

¹О.М. НІКІПЕЛОВА, доктор хімічних наук

²Н.В. ПИЛЯК

³В.Я. ХОДОРЧУК

¹Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка»,
НААН України, Маяцька дорога, 26, смт Хлібодарське,
Одеський р-н, Одеська обл., 67667, Україна
e-mail: ¹olena.nikihelova2020@gmail.com, ²nceb2017@gmail.com,
³khodor.od@gmail.com

ОРГАНІЧНІ ДОБРИВА У ПІДВИЩЕННІ ВРОЖАЙНОСТІ ФУНДУКА

Мета. Оцінити вплив різних органічних добрив на врожайність фундукових насаджень в умовах Південного Степу України. **Методи.** Польовий дослід, лабораторно-аналітичний, порівняльний. **Результати.** Вивчено вплив органічних добрив різного походження (гній ВРХ; курячий послід; Біодобриво № 1 — осади стічних вод (ОСВ) станції біологічного очищення (СБО) «Південна», м. Одеса + солома пшениці озимої + *Microbacterium barkeri* ЛП-1 (*M. b.*); Біодобриво № 2 — ОСВ СБО «Південна» + лушпиння насіння соняшника + *M. b.*; ОСВ СБО «Південна») на агрохімічні показники чорнозему звичайного середньогумусного в умовах Південного Степу України за вирощування фундука. У порівнянні з контролем 2021 та 2022 років спостерігається зростання вмісту азоту легкогідролізованого, рухомих форм фосфору та калію, органічної речовини у всіх варіантах досліду. **Висновки.** Використання органічних добрив різного походження за вирощування фундука в умовах Південного Степу України сприяє підвищенню вмісту основних агрохімічних показників ґрунту — азоту легкогідролізованого (91,0—98,0 мг/кг при 84,0 мг/кг — контроль), рухомих сполук фосфору (174,75—306,30 мг/кг при 138,75 мг/кг — контроль), калію (112,00—166,90 мг/кг при 108,40 мг/кг — контроль) та органічної речовини (3,78—4,18% при 3,76% — контроль). Встановлено переваги біодобрив № 1 та № 2 на основі осадів стічних вод з використанням рослинних наповнювачів (солома пшениці озимої та лушпиння насіння соняшника) та фосфатмобілізувальної бактерії *Microbacterium barkeri* ЛП-1. Органічні добрива сприяють зростанню вмісту поживних речовин у ґрунті, активізації діяльності еколого-трофічних груп мікроорганізмів, що призводить до підвищення біологіч-

ної активності ґрунту та, відповідно, врожайності сільськогосподарських культур.

біологічна активність; горіхоплідні рослини; ґрунти; добрива; поживні речовини; продуктивність

Загальний обсяг площ під фундуком в Україні становить понад 1000 га. Фундукові сади розташовано, в основному, у Західній Україні, головне для цих регіонів — вибагливість фундука до освітлення.

У сучасних кліматичних умовах перспективні культури мігрують на південь [1]. Кліматичні фактори призводять до скорочення тривалості циклу росту [2]. Каолінові спреї можуть бути життєздатною стратегією протидії зростанню аномально високої температури через фактичне глобальне потепління, а також важливим прийомом в районах, де літня спека обмежує розширення вирощування фундука [3].

Інформація щодо взаємозв'язків між властивостями ґрунту та врожайністю сільськогосподарських культур особливо важлива для посушливих та гіперпосушливих регіонів з крихкою екосистемою за розробки стратегій, програм або технічних рекомендацій [4] для збереження та сталого використання природних ресурсів [5]. Показано, що властивості ґрунту, які визначено під час дослідження, пояснюють 100% загальної варіації врожайності горіхоподібних і придатність або непридатність місць для їх вирощування.

Останніми кількома десятиліттями на території держави спостерігається тенденція до поступового зниження родючості ґрунтів [6]. Причинами такої тенденції є інтенсифікація землеробства та неправильне, нераціональне внесення добрив.

Дефіцит гумусу в чорноземах України спонукає до проведення заходів з його відновлення та покращення якості в ґрунтах. Вміст гумусу істотно впливає на водний та тепловий режими ґрунту, його біологічну та біохімічну активність тощо. Саме вмістом гумусу у ґрунті характеризується його тип [7].

Удобрення ґрунту добривами органічного походження дозволяє вносити від 35% до 40% поживних речовин [8]. Однак в нашій країні спостерігається стійка тенденція до скорочення поголів'я великої рогатої худоби (ВРХ), що відповідно позначається на неможливості забезпечення сільського господарства гноєм, а також іншими традиційними органічними добривами. У зв'язку з їх дефіцитом виникає необхідність у інших джерелах органічної речовини для підвищення родючості ґрунтів.

Органічна сировина різного походження — торф, гній, компости, рослинні відходи, сухе листя, тирса, кора дерев, осадки стічних вод (ОСВ) тощо — є альтернативним джерелом надходження органічної речовини у ґрунт та сировиною для виробництва нових типів добрив

[9, 10]. Дія органічних добрив на врожай культур позначається впродовж 3—4 років і більше.

З використанням ОСВ для поліпшення властивостей чорноземів вирішуються одночасно проблеми збереження родючості ґрунтів, збільшення виробництва сільськогосподарської продукції й утилізації ОСВ [11, 12]. Виходячи зі складу та вмісту поживних і органічних речовин, найбільш поширеним у світі є використання ОСВ в якості органічних добрив [13]. Внесення ОСВ в ґрунт забезпечує його головними елементами живлення — азотом, фосфором, калієм [13], а також активізує ґрунтову мікрофлору. Спільно це дозволяє збільшити частину рухомих форм азоту, фосфору, калію та мікроелементів у ґрунті [14, 15].

Мета досліджень. Оцінити вплив різних органічних добрив на врожайність фундукових насаджень в умовах Південного Степу України.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження щодо оцінки впливу різних органічних добрив на врожайність фундука за його вирощування на чорноземних ґрунтах в умовах Південного Степу України проводяться за такою схемою: 1). Контроль — без добрив; 2). Гній ВРХ; 3). Курячий послід; 4). Біодобриво № 1 — ОСВ станції біологічної очистки (СБО) «Південна» м. Одеса + солома пшениці озимої + *Microbacterium barkeri* ЛП-1 (*M. b.*); 5). Біодобриво № 2 — ОСВ СБО «Південна» + лушпиння насіння соняшника + *M. b.*; 6). ОСВ СБО «Південна».

Схема садіння фундука — 4,0 м × 4,0 м. Повторність — триразова. Насадження фундука закладено у травні 2021 р. Підготовка ґрунту під насадження і технологія вирощування — загальноприйнятні. Проведення польових досліджень з плодовими та горіхоплідними культурами — згідно з методиками [16].

Агрохімічні показники ґрунту досліджували у Випробувальному центрі Волинської філії ДУ «Держґрунтоохорона» Міністерства аграрної політики та продовольства України. При дослідженні зразків ґрунту використовували традиційні методи визначення загальних форм азоту (ДСТУ 7538:2014), фосфору (ДСТУ 4114-2002), калію (ДСТУ 4114-2002), рН (ДСТУ ISO 10390:2007), органічної речовини (ДСТУ 4289:2004). Ґрунт дослідної ділянки — чорнозем звичайний середньогумусний, на час закладання дослідів мав такі агрохімічні показники: вміст гумусу (за методом Тюрина) — 3,67%, азоту легкогідролізованого (за методом Корнфілда) — 14,2 мг/кг, рухомих сполук фосфатів (за методом Мачигіна) — 52,4 мг/кг, рухомих сполук калію (за методом Мачигіна) — 601,2 мг/кг, рН_{водн} — 7,4. Зразки ґрунту відбирали за ДСТУ 4287-2007 та ДСТУ ISO 11464-2007.

Результати досліджень та їх обговорення. У структурі ґрунтового покриву Одеської області домінують чорноземи — сумарно вони займають більше 90% площі [17]. Однак, врожайність значною мірою

залежить від атмосферного зволоження, особливо суттєво влітку і у першій половині осені, коли потреба вирощуваних культур щодо вологи максимальна.

Як показали результати досліджень, внесення органічних добрив призводить до певного зростання вмісту рухомих NPK у ґрунті. Це підтверджує роль органічних добрив в оптимізації живлення фундукових насаджень.

Дослідженнями встановлено, що у 2022 р. за внесення органічних добрив під фундукові насадження у чорноземі південному у порівнянні з контролем (проба № 1) збільшується вміст азоту легкогідролізованого у пробах № 2—5, а у пробі № 6 — аналогічний контролю (рис. 1), що корелює з даними інших авторів [18].

У порівнянні з контролем найбільш істотно під впливом добрив змінюється вміст рухомих сполук фосфору (рис. 2). Саме цей елемент живлення у зоні Степу України найбільшою мірою впливає на рівень врожайності зерна і його якість [19].

Для формування врожаю сільськогосподарські культури виносять із ґрунту значну кількість калію, в основному, у вигляді рухомих форм [20]. Уміст рухомих сполук калію в ґрунті залежить від низки факторів, серед яких найважливішими є фізико-хімічні особливості ґрунту, структура сівозміни, норми внесення добрив, інтенсивність транспорту калію в системі добриво — ґрунт — рослина та ін. [18].

У всіх варіантах досліді спостерігали підвищення вмісту рухомих сполук калію у ґрунті порівняно з контролем як у 2021 р. (крім проби № 4), так і у 2022 р. (рис. 3). Це пояснюється зниженням його вмісту на ділянках без застосування добрив, та відставанням процесів його переходу в необмінні форми.

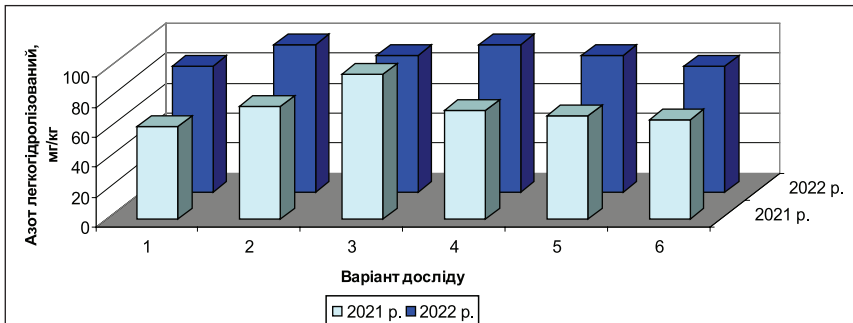


Рис. 1. Кількість азоту легкогідролізованого в ґрунті за внесення різних видів органічних добрив: 1 — контроль (без добрив); 2 — гній ВРХ; 3 — курячий поїд; 4 — Біодобриво № 1 — ОСВ СБО «Південна» + солома пшениці озимої + *Microbacterium barkeri* ЛП-1 (*M. b.*); 5 — Біодобриво № 2 — ОСВ СБО «Південна» + лущиння насіння сояшника + *M. b.*; 6 — ОСВ СБО «Південна»

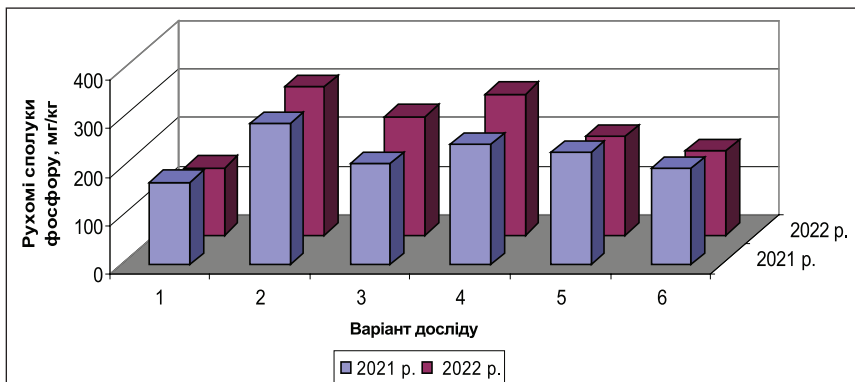


Рис. 2. Кількість рухомого фосфору в ґрунті за внесення різних видів органічних добрив: 1 — контроль (без добрив); 2 — гній ВРХ; 3 — курячий послід; 4 — Біодобриво № 1 — ОСВ СБО «Південна» + солома пшениці озимої + *Microbacterium barkeri* ЛП-1 (*M. b.*); 5 — Біодобриво № 2 — ОСВ СБО «Південна» + лущиння насіння сояшника + *M. b.*, 6 — ОСВ СБО «Південна»

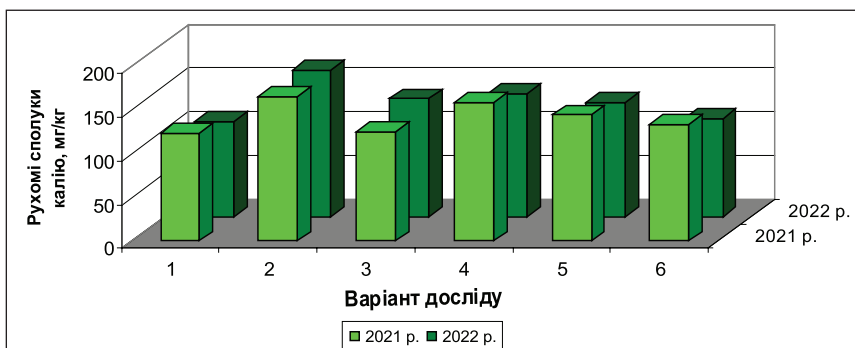


Рис. 3. Кількість рухомого калію в ґрунті за внесення різних видів органічних добрив: 1 — контроль (без добрив); 2 — гній ВРХ; 3 — курячий послід; 4 — Біодобриво № 1 — ОСВ СБО «Південна» + солома пшениці озимої + *Microbacterium barkeri* ЛП-1 (*M. b.*); 5 — Біодобриво № 2 — ОСВ СБО «Південна» + лущиння насіння сояшника + *M. b.*; 6 — ОСВ СБО «Південна»

Спостерігається найбільший вміст рухомих сполук калію (166,90 мг/кг) при використанні гною ВРХ (проба № 2). Це можна пояснити тим, що внесення гною покращувало властивості ґрунту: підвищувався вміст органічних речовин (3,80%) у порівнянні з контролем (3,76%).

Щодо органічної речовини, то у 2021 р. у порівнянні з контролем

(3,86%) підвищився її вміст тільки у пробі № 4 з використанням біодобрива № 1 на 4,92% загальної маси. А у 2022 р., порівняно з контролем (3,76%), зростання вмісту органічної речовини відзначено у пробах № 4 (біодобриво № 1) на 11,16% та у пробі № 5 (біодобриво № 2) — на 8,76% загальної маси відповідно, що можна пояснити більшою біологічною активністю ґрунтів [21].

ВИСНОВКИ

Використання органічних добрив різного походження за вирощування фундука в умовах Південного Степу України сприяє підвищенню вмісту основних агрохімічних показників ґрунту — азоту легкогідролізованого (91,0—98,0 мг/кг при 84,0 мг/кг — контроль), рухомих сполук фосфору (174,75—306,30 мг/кг при 138,75 мг/кг — контроль), калію (112,00—166,90 мг/кг при 108,40 мг/кг — контроль) та органічної речовини (3,78—4,18% при 3,76% — контроль).

Показано переваги біодобрив № 1 та № 2 на основі осадів стічних вод з використанням наповнювачів рослинного походження (солома пшениці озимої та лушпиння насіння соняшника) та фосфатмобілізувальної бактерії *Microbacterium barkeri* ЛП-1. Органічні добрива сприяють зростанню вмісту поживних речовин у ґрунті, активізації діяльності еколого-трофічних груп мікроорганізмів, що призводить до підвищення біологічної активності ґрунту та, відповідно, врожайності сільськогосподарських культур.

Фінансування: дослідження проводили в рамках ПНД 11 «Біологічні методи захисту рослин за умов екологізації землеробства» («Біоконтроль»); ДР № 0121U10947.

Конфлікт інтересів: автори декларують про відсутність конфлікту інтересів.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сімченко О. О., Назаренко М. М. Формування продуктивності у фундука в залежності від активності фотосинтезу. Аграрні інновації. 2022. № 15. С. 53-58. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.15.8>
2. Гамаюнова В.В., Хоненко Л.Г., Бакланова Т.В. Сучасні підходи до застосування мінеральних добрив за збереження ґрунтової родючості в умовах зміни клімату. Наукові горизонти. 2020. № 2(87). С. 89-101. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101>
3. Elisa Luciani, Alberto Palliotti, Tommaso Frioni et al. Kaolin treatments on Tonda Giffoni hazelnut (*Corylus avellana* L.) for the control of heat stress damages. Scientia Horticulturae. 15 March 2020. 263. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109097>
4. Mohsen Bagheri Bodaghabadijose, A. Martinez-Casasnovas, P. Khakili,

Mohamadhasan Masihabadi. Assessment of the FAO traditional land evaluation methods, A case study: Iranian Land Classification method. *Soil Use and Management*. May 2015. 31(3). DOI:10.1111/sum.12191

5. Bodaghabadi M.B., Faskhodi A.A., Salehi M.H. et al. Soil suitability analysis and evaluation of pistachio orchard farming, using canonical multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*. 2019. 246. P. 528-534. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.069>

6. Буяновський А.О., Тортік М.Й. Проблеми використання ґрунтових ресурсів Одещини в сучасних умовах змін клімату. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку: збірник тез Першої наук.-практ. конф.* 26 березня 2021 року. Одеса: ОДАУ, 2021. С. 9-11.

7. Ковальов М.М., Топольний Ф.П., Малаховська В.О. Органічна речовина ґрунту під впливом тривалого сільськогосподарського використання. *Аграрні інновації*. 2023. № 17. С. 81-87. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.10>

8. Мельник В.І., Романашенко О.А., Циганенко М.О. та ін. Використання органічних добрив: економічно-екологічні аспекти. *Інженерія природокористування*. 2020. № 3(17). С. 29-34.

9. Mavis Badu Brempong, Abidail Addo-Danso. Improving Soil Fertility with Organic Fertilizers. *New Generation of Organic Fertilizers*. ed. by Metin Turan and Ertan Yidirim. May 24 th, 2022. <https://doi.org/10.5772/intechopen.103944>

10. Скрильник Є.В., Гетманенко В.А., Кутова А.М. та ін. Потенційні ресурси та підходи до управління органічною сировиною України для поповнення запасів гумусу в ґрунтах. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2021. Вип. 2. С. 45-53. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-2\(110\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-2(110))

11. Гетманенко В.А., Скрильник Є.В. Науково-організаційні та нормативно-правові аспекти утилізації осадів комунальних стічних вод (на прикладі європейського досвіду). *Вісник аграрної науки*. 2017. № 2. С. 43-49. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-08>

12. Шквірко О.М., Тимчук І.С., Мальований М.С. Адаптація світового досвіду утилізації осадів стічних вод до екологічних умов України. *Наук. вісник НЛТУ України*. 2019. Т. 29. № 2. С. 82-87. <https://doi.org/10.15421/40290216>

13. Бондар О.І., Лозовицький О.П., Машков О.А. та ін. Екологічний стан накопичених осадів стічних вод в м. Києві. *Екологічні науки*. 2015. № 7. С. 38-53.

14. Пічура В.І., Безніцька Н.В. Просторово-часова трансформація агрохімічного стану ґрунтів у зоні сухого степу. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2017. Вип. 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_5

15. Писаренко В.М., Писаренко П.В., Писаренко В.В. та ін. Формування

родючості ґрунту в умовах органічного землеробства. Вісник ПДАА. 2019. Вип. № 3. С. 85-91. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.11>

16. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник ; за ред. В.О. Єщенко. Київ: Дія, 2005. 288 с.

17. Чорноземи масивів зрошення Одещини: монографія ; за наук. ред. Є.Н. Красехи, Я.М. Біланчина. Одеса: Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, 2016. 194 с.

18. Центило Л.В. Вплив систем удобрення та обробітку ґрунту на гумусний стан і біологічні процеси чорнозему типового. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип. 107. С. 171-177. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.23>

19. Смірнова І.В. Урожайність та якість сортів пшениці озимої залежно від умов мінерального живлення. Наукові праці: Екологія. 2015. Вип. 256(244). С. 81-84. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили.

20. Господаренко Г.М., Нікітіна О.В., Кривда Ю.І. Уміст і запаси рухомих сполук калію в ґрунті після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2013. Вип. 11(26). С. 51-56.

21. Krutyakova V., Pyliak N., Nikipelova O. et al. Impact of biological water-based fertilizers upon soil fertility. Engineering for rural development, Jelgava, 26-28.05.2021. 2021. P. 1072-1079. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF233>

¹Nikipelova O., ORCID: 0000-0003-3167-6970

²Pyliak N., ORCID: 0000-0002-5074-4011

³Hodorchuk V., ORCID: 0000-0001-6542-0290

Engineering and Technological Institute «Biotechnica» of NAAS,
26, Mayatska road, Khibodarske township, Odesa district,
Odesa region, 67667, Ukraine

e-mail: ¹olena.nikipelova2020@gmail.com; ²nceb2017@gmail.com;

³khodor.od@gmail.com

Organic fertilizers in increase of hazelnut yield

Goal. To assess the effect of various organic fertilizers on the yield of hazelnut plantations in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine.

Methods. Field experiment, laboratory-analytical, comparative. **Results.** The influence of organic fertilizers of various origins was studied (cattle manure; chicken droppings; Biofertilizer No. 1 — sewage sludge (SW) of the biological treatment station (SBO) «Pivdenna» in Odesa + winter wheat straw + *Microbacterium barkeri* LP-1 (*M. b.*); Biofertilizer No. 2 — «Southern» SBO + sunflower seed husks + *M. b.*; «Pivdenna» SBO, Odesa) on the agrochemical parameters of ordinary medium-humus chernozem in the conditions of the

Southern Steppe of Ukraine for the cultivation of hazelnuts. It is shown that in comparison with the control of 2021 and 2022, an increase in the content of easily hydrolyzed nitrogen, mobile forms of phosphorus and potassium, and organic matter is noted in all variants of the experiment. **Conclusions.** The use of organic fertilizers of various origins for the cultivation of hazelnuts in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine helps to increase the content of the main agrochemical indicators of the soil — easily hydrolyzed nitrogen (91.0—98.0 mg/kg with 84.0 mg/kg — control), mobile phosphorus compounds (174.75—306.30 mg/kg at 138.75 mg/kg — control), potassium (112.00—166.90 mg/kg at 108.40 mg/kg — control) and organic matter (3.78—4.18% and 3.76% — control). The advantages of biofertilizers No. 1 and No. 2 based on sewage sludge with the use of vegetable fillers (winter wheat straw and sunflower seed husks) and the phosphate-mobilizing bacterium *Microbacterium barkeri* LP-1 are shown. Organic fertilizers contribute to the increase in the content of nutrients in the soil, the activation of the activity of eco-trophic groups of microorganisms, which leads to an increase in the biological activity of the soil and, accordingly, the yield of agricultural crops.

biological activity; nut-bearing plants; soils; fertilizers; nutrients; productivity

REFERENCES

1. Simchenko O.O., Nazarenko M.M. (2022). Formuvannia produktyvnosti u funduka v zalezhnosti vid aktyvnosti fotosyntezy. [The formation of productivity in hazelnut depending on the activity of photosynthesis]. *Ahrarni innovatsii*, 15, 53-58. <https://doi.org/10.32848/agraar.innov.2022.15.8> (in Ukrainian).
2. Hamaiunova V.V., Khonenko L.H., Baklanova T.V. (2020). Suchasni pidkhody do zastosuvannia mineral'nykh dobryv za zberezhennia gruntovoi rodichosti v umovakh zminy klimatu. [Modern approaches to use of mineral fertilizers preservation soil fertility in the conditions of climate change]. *Naukovi horyzonty*, 2(87), 89-101. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-87-02-89-101> (in Ukrainian).
3. Elisa Luciani, Alberto Palliotti, Tommaso Frioni et al. (15 March 2020). Kaolin treatments on Tonda Giffoni hazelnut (*Corylus avellana* L.) for the control of heat stress damages. *Scientia Horticulturae*, 263. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109097>
4. Mohsen Bagheri Bodaghabadijose, A. Martinez-Casasnovas, P. Khakili, Mohamadhasan Masihabadi. (May 2015). Assessment of the FAO traditional land evaluation methods, A case study: Iranian Land Classification method. *Soil Use and Management*, 31(3). DOI:10.1111/sum.12191
5. Bodaghabadi M.B., Faskhodi A.A., Salehi M.H. et al. (2019). Soil suitability analysis and evaluation of pistachio orchard farming, using canonical mul-

tivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 246:528-534. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.069>

6. Buianovs'kyj A.O., Tortyk M.J. (2021). Problemy vykorystannia gruntovykh resursiv Odeschyny v suchasnykh umovakh zmin klimatu. [Problems of using soil resources of Odesa in modern conditions of climate change]. *Ahrarna nauka: stan ta perspektyvy rozvytku: zbirnyk tez Pershoi nauk.-prakt. konf. 26 bereznia 2021 roku*. Odesa: ODAU, 9-11. (in Ukrainian).

7. Kovalov M. M., Topol'nyj F.P., Malakhovs'ka V.O. (2023). Orhanichna rechovyna gruntu pid vplyvom tryvaloho sil's'kohospodars'koho vykorystannia. [Soil organic matter under the influence of long-term agricultural use]. *Ahrarni innovatsii*, 17, 81-87. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2023.17.10> (in Ukrainian).

8. Mel'nyk V.I., Romanashenko O.A., Tsyhanenko M.O. et al. (2020). Vykorystannia orhanichnykh dobryv: ekonomichno-ekolohichni aspekty. [Use of organic fertilizers: economic and ecological aspects]. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia*, 3(17), 29-34. (in Ukrainian).

9. Mavis Badu Brempong, Abidail Addo-Danso. (May 24 th, 2022). Improving Soil Fertility with Organic Fertilizers. *New Generation of Organic Fertilizers*. ed. by Metin Turan and ErtanYidirim. <https://doi.org/10.5772/intechopen.103944>

10. Skryl'nyk Ye.V., Hetmanenko V.A., Kutova A.M. et al. (2021). Potentsiini resursy ta pidkhody do upravlinnia orhanichnoiu syrovynoiu Ukrainy dlia popovnennia zapasiv humusu v gruntakh. [Potential resources and approaches to the management of organic raw materials of Ukraine to replenish humus reserves in soils]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomor'ia*, 2, 45-53. [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-2\(110\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2021-2(110)) (in Ukrainian).

11. Hetmanenko V.A., Skryl'nyk Ye.V. (2017). Naukovo-orhanizatsijni ta normatyvno-pravovi aspekty utilizatsii osadiv komunal'nykh stichnykh vod (na prykladi Yevropejs'koho dosvidu). [Scientific-organizational and normative-legal aspects of utilization of municipal sewage sludge (on the example of european experience)]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 2, 43-49. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201702-08> (in Ukrainian).

12. Shkvirko O.M., Tymchuk I.S., Mafovanyj M.S. (2019). Adaptatsiia svitovoho dosvidu utylizatsii osadiv stichnykh vod do ekolohichnykh umov Ukrainy. [Adaptation of the world experience of disposal of sewage sludge to the ecological conditions of Ukraine]. *Nauk. Visnyk NLTU Ukrainy*, 29(2), 82-87. <https://doi.org/10.15421/40290216> (in Ukrainian).

13. Bondar O.I., Lozovyts'kyj O.P., Mashkov O.A. et al. (2015). Ekolohichnyj stan nakopychenykh osadiv stichnykh vod v m. Kyievi. [Ecological state of accumulated sewage sludge in the city of Kyiv]. *Ekolohichni nauky*, 7, 38-53. (in Ukrainian).

14. Pichura V.I., Beznits'ka N.V. (2017). Prostorovo-chasova transformatsiia ahrokhimichnoho stanu gruntiv u zoni suchoho stepu. [Spatial-temporal trans-

formation of the agrochemical state of soils in the dry steppe zone]. *Naukovi dopovidi Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy*. 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2017_3_5 (in Ukrainian).

15. Pysarenko V.M., Pysarenko P.V., Pysarenko V.V. et al. (2019). Formuvannya rodiuchosti gruntu v umovakh orhanichnoho zemlerobstva. [Formation of soil fertility under conditions of organic farming]. *Visnyk PDAA*, 3, 85–91. <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.11> (in Ukrainian).

16. Yeschenko V.O. (Ed.). (2005). *Osnovy naukovykh doslidzhen' v ahronomii*. [Basics of scientific research in agronomy]: pidruchnyk. Kyiv. Diia, 288. (in Ukrainian).

17. Krasieky Ye.N., Bilanchyna Ya.M. (Ed.). (2016). *Chornozemy masyviv zroshennia Odeschyny*. [Chernozems of irrigation arrays in Odesa]: monohrafiia. Odesa. Odes'kyj natsional'nyj universytet imeni I. I. Mechnykova. 194. (in Ukrainian).

18. Tsentylo L.V. (2019). Vplyv system udobrennia ta obrobitku gruntu na humusnyj stan i biolohichni protsesy chornozemu typovoho. [The influence of fertilization and tillage systems on the humus state and biological processes of typical chernozem]. *Tavrijs'kyj naukovyj visnyk*, 107, 171-177. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.23> (in Ukrainian).

19. Smirnova I.V. (2015). Urozhajnist' ta yakist' sortiv pshenytsi ozymoi zalezho vid umov mineral'noho zhyvlennia. [Yield and quality of winter wheat varieties depending on mineral nutrition conditions]. *Naukovi pratsi: Ekolohiia*, 256(244), 81-84. Mykolaiv. Vyd-vo ChDU im. Petra Mohyly (in Ukrainian).

20. Hospodarenko H.M., Nikitina O.V., Kryvda Yu.I. (2013). Umist i zapasy rukhomykh spoluk kaliu v grunti pislia tryvaloho zastosuvannia dobryv u pol'ovij sivozmini. [The content and reserves of mobile potassium compounds in the soil after long-term application of fertilizers in field crop rotation]. *Visnyk Sums'koho natsional'noho ahrarynoho universytetu. Serii: Ahronomiia i biolohiia*, 11(26), 51-56 (in Ukrainian).

21. Krutyakova V., Pyliak N., Nikipelova O. et al. (2021). Impact of biological water-based fertilists upon soil fertility. *Engineering for rural development, Jelgava*, 26-28.05, 1072-1079. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF233>

Надійшла до редакції: 05.09.2023. **Прийнята до друку:** 09.09.2023

Надруковано: грудень, 2023

Опубліковано онлайн: лютий, 2024