролю вмісту елементів живлення в ґрунтах, а також для усунення шаблонного підходу до застосування добрив, доцільним є вдосконалення підходів до нормування мінеральних добрив і контролю вмісту NPK у ґрунті.

**Мета досліджень** — дослідити ґрунтово-екологічні аспекти нормування внесення мінеральних добрив і контролю вмісту елементів живлення в ґрунті з урахуванням сучасних умов землекористування та керівних положень і досвіду країн ЄС.

**Матеріали та методи досліджень.** Польові дослідження проведено на 2 об'єктах. Перший — на території ДП «ДГ «Граківське» ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» (сел. Дослідне Чугуївського р-ну Харківської обл.), ґрунтовий покрив якого представлений чорноземом типовим, у межах тривалого польового дослідження «Агроекологічний моніторинг» (1990), у якому для культур польової сівозміни змодельовано системи удобрення різної інтенсивності та тривалості [15]. Другий — виробничий дослідний полігон в с. Світличне Варвинського р-ну Чернігівської обл., ґрунтовий покрив якого представлений чорноземом типовим. Вирощувана культура — кукурудза на зерно, під яку внесено такі норми азотних добрив:  $\text{N}_{16}$ ,  $\text{N}_{100}$ ,  $\text{N}_{155}$ ,  $\text{N}_{170}$ .

Проби ґрунту відбирали через кожні 20 см з шару ґрунту товщиною 0–120 см з інтервалом 20–30 днів, у яких визначали вміст мінерального азоту згідно з ДСТУ 4729:2007 [16]. Облік урожайності зернових культур проводили



**Рис. 1.** Урожайність зернових культур за внесення різних норм мінеральних добрив на чорноземі типовому: а) урожайність зернових культур в умовах тривалого польового дослідження «Агроекологічний моніторинг»; б) урожайність кукурудзи на зерно в умовах полігону: ♦ – середнє, ■ – середнє ± станд. помилка, I – середнє ± 2 × станд. відхилення

методом прямого комбайнування з облікових ділянок. Для отримання результатів досліджень та опрацювання літературних матеріалів використано такі методи: польовий — для проведення польових дослідів з добривами, лабораторний — для визначення вмісту мінерального азоту в ґрунті, діалектичний — для встановлення придатності запропонованих способів визначення норм мінеральних добрив та інструментів контролю вмісту елементів живлення в ґрунті, монографічний — для узагальнення нормативно-правових документів і наукових публікацій, абстрактно-логічний — для теоретичного узагальнення формулювання пропозицій та висновків, математико-статистичний — для аналізу даних, отриманих у досліді. Опрацювання та узагальнення результатів досліджень здійснено з використанням програм Statistica 10 і Microsoft Excel LTSC.

**Результати досліджень.** За розроблення системи удобрення одним із ключових чинників, який безпосередньо визначає рівень забезпеченості рослин елементами живлення та можливі екологічні ризики, є норма внесення

добрив, що підтверджується прямим кореляційним зв'язком між рівнем урожайності зернових культур і нормою внесення мінеральних добрив ( $r = 0,77-0,84$ ) на об'єктах поточного дослідження (рис. 1).

У більшості країн ЄС найпоширенішим підходом нормування азотних мінеральних добрив є їх внесення в обсягах, які не перевищують винос азоту врожайністю сільськогосподарської культури чи регламентуються залежно від певних ґрунтових, погодних та господарських умов. Наприклад, в Естонії [17] у зонах ведення сільськогосподарської діяльності, уразливих до накопичення нітратів, внесення азоту з мінеральними добривами обмежується 100 кг/га посівної площі на рік, а утримання худоби — до 1,5 одиниці худоби на гектар посівної площі. В Північній Ірландії обмеження щодо застосування азотних добрив становлять 272 кг N/га на пасовищах молочних ферм, на пасовищах інших ферм — 222 кг N/га, для інших культур максимальна кількість азоту (для всіх типів добрив, включно з гноєм від худоби) не має перевищувати потреби

культури чи обмеження  $N_{\max}$  до загальної площі посівів [18].

Для визначення норм фосфорних добрив використовують різні підходи: від необмеженого до докладного максимально диференційованого застосування, що також ґрунтується на виносі прогнозованою врожайністю та насиченості ґрунту рухомими сполуками фосфору. Так, у більшості країн обсяг внесення фосфорних добрив коливається в межах від 60 до 120 кг/га, хоча в Італії варіює від 120 до 250 кг/га, у Фінляндії та Ірландії обмеження становлять 252 та 286 кг/га  $P_2O_5$  на рік відповідно [19].

Наведені підходи свідчать про активне залучення для визначення норм мінеральних добрив показника балансу елементів живлення, обрахунки якого охоплюють основні потоки азоту й фосфору (а також калію) в сільськогосподарських ґрунтах і довікллі. Ґрунтуючись на традиційному методичному балансовому підході та засадах 4R-стратегії застосування добрив [20], пропонуємо вдосконалений алгоритм визначення екологічно доцільних норм внесення мінеральних добрив, який передбачає експертний підхід і має такі особливості та уточнення:

- кількість (винос) елементів живлення визначають на заплановану врожайність, максимум якої не має перевищувати заявлену оригіноматором потенціальну врожайність;

- за дуже високого рівня насиченості ґрунту мінеральним азотом (понад 35 мг/кг) на час планування системи удобрення сільськогосподарської культури внесення азотних мінеральних добрив обмежують припосівним внесенням, де максимально можлива доза не перевищує 30% виносу азоту запланованою врожайністю;

- упродовж вегетації рослин проводять коригування азотного живлення за виявлення дефіциту під час ґрунтової та/або рослинної діагностики чи експертно;

- за високого й дуже високого рівня насиченості ґрунту рухомими сполуками фосфору та калію внесення фосфор- і калієвмісних добрив обмежується їх припосівним застосуванням;

- внесення фосфорного добрива бажано забезпечити якнайближче до періоду споживання рослинами та максимально близько до зони коренів через високу фіксацію ґрунтом іонів ортофосфорної кислоти;

- застосування спеціальних, здебільшого полікомпонентних, мінеральних добрив із заявленими особливостями корисної дії відповідно до рекомендацій щодо норм і прийомів їх внесення;

- на територіях, уразливих до (накопичення) нітратів, обов'язковим є дотримання Правил щодо забезпечення родючості ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів, які, крім іншого, застосовують жорсткі обмеження до вмісту азоту за його внесення з гноєм й іншими органічними добривами — не більше 170 кг/га на рік, що опосередковано обмежує внесення фосфору та калію з гноєм.

У блоці ґрунтово-екологічного контролю окрему критику викликають оновлені нормативи ГДК [12] для  $NO_3$ ,  $P_2O_5$  та  $K_2O$  (таблиця), за якими діагностують забруднення ними земель і ґрунтів. Насамперед ця критика пов'язана з тим, що ГДК для  $NO_3$ ,  $P_2O_5$  та  $K_2O$  як небезпечних речовин у ґрунті суперечать сільськогосподарській діяльності, оскільки саме підвищення їх вмісту в ґрунті є інструментом поліпшення живлення рослин та розширеного відтворення родючості, чого досягають завдяки внесенню добрив. Водночас необхідно контролювати обсяги внесення азотних добрив для мінімізації негативного впливу на довіклля.

За умови безпосереднього використання наведених ГДК для  $NO_3$ ,  $P_2O_5$  та  $K_2O$  потрібно враховувати те, що вони калювані з відповідних нормативних документів колишнього СРСР [21] й,

Нормативи ГДК для макроелементів живлення сільськогосподарських культур

| Нормативи ГДК, 2021 р. [12]                |   | Гієнічні регламенти, 2020 р. [23]  |   |  |                                  |  |
|--|---|--|---|--|----------------------------------|--|
| Найменування речовини                      | Нормативи ГДК валового вмісту, мг/кг ґрунту з урахуванням фону (кларка) | Коментар   | Найменування речовини                           | Величина ГДК, мг/кг ґрунту з урахуванням фону (кларка) | Лімітуючий показник шкідливості* | Коментар   |
| Нітрати (за NO <sub>3</sub> )              | 130   | В агрохімічній практиці термін «валовий (загальний) вміст» характеризує сумарну кількість хімічного елемента в ґрунті, який входить до складу різних хімічних сполук; ймовірно, тут ідеться про загальну кількість власне нітрат-іону, який не закріплюється в ґрунті та вміст якого характеризується постійною часовою динамікою, зумовленою мікробіологічними процесами                                      | Нітрати (за NO <sub>3</sub> )                   | 130,0  | Водно-міграційний                | 130 мг/кг NO <sub>3</sub> в перерахунку на N-NO <sub>3</sub> становить 29,4 мг/кг  |
| Фосфор (за P <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ) | 200   | Залежно від методу визначення рухомих сполук фосфору його вміст за ступенем забезпеченості рослин варіюється від дуже низького до дуже високого (мг P <sub>2</sub> O <sub>6</sub> /кг ґрунту):<br>– за методом Кірсанова, від < 25 до > 250;<br>– за методом Чиркова, від < 20 до > 200;<br>– за методом Мачігіна, від < 10 до > 60.<br>Вибір методу залежить від типу ґрунту. В нормативах метод не зазначено | Суперфосфат (за P <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ) | 200,0  | Транслокаційний                  | З урахуванням вибіркості мінерального живлення рослин і виняткового фізіологічного знання фосфору незрозуміло є його шкідливість |
| Хлорид калію (за K <sub>2</sub> O)         | 560   | Хлорид калію є мінеральним добривом, являє собою добре розчинну у воді хімічну речовину, яка після внесення в ґрунт дисоціює на іони K <sup>+</sup> та Cl <sup>-</sup> . Це фактично унеможливує визначення концентрації цієї речовини (хлориду калію), враховуючи особливості ґрунту як відкритої термодинамічної полікомпонентної системи  | Хлорид калію (за K <sub>2</sub> O)              | 560,0  | Водно-міграційний                | Іони калію після дисоціації KCl зв'язуються з твердою фазою ґрунту (поглинаються обмінно)  |

\*Водно-міграційний лімітуючий показник шкідливості характеризує процеси міграції хімічної сполуки в поверхневі та підземні (ґрунтові) води, де пороговою концентрацією є максимальна її кількість у ґрунті (мг/кг абсолютно сухого ґрунту), за якої надходження хімічної сполуки до водних об'єктів не створює концентрацій, що перевищують ГДК водою; транслокаційний лімітуючий показник шкідливості характеризує процес міграції хімічної сполуки з ґрунту в рослини, які використовуються як продукти харчування чи фураж і накопичуються у фітомасі. Під пороговою концентрацією розуміють максимальну кількість речовини в ґрунті (мг/кг абсолютно сухого ґрунту), за якої накопичення її фітосою товарних органів сільськогосподарських рослин до моменту збирання врожаю не перевищить установлених для продуктів харчування допустимих залишкових кількостей.

опускаючи інші принципові аспекти, як мінімум є застарілими. Крім того, науково-методична складова потребує чіткого, усталеного тлумачення показника нормування без можливості варіювання чи іншої його інтерпретації, що передбачає конкретизацію методу для його визначення (як це наведено в примітках Постанови КМУ [12] для інших речовин). В Україні перелік стандартизованих методів визначення азоту, фосфору й калію, зокрема й гармонізованих з ISO, налічує 26 ДСТУ [22].

Важливими також є окреслення чи диференціація ареалу поширення цих ГДК — ґрунтовий покрив усієї території країни чи їх виокремлення для ґрунтів ріллі, рекреаційних зон, урбаноземів тощо — чи з урахуванням джерел забруднення (наприклад, аварійний вилів аміаку чи розсип/розлив фосфоровмісних речовин токсичної дії тощо для встановлення забруднення ґрунту за порівняння з неуразеним фоном).

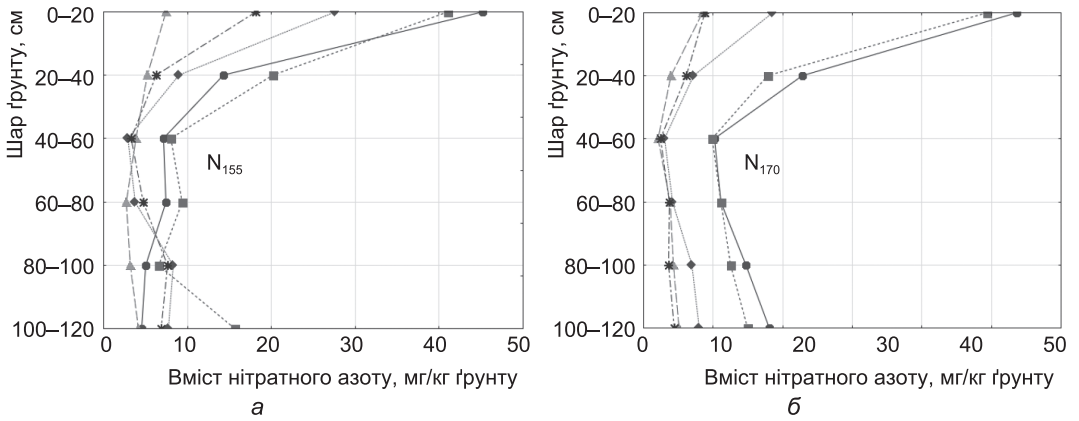
Окремо варто зупинитися на значенні нормативу ГДК — 130 мг/кг  $\text{NO}_3$ , яке в перерахунку на  $\text{N-NO}_3$ , тобто масову долю азоту в нітрат-іонах, становить 29,4 мг/кг [24]. Зазвичай ґрунти неудобреної ріллі характеризуються дуже низьким чи низьким рівнем насиченості мінеральним азотом, який не перевищує 15 мг/кг ґрунту [25], що умовно можна вважати фоном (кларком). Отже, вміст мінерального азоту понад 44,4 мг/кг ґрунту перевищуватиме ГДК, а ґрунт характеризуватиметься дуже високим рівнем насиченості N (згідно з ДСТУ 4362:2004 [26]), який, власне, є джерелом живлення сільськогосподарських культур упродовж їх онтогенезу. Ймовірно, що такі обмеження на початку вегетації можуть призвести до зниження потенціальної продуктивності культур, особливо інтенсивних сортів і гібридів. Проте, якщо за фон буде взято удобрено ділянку з високим насиченням азоту, наприклад, 32 мг/кг ґрунту,

тоді вміст нітратного азоту в розмірі 61,4 мг/кг ґрунту не перевищуватиме ГДК, але може становити певні екологічні ризики у випадку їх вилуговування до підґрунтових вод.

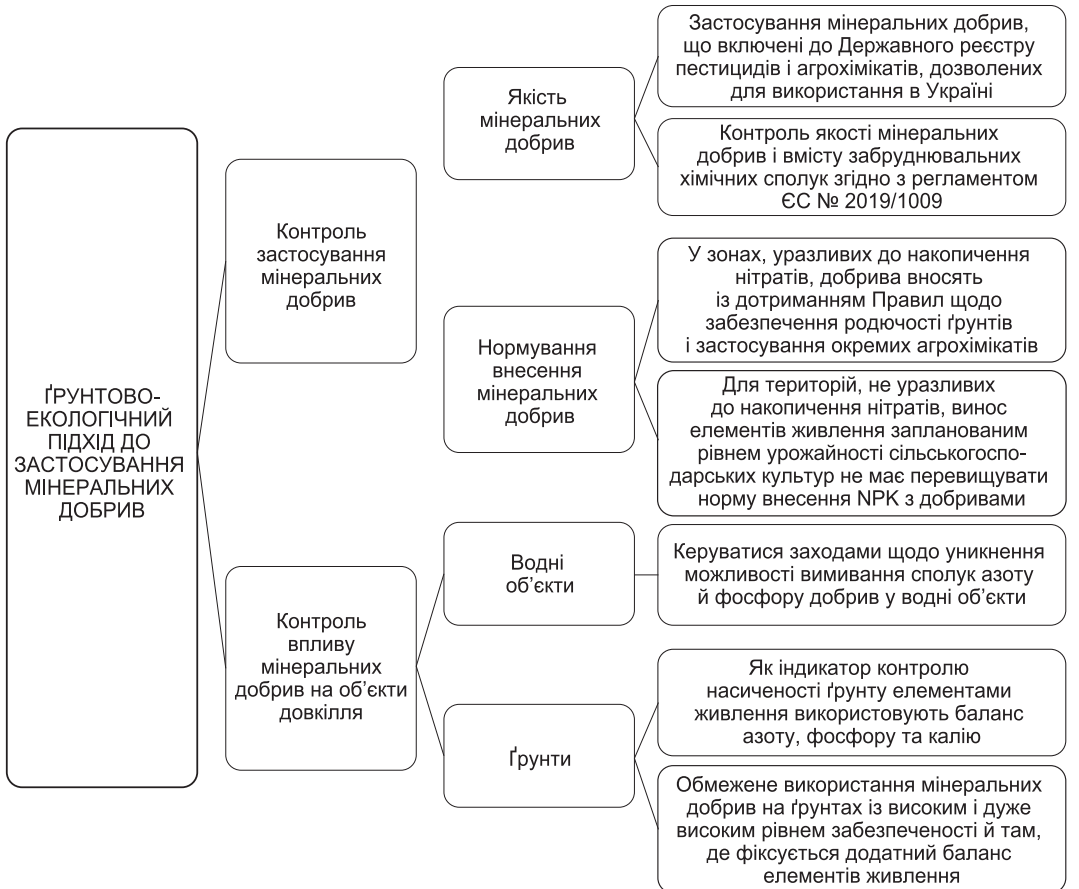
Іншими не менш значущими чинниками на фоні високої міграційної здатності нітратного азоту та динамічності його вмісту є шар ґрунту, на який поширюються запропоновані значення ГДК, і строки визначення цього показника. Так, в умовах дослідного полігону на чорноземах типових за внесення різних норм азотних добрив під кукурудзу на зерно підтверджено залежність [27] зростання вмісту нітратного азоту за збільшення норми внесення азотних добрив і зменшення їх умісту за збільшення товщини шару ґрунту та часу (рис. 2).

Зазвичай під кінець вегетації сільськогосподарської культури очікуваною є низька насиченість ґрунту мінеральним азотом, вміст якого не перевищує запропонованих нормативів ГДК. Відповідно, для уникнення недобору врожайності через обмеження обсягів використання мінеральних азотних добрив об'єктивним є визначення вмісту нітратного азоту наприкінці вегетації сільськогосподарських культур чи після їх збирання. Наприклад, подібна практика є у Фландрії (Бельгія) [7], де вміст мінерального азоту регулярно визначають у шарі ґрунту товщиною 0–90 см у період між 1 жовтня та 15 листопада, коли в основному відбувається вилуговування.

У міжнародній практиці не зустрічається регламентування у ґрунтах умісту азоту, фосфору й калію, ідентифікованих як забруднювальні речовини (trigger concentration). Як індикатор контролю накопичення елементів живлення в ґрунті та агроекологічний показник ефективності застосування добрив у країнах — членах ЄС та Організації економічного співробітництва і розвитку (OECD) використовують показник балансу елементів



**Рис. 2.** Міграція нітратного азоту в шарі чорнозему типового товщиною 0 – 120 см за внесення азотних добрив під кукурудзу на зерно: а) норма внесення  $N_{155}$ ; б) норма внесення  $N_{170}$ : ● – 27.05; ■ – 22.06; ◆ – 14.07; ▲ – 27.07; \* – 06.09



**Рис. 3.** Схема ґрунтово-екологічного підходу до контролю застосування мінеральних добрив (авторська розробка)

живлення. Наприклад, у Німеччині допустимий надлишок балансу елементів живлення становить 50 кг N/га та 10 кг P/га (0 кг P/га — для ґрунтів із високим умістом фосфору) [28]. Ірландія працює на основі нульового балансу P (P надходження = P винос), за винятком стратегії розширеного відтворення родючості ґрунту [8].

Отже, враховуючи подвійність питання управління добривами — виняткове

агрономічне та екологічне значення, пропонуємо впровадити комплексний ґрунтово-екологічний підхід до застосування мінеральних добрив (рис. 3), що передбачає:

- контроль застосування мінеральних добрив у блоці їх якості та нормування внесення;
- контроль впливу мінеральних добрив на об'єкти довкілля (водні об'єкти та ґрунти) за певними індикаторами.

## Висновки

Запропоновано вдосконалений алгоритм визначення екологічно доцільних норм внесення мінеральних добрив, який ґрунтується на балансовому методі та засадах 4R-стратегії застосування добрив, передбачає експертний підхід і має певні особливості й уточнення. Окреслено деякі методичні питання стосовно нормативів ГДК для  $\text{NO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  та  $\text{K}_2\text{O}$  як небезпечних речовин у ґрунтах. Запропоновано ґрунтово-екологічний підхід до регулювання

застосування добрив, що передбачає контроль якості добрив і нормування їх внесення та контроль впливу мінеральних добрив на водні об'єкти й ґрунти з використанням як індикаторів балансу й рівня насиченості ґрунту елементами живлення, а також дотримання Правил щодо забезпечення родючості ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів у зонах, уразливих до накопичення нітратів, відповідно до вимог Нітратної директиви.

Revte-Uvarova A.<sup>1</sup>, Lisovyi M.<sup>2</sup>, Nikonenko V.<sup>3</sup>, Slidenko O.<sup>4</sup>

NSC «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovskiyi» of NAAS, 4 M. Semenka Str., Kharkiv, 61024, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>alina\_rev@meta.ua, <sup>2</sup>labl@meta.ua, <sup>3</sup>nikonenko\_slava@ukr.net, <sup>4</sup>kasanka17@meta.ua; ORCID: <sup>1</sup>0000-0002-6838-5440, <sup>2</sup>0000-0002-9394-2974, <sup>3</sup>0000-0002-4842-2283, <sup>4</sup>0000-0002-3948-0668

### Soil-ecological aspects of mineral fertilizers and NPK rationing in soil

**Goal.** To study soil and environmental aspects related to the rationing of mineral fertilizer application and control of the content of nutrients in the soil, taking into account modern land use conditions and guidelines and the experience of EU countries. **Methods.** Field — for field experiments with fertilizers; laboratory — to determine the content of mineral nitrogen in the soil; dialectical — to establish the suitability of the proposed methods for determining the norms of mineral

fertilizers and tools for monitoring the content of nutrients in the soil; monographic — for generalization of normative legal documents and scientific publications; abstract-logical — for theoretical generalization, formulation of proposals and conclusions; mathematical and statistical — for the analysis of the data obtained. **Results.** At the study sites, a direct correlation between the level of grain yield and the rate of mineral fertilizer application was confirmed ( $r = 0.77 - 0.84$ ). The factors for the determination of environmentally expedient norms of mineral fertilizer application are specified. The methodological issues on the use of MPC standards for hazardous substances in the soil ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{R}_2\text{O}_5$ , and  $\text{K}_2\text{O}$ ), such as the normalization indicator and the method of its determination, differentiation of the distribution range of these MPCs, the layer of soil to which they apply, and the term for determining the  $\text{NO}_3$ , are covered. The author's scheme of soil-ecological approach to control the use of mineral fertilizers is presented. **Conclusions.** The

algorithm for determining environmentally expedient rates of mineral fertilizers using the balance method is improved. A soil-ecological approach to control the use of mineral fertilizers and their impact on water objects and soils is proposed. The aspects of rationing and control of mineral

fertilizers suitable for use throughout the country are presented.

**Keywords:** *balance of nutrients, water objects, maximum permissible concentration, soil contamination, nitrate nitrogen, fertilizer rate.*

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202506-01>

## Бібліографія

1. *The European Green Deal*. European Commission. [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en)
2. *EU launches new soil strategy for 2030*. Interreg Europe. <https://www.interregeurope.eu/news-and-events/news/eu-launches-new-soil-strategy-for-2030>
3. *Regulation (EU) 2019/1009* of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 laying down rules on the making available on the market of EU fertilising products and amending Regulations (EC) № 1069/2009 and (EC) № 1107/2009 and repealing Regulation (EC) № 2003/2003. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019R1009>
4. *Regulation (EU) No 1306/2013* of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 on the financing, management and monitoring of the common agricultural policy and repealing Council Regulations (EEC) № 352/78, (EC) № 165/94, (EC) № 2799/98, (EC) № 814/2000, (EC) № 1290/2005 and (EC) № 485/2008. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2013/1306/oj>
5. *The common agricultural policy: 2023–2027*. European Commission. [https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/new-cap-2023-27\\_en](https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/new-cap-2023-27_en)
6. *Council Directive 91/676/EEC* of 12 December 1991 concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A31991L0676>
7. D'Haene K., Salomez J., de Neve S. et al. Environmental performance of nitrogen fertiliser limits imposed by the EU Nitrates Directive. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 2014. 192. P. 67–79. doi: 10.1016/j.agee.2014.03.049
8. *Towards climate-smart sustainable management of agricultural soils*. Deliverable 2.13: Stocktake study and recommendations for harmonizing methodologies for fertilization guidelines. *EJP SOIL*, 2021. P. 29 <https://edepot.wur.nl/564678>
9. *Про пестициди і агрохімікати*: Закон України від 02.03.1995 № 87/95-ВР, поточна редакція — від 15.11.2024. [https://zakononline.com.ua/documents/show/178549\\_777356](https://zakononline.com.ua/documents/show/178549_777356)
10. *Якість ґрунту*. Максимально допустимі норми внесення азотних добрив під сільськогосподарські культури залежно від ґрунтів та природних зон: ДСТУ 7925:2015. Чинний від 2016–09–01. Київ: ДП «УкоНДНЦ», 2016. 8 с.
11. *Про охорону навколишнього природного середовища*: Закон України від 26.06.1991 № 1268-XII, поточна редакція від 15.11.2024. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
12. *Про затвердження нормативів гранично допустимих концентрацій небезпечних речовин у ґрунтах, а також переліку таких речовин*: Постанова Кабінет Міністрів України від 15.12.2021 № 1325. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1325-2021-%D0%BF#Text>
13. *Про затвердження Методики визначення зон, вразливих до (накопичення) нітратів*: Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15.04.2021 № 244. <https://ips.ligazakon.net/document/RE36398?an=24>
14. *Про затвердження Правил щодо забезпечення родючості ґрунтів і застосування окремих агрохімікатів*: Наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України від 24.11.2021 № 382. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0034-22#Text>
15. Балюк С.А., Ревтьєв-Уварова А.В., Шимель В.В. Путівник польових дослідів

ДП «Дослідне господарство «Граківське» ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського». Харків: ФОР Бровін О.В., 2020. 108 с.

16. *Якість ґрунту*. Визначення нітратного і амонійного азоту в модифікації ННЦ ІґА ім. О.Н. Соколовського: ДСТУ 4729:2007. Чинний від 2008-01-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 14 с.

17. *Water Act* 2019. Estonia. <https://leap.unep.org/countries/ee/national-legislation/water-act-2019>

18. *Northern Ireland: Nutrient action programme (NAP) 2019–2022*. NetRegs. <https://www.netregs.org.uk/environmental-topics/land/land-topics-for-agriculture/northern-ireland-nutrient-action-programme-nap-2019-2022/>.

19. *Amery F., Schoumans O.F.* Agricultural phosphorus legislation in Europe. Merelbeke, ILVO, 2014. 45 p. <https://edepot.wur.nl/300160>

20. *Bruulsema T., Lemunyon J., Herz B.* Know your fertilizer rights. *Crops and Soils*. 2009. 42(2). P. 13–18. [http://www.ipni.net/ipniweb/portal/4r.nsf/0/1748D80FEC9FE7C185257DF10074A028/\\$FILE/Know%20Your%20Fertilizer%20Rights.pdf](http://www.ipni.net/ipniweb/portal/4r.nsf/0/1748D80FEC9FE7C185257DF10074A028/$FILE/Know%20Your%20Fertilizer%20Rights.pdf)

21. *Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве*. 1991. № 6229-91. <https://www.economics.kiev.ua/download/ZakonySSSR/data01/tex10012.htm>

22. *Перелік основних нормативних документів у галузі ґрунтознавства, агрохімії*

та охорони ґрунтів; укладачі: С.А. Балюк, М.А. Лазебна. Харків: ННЦ ІґА, 2020. 73 с. <https://lissar.com.ua/4876-2/>

23. *Про затвердження Гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті*: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14.07.2020 № 1595. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0722-20#Text>.

24. *Ревтьє-Уварова А.В., Карацюба О.В., Ніконенко В.М., Сліденко О.І.* Удосконалена діагностика рівня азотного забезпечення ґрунту методами польового та лабораторного тестування. Харків: ФОР Бровін О.В., 2020. 94 с.

25. *Христенко А.О.* Експертна оцінка забезпеченості орних земель України макроелементами живлення рослин. *Вісник аграрної науки*. 2016. 94(1). С. 18–22. doi: 10.31073/agrovisnyk201601-03

26. *Якість ґрунту*. Показники родючості ґрунтів: ДСТУ 4362:2004. Чинний від 2006-01-01. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 34 с.

27. *Ревтьє-Уварова А.В., Доценко О.В., Ніконенко В.М., Сліденко О.І.* Міграція нітратного азоту за внесення азотних добрив у виробничих посівах кукурудзи. *Вісник аграрної науки*. 2022. 100(9). С. 14–25. doi: 10.31073/agrovisnyk202209-02

28. *Kuhn T.* The revision of the German Fertiliser Ordinance in 2017. *Agricultural and Resource Economics: Discussion Paper*. 2017. 2. P. 1–26. [http://www.ilr.uni-bonn.de/ago/publ/disrap/download/disrap17\\_02.pdf](http://www.ilr.uni-bonn.de/ago/publ/disrap/download/disrap17_02.pdf)