

ВПЛИВ ОРГАНІЧНОГО ДОБРИВА «ORGANIC MAX» НА АГРОХІМІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ ЗАКАРПАТТЯ

І.С. Брошчак¹, М.В. Мандрико², Б.І. Ориник³,
О.З. Бровко³, М.Д. Гуйван⁴

¹Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(м. Тернопіль, Україна)

e-mail: i.broshchak@gmail.com; ORCID: 0009-0002-9852-3514

²ТОВ «ЛІГНІТ+» (с. Льниця, Хустський р-н, Закарпатська обл., Україна)
e-mail: tzovlignitplus@ukr.net

³Тернопільська філія ДУ «Держґрунтохорона» (м. Тернопіль, Україна)
e-mail: bogdanorunyk@gmail.com; ORCID: 0000-0003-2878-5754
e-mail: terno_rod@ukr.net; ORCID: 0000-0001-9457-0896

⁴Фізична особа — підприємець (с. Добрівляни, Чортківський р-н,
Тернопільська обл., Україна)
e-mail: Guivan_co@ukr.net

За дефіциту традиційних органічних добрив та постійного зростання вартості мінеральних важливим є пошук альтернативних екологічно чистих джерел поживних речовин. Запропоновано та досліджено ефективність дії нового органічного добрива «Organic MAX», виготовленого на основі лігніту (бурого вугілля) та курячого посліду в умовах Закарпатської обл. Під впливом пташиного посліду гумінової речовини лігніту переходять у фізіологічно активний стан і ефективно діють як стимулятори росту рослин і джерела елементів живлення. За результатами проведених польових досліджень простежується збільшення ефективності цього добрива із підвищенням вмісту відходів тваринного походження: «Organic MAX-20» (лігніт + 20% курячого посліду) та «Organic MAX-30» (лігніт + 30% курячого посліду). Встановлено, що внесення цього добрива у нормі 1 т/га забезпечило підвищення вмісту органічної речовини ґрунту (гумусу) на 0,05% для чистого лігніту, на 0,19% для «Organic MAX-20» і на 0,66% для «Organic MAX-30». Відмічено також збільшення вмісту поживних елементів: легкогідролізованого азоту на 14,1–55,9 мг/кг; рухомих сполук фосфору на 64,5–109,3 мг/кг; рухомих сполук калію на 64,9–125,5 мг/кг. Було виявлено ефективну післядію внесених добрив на наступний рік, незважаючи на високий рівень виносу поживних речовин такою культурою, як кукурудза. На кислих ґрунтах перед внесенням добрива насамперед необхідно проводити вапнування. Вид цього добрива обирають під конкретну сільськогосподарську культуру після проведення агрохімічних аналізів ґрунту. Після внесення добрива спостерігається покращання водно-фізичних властивостей ґрунту, посилення мікробіологічної активності, а також зниження негативного впливу несприятливих чинників на розвиток рослин. Його використання є економічно вигідним та екологічно доцільним. Можна рекомендувати екологічно чисте органічне добриво «Organic MAX» для застосування в органічному землеробстві, поширеність якого в Україні з кожним роком зростає, для відновлення родючості ґрунту.

Ключові слова: лігніт, курячий послід, елементи живлення, відходи, родючість ґрунту, екологічно чисте добриво.

ВСТУП

У сучасному світі досить гостро постає проблема раціонального, екологічно безпечного використання земельних ресурсів. Вимоги такого землекористування набувають дедалі більшої актуальності і стають

необхідними на всіх рівнях і підсистемах сучасного агровиробництва. Багатоаспектний характер цієї природничо-наукової та соціально-економічної проблеми потребує системної орієнтації у дослідженнях та розв'язанні практичних завдань [1].

Згідно з результатами багаторічного моніторингу в землеробстві Закарпатської обл.

упродовж останніх 20-ти років відзначається прогресивне падіння показників родючості. З усіх видів деградації, найпоширенішими є підвищення кислотності ґрунтового розчину, дегуміфікація, зниження вмісту основних макро- та мікроелементів тощо [2]. В області нараховується 66% кислих ґрунтів. До того ж значну частку площ займають землі з дуже сильно- та сильно-кислою реакцією ґрунтового розчину. Простежуючи динаміку розподілу площ сільськогосподарських угідь за вмістом гумусу видно, що майже третя частка земель (29,1%) недостатньо забезпечені гумусом і мають низький та дуже низький його вміст. Таких ґрунтів найбільше у низинних районах області. Як результат – 42% обстежених площ сільгоспугідь області мають характеристику низькопродуктивних ґрунтів [3]. Причин цієї ситуації, звичайно немало, але основними з них можна вважати відносно низький рівень забезпеченості землеробства області мінеральними добривами, обмеженістю площ їх регламентованого використання, за рахунок чого відзначається порушення балансової рівноваги між мінеральною та органічною частинами ґрунту. Також істотним чинником впливу є різке скорочення обсягів використання органічних добрив, внесення яких за період останніх 15–20 років скоротилось до мізерної кількості, а їх дефіцит у сотні разів перевищує фактичне внесення. Зокрема, за розрахунками, для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в землеробстві області щороку необхідно вносити близько 12–15 т/га органічних добрив, при фактичному показникові 0,02 т/га посівної площі [4; 5].

Метою досліджень було вивчити вплив нового екологічно чистого органічного добрива на основі лігніту «Organic MAX» на агрохімічні властивості ґрунту у Закарпатській обл. і їх післядію.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У результаті недостатньої кількості гною, актуальним є пошук нових органічних речовин місцевого походження. Мо-

лоде буре вугілля (лігніти) знаходиться на незначній глибині або виходить на поверхню, що зумовлює економічну ефективність їх добування. За хімічним складом лігніт володіє дуже високим вмістом гумінової кислоти, у разі більше порівняно з традиційними органічними добривами. Зважаючи на його великі запаси в Закарпатській обл. і багатий хімічний склад низка дослідників розглядають його як важливу альтернативу дефіцитним традиційним органічним добривам [6–10].

Поєднання лігніту із пташиним послідом у новому органічному добриві «Organic MAX» активує його гумінові речовини, які починають ефективно діяти як джерело живлення та стимулятори росту. Вміст поживних елементів у новоствореному добриві цілком достатній, щоб використовувати його в аграрному комплексі. Так, найбільше у ньому загального азоту, якого в середньому у кожній тонні міститься 13,4–14,5 кг, коли у традиційному органічному добриві – гноєві великої рогатої худоби (ВРХ) – тільки 5 кг. Уміст загального фосфору – 4,7–6,2 кг у 1 т, загального калію – 3,7–4,2 кг, також воно містить понад 68 інших мікроелементів. Однак потрібно зважати на його високу кислотність.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Упродовж 2022–2023 рр. польові дослідження з випробування нових добрив проводили у фермерському господарстві Терновцій В.М. у с. Кам'янське, яке наразі належить до Берегівського р-ну (колишній Іршавський) Закарпатської обл.

Аналізи виконувались у лабораторних умовах на базі аналітичної лабораторії Закарпатської філії ДУ «Держґрунтохорона».

Схема закладки дослідів передбачала визначення впливу органічного добрива на основі лігніту «Organic MAX» на показники родючості ґрунту за вирощування кукурудзи на зерно.

На ділянках здійснювали удобрення згідно з розрахунками, проведеними за

результатами агрохімічних досліджень. Добрива на основі лігніту вносили перед посівом кукурудзи. Для достовірності досліджень дотримувались єдності всіх чинників з одночасного проведення агротехнічних заходів та прийомів на усіх площах, спостерігаючи за фазами розвитку культур.

Схема розміщення дослідних ділянок за вирощування кукурудзи: контрольна ділянка 5,0 га і дослідна ділянка 5,0 га. «Organic MAX» вносили під основний обробіток ґрунту навесні перед посівом кукурудзи.

Було використано три види добрив, а саме:

- чистий лігніт, подрібнений до фракції 0–5 мм;
- лігніт + 20% курячого посліду (тобто у 100 кг добрив 20 кг курячого посліду) під назвою «Organic MAX-20»;
- лігніт + 30% курячого посліду (тобто у 100 кг добрив 30 кг курячого посліду) під назвою «Organic MAX-30».

Відбір, підготовка та аналітичні дослідження проб ґрунту регламентувались вимогами відповідних ДСТУ, ТУ та іншими нормативними документами.

Статистичну обробку результатів досліджень здійснювали за загальноприйнятими методиками за допомогою програми Microsoft Excel 2010.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Природні умови Закарпатської обл. характеризуються значною різноманітністю, що спричинює диференціацію формування ґрунтового покриву. Загалом ґрунти Закарпатської обл. сформувались в умовах помірного клімату з достатнім зволоженням, тому у низині переважають різновиди дерново-підзолистих ґрунтів. Ґрунтовий покрив району, де проводили польові дослідження, представлений дерновими опідзоленими глейовими різного за гранулометричним складом ґрунтами. Ґрунтоутворювальними породами для них є давні алювіальні відклади, підстелені піском і річковим гравієм, і делювіальні відклади

(в перехідній частині до передгір'я). Ґрунтовий покрив низинної зони періодично перезволожується і підпадає під посухи в літній період. Більша частина цих земель осушена гончарним дренажем, який за своєю зношеністю майже не функціонує. Ґрунти досить родючі і використовуються під зернове землеробство, овочівництво та сади й виноградники. Дослідження з вивчення нових добрив на основі лігніту були зосереджені у низинній зоні Закарпаття. Ця агрокліматична зона є найбільш теплою.

За результатами агрохімічних досліджень Закарпатської філії державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» у 2018 р. було встановлено, що на земельній ділянці в ур. «Кремінна» за середньозваженими показниками кислотність ґрунту середньокисла з рН – 4,16 од. при середньовираженій гідролітичній кислотності, де Н – 3,63 ммоль/100 г ґрунту. На цьому фоні вміст гумусу знаходиться на середньому рівні (2,86%). Забезпеченість поживними речовинами незадовільна. Так, вміст лужногідролізованого азоту на дуже низькому рівні (86,8 мг/кг ґрунту), а вміст рухомих сполук фосфору і калію – знаходиться на середньому рівні, відповідно 55,8 та 85,9 мг/кг ґрунту.

У квітні 2022 р. провели відбір ґрунтових проб у фермерському господарстві Терновій В.М. на площі 10 га згідно з загальноприйнятою методикою. Проби ґрунту формували із 3–4 проб, відібраних у різних місцях на глибині 0–25 см у с. Кам'янське Берегівського р-ну, в яких визначали основні елементи живлення і кислотність ґрунтового розчину.

Результати аналізів показали, що на досліджуваній ділянці обмінна кислотність ґрунтового розчину змінюється від сильнокислої (рН_{KCl} – 4,50 од.) до слабкислої (рН_{KCl} – 5,07 од), а за середньозваженими показниками загалом по полю відповідає середньокислій реакції з показником рН_{KCl} – 4,76 од., що вплинуло і на суму увібраних основ, яка знаходиться на середньому рівні з показником 10,8 ммоль/100 г ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1. Агрохімічна характеристика досліджуваного ґрунту до застосування «Organic MAX»

Місце відбору проб, площа, га	№ елементарної ділянки	Гумус, %	N, азот легкогідролізований	P ₂ O ₅ , фосфор рухомий	K ₂ O, калій рухомий	рН _{КСЬ} обмінна кислотність, од. рН	Сума увібраних основ, ммоль/100 г ґрунту
Поле 2, 10,0 га	1	1,83	81,2	29,8	50,1	4,78	9,8
	2	2,00	92,4	39,0	42,4	5,07	12,0
	3	2,21	96,0	47,6	74,4	4,50	10,1
	4	2,73	95,6	45,5	66,1	4,70	11,2
Середнє значення		2,19	91,3	40,3	58,3	4,76	10,8
Забезпеченість		Середня	Дуже низька	Низька	Низька	Середньокисла	Середня
Оптимальний вміст у ґрунті		3,5–4,0	150–200	100–150	120–170	5,6–7,0	10–12
Стандартна помилка		0,20	3,46	4,00	7,30	0,12	0,51
Середньоквадратичне відхилення		0,39	6,92	8,00	14,61	0,24	1,01
НІР _{0,5}		0,62	11,02	12,73	23,24	0,38	1,61

На фоні такої кислотності вміст гумусу середній із показником 2,19%. Оскільки вміст доступних для рослин сполук азоту залежить від вмісту гумусу, їх у ґрунті недостатньо — усього 91,3 мг/кг, що відповідає дуже низькому рівню згідно з групуванням ґрунтів за вмістом поживних речовин. Середньовиражена кислотність ґрунтового розчину негативно вплинула на вміст рухомих сполук фосфору, забезпеченість якими на всій площі знаходиться на низькому рівні при середньому показнику по полю 40,3 мг/кг ґрунту. На обстеженому полі вміст сполук рухомого калію у всіх відібраних пробах відповідає низькому забезпеченню і коливається у межах від 42,4 мг/кг до 74,4 мг/кг ґрунту із середньозваженим показником на рівні низького забезпечення — 58,3 мг/кг ґрунту.

За результатами проведених аналізів, досліджуваний ґрунт потребує додавання вапнякових добрив, оскільки реакція ґрунтового розчину в пробах середньокисла, тому насамперед необхідно було провести вапнування з розрахунку по 4,5–5,0 т/га

вапнякових добрив. На досліджуваній ділянці було внесено по 5,0 т/га вапняку, щоб нейтралізувати високу кислотність. Забезпеченість органічною речовиною, гумусом, відповідає середньому рівню, що для вимогливих до поживного режиму ґрунтів потребує застосування органічних добрив. Як видно із проведених аналітичних робіт, забезпеченість ґрунту мінеральними поживними речовинами недостатня, оскільки вміст рухомих сполук азоту, фосфору і калію відповідає низькому забезпеченню. За традиційною технологією під посів кукурудзи необхідно внести 30–40 т/га органічних добрив. Для покращання мінерального живлення слід внести під основний обробіток ґрунту фосфорні і калійні добрива з розрахунку 120–150 кг/га діючої речовини добрив. Під час посіву доцільно застосувати фосфорні добрива з розрахунку 1 ц/га суперфосфату. Азотні добрива слід внести перед посівом — 30–40 кг/га поживних речовин добрив і впродовж вегетації провести 2–3 підживлення рослин такими самими дозами.

Однак, у дослідженнях застосували лише добрива на основі лігніту «Organic МАХ». Добрива вносили навесні під основний обробіток ґрунту з розрахунку одну тону на один гектар. Проби ґрунту відбирали у період інтенсивного росту рослин у період викидання волоті. Результати досліджень засвідчили, що внесення «Organic МАХ», як у чистому виді, так і збагаченого курячим послідом позитивно вплинуло на вміст поживних речовин у ґрунті (табл. 2).

Уміст органічної речовини (гумусу) за застосування чистого лігніту збільшився на 0,05 %, а за внесення «Organic МАХ-20» — на 0,19% і найбільш помітно підвищився за додавання «Organic МАХ-30» — на 0,66%. Відповідно у ґрунті збільшувалось і доступних для рослин сполук азоту (на 14,1–55,9 мг/кг), де їх вміст із градації дуже низького перейшов у низьке забезпечення. Застосування лігніту, як чистого, так і збагаченого курячим послідом, позитивно проявилось на вмісті рухомих сполук фосфору і калію. Так, до внесення добрив уміст рухомих сполук фосфору відповідав низькому рівню забезпечення (40,3 мг/кг), а після використання «Organic МАХ» їх уміст збільшився на 64,5–109,3 мг/кг ґрун-

ту, що відповідає підвищеному їх рівню. Подібно до фосфору посилилась кількість у ґрунті і рухомих сполук калію, де із низького забезпечення (58,3 мг/кг) їх вміст зріс до підвищеного і високого рівнів, що наочно представлено у табл. 2. Варто відмітити, що на цьому полі перед закладенням дослідів було проведено вапнування ґрунту, що також позитивно вплинуло на вміст рухомих сполук фосфору і калію.

Отже, застосування «Organic МАХ» уже у перший рік показало високу ефективність на збільшення показників родючості ґрунту. Навесні 2023 р. були здійснені дослідження ґрунту на ефективність післядії добрив на основі лігніту. Отримані результати підтвердили, що не зважаючи на те, що кукурудза вимагає високого рівня поживних речовин для свого росту і розвитку і виносить із ґрунту значну їх частину, дія новостворених органічних добрив «Organic МАХ» збереглась і на наступний рік. Так, у ґрунті, де застосовували «Organic МАХ-30», залишився середній вміст гумусу (2,28%), низький азоту (100,8 мг/кг), підвищений фосфору (129,7 мг/кг) та середній калію (110,0 мг/кг) за слабокислотної реакції ґрунтового розчину, де показник рН 5,16 од.

Таблиця 2. Вплив «Organic МАХ» на агрохімічні властивості ґрунту

Варіанти дослідів	Норма внесення, т/га	Гумус, %	N, азот легкогідролізований	P ₂ O ₅ , фосфор рухомий	K ₂ O, калій рухомий	рН _{КСЬ} обмінна кислотність, од. рН	Сума увібраних основ, ммоль/100 г ґрунту
2022 р. Поле 2, с. Кам'янське	Контроль, (без добрив)	2,19±0,39	91,3±6,92	40,3±8,00	58,3±14,61	4,76±0,24	10,8±1,01
Лігніт чистий	1,0	2,24±0,40	105,4±8,05	104,8±20,77	123,2±31,11	5,95±0,30	16,7±1,51
«Organic МАХ-20»	1,0	2,38±0,41	126,4±9,54	126,3±25,08	170,6±42,55	6,37±0,33	21,3±1,93
«Organic МАХ-30»	1,0	2,85±0,51	147,2±11,10	149,6±29,60	183,8±46,21	6,30±0,31	28,1±2,59
2023 р.	Післядія	2,28±0,40	100,8±7,63	129,7±25,66	110,0±27,60	5,16±0,26	17,0±1,59

ВИСНОВКИ

Отже, нетрадиційне екологічно чисте добриво гумусової природи на основі бурого вугілля та курячого посліду в умовах Закарпатської обл. на дернових опідзолених глейових різних за гранулометричним складом ґрунтах за внесення сприяло збільшенню вмісту гумусу на 0,19–0,66%, легкогідролізованого азоту на 14,1–55,9 мг/кг; рухомих сполук фосфору на 64,5–109,3 мг/кг; рухомих сполук калію на 64,9–125,5 мг/кг.

Тому, це добриво можна рекомендувати для: відновлення родючості ґрунту; при рекультивациі земельного покриву після видобутку корисних копалин відкритим способом; детоксикації земель, забруднених у результаті техногенної діяльності лю-

дини. На кислих ґрунтах перед внесенням обов'язковим є проведення вапнування.

Використання для виробництва добрива місцевої сировини (лігніту) а також відходів тваринного виробництва (курячий послід) забезпечує економічний ефект і збереження довкілля. Враховуючи достатні запаси (лише Ільницьке родовище містить понад 1 млн т бурого вугілля) та доступність добування (відкритим способом) лігніту в Україні, а також необхідність безпечної для довкілля утилізації відходів тваринництва (курячого посліду), отримани результати можуть стати основою для розробки регіональних та загальнодержавних програм стосовно збереження та відтворення родючості ґрунтів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Палапа Н.В., Гончар С.М. Екологічні ризики, пов'язані із сільськогосподарською діяльністю людини. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 1. С. 68–80. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255189>.
2. Бандурович Ю.Ю., Фандалюк А.В., Романова С.А., Полічко В.С. Еколого-агрохімічна оцінка ґрунтів Закарпаття. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 4. С. 46–52. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2017.219728>.
3. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення (керівний нормативний документ) / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. Київ, 2019. 108 с.
4. Писаренко В.М., Писаренко П.В. Органічні добрива на захисті родючості ґрунту: моногр. Полтава, 2022. 156 с.
5. Дребот О.І., Лазаренко В.І. Оцінка передумов розвитку органічного сільського господарства. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 4. С. 108–115. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293810>.
6. Бортнік А.М., Бортнік Т.П., Гаврилюк В.А. Ефективність мелясних відходів за вирощування картоплі (*Solanum tuberosum*) як нового перспективного органічного добрива. *Агроекологічний журнал*. 2023. № 1. С. 110–118. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2023.276735>.
7. Скрильник Є.В., Артем'єва К.С. Перспективи використання місцевих сировинних ресурсів у виробництві поліпшувачів ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 4 (829). С. 72–78. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202204-09>.
8. Зінченко В.О., Вовк О.О., Новик В. Ефективність рідких органічних добрив ЕКО-ГУМАТ в рослинництві. *Біотехнологія для аграрного виробництва та захисту природного середовища*: матеріали ХІІ міжнар. конфер. daRostim. (07–10 верес. 2016 р.). Одеса, 2016. С. 85–87.
9. Зінченко В.О., Іванцов П.Д., Мандрико М.В. Біологічні способи (прийоми) відтворення і підвищення родючості ґрунту в органічному сільському господарстві. *Вісник Житомирського агротехнічного коледжу*. 2020. Вип. 3. С. 27–32.
10. Nowick Wolfgang, Nowick Henry and Zinchenko V.O. The YEN — Chart On the share of chemical and biological nitrogen in the total yield forming of winter wheat on the example of Germany and Ukraine. *Мікробні біотехнології: актуальність і майбутнє*: зб. матеріалів конф. (м. Київ, 19–22 листоп. 2012 р.). Київ: Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, 2012. С. 211–215.

REFERENCES

1. Palapa, N.V. & Honchar, S.M. (2022). Ekologichni ryzyky, pov'язani iz silskohospodarskoiu diialnistiu liudynu [Environmental risks associated with human agricultural activities]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological Journal*, 1, 68–80. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2022.255189> [in Ukrainian].
2. Bandurovych, Yu.Yu., Fandaliuk, A.V., Romanova, S.A. & Polichko, V.S. (2017). Ekoloho-ahrokhimichna otsinka gruntiv Zakarpattia [Ecological and agrochemical evaluation of the soils of Zakarpattia]. *Ahroekolohichniy zhurnal — Agroecological journal*, 4, 46–52. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2017.219728> [in Ukrainian].

3. Yatsuk, I.P. & Baluk, S.A. (Eds.). (2019). *Metodyka provedennya ahrokhimichnoyi pasportyzatsiyi zemel' sil's'kohospodars'koho pryznachennya (kerivnyy normatyvnyy dokument) [Methodology of agrochemical certification of agricultural lands (guideline normative document)]*. Kyiv [in Ukrainian].
4. Pysarenko, V.M. & Pysarenko, P.V. (2022). *Orhanichni dobrovya na zakhysti rodiuchosti gruntu: monografii [Organic fertilizers on soil fertility protection: monograph]*. Poltava [in Ukrainian].
5. Drebot, O.I. & Lazarenko, V.I. (2023). Otsinka peredumov rozvytku orhanichnoho silskoho hospodarstva [Assessment of the prerequisites for the development of organic agriculture]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological Journal*, 4, 108–115. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2023.293810> [in Ukrainian].
6. Bortnik, A.M., Bortnik, T.P. & Havryliuk, V.A. (2023). Efektyvnist meliasnykh vidkhodiv za vyroshchuvannya kartopli (*Solanum tuberosum*) yak novoho perspektyvnoho orhanichnoho dobrovya [Effectiveness of ground waste for potato cultivation (*Solanum tuberosum*) as a new promising organic fertilizer]. *Ahroekologichnyi zhurnal — Agroecological Journal*, 1, 110–118. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.1.2023.276735> [in Ukrainian].
7. Skrylnyk, Ye.V. & Artemieva, K.S. (2022). Perspektyvy vykorystannia mistsevykh syrovynnykh resursiv u vyrobnytstvi polipshuvachiv gruntu [Prospects for the use of local raw materials in the production of soil improvers]. *Visnyk ahraryoi nauky — Bulletin of Agricultural Science*, 4 (829), 72–78. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202204-09> [in Ukrainian].
8. Zinchenko, V.O., Vovk, O.O. & Novyk, V. (2016). Efektyvnist ridkykh orhanichnykh dobrov EKO-HUMAT v roslynnytstvi [Efficiency of liquid organic fertilizers ECO-GUMAT in crop production]. *Biotehnolohiia dlia ahraryoho vyrobnytstva ta zakhystu pryrodnoho seredovyshcha: dvanadsiata mizhnarodna konferentsiia daRostim [Biotechnology for agricultural production and protection of the natural environment: the twelfth international conference daRostim]*. (pp. 85–87). Odesa [in Ukrainian].
9. Zinchenko, V.O., Ivantsov, P.D. & Mandryko, M.V. (2020). Biologichni sposoby (pryomy) vidtvorennia i pidvyshchennia rodiuchosti gruntu v orhanichnomu silskomu hospodarstvi [Biological methods (techniques) for reproduction and increase of soil fertility in organic agriculture]. *Visnyk Zhytomyrskoho ahrotekhnichnoho koledzhu — Bulletin of Zhytomyr Agrotechnical College*, 3, 27–32 [in Ukrainian].
10. Nowick, Wolfgang, Nowick, Henry & Zinchenko, V.O. The YEN — Chart On the share of chemical and biological nitrogen in the total yield forming of winter wheat on the example of Germany and Ukraine. *Microbial Biotechnology: Relevance and Future*: Collection of materials of the conference. (pp. 211–215). Kyiv [in English].

Стаття надійшла до редакції журналу 17.04.2024