

МЕДИКО-САНІТАРНИЙ ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАЙБІЛЬШ ПОШИРЕНИХ В УКРАЇНІ ГРУП ДОБРИВ

Какура І.В.
Станкевич В.В.
Костенко А.І.
Федоришина О.М.
Кравчун Т.Є.
Дідик Н.В.
Цицерук В.С.
Гуменнікова Н.М.

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзеєва Національної академії медичних наук України», м. Київ, Україна

- **МЕТА РОБОТИ.** Медико-санітарна та токсикологічна оцінка основних категорій добрив за показниками вмісту хімічних компонентів з визначенням пріоритетних показників ймовірного ризику для здоров'я людини, безпеки для якості сільгосппродукції та сировини та об'єктів довкілля.
- **МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ.** Токсикологічні паспорти, наукові звіти з санітарно-епідеміологічної оцінки технічних умов з виробництва та умов отримання органічної сировини, протоколи власних досліджень з фізико-хімічних та санітарно-токсикологічних показників різних видів добрив. Опрацьовано 108 документів попередніх років з оцінки показників різних видів добрив. Оцінка виконана методом гігієнічного аналізу з урахуванням особливостей дії.
- **РЕЗУЛЬТАТИ.** Аналіз результатів проведених досліджень свідчить, що за критеріями оцінки медико-санітарних показників впливу добрив на організм мінеральні, органо-мінеральні та комплексні добрива оцінюються переважно як мало небезпечні (IV) та помірно небезпечні (III) класів токсичності, а органічні — як мало небезпечні (IV) речовини за умови повної деінвазії. При цьому слід зазначити, що за характером дії та ймовірними наслідками для довкілля саме використання органо-мінеральних і органічних добрив забезпечує стійке відтворення і збереження родючості ґрунтів, яке відбувається за допомогою створення оптимальних умов їх біологічної активності, що є основою нормального функціонування всієї екосистеми. Покращання родючості включає збалансування фізичних, хімічних та біологічних властивостей для оптимізації кількості та різноманітності організмів ґрунту. Органічна система віддає перевагу використанню таких енергетичних ресурсів, які залучаються ззовні і мають біологічне походження, а не є продуктами хімії. Органічні і органо-мінеральні добрива відновлюють найбільш важливу властивість ґрунту — родючість, завдяки внесенню органічних компонентів підвищують його якісні показники, здатність затримувати вологу та поживні речовини, що сприяє покращенню умов для росту рослин. Мінеральні добрива хоча гарно засвоюються рослинами, але при перевищенні їх надходження в ґрунти завдають шкоду навколишньому середовищу, сприяють викидам парникових газів та забрудненню водних джерел. Попри це в Україні наразі відсутній окремий документ щодо оціночних показників та умов поводження з добривами взагалі, а існують лише нормативні документи щодо пестицидів та самого ґрунту, що потребує розробки окремого документу щодо безпечного використання добрив відповідно до вимог ЄС.
- **ВИСНОВКИ:** за результатами порівняльного аналізу характеристик та особливостей дії різних видів добрив встановлено, що найбільш ефективним комплексним заходом відновлення деградованих ґрунтів є застосування органо-мінеральних і органічних добрив, які сприяють відновленню саме структури ґрунтів, запобігають їх виснаженню і хімічному забрудненню. Використання органічних і органо-мінеральних добрив допомагає підтримувати стійку екосистему, зберігаючи безпечно довкілля для майбутніх поколінь. Наразі є актуальним питання впровадження європейських санітарно-епідеміологічних вимог щодо використання добрив як суттєвого чинника відновлення ґрунтів з метою попередження негативного впливу на здоров'я населення України.
- **КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ґрунт, органічні, мінеральні і органо-мінеральні добрива, поживні речовини, токсикологічні і хімічні показники.

MEDICAL AND SANITARY COMPARATIVE ANALYSIS OF THE MOST COMMON UKRAINE GROUPS OF FERTILIZERS

Kakura I.V.
Stankevych V.V.
Kostenko A.I.
Fedoryshyna O.M.
Didyk N.V.
Kravchun T.Ye.
Tsytsyruk V.S.
Gumennikova N.M.

State Institution
«Marzieiev Institute for
Public Health of the National
Academy of Medical Sciences
of Ukraine», Kyiv, Ukraine

- **THE AIM.** Medical, sanitary and toxicological assessment of the main categories of fertilizers based on the content of chemical components with the determination of priority indicators of probable risk to human health, safety for the quality of agricultural products and raw materials, and environmental objects.
- **MATERIALS AND METHODS.** Toxicological passports, scientific reports on sanitary and epidemiological assessment of technical conditions for production and conditions for obtaining organic raw materials, protocols of own research on physicochemical and sanitary and toxicological indicators of various types of fertilizers. 108 documents from previous years were processed on the assessment of indicators of various types of fertilizers. The assessment was carried out by the method of hygienic analysis taking into account the peculiarities of action.
- **RESULTS.** Analysis of the results of the conducted studies shows that according to the criteria for assessing the medical and sanitary indicators of the impact of fertilizers on the body, mineral, organo-mineral and complex fertilizers are assessed mainly as low-hazard (IV) and moderately hazardous (III) toxicity classes, and organic fertilizers are assessed as low-hazard (IV) substances under the condition of complete deinvation. It should be noted that by the nature of the action and probable consequences for the environment, it is the use of organo-mineral and organic fertilizers that ensures the sustainable reproduction and preservation of soil fertility, which occurs by creating optimal conditions for their biological activity, which

is the basis for the normal functioning of the entire ecosystem. Improving fertility includes balancing physical, chemical and biological properties to optimize the number and diversity of soil organisms. The organic system prefers the use of such energy resources that are attracted from the outside and have a biological origin, and are not products of chemistry. Organic and organo-mineral fertilizers restore the most important property of the soil — fertility, due to the introduction of organic components they increase its quality indicators, the ability to retain moisture and nutrients, which helps to improve the conditions for plant growth. Although mineral fertilizers are well absorbed by plants, when their intake into the soil is exceeded, they harm the environment, contribute to greenhouse gas emissions and pollution of water sources. Despite this, in Ukraine there is currently no separate document on the assessment indicators and conditions for handling fertilizers in general, and there are only regulatory documents on pesticides and the soil itself, which requires the development of a separate document on the safe use of fertilizers in accordance with EU requirements.

■ **CONCLUSIONS.** Based on the results of a comparative analysis of the characteristics and features of the action of different types of fertilizers, it was established that the most effective comprehensive measure for the restoration of degraded soils is the use of organo-mineral and organic fertilizers, which contribute to the restoration of the soil structure, prevent its depletion and chemical pollution, and restore fertility. The use of organic and organo-mineral fertilizers helps to maintain a stable ecosystem, preserving a safe environment for future generations. Currently, the issue of implementing European sanitary and epidemiological requirements for the use of fertilizers as a significant factor in soil restoration in order to prevent negative impacts on the health of the population of Ukraine is relevant.

■ **KEYWORDS:** *soil, organic, mineral and organo-mineral fertilizers, nutrients, toxicological and chemical indicators.*

Ґрунт є не лише засобом для сільськогосподарського виробництва, він — основа екосистеми, яка робить сільське господарство взагалі можливим, тому здорове біорізноманіття ґрунтів є критично важливим для їх родючості, вологості, якості поверхневих вод та стійкості клімату — передумов для стабільного сільського господарства. Кількість доступних для рослин поживних речовин у ґрунті значно залежить від кількості внесених добрив. Саме тому в інтенсивних технологіях землеробства добривам належить основна функція створення в ґрунті оптимальних гармонійних співвідношень між елементами живлення. У сучасному агропромисловому комплексі представлена велика різноманітність добрив, серед яких найбільше розповсюдження отримали органічні та мінеральні добрива [1–4]. До органічних добрив відносять органічні сполуки тваринного, рослинного, промислового та побутового походження, що володіють різним ступенем розкладання. Усі види органічних добрив мають у своєму складі: органічну речовину (вуглець), азот, фосфор, калій, кальцій, магній та ряд мікроелементів [5, 6]. Гній є основним органічним добривом. Особливо цінний гній, який зазнав термічної обробки самозігріванням, що сприяє очищенню його від насіння бур'янів, гельмінтів, хвороботворних бактерій. У загальному обсязі виробництва органічних добрив у районах розвиненого рослинництва і тваринництва підстилковий гній становить приблизно 50÷60% [7], який має найбільший вміст поживних речовин порівняно з іншими видами гною (N — 0,5÷0,6%; P₂O₅ — 0,25÷0,3% і K₂O — 0,6÷0,7%). Увесь гній, що утворюється

в господарствах, вкрай необхідно переробляти, оскільки він є епідемічно небезпечним відходом і становить загрозу для навколишнього середовища, особливо для водних джерел. Отже, використання залишків/відходів перетвореної первинної аграрної продукції як органічного добрива може бути можливим лише після попередньої обробки різними методами біоконверсії, в т.ч. компостування та анаеробного зброджування, виробництва комплексних органічно-мінеральних добрив. Іншим видом найбільш розповсюджених добрив є мінеральні — штучно синтезовані хімічні сполуки, які потрібні для збереження балансу неорганічних сполук у ґрунті. За основними поживними елементами у своєму складі розрізняють наступні мінеральні добрива: нітрогенні (амоній нітрат, натрій нітрат, кальцій нітрат, амоній сульфат, карбамід, амоніак безводний (рідинний), амоніак водний технічний, карбамідно-аміачна суміш (КАС); фосфорні (фосфоритне борошно, простий і подвійний суперфосфат, преципітат); калійні (калій хлорид, калій сульфат) та комплексні добрива, які містять відразу кілька основних і другорядних необхідних для рослин елементів (нітроамофоска, калімагnezія, калію нітрат тощо) [8]. Мінеральні добрива виробляють у промислових умовах, де відбувається перетворення природної сировини на необхідні рослинам поживні речовини у більш доступній для них формі. До основних недоліків мінеральних добрив варто зарахувати низький коефіцієнт корисної дії (для азоту та калію — 30÷40%, для фосфору — 20%), низьку засвоюваність корисних компонентів, не повністю задовільні фізико-хімічні, механічні та

товарні властивості. Також надлишкове використання мінеральних добрив призводить до підвищення концентрації мінеральних солей у ґрунті, внаслідок чого руйнується структура ґрунту, в овочах накопичуються шкідливі для здоров'я нітрати та фосфати, відбувається розмивання водорозчинних компонентів добрив і потрапляння їх до ґрунтових вод і водоїм [9]. Застосування мінеральних добрив має ряд недоліків, однак повна відмова від їх застосування також є небажаною, оскільки припинення їх застосування призведе до зниження врожайності рослин внаслідок недоотримання рослинами необхідних для нормального розвитку та функціонування таких важливих речовин, як азот, фосфор, калій, та інших мінеральних компонентів, які приймають безпосередню роль у формуванні зеленої маси рослин [5].

Через війну сотні гектарів земельного фонду України засмічені відходами, забруднені шкідливими речовинами, які вивільнюються при детонуванні та зазнають пошкодження структури ґрунтового покриву. Війна є загрозою для життя і здоров'я не лише сьогодення, а й у довготривалій перспективі — через забруднення довкілля. Серед всіх екосистем, що зазнають антропогенного впливу від воєнних дій, найбільше страждає ґрунт. Сума шкоди завдана забрудненням ґрунтів внаслідок збройної агресії РФ сягає понад 18 млрд \$, а вартість подальшої рекультивациі земель із пошкодженим родючим шаром ґрунту — у 39,6 млн \$ і цей процес триватиме десятиріччя [10]. Слід зазначити, що «деградація» ґрунтів в Україні відбувалася ще до повномасштабного вторгнення, адже майже 60% земель — це орні землі. Війна лише поглиблює негативні тенденції та вносить додаткові аспекти антропогенного впливу. З огляду на це на сучасному етапі необхідним є розробка заходів з відновлення ґрунтів та критеріїв оцінки матеріалів, які необхідно використати з цією метою для оптимального і безпечного застосування.

Мета роботи. Медико-санітарна та токсикологічна оцінки основних категорій добрив за показниками вмісту хімічних компонентів з визначенням пріоритетних показників ймовірного ризику для здоров'я людини, безпеки для якості сільгосппродукції та сировини та об'єктів довкілля.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Токсикологічні паспорти, наукові звіти з санітарно-епідеміологічної оцінки технічних

умов з виробництва та умов отримання органічної сировини, протоколи власних досліджень з фізико-хімічних та санітарно-токсикологічних показників різних видів добрив. Опрацьовано 108 документів попередніх років з оцінки показників різних видів добрив. Оцінка виконана методом гігієнічного аналізу з урахуванням особливостей дії.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Використання органічних добрив має певні недоліки, які слід враховувати при їх застосуванні у землеробстві. По-перше, органічні добрива містять меншу кількість поживних елементів на одиницю маси продукту порівняно з мінеральними. По-друге, сільськогосподарські відходи у своєму складі можуть містити різну кількість інфекційних і токсичних хімічних агентів, які негативно впливатимуть на довкілля та здоров'я людини. Для людини небезпека застосування органічних добрив потенційно полягає у потраплянні небезпечних біологічних і хімічних агентів до організму через харчові ланцюги [6, 11, 12]. За даними Державної служби статистики України станом на 2020 рік внесення органічних добрив скоротилося майже в 23 рази порівняно з 1990 роком. Сучасний стан застосування органічних добрив пов'язаний із зменшенням поголів'я у тваринництві та нераціональним поводженням із залишками рослинництва за рахунок їх спалювання [11]. Дослідженнями встановлено, що під дією органічних добрив у ґрунті поліпшується мікро-агрегатний склад та водостійкість макро- і мікроструктури, покращується вологутримуюча властивість збільшується, вміст доступної ґрунтової вологи, швидкість інфільтрації, пористість. Внаслідок цього, збагачений органікою ґрунт, краще поглинає вологу з атмосферних опадів та віддає її рослинам. Зменшення щільності та покращення агрегатного складу ґрунту сприяє підвищенню його проникності для коренів рослин [12]. Цінне органічне добриво можна виготовляти безпосередньо у полі, використовуючи для цього рештки соломи минулих років, змішуючи її з рідким гноем і гноївкою. Для кормових площ характерне більше винесення з ґрунту поживних речовин, передусім азоту і відповідно калію, фосфору. Саме тому норми внесення органічних добрив на таких ґрунтах можуть бути більшими, ніж у рослинництві. Органічні добрива, на відміну від мінеральних, навіть при внесенні великими нормами насамперед засвоюються ґрунтом

і їх елементи переходять у малорухомі форми, збільшуючи при цьому вміст органічної речовини в ґрунті. Органічна маса поступово мінералізується і забезпечує рослини азотом, фосфором і калієм, а також іншими елементами живлення. Рідкий безпідстилковий гній є особливо цінним, ефективність його застосування навіть перевищує дію мінеральних добрив і значно підвищує продуктивність кормових культур (у 1,5÷2,5 раза). Проте при внесенні великої кількості органічних добрив потрібно контролювати фітосанітарну обстановку на полях для запобігання збільшення засміченості посівів бур'янами. Слід проводити аналізи ґрунту і рослин на вміст не тільки нітратів, а й важких металів, миш'яку, селену, які можуть надходити з надмірною кількістю органічних добрив, стічними водами і промисловими відходами мінерального й органічного походження. Внаслідок чого, їх вміст у ґрунтах може перевищувати гранично допустимі концентрації (ГДК) у десятки і сотні разів. В Україні як органічні добрива, окрім традиційно використовуваних гною та посліду, виробляються похідні органічні добрива на їх основі, а також продукти на основі торфу та сапропелів. Окремо можна виокремити добрива на основі природного мінералоїду — леонардиту. З появою біогазових установок можна виокремити також органічне добриво з дигестату та похідних продуктів з нього. За результатами досліджень «Добрива органічного» було встановлено, що вміст хімічних речовин складав у %: N — 0,1÷2,9; P₂O₅ — 0,05÷0,3; K₂O — 0,05÷2,8, органічні речовини (на сухий продукт) — 70. За даними токсикологічного паспорту визначені рівні впливу: при інгаляційному впливі СЛ₅₀ — дія встановлена; при внутрішньо шлунковому введенні ЛД₅₀ для щурів і мишей становить >5000 мг/кг. Добриво не викликало загальних і місцевих реакцій при одноразовому і багаторазових нанесеннях на шкіру морських свинок, ЛД₅₀>2500 мг/кг. Внесення робочого розчину добрива (розведення 1:1) в око кролика у кількості 0,1 мл не викликало ознак подразнення слизових. Вивчення кумулятивних ефектів — I_{кум.}>5, що свідчить: добриво не проявляє кумулятивних властивостей, тропності дії та ефектів сенсibiliзації не встановлено. Отже, за параметрами гострої інгаляційної, пероральної і дермальної токсичності відноситься до мало небезпечних речовин — IV клас небезпечності (токсичності). Дослідження добрива органічного фульватно-гумінового «АГРОВАСТИН»

(«AGROVASTIN») показало, що вміст складових становив у %: N — 0,65÷0,75; P₂O₅ — 0,03÷0,08; K₂O — 0,02÷0,05; гумінові речовини: С_{загальний} — 7,0÷8,0; С_{гумінових кислот} — 2,0÷3,0; С_{фульво-кислот} — 4,5÷5,5; гумінові кислоти — 4,0÷5,0; фульво-кислоти — 10,0÷15,0; гумусові речовин — 13,0÷15,0. За даними токсикологічного паспорту рівні впливу становили: при інгаляційному впливі СЛ₅₀ — не встановлена; при внутрішньо шлунковому введенні ЛД₅₀ для щурів і мишей становить >6000 мг/кг. Добриво не викликало загальних і місцевих реакцій при одноразовому і багаторазових нанесеннях на шкіру морських свинок, ЛД₅₀>2500 мг/кг. Внесення добрива у нативному вигляді в око кролика у кількості 0,1 мл викликало сльозотечу та гіперемію кон'юнктиви, яка за шкалою оцінювалась у 3 бали. Через 24 години клінічні ознаки подразнення не спостерігались. При внесенні добрива у розведенні 1:2 спостерігалась слабка сльозотеча впродовж 1 години (1 бал) та незначна гіперемія кон'юнктиви (1 бал). Стан тварин залишався задовільним. Через 24 години подразнення слизових ока не спостерігались. Вивчення кумулятивних ефектів — I_{кум.}>5, що свідчить: добриво не проявляє кумулятивних властивостей, тропності дії та ефектів сенсibiliзації не встановлено. Таким чином, досліджене добриво за параметрами гострої інгаляційної, пероральної і дермальної токсичності відноситься до мало небезпечних речовин — IV клас небезпечності (токсичності). Вміст основних поживних елементів добрива органічного «Компост-СМ» (тверде) становив у %: N — 1,7; P₂O₅ — 2,5; K₂O — 1,0; органічні речовини — не менше 50. Органічні речовини складаються з гумінових сполук, у т.ч. гумінової кислоти, фульвокислоти і гумусу, які є найбільшою цінністю готового компосту, який, у свою чергу, збільшує родючість ґрунту та формує гумусний вуглецевий ланцюг. За даними токсиколого-гігієнічного паспорту при інгаляційному надходженні в організм максимально досяжних концентрацій пари при вільному випаровуванні препарату не виявлено гострого інгаляційного отруєння, СЛ₅₀ не встановлена; при введенні у шлунок щурів і мишам гострого смертельного отруєння не виявлено (ЛД₅₀ для щурів становить — >10000 мг/кг, для мишей — >9000 мг/кг), що класифікує препарат як мало небезпечну речовину; препарат не проявляв шкірно-резорбтивної дії, ЛД₅₀ при нанесенні на шкіру становив >5000 мг/кг; при одноразовому і багаторазо-

вому нанесенні добрива на шкіру морських свинок не спостерігалось проявів подразнюючої дії. Вивчення кумулятивних властивостей добрива — $I_{\text{кум.}} > 5$, що свідчить про те, що добриво «Компост-СМ» (тверде) не проявляє кумулятивних властивостей. Внесення в око кролика розчину добрива (1:1) у кількості 0,1 мл викликає незначні виділення з ока (сльозотеча) — 1 бал. Через годину ефекти подразнення зникли, внесення робочого розчину (1:2) не викликало клінічних ознак подразнення. Стан тварин залишався задовільним, що оцінюється як мало небезпечна речовина — IV клас за ДСП 8.8.1.2.002-98 «Пестициди і агрохімікати. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності». Таким чином, Добриво «Компост-СМ» (тверде), за ступенем гострої токсичної дії на організм при інгаляційному впливі, введенні у шлунок, нанесенні на шкірні покриви

і слизові оболонки ока відноситься до мало небезпечних речовин — IV клас токсичності.

В табл. 1 представлена порівняльна характеристика результатів токсикологічних досліджень органічних добрив.

Нагромаджений досвід свідчить, що мінеральні добрива — один із найефективніших засобів збільшення урожайності та поліпшення якості окремих параметрів продукції рослинництва. Застосуванням мінеральних добрив можна керувати процесом живлення рослин, змінювати якість урожаю та впливати на родючість, фізико-хімічні й біологічні властивості ґрунту. Результати наукових досліджень вітчизняних вчених свідчать, що завдяки використанню мінеральних добрив врожай основних сільськогосподарських культур збільшується в середньому на 40÷50%. Водночас мінеральні добрива істотно впливають на навко-

Таблиця 1. Порівняльна характеристика результатів токсикологічних досліджень органічних добрив

Назва добрива	Показники токсиметрії		Величина показника	Клас небезпеки
«Добриво органічне»	LD ₅₀	для щурів	>5000 мг/кг	IV
		для мишей	>5000 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		$I_{\text{кум.}} > 5$	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі (розведення 1:1)	0 балів	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2500 мг/кг	IV	
Добриво органічне фульватно-гумінове «АГРОВАСТИН» («AGROVASTIN»)	LD ₅₀	для щурів	>6000 мг/кг	IV
		для мишей	>6000 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		$I_{\text{кум.}} > 5$	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі (розведення 1:2)	2 бали	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2500 мг/кг	IV	
Добриво органічне «Компост-СМ»	LD ₅₀	для щурів	>10000 мг/кг	IV
		для мишей	>9000 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		$I_{\text{кум.}} > 5$	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі (розведення 1:1)	1 бал	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2500 мг/кг	IV	

лишне природне середовище, особливо через забруднення компонентів екосистем хімічними агентами. Своєчасно незасвоєні рослинами залишки добрив потрапляють у водойми, а азотні — ще й в атмосферу у вигляді оксидів нітрогену. Частка засвоєння елементів живлення рослинами становить близько $0,4 \div 0,6$, тобто майже половина не бере участі в малому біотичному циклі кругообігу, стає потенційним забруднювачем агроекосистем [13]. Отже, необґрунтоване застосування надмірної кількості мінеральних добрив призводить до значного негативного впливу на навколишнє природне середовище, сільськогосподарську продукцію, тваринний світ і, зрештою, на здоров'я людини. Дослідження мінерального гранульованого добрива «V-AGRO» показали, що у його складі вміст хімічних сполук становить у %: $ZnSO_4$ — $0,00027 \div 0,0015$, $MgSO_4$ — $0,00019 \div 0,002$, $MnSO_4$ — $0,00081 \div 0,0025$, $FeSO_4$ — $0,00014 \div 0,0015$, $CuSO_4$ — $0,00074 \div 0,002$, $CoSO_4$ — $0,00005 \div 0,0005$, брассинолід марки 0,1 SP (Brassinolide) — $1 \div 1,5$, сахароза — $98,49 \div 98,9978$, а загальний вміст солей мікроелементів у гранулі, не менше — $0,000001900$ мг. За даними токсикологічного паспорту встановлено: добриво мінеральне гранульоване нелеткий продукт, при інгаляційному впливі на організм мишей і щурів в статичному режимі гострого отруєння при насичуючих концентраціях не виявлено (SL_{50} не встановлена); при пероральному надходженні в організм мишей і щурів $LD_{50} > 5000$ мг/кг, при нанесенні на шкірні покриви $LD_{50} > 2500$ мг/кг. Внесення у кон'юнктивальний мішок ока кролика розчину добрива (1:1) у кількості 0,1 мл викликало сльозотечу та почервоніння кон'юнктиви, що оцінювалось у 2 бали. При внесення робочого розчину добрива в око у розведенні (1:2) клінічні ознаки подразнення були відсутні. Стан тварин залишався стабільним, що оцінюється як мало небезпечні речовини — IV клас небезпечності за ДСП 8.8.1.2.002-98 «Державні санітарні правила і гігієнічні норми. Гігієна і токсикологія пестицидів, полімерних та синтетичних матеріалів. Пестициди і агрохімікати. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності». За кумулятивними властивостями мінеральне гранульоване не проявляло кумулятивних властивостей ($I_{кум.} > 5$). Таким чином, встановлено вплив добрива мінерального гранульованого на організм: інгаляційний у статичному режимі — $SL_{50} > 50000$ мг/м³; при пероральному надходженні — $LD_{50} > 5000$ мг/кг; при аплікаціях на

шкіру — $LD_{50} > 2500$ мг/кг, що класифікує добриво як мало небезпечне — IV клас небезпечності (токсичності). У складі мінерального добрива «Polifoska 6» вміст хімічних речовин становив у %: N — 6, P₂O₅ — 20, K₂O — 30, SO₃ — $0,9 \div 7,0$. За даними токсикологічного паспорту встановлено: добриво мінеральне нелеткий продукт, при інгаляційному впливі на організм мишей і щурів у статичному режимі гострого отруєння при насичуючих концентраціях не виявлено (SL_{50} не встановлена); при пероральному надходженні в організм мишей і щурів LD_{50} — 1800 мг/кг; при нанесенні на шкірні покриви — $LD_{50} > 2000$ мг/кг. Внесення у кон'юнктивальний мішок ока кролика розчину добрива (1:1) у кількості 0,1 мл викликало сльозотечу та почервоніння кон'юнктиви, що оцінювалось у 2 бали. За кумулятивними властивостями мікродобриво мінеральне гранульоване не проявляє кумулятивних властивостей ($I_{кум.} > 5$). Таким чином, встановлено вплив добрива мінерального гранульованого на організм: інгаляційний у статичному режимі — $SL_{50} > 50000$ мг/м³; при пероральному надходженні — LD_{50} — 1800 мг/кг; при аплікаціях на шкіру — $LD_{50} > 2000$ мг/кг, що характеризує добриво як помірно небезпечне — III клас небезпечності (токсичності). Дослідженнями мінерального гранульованого добрива «NANO-КОМПОЗИТ-НЕ» визначено, що у його складі вміст хімічних речовин становив у г/100 г: Ca₃(PO₄)₂ — $0,025 \div 0,2$; (SiO₂) — $0,02 \div 0,15$; (MgSO₄) — $0,01 \div 0,10$; (ZnSO₄) — $0,005 \div 0,05$; тіамін — $0,01 \div 0,10$; L-серин — $0,03 \div 0,20$; лактоза — $0,02 \div 0,20$; сахароза — $99,00 \div 99,88$. За даними токсикологічного паспорту основними діючими компонентами добрива є солі сірчаної кислоти, цинку, магнію; оксид кремнію, фосфат кальцію, які обумовлюють негативний вплив на організм. За даними токсикологічного паспорту встановлено: добриво мінеральне гранульоване нелеткий продукт, при інгаляційному впливі на організм мишей і щурів у статичному режимі гострого отруєння при насичуючих концентраціях не виявлено (SL_{50} не встановлена); при пероральному надходженні в організм мишей і щурів — $LD_{50} > 1800$ мг/кг; при нанесенні на шкірні покриви — $LD_{50} > 2500$ мг/кг. Внесення у кон'юнктивальний мішок ока кролика розчину добрива (1:1) у кількості 0,1 мл викликало сльозотечу та почервоніння кон'юнктиви, що оцінювалось у 2 бали. Внесення робочого розчину добрива в око у розведенні (1:1) клінічні ознаки подразнення були відсутні. За кумуля-

тивними властивостями мікродобриво мінеральне гранульоване не проявляло кумулятивних властивостей ($I_{\text{кум.}} > 5$). Отже вплив добрива мінерального гранульованого на організм: інгаляційний у статичному режимі — $СЛ_{50} > 50000$ мг/м³; при пероральному надходженні — $ЛД_{50} > 1800$ мг/кг; при аплікаціях на шкіру — $ЛД_{50} > 2500$ мг/кг, що класифікує добриво як помірно небезпечне — III клас небезпечності (токсичності). Склад мінерального добрива «НУТРИМАКС», р. за результатами досліджень наступний: N — 11,3%, сірчано-кислотний залишок (SO₃) — 63,9%. При цьому, за даними токсиколого-гігієнічного паспорту визначено: $СЛ_{50}$ для щурів не встановлена, гострого отруєння тварин при інгаляційному впливі насичених концентрацій препарату не виявлено, порогові концентрації — не встановлені. Отже, $СЛ_{50}$ для щурів становить > 50000 мг/м³; при введенні у шлунок — $ЛД_{50}$ добрива для щурів і мишей становить > 5000 мг/кг, що свідчить про відсутність видової чутливості. При нанесенні на шкіру не спостерігалось подразнюючої та шкірно-резорбтивної дії препарату ($ЛД_{50}$ добрива при нанесенні на шкіру — > 2500 мг/кг); при внесенні в око кролика препарату у нативній формі в дозі 0,1 мл спостерігались незначні виділення з ока (сльозотеча) 1 бал, а при внесенні в око робочого розчину (1:1) клінічні ознаки подразнення були відсутні. Таким чином, за даними експериментальних досліджень добриво «НУТРИМАКС» за ступенем дії на організм при інгаляційному впливі, введенні у шлунок та нанесенні на шкірні покриви відноситься до мало небезпечних речовин — IV клас токсичності. Добриво «Оміа Про Кальцій/Оmya Pro Calcium» за хімічною характеристикою є карбонатом кальцію. За результатами лабораторних досліджень вмісту складових у добриві встановлено, що вміст складових становить у %: Ca (CaCO₃) — 95,4, Mg (MgCO₃) — 1,47, Si (SiO) — 1,93, Al (Al₂O₃) — 0,64, Fe (Fe₂O₃) — 0,33; вміст важких металів: Hg — $< 0,01$ ppm, Be < 1 ppm, Cr — $7 \div 8$ ppm (за нормою — < 5 ppm), Co — $1-2$ ppm, Ni — 6 (за нормою — < 10 ppm), Cu — $76 \pm 1 \div 90 \pm 9$ ppm (за нормою — < 5 ppm), Zn — 11 ppm (за нормою — < 50 ppm), As — $0,8 \div 0,9$ ppm, Se < 1 ppm, Mo < 1 ppm, Ag < 1 ppm, Cd $< 0,1$ ppm, (за нормою — < 1 ppm), Sn < 1 ppm, Hg < 10 ppm, Te < 1 ppm, Ba $< 27 \div 30$ ppm, Tl < 1 ppm, Pb < 3 ppm (за нормою — < 10 ppm), Bi $< 0,1$ ppm. За результатами токсикологічних досліджень (токсиколого-гігієнічний паспорт) щодо встановлення параметрів гострої токсичності було

визначено: $СЛ_{50}$ для добрива для щурів та мишей — не встановлено. Гострого отруєння при насичуючих концентраціях не виявлено ($ЛД_{50}$ добрива кальцієвого для щурів — > 6000 мг/кг, $ЛД_{50}$ для мишей визначено на рівні > 5000 мг/кг). Таким чином, встановлено вплив добрива кальцієвого «ОміаПро Кальцій» («OmyaPro Calcium») на організм: інгаляційний у статичному режимі — $СЛ_{50} > 50000$ мг/м³; при оральному надходженні — $ЛД_{50} > 5000$ мг/кг; при аплікаціях на шкіру — $ЛД_{50} > 2500$ мг/кг, що в цілому класифікує добриво як мало небезпечне — IV клас токсичності. За результатами досліджень азотно-фосфорне мінеральне добриво «ULTRASOL MAGNUM P44 TM містить у складі у %: фосфат сечовини — $18 \div 44$, N — 17, P₂O₅ — 44. За визначеними токсикологічними характеристиками складових (азоту та п'ятиоксиду фосфору) параметри гострої токсичності добрива при внутрішньо шлунковому введенні щурам визначається на рівні — $ЛД_{50} \geq 1500$ мг/кг (за методом визначення гострої токсичності OECD 422); шкірно-подразнююча дія добрива за параметрами гострої токсичності при аплікаціях на шкіру щурів визначена на рівні $ЛД_{50}$ — 1800 мг/кг. Таким чином, азотно-фосфорне добриво — фосфосечовина при надходженні в організм характеризується як помірно небезпечне і відноситься до III класу небезпечності (токсичності).

В табл. 2 представлена порівняльна характеристика результатів токсикологічних досліджень мінеральних добрив.

Органо-мінеральні добрива (ОМД) — це окремий клас добрив, що набувають останнім часом поширення, а їх виробництво та використання вважається наступним етапом у розвитку застосування добрив. Власне, сама назва вказує на наявність у їх складі речовин як мінерального, так і органічного походження, що на протигагу традиційно використовуваним мінеральним добривам, мають екологічні, агрохімічні та економічні переваги. Фактично створенням ОМД цільового складу та властивостей дає можливість, з одного боку, збалансовувати склад макро- та мікронутрієнтів для живлення певних культур рослин, а з іншого — пом'якшити або нівелювати негативний вплив використання лише мінеральних добрив. Поєднання мінеральної та органічної частин в ОМД покращує баланс та умови живлення рослин у процесі внесення в ґрунт. ОМД виготовляють на природній основі (сапропель озерний, торф, буре вугілля, солома та зеле-

Таблиця 2. Порівняльна характеристика результатів токсикологічних досліджень мінеральних добрив

Назва добрива	Показники токсикометрії		Величина показника	Клас небезпеки
Мінеральне гранульоване добриво «V-AGRO»	LD ₅₀	для щурів	>5000 мг/кг	IV
		для мишей	>5000 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		I _{кум.} >5	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі (розведення 1:1)	2 бали	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2500 мг/кг	IV	
Мінеральне добриво «Polifoska 6»	LD ₅₀	для щурів	1800 мг/кг	III
		для мишей	1800 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		I _{кум.} >5	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі (розведення 1:1)	2 бали	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2000 мг/кг	III	
Гранульоване добриво «NANO-KOMПОЗИТНЕ»	LD ₅₀	для щурів	>1800 мг/кг	III
		для мишей	>1800 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		I _{кум.} >5	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі (розведення 1:1)	2 бали	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2500 мг/кг	IV	
Мінеральне добриво «НУТРИМАКС»	LD ₅₀	для щурів	> 5000 мг/кг	IV
		для мишей	> 5000 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		I _{кум.} >5	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	не виявлена	IV
		очі (нативний)	1 бал	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2500 мг/кг	IV	
Добриво кальцієве «ОміаПро Кальцій» («OmyaPro Calcium»)	LD ₅₀	для щурів	>6000 мг/кг	IV
		для мишей	>5000 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		I _{кум.} >5	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі	1 бал	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2500 мг/кг	IV	

Назва добрива	Показники токсикометрії		Величина показника	Клас небезпеки
Азотно-фосфорне мінеральне добриво «ULTRASOL MAGNUM P44 TM	LD50	для щурів	1500 мг/кг	III
	LC50	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		I _{кум.} >5	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі	1 бал	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
	Шкірно-резорбтивна дія		1800 мг/кг	III

на маса) або на основі відходів тваринництва (гній, пташиний послід тощо). У процесі біоконверсії органічної речовини такі комплекси утворюються за додавання у компостну масу мінеральних добрив. Поєднання органічної і мінеральної частини в ОМД поліпшує баланс та умови живлення рослин при внесенні в ґрунт. Використання збалансованих ОМД покращує умови формування позитивного балансу гумусу та біогенних елементів, поступово та закономірно підвищується продуктивність ріллі [14, 15]. Одним з основних переваг ОМД є зниження розчинності азоту у ґрунті за рахунок залучення його до складу з'єднань з відносно низькою розчинністю, оскільки вони виготовляються на органічній основі шляхом включення мінеральних добрив. У технологічному процесі одержання ОМД мінеральні елементи живлення утворюють з гуміновими з'єднаннями орґано-мінеральні комплекси, що дозволяє закріпити азот і калій в обмінній формі та зменшити їх рухливість, а фосфор перевести в форму, що легко засвоюється рослинами. За рахунок цього коефіцієнт використання поживних елементів з ОМД сягає вище 90%, що дозволяє знизити дози внесення цих добрив порівняно з мінеральними. До того ж, на відміну від органічних добрив, ОМД не містять життєдіяльного насіння бур'янів [15]. Оптимальне співвідношення елементів живлення в ОМД запобігає надлишковому накопиченню нітратів в продуктах, забезпечує не тільки приріст врожаю, але й поліпшує поживну цінність продукції. Вивчення впливу ОМД на оточуюче середовище показує їх ефективність також і з екологічних позицій. Використання таких добрив суттєво знижує винесення особливо небезпечних у відношенні забруднення водних джерел нітратних іонів. Вважається, що це відбувається в основному за рахунок вмісту в ОМД

лігніну (30÷50%), який фіксує рухомий амоній. Також відомо, що ґрунт повинен мати високу ємність поглинання і буферність, щоб утримувати велику кількість мінеральних солей і поступово віддавати їх рослинам. Важливо, щоб ці якості зберігалися тривалий час. ОМД відповідають цим вимогам, оскільки при їх використанні покращуються фізико-хімічні властивості ґрунту, збільшуючи ємність вологи за рахунок властивості утримувати вологу в гранулах впродовж тривалого часу. Внаслідок чого ґрунт стає більш пухким, знижується його об'ємна маса. При використанні ОМД не відбувається засолення ґрунтів, що спостерігається при використанні високих доз мінеральних добрив. Головне, що з ОМД елементи живлення звільняються у відповідності з потребою рослини, а також внесення ОМД сприяє рівномірному розподіленню елементів живлення в ґрунті, що забезпечує його високу якість. Отже, ОМД мають низку переваг, а саме: містять велику кількість свіжого лігніну, який є повільно діючим джерелом елементів мінерального живлення, джерелом для утворення гумусу, середовищем для розвитку мікроорганізмів; вміст кальцію, що з одного боку сприяє закріпленню органічної речовини в ґрунті, а з іншого забезпечує сприятливі умови для формування оптимальних водно-фізичних властивостей ґрунту; вміст певної кількості рухливих поживних речовин, макро- та мікроелементів, які необхідні для рослини. Крім того, використання ОМД з вмістом до 6% органічного вуглецю дозволить вирішити одну з важливіших проблем сучасного сільськогосподарського виробництва — забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті. Також, суміш може використовуватись як універсальний меліорант, тому що в процесі нейтралізації існує можливість одержання добрива з різною реакцією се-

редовища, що дозволить регулювати рН ґрунту, та з різним вмістом кальцію, який є основним меліорантом серед усіх відомих. Об'єктами дослідження були різні марки комплексного добрива «ГуміСил» (GumiSil), такі як: «Моно-Бор» (В) — $5,0 \div 15,0\%$; «Моно-Калій» (K_2O) — $5,0 \div 15,0\%$; «Моно-Фосфор» (P_2O_5) — $10,0 \div 25,0\%$; «Моно-Цинк» (N) — $3,0 \div 7,0\%$, (Zn) — $4,0 \div 8,0\%$; гумінові кислоти для усіх марок добрива — $5,0 \div 15,0$ г/л. За хімічним складом комплексне добриво містить органічні речовини — гумінові кислоти та мінеральні хімічні сполуки. За результатами токсикологічних досліджень було встановлено, що Добриво «ГуміСил» (GumiSil) усіх марок за параметрами гострої оральної токсичності ($LD_{50} > 5000$ мг/кг) характеризується як «мало небезпечне» і відноситься до IV класу. У досліджених концентраціях добриво не викликає проявів місцево-подразнюючої дії, коефіцієнт кумуляції ($I_{кум.} > 5$). Таким чином, комплексне добриво «ГуміСил» є мало небезпечним і відноситься до IV класу мало небезпечних сполук. За даними досліджень добриво комплексне органо-мінеральне «Комплекс+» — є сипкою сумішшю з вмістом у%: N — $0,8 \div 2,5$, P_2O_5 — $0,3 \div 2,0$, K_2O — $0,1 \div 2,0$, зола — не більше 60. За результатами досліджень параметрів гострої токсичності встановлено: SL_{50} добрива органо-мінерального для щурів та мишей — не встановлено; гострого отруєння при насичуючих концентраціях не виявлено (LD_{50} для щурів та мишей > 5000 мг/кг); при одноразовому і багаторазовому нанесенні на шкіру морських свинок не спричиняє подразнюючої дії. За ознаками органо-мінеральне добриво належить до (мало небезпечних речовин) — IV клас безпеки. Внесення в кон'юнктивальний мішок ока кролика робочого розчину добрива в кількості 0,1 мл не викликало змін у стані слизових оболонок ока, клінічні ознаки подразнення були відсутні. Стан тварин залишався задовільним. Добриво комплексне органо-мінеральне не проявляло кумулятивних властивостей ($I_{кум.} > 5$). Таким чином, встановлено, що вплив добрива комплексного органо-мінерального «Комплекс+» на організм: при інгаляційному надходженні у статичному режимі — $SL_{50} > 50000$ мг/м³, при оральному надходженні — $LD_{50} > 5000$ мг/кг, при аплікаціях на шкіру — $LD_{50} > 2500$ мг/кг; в цілому добриво класифікується як мало небезпечне — IV клас токсичності. Органо-мінеральне добриво KSC Сульфасід LCN, р. (N — 15%, SO_3 — 41%, інгібітор нітрифікації (диціанамід) — 2%) призначене для поліпшення ха-

рактеристик ґрунту, насамперед для використання на ґрунтах з метою пригнічення діяльності нітрифікуючих бактерій, що забезпечують пролонгацію дії азотних добрив і мінімізують втрати азоту з ґрунту. Тобто фактично препарат за своїми характеристиками відноситься до поліпшувачів ґрунту. За даними токсикологічного паспорту визначено, що препарат не леткий, при інгаляційному впливі максимально можливих концентрацій при вільному випаровуванні за 24 години на мишах (2 год) і на щурах (4 год) загибелі тварин та ознак отруєння не спостерігалось. Інгаляційної безпеки в статичному режимі не встановлено. SL_{50} добрива для щурів та мишей — не встановлено. Гострого отруєння при насичуючих концентраціях не виявлено. При введенні у шлунок LD_{50} добрива для щурів — > 7500 мг/кг, для мишей — LD_{50} добрива «KSC Сульфасід LCN» > 7000 мг/кг, що за параметрами гострої токсичності характеризує добриво як мало небезпечну речовину — IV клас токсичності. Місцеві реакції при дії добрива на шкірні покриви — $LD_{50} > 2000$ мг/кг, за вираженістю місцево-подразнюючої дії характеризують препарат як помірно небезпечний — III клас токсичності.

В табл. 3 представлена порівняльна характеристика результатів токсикологічних досліджень органо-мінеральних добрив.

Таким чином, аналіз результатів проведених досліджень свідчить, що за критеріями оцінки медико-санітарних показників впливу добрив на організм мінеральні, органо-мінеральні та комплексні добрива оцінюються переважно як мало небезпечні (IV) та помірно небезпечні (III) класів токсичності, а органічні — як мало небезпечні (IV) речовини за умови повної деінвазії. При цьому слід зазначити, що за характером дії та ймовірними наслідками для довкілля саме використання органо-мінеральних і органічних добрив забезпечує стійке відтворення і збереження родючості ґрунтів, яке відбувається за допомогою створення оптимальних умов їх біологічної активності. Адже родючість ґрунту є основою нормального функціонування всієї екосистеми і може бути оцінена як стабільність його біологічної активності. Покращання родючості включає збалансування фізичних, хімічних та біологічних властивостей для оптимізації кількості та різноманітності організмів ґрунту. Органічна система віддає перевагу використанню таких енергетичних ресурсів, які залучаються ззовні і мають біологічне походження, а не є продуктами хімії.

Таблиця 3. Порівняльна характеристика результатів токсикологічних досліджень ОМД

Назва добрива	Показники токсикометрії		Величина показника	Клас небезпеки
Комплексне добриво «ГуміСил» (GumiSil®)	LD ₅₀	для щурів	>5000 мг/кг	IV
		для мишей	>5000 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		I _{кум.} >5	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі	1 бал	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2500 мг/кг	IV	
Комплексне органо-мінеральне добриво «Комплекс+»	LD ₅₀	для щурів	>5000 мг/кг	IV
		для мишей	>5000 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		I _{кум.} >5	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі (розведення 1:1)	0 балів	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2500 мг/кг	IV	
Органо-мінеральне добриво KSC Сульфасід LCN	LD ₅₀	для щурів	>7500 мг/кг	IV
		для мишей	>7000 мг/кг	
	LC ₅₀	для щурів	>50000 мг/м ³	IV
	Кумулятивна дія		I _{кум.} >5	IV
	Місцево-подразнююча дія на:	шкіру	Не виявлена	IV
		очі (розведення 1:1)	0 балів	IV
	Сенсибілізуюча дія		0 балів	IV
Шкірно-резорбтивна дія		>2000 мг/кг	III	

Поживні елементи ґрунту, що виносяться з урожаєм і втрачаються з промиванням або іншими шляхами, повертають за допомогою речовин, які отримують у самому сільському господарстві. Рециклінг органічних матеріалів у ґрунт вважається у більшості випадків найкращим екологічним підходом, що дає змогу замикати колообіги природних поживних речовин та вуглецю. Органічні матеріали є цінним джерелом основних поживних речовин (таких як азот — N, фосфор — P₂O₅, калій — K₂O та сірка — SO₃), які мають важливе значення для росту рослин, тобто сприяють сталому виробництву продукції рослинництва. Органічні добрива, отримані з природних та відновлюваних джерел (рослини, тварини і мінерали) мають низку переваг перед мінеральними (штучно виробленими) за рахунок більш збалансованого співвідношення N:P:K

та наявності значної гумусової компоненти. Органічні і органо-мінеральні добрива відновлюють найбільш важливу властивість ґрунту — родючість, завдяки внесенню органічних компонентів підвищують його якісні показники, здатність затримувати вологу та поживні речовини. В свою чергу це сприяє покращенню умов для росту рослин: розвиток сильної кореневої системи, краща здатність спротиву шкідникам і хворобам та підвищення врожайності. Мінеральні добрива хоча гарно засвоюються рослинами, але при перевищенні їх надходження в ґрунти завдають шкоду навколишньому середовищу, сприяють викидам парникових газів та забрудненню водних джерел. З іншого боку, органічні препарати зменшують такий негативний вплив та є більш екологічно чистим варіантом також і для виробництва. Отже, раціональне використання добрив сприяє

підтриманню балансу біогенних елементів та гумусу у ґрунті, тим самим покращуючи його родючість. Попри це в Україні наразі відсутній окремий документ щодо оціночних показників та умов поводження з добривами взагалі, а існують лише нормативні документи щодо пестицидів (ДСанПіН 8.8.1.002-98 «Державні санітарні правила і гігієнічні норми. Гігієна і токсикологія пестицидів, полімерних та синтетичних матеріалів. Пестициди і агрохімікати. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності», ДСП 8.8.1.2.001-98 «Державні санітарні правила. Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві», ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 «Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті») та самого ґрунту (ГР № 1595-2020 р. «Гігієнічні регламенти допустимого вмісту хімічних речовин у ґрунті»), що потребує розробки окремого документу щодо безпечного використання добрив відповідно до вимог ЄС. Отже, регламентація критеріїв безпечного для здоров'я населення використання добрив при відновленні ґрунтів відповідно до європейських вимог з урахуванням положень документів про асоціацію України з ЄС та згідно з Указом Президента України від 19.03.2021 р. № 104/2021 про введення в дію рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про заходи щодо підвищення рівня хімічної безпеки на території України» (п. 2.3.) набуває пріоритетного значення.

ВИСНОВКИ

За результатами порівняльного аналізу характеристик та особливостей дії різних видів добрив встановлено, що найбільш ефективним комплексним заходом відновлення деградованих ґрунтів є застосування органо-мінеральних і органічних добрив, які сприяють відновленню саме структури ґрунтів, запобігають їх виснаженню і хімічному забрудненню, відновлюють родючість. Використання органічних і органо-мінеральних добрив допомагає підтримувати стійку екосистему, зберігаючи безпечно довкілля для майбутніх поколінь.

Наразі є актуальним питання впровадження європейських медико-санітарних вимог щодо використання добрив як суттєвого чинника відновлення ґрунтів з метою попередження негативного впливу на здоров'я населення України.

REFERENCES

1. Vysotsyk Robert. Proyzvodstvo orhanycheskykh udobrenyi novoho pokoleniya — ochen ynteresnyi byzness dlia Ukrainy [The production of organic fertilizers of the new generation is a very interesting business for Ukraine]. *Zerno [Grain]*. 2014;11(104):97–9. In Russian.
2. Astrid Miuler. Korystuvannia y okhорona hruntiv: zakonodavchi ta instytutsiini ramky v Yevropi i Nimechchyni: konsultatsii tovarystva z pytan vykorystannia ta upravlinnia zemelnymy resursamy [Soil use and protection: legislative and institutional frameworks in Europe and Germany: consultations of the Society for the Use and Management of Land Resources]. Kyiv, 2014. 28 p. URL: https://apd-ukraine.de/images/BVVG/Bodenschutz_ua.pdf. In Ukrainian.
3. Hololobova OO, Bushkina YaS. Ahroekolohichna efektyvnist vykorystannia biolohichnykh vidkhodiv [Agroecological efficiency of using biological waste]. *Visnyk Kharkivskoho nats. universytetu im. V.N. Karazina. Seriya «Ekolohiia» [Bulletin of the Kharkiv National University named after V.N. Karazin. Series «Ecology»]*. 2016;15:43–50. In Ukrainian.
4. Havryliuk VA, Demchuk SM. Orhano-mineralni dobrovna — kompleksne vyrishennia vykorystannia syrovynnykh resursiv [Organo-mineral fertilizers — a comprehensive solution for the use of raw materials]. *Ahroekolohichni zhurnal [Agroecological Journal]*. 2013;4:78–81. In Ukrainian.
5. Dehodiuk EH, Vitvitska OI. Suchasni pidkhody do optymizatsii mineralnoho zhyvlennia roslyn v orhanichnomu zemlerobstvi [Modern approaches to optimizing mineral nutrition of plants in organic farming]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN» [Collection of scientific works of the National Scientific Center «Institute of Agriculture of the NAAS»]*. Kyiv, 2014:33–39. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/bitstream/123456789/10801/1/%D0%A2%D0%B5%D0%B7%D0%B8%202024-69-70%20%281%29.pdf>. In Ukrainian.
6. Matviichuk BV, Riabchuk OP. Kruhoobih orhanichnoho vuhletsiu v ahrobiotsenozii pivnichnoho Lisostepu [Organic carbon cycle in the agrobiocenosis of the northern forest-steppe]. *Visnyk Zhytomyrskoho natsionalnoho ahroekolohichnoho universytetu (ZhNAEU) [Bulletin of the Ukrainian Agricultural University]*. 2011;1:136–44. In Ukrainian.
7. Kucheruk P. Orhanichne dobrovno yak lanka retsyklinhu pozhyvnykh rehovyn [Organic fertilizer as a link in nutrient recycling]. Platforma staloho ahrobiznesu «SAF Ukraina» [Sustainable Agrobusiness Platform «SAF Ukraine»]. 20 bereznia 2020 r. [20 March 2020]. URL: <https://uabio.org/materials/7503/>. In Ukrainian.
8. Krolevska SV, Stasenko LV. Normatyvni vymohy shchodo vykorystannia mineralnykh dobrov [Regulatory requirements for the use of mineral fertilizers]. Kyiv, 2016:76. In Ukrainian.
9. Chorny SH. Otsinka yakosti hruntiv [Soil Quality Assessment]. Mykolaiv National Agrarian University. Mykolaiv, 2018. 233 p. In Ukrainian.
10. Publication of documents of the State Statistics Service of Ukraine. URL: https://ukr.stat.gov.ua>suya>st>zvit>st_zv_pl_val_zbory_2020. In Ukrainian.

11. Adegoke AA, Awolusi O, Stenström TA. Organic Fertilizers: Public Health Intricacies. Organic Fertilizers — From Basic Concepts to Applied Outcomes. Published: 30 June 2016. <http://dx.doi.org/10.5772/64195>.
12. Vasylenko MH. Orhano-mineralni dobryva pidvyshchuiut urozhai i polipshuiut yakist produktsii [Organo-mineral fertilizers increase yields and improve product quality]. *Peredhirne ta hirske zemlerobstvo i tvarynnytstvo [Foothill and mountain agriculture and livestock]*. 2015;58(1):22–30. In Ukrainian.
13. Tisni stosunky: hrunt, roslyna, dobryvo [Close relationship: soil, plant, fertilizer]. 25.07.2017. URL: <https://infoindustria.com.ua/tisni-stosunki-grunt-roslina-dobryvo>. In Ukrainian.
14. Dehodiuk EH. «Dobri dobryva» — dobryva maibutnoho [«Good fertilizers» — fertilizers of the future]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*. 2007;2:34. In Ukrainian.
15. Yakushko SI, Ivanov VP. Orhano-mineralni dobryva: Perevahy ta sposoby vyrobnytstva [Organo-mineral fertilizers: Advantages and production methods]. *Khimichna promyslovisť Ukrainy [Chemical industry of Ukraine]*. 2008;3:38–43. In Ukrainian.

ДЖЕРЕЛА ФІНАНСУВАННЯ

Дослідження виконані в рамках НДР «Обґрунтування санітарно-епідеміологічних критеріїв безпечного для здоров'я населення використання добрив при відновлення ґрунтів відповідно до вимог Євросоюзу», № держреєстрації 0123U1110004619.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО КОНФЛІКТ ІНТЕРЕСІВ

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ ТА ЇХ ВНЕСОК

КАКУРА Ірина — концептуалізація, написання — оригінальний проєкт, курація даних, формальний аналіз. ORCID 0009-0005-5998-4328.

СТАНКЕВИЧ Валерій — адміністрування проєкту, концептуалізація, написання — перегляд та редагування, спостереження. ORCID 0009-0009-7502-4297.

КОСТЕНКО Алла — формальний аналіз, курація даних. ORCID 0009-0004-4539-2535.

ФЕДОРІШИНА Олена — курація даних, написання — перегляд та редагування. ORCID 0009-0001-5171-2847.

ГУМЕННІКОВА Наталія — дослідження, курація даних. ORCID 0009-0009-5519-5048.

КРАВЧУН Тетяна — методологія, дослідження, формальний аналіз, візуалізація, написання — перегляд та редагування. ORCID 0000-0002-2553-9796.

ДІДИК Наталія — дослідження, формальний аналіз, візуалізація, написання — перегляд та редагування. ORCID 0000-0002-6221-2602.

ЦИЦЕРУК Валерія — дослідження, формальний аналіз, візуалізація, написання — перегляд та редагування. ORCID 0009-0006-0315-7750.

SOURCES OF FUNDING

The studies were carried out within the framework of the research «Justification of sanitary and epidemiological criteria for the safe use of fertilizers for public health in soil restoration in accordance with the requirements of the European Union», State Registration No. 0123U1110004619.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS AND THEIR CONTRIBUTION

KAKURA Iryna — conceptualization, writing — original project, data curation, formal analysis. ORCID 0009-0005-5998-4328.

STANKEVYCH Valerii — project administration, conceptualization, writing — viewing and editing, observation. ORCID 0009-0009-7502-4297.

KOSTENKO Alla — formal analysis, data curation. ORCID 0009-0004-4539-2535.

FEDORYSHYNA Olena — data curation, writing — viewing and editing. ORCID 0009-0001-5171-2847.

HUMENNIKOVA Natalia — research, data curation. ORCID 0009-0009-5519-5048.

KRAVCHUN Tetiana — methodology, research, formal analysis, visualization, writing — viewing and editing. ORCID 0000-0002-2553-9796.

DIDYK Natalia — research, formal analysis, visualization, writing — viewing and editing. ORCID orcid.org/0000-0002-6221-2602.

TSITSERUK Valeria — research, formal analysis, visualization, writing — viewing and editing. ORCID 0009-0006-0315-7750.



КАКУРА Ірина: 02094, Україна, м. Київ, вул. Павла Полуботка Гетьмана, 50.
Тел.: +38 044 292 1458; e-mail: ntkikakur@ukr.net.

КАКУРА Ірина: 50 Pavlo Polubotka Hetman Street, Kyiv, 02094, Ukraine.
Phone: +38 044 292 1458; e-mail: ntkikakur@ukr.net.