

ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА КІЛЬКІСТЬ ДОЩОВИХ ЧЕРВ'ЯКІВ ТА ВЕЛИЧИНУ МІКРОБНОЇ БІОМАСИ В УМОВАХ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА

Н. О. Діденко¹, В. М. Коновалова²

¹Інститут водних проблем і меліорації НААН
вул. Васильківська, 37; м. Київ, 03022, Україна; e-mail: 9449308nd@gmail.com

²Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція
Інституту зрошуваного землеробства НААН
вул. 40 років Перемоги, 16; с. Тавричанка, Каховський р-н, Херсонська обл., 74862, Україна;
e-mail: vera_konovalova_1990@ukr.net

Мета. Встановити вплив різних способів обробітку ґрунту на кількість дощових черв'яків і мікробну біомасу в темно-каштановому важкосуглинковому ґрунті за дотримання сівозміни соя – озима пшениця – кукурудза; перевірити гіпотезу щодо негативного впливу традиційних технологій обробітку ґрунту на чисельність дощових черв'яків. **Методи.** Аналітичний, польовий, лабораторний, системного аналізу, статистичні. **Результати.** У результаті досліджень, проведених у 2018–2021 рр. на базі Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН, встановлено позитивний вплив нульових технологій обробітку ґрунту на досліджувані показники, якщо порівняти з традиційними технологіями. Відзначено збільшення кількості дощових черв'яків у 2,5 рази та величини мікробної біомаси у 1,1 рази за нульових технологій. Взаємодія факторів обробітку ґрунту та покривних культур у структурі сівозміни складала 23,7 %. Технології обробітку ґрунту мали несуттєвий вплив на величину мікробної біомаси — на рівні 1,4 %. Значущість дії покривних культур у сівозміні складала 10,0 %. Також у досліді відзначали більшу чисельність дощових черв'яків у ґрунті за нульових технологій з покривними культурами та традиційних технологій на контролі, що пояснюється кращим середовищем існування і сприятливими умовами до розмноження й поширення популяції залежно від технологій обробітку ґрунту. Зміни щільності складення у шарі ґрунту 0–30 см перебували у межах похибки вимірювання (за нульових технологій досліджуваній показник становив 1,23 г/см³, за традиційних — 1,24 г/см³). Відзначали ущільнення 0–20 см шару ґрунту за нульових і традиційних технологій обробітку. Вміст органічної речовини ґрунту за роки дослідження за нульових технологій зріс до 3,0 %, що у 1,2 рази вище, ніж за традиційних технологій. **Висновки.** В умовах стаціонарного польового дослідження встановлено позитивний вплив нульових технологій на ранні зміни біологічних властивостей ґрунту, що характеризувалися збільшенням кількості дощових черв'яків і величини мікробної біомаси. Визначено позитивний вплив покривних культур на якість ґрунту, що характеризувався ознаками активізації біоти у шарі 0–30 см і поліпшенням біологічних та фізичних властивостей ґрунту.

Ключові слова: нульові технології, дощові черв'яки, сівозміна, покривні культури, мікробна біомаса, органічна речовина.

Вступ. Інтенсивна практика господарювання (обробіток ґрунту, монокультура, велика кількість технологічних операцій, використання хімічних засобів захисту рослин) сприяє деградаційним процесам, погіршує

функціонування агроєкосистем, а згодом знижує продуктивність сільського господарства [1].

Обробіток ґрунту є невід'ємною частиною технологій вирощування сільськогоспо-

дарських культур, має тісний зв'язок з продуктивністю й стійкістю ґрунту, змінює фізичні, хімічні та біологічні його властивості [2]. Зокрема, впливає на ґрунтову біоту за рахунок змін у середовищі існування, динаміку вологості та температури ґрунту, втрати ґрунтової органічної речовини [3–4].

Зміна властивостей ґрунту значною мірою залежить від біорізноманіття мікроорганізмів, специфіки функціонування різних еколого-трофічних груп мікробіоти [5]. Біота є основою забезпечення екологічних функцій ґрунту [6]. Саме тому дощові черв'яки розглядаються як зручний біоіндикатор ґрунтової родючості [7], також вони можуть бути застосовані у зоологічній діагностиці ґрунтів як компонент ґрунтової фауни [8].

Стійка практика управління, що набуває популярності за останні три десятиліття, передбачає зменшення інтенсивності обробітку ґрунту або відмову від механізованого, обґрунтованість структури сівозміни з покривними культурами, посилює різноманітність біоти та пов'язані з нею екосистемні послуги [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сьогодні зростає зацікавленість до взаємозв'язків між різноманітністю, структурою та функцією екосистем, сформульовано низку теорій щодо того, як мікробний видовий склад та різноманітність пов'язані з функціональними можливостями наземної екосистеми [10]. Вплив дощових черв'яків на угруповання ґрунтових мікроорганізмів є доволі потужним, оскільки вони є однією з найбільших груп фауни в ґрунтах за кількістю та масою. Вони впливають на властивості ґрунту, зокрема на доступність поживних речовин, структурність ґрунту й динаміку органічної речовини [11–12]. Так само розвиток і функціонування дощових черв'яків залежить від вологості й структурності ґрунту, вмісту органічної речовини, рН і самої практики господарювання [13–14].

Дощових черв'яків класифіковано за екологічними групами: епігеї, які перебувають на поверхні та у верхніх шарах ґрунту; ендогей, які живуть і живляться в мінеральній частині ґрунту; норники, які глибоко закопуються, але живляться з поверхні. Екологічні групи дощових черв'яків впливають на ґрунтові процеси по-різному і тому мають різне значення для екосистемних послуг.

Поки що незрозуміло, як саме екологічні групи за взаємодії можуть сприяти розмноженню або знищенню ґрунтових мікроорганізмів, і є багато суперечливих результатів щодо впливу дощових черв'яків на угруповання ґрунтових мікроорганізмів. Проте визнано, що дощові черв'яки позитивно впливають на функції екосистем, такі як колообіг поживних речовин та ріст рослин [15–16].

Зміна кількості дощових черв'яків унаслідок обробітку ґрунту залежить від його інтенсивності й може бути вищою за вирощування коренеплодів, якщо порівняти із зерновими культурами [17]. Так, за даними канадського клубу із збереження природних ресурсів в Ессексі (ESSEX CONSERVATION CLUB, Canada) кількість дощових черв'яків, якщо порівняти з лісовим ґрунтом, за нульових технологій була меншою на 4,1 %, за мінімальних технологій обробітку — на 71,8 %, за традиційних — на 80,6 % [18].

Обробіток ґрунту може по-різному впливати на види дощових черв'яків залежно від їх поведінки у процесі життєдіяльності. Технологія обробітку із застосуванням зубців та дискових знарядь, які не перевертають шар ґрунту, а також інші мінімальні системи обробітку ґрунту спрямовані на покращення його фізичних властивостей (наприклад, структурної стійкості, водоутримувальної здатності), збільшення вмісту ґрунтової органічної речовини, збільшення його біорізноманіття та зменшення виробничих витрат. Ущільнення ґрунту від його обробітку може бути згубним для дощових черв'яків, оскільки це обмежує їхню здатність самостійно рити ходи [19–21].

Багато досліджень зосереджувалися на вивченні кількості черв'яків за відсутності обробітку ґрунту (нульові технології) [22] та порівнянні з традиційними технологіями, і часто не вдавалося визначити кількісні показники видів дощових черв'яків або їхню функціональну роль. Також дослідження, проведені на різних типах ґрунтів, за різних сівозмін та кліматичних умов, довели, що ґрунти, які не обробляються, мають значно більший вміст органічної речовини проти традиційного обробітку [23].

Крім обробітку ґрунту, значний вплив на кількість дощових черв'яків має сівозміна і особливості технологій вирощування сільськогосподарських культур. На основі раціо-

нальних сівозмін створюють системи удобрення, обробітку ґрунту й захисту посівів від бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Важливими є сівозміни з покривними культурами, що представлені бобовими. Вони вперше були перевірені у Китаї ще понад 2 тис. років тому й досі не втратили актуальності [24].

Мета досліджень полягала у встановленні впливу різних способів обробітку ґрунту, а саме нульових і традиційних технологій, на кількість дощових черв'яків і величину мікробної біомаси, що є ранніми індикаторами зміни біологічних властивостей ґрунту, у сівозміні соя – озима пшениця – кукурудза з уведенням покривних культур, а також оцінці гіпотези щодо зменшення кількості дощових черв'яків за традиційних технологій обробітку ґрунту.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили в умовах стаціонарного польового досліду на базі Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН (Каховський район Херсонської області). Кліматичні умови, характерні для зони південного Степу України: незначна кількість опадів, низька вологість повітря, часті суховії, теплі осінь та зима, тривалий безморозний період. Погодні умови років дослідження були близькими до середньобагаторічних значень, але відзначалися на 2–7 °С підвищення середньодобових температур. Покрив дослідної ділянки представлено темно-каштановим залишково слабосолонцюватим важкосуглинковим ґрунтом. Механічний склад орного шару — легкоглибистий з наявністю фракцій крупного пилу (38,18 %) та мулу (34,10 %). В орному шарі вміст гумусу варіює у межах 2,6–3,2 %. Реакція ґрунтового розчину нейтральна (рН 6,8–7,0). Максимальний вміст карбонатів зафіксовано у горизонті скупчення білозірки на глибині 55–110 см і складає 9,18–16,35 %. Ґрунтові води залягають глибше за 15 м і не впливають на процеси ґрунтоутворення.

Польовий дослід в умовах виробництва з рендомізованим розміщенням варіантів у трикратній повторності закладено у 2018 р. на площі 11,2 га у межах дії Каховської зрошувальної системи (вода першого класу — придатна для зрошення згідно з ДСТУ 2730: 2015). Схема досліду передбачала вивчення

технологій обробітку ґрунту у структурі сівозміни соя – озима пшениця – кукурудза та впливу покривних культур. Після збору пшениці озимої, у липні 2019 р., висіяно суміш покривних культур: горох озимий нормою 10 кг/га, соя — 10 кг/га, жито — 4 кг/га, овес — 3 кг/га, соняшник — 2 кг/га, просо — 1 кг/га. На ділянках за традиційних технологій рослинні рештки заробляли у ґрунт, на ділянках за нульових технологій їх подрібнювали й залишали на поверхні для захисту ґрунту від пересихання й перегрівання. Технологія вирощування культур — загальноприйнята для зони дослідження. Технологічні операції здійснювали із застосуванням спеціально призначеної техніки залежно від способів обробітку ґрунту. За нульових технологій не проводили жодних механічних операцій, окрім посіву з одночасним внесенням добрив, збору врожаю культур, подрібнення рослинних решток. Традиційні технології обробітку ґрунту передбачали різноглибинну оранку до 28 см, дискування до 12 см, передпосівну культивування на глибину заробляння насіння 4–6 см.

Закладання та проведення досліду, відбір зразків, підготовка та проведення аналізів здійснювали згідно з наявними методичними вказівками, державними стандартами та іншими чинними нормативними документами.

Визначення чисельності дощових черв'яків проводили на початку та наприкінці вегетації культур шляхом викопування монолітів розмірами 30 × 30 × 30 см та змочування отвору розчином гірчиці [25]. Біомасу ґрунтових мікроорганізмів визначали з використанням мікрохвильового опромінення, що оцінено як нетоксична альтернатива фумігації хлороформом [26].

Дисперсійний аналіз проводили з використанням програмного комплексу SAS 9.1[®], регресійний та кореляційний аналізи — із застосуванням програмного пакету SigmaPlot[®].

Результати досліджень та їх обговорення. Застосування впродовж останніх років нульових технологій обробітку ґрунту сприяло створенню оптимальних умов щодо розвитку популяції дощових черв'яків у досліджуваному шарі ґрунту 0–30 см. Навесні 2018 р. їх кількість у перерахунку на 1 м² за нульових технологій була на 22 од. більшою, ніж на ділянках за традиційних технологій.

Наприкінці 2018 р. і на початку вегетації 2019 р. спостерігали збільшення кількості дощових черв'яків на ділянках за традиційних технологій у 1,4 і 1,2 раза відповідно. Наприкінці 2019 р., ще перед висівом суміші покривних культур, фіксували збільшення кількості дощових черв'яків за традиційних технологій у 1,2 раза, а вже з 2020 р. відзначали більшу кількість на ділянках за нульових технологій у 2,3 раза. На початок сезону 2021 р. за нульових технологій кількість дощових черв'яків склала 1067 од./м², що у 2,5 раза більше, ніж на ділянках, де застосовували традиційні технології обробітку ґрунту (рис. 1).

Протиріччя щодо впливу обробітку ґрунту на дощових черв'яків представлені у роботах різних дослідників. З одного боку, зроблено висновок, що зменшена інтенсивність обробітку ґрунту сприяє зростанню чисельності дощових черв'яків та різноманіттю їх

видів [3; 27]. З іншого, глибокий обробіток ґрунту (оранка) може позитивно впливати на ендемічні види, збільшуючи доступність органічної речовини для них [28], тоді як має зворотний вплив на популяції норників [29].

У процесі наших досліджень встановлено вплив покривних культур на кількість дощових черв'яків за різних технологій обробітку ґрунту. Так, на ділянках за нульових технологій з покривними культурами кількість дощових черв'яків була вищою у 1,47 раза проти контролю; за традиційних технологій вищі показники чисельності у 1,5 раза фіксували на контролі (табл. 1).

Більша чисельність дощових черв'яків у ґрунті за нульових технологій з покривними культурами та традиційних технологій на контролі пояснюється кращим середовищем існування й сприятливими умовами до розмноження й поширення популяції залежно від технологій обробітку ґрунту.

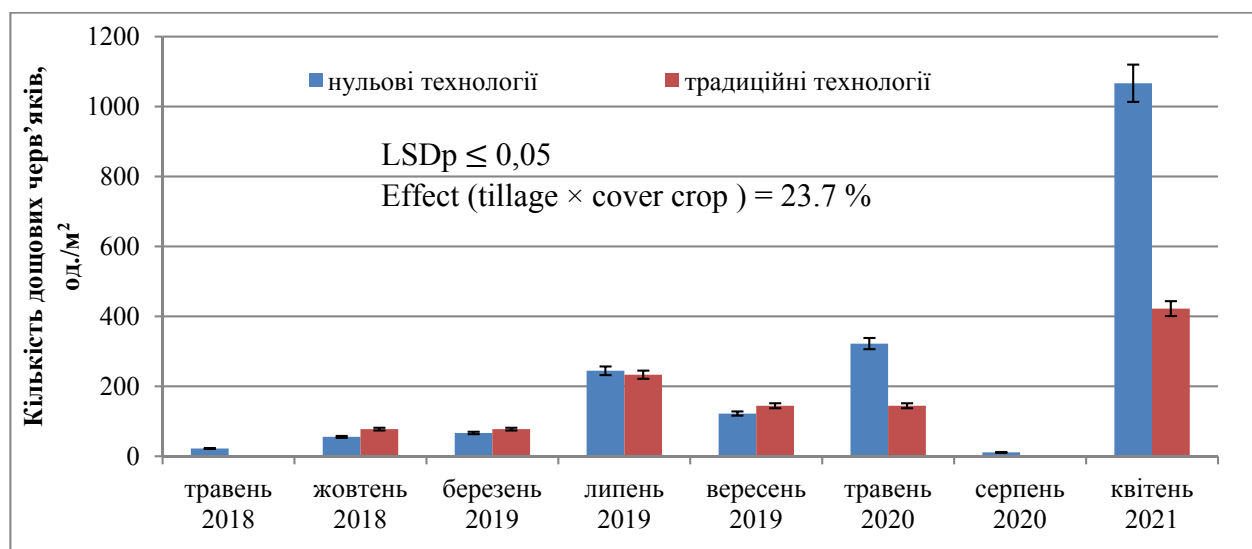


Рис. 1. Кількість дощових черв'яків за різних способів обробітку ґрунту за 2018–2021 роки досліджень.

Таблиця 1. Кількість дощових черв'яків залежно від технологій обробітку ґрунту і покривних культур у структурі сівозміни

Варіанти дослідження (технології обробітку ґрунту та покривні культури)	Кількість дощових черв'яків за роками дослідження, од./м ²				Середнє значення за 4 роки
	2018 р.	2019 р.	2020 р.	2021 р.	
Нульові технології (контроль)	11	67	111	411	150
Нульові технології (покривні культури)	11	0	211	656	220
Традиційні технології (контроль)	0	78	56	256	98
Традиційні технології (покривні культури)	0	0	88	166	64
НІР _{0,5} (обробіток ґрунту)					9
НІР _{0,5} (покривні культури)					17

Також дощові черв'яки є важливим компонентом біоти ґрунту й суттєво поліпшують функціональне різноманіття ґрунтової екосистеми. Їхня активність, як правило, пов'язана зі збільшенням стоку, інфільтрацією води, що вже після трьох років досліджень фіксувалася на ділянках за нульових технологій, завдяки посиленій шорсткості поверхні ґрунту та підвищеній макропористості. Візуальна різниця у структурності за різних технологій обробітку ґрунту представлена на рис. 2.



нульові технології (зліва) традиційні технології (справа)

Рис. 2. Структурність ґрунту за різних технологій його обробітку у сівозміні соя – озима пшениця – кукурудза, 2020 р.

Зміни щільності складення у шарі 0–30 см перебували у межах похибки вимірювання: на кінець вегетаційного сезону 2020 р.

за нульових технологій досліджуваний показник становив $1,23 \text{ г/см}^3$, за традиційних — $1,24 \text{ г/см}^3$. Ущільнення фіксували за двох систем обробітку ґрунту на глибині 20 см. Вміст органічної речовини свідчить про зміни у бік застосування нульових технологій: 2,6 % фіксували за нульових технологій у перші два роки, що менше за показники варіантів з традиційними технологіями у 1,08–1,23 раза відповідно. У 2020 р. відзначено збільшення цього показника за нульових технологій до 3,0 %, що у 1,2 раза вище, ніж на ділянках за традиційних технологій.

За нульових технологій також відзначали збільшення величини мікробної біомаси проти ділянок, де застосовували традиційні технології (рис. 3), хоча дія цього фактору, згідно зі статистичною обробкою, несуттєва (1,4 %). Найменша істотна різниця ($\text{НІР}_{0,5}$) впливу різних способів обробітку ґрунту на мікробну біомасу становить 87 мг/кг ґрунту.

Частка впливу обробітку ґрунту у досліді складає 64,6 %. Значні зміни відбуваються на ділянках, де в структуру сівозміни введені покривні культури, водночас значущість фактору перебуває на рівні 10,0 %. Взаємодія обробітку ґрунту та покривних культур у структурі сівозміни складає 23,7 %.

Висновки. За нульових технологій обробітку темно-каштанового ґрунту (південь України) у сівозміні соя – озима пшениця – кукурудза у 2,5 раза зростає кількість дощових черв'яків, якщо порівняти з традиційними

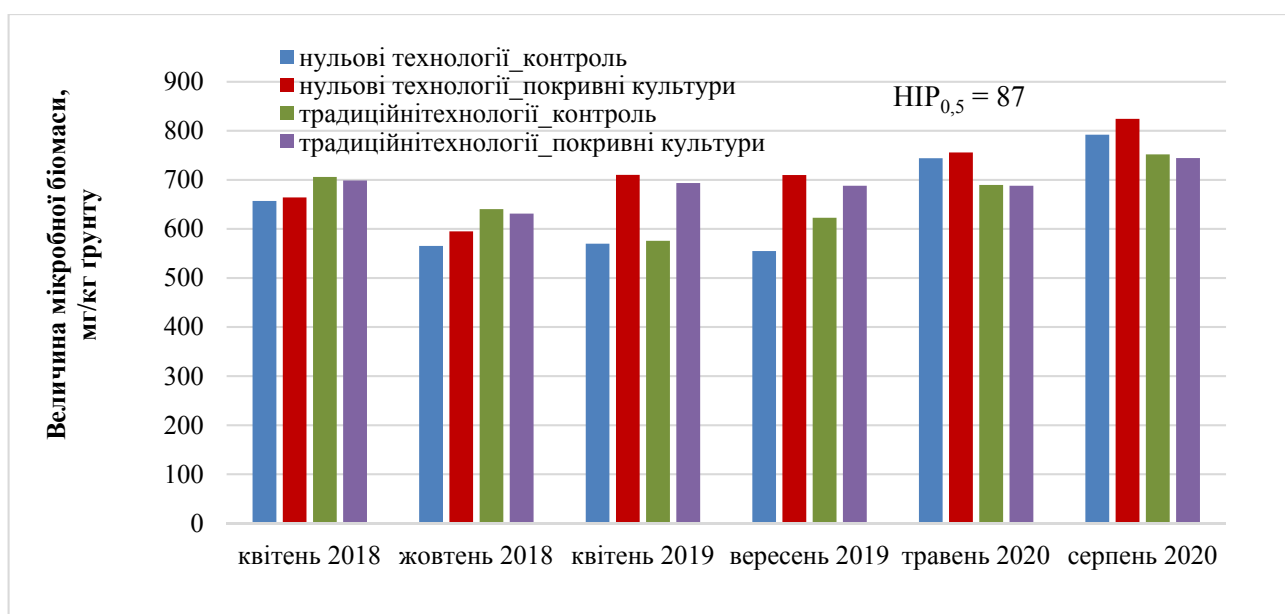


Рис. 3. Зміна величини мікробної біомаси у ґрунті за різних технологій його обробітку та використання покривних культур.

технологіями, відзначено також збільшення вмісту ґрунтової органічної речовини та позитивну тенденцію до зміни величини мікробної біомаси. Тим самим підтверджено гіпотезу, що традиційні технології обробітку ґрунту погіршують стан ґрунтової біоти, зокрема зменшують кількість дощових черв'яків.

Взаємодія факторів обробітку ґрунту та покривних культур у структурі сівозміни на досліджувані показники склала 23,7 %. Технології обробітку ґрунту мали несуттєвий вплив на величину мікробної біомаси — на рівні 1,4 %. Покривні культури мали значущість дії на рівні 10,0 %. Зміни щільності складення у шарі ґрунту 0–30 см перебували у межах похибки вимірювання (за нульових технологій досліджуваній показник становив 1,23 г/см³, за традиційних — 1,24 г/см³).

***дослідження проведено в рамках спільно-го українсько-американського проєкту, що фінансувався ФЦДР США та МОН України.**

ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well Being: Synthesis. Washington DC : Island Press, 2005. 186 p.
2. Медведєв В. В. Новітні властивості антропогенно змінених ґрунтів. Сценарії антропогенної еволюції ґрунтового покриву. Харків, 2017. 162 с.
3. Van Capelle, C., Schrader, S., Brunotte, J. Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota: a review with a focus on German data. *Eur. J. Soil Biol.* 2012. Vol. 50. P. 165–181.
4. Lee K. Earthworms: Their Ecology and Relationship with Soils and Land Use. Sydney : Academic Press, 1985. 411 p.
5. Симочко Л. Ю. Біологічна активність ґрунту природних та антропогенних екосистем в умовах низинної частини Закарпаття. *Науковий вісник Ужгородського університету*. Серія біологія. 2008. Вип. 22. С. 152–154.
6. Добровольський Г. В., Никитин Е. Д. Экология почв. Учение об экологических функциях почв. М. : Издательство МГУ, 2012. 413 с.
7. Paoletti M. G. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1999. Vol. 74. P. 137–155.
8. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. М. : Наука, 1965. 276 с.
9. Kladvik E. J. Tillage systems and soil ecology. *Soil Till. Res.* 2001. Vol. 61. P. 61–76.
10. Muller A. K., Westergaard K., Christen-

sen S., and Sorensen S. J. The diversity and function of soil microbial communities exposed to different disturbances. *Micro. Ecol.* 2002. Vol. 44. P. 49–58.

11. Lapiéd E., Nahmani J., Rousseau G. X. Influence of texture and amendments on soil properties and earthworm communities. *Appl. Soil Ecol.* 2009. Vol. 43. P. 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.08.004>

12. Edwards, C. A. The importance of earthworms as key representatives of the soil fauna. In: *Edwards, C. (Ed.), Earthworm Ecology*. 2nd ed. Boca Raton : CRC Press, 2004. 456 p.

13. Paoletti M. G. The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1999. Vol. 74. P. 137–155.

14. Бородіна К. І., Товстика О. В. Залежність густини популяції *lumbicus terrestris* у шарах ґрунту від сукупної дії абіотичних факторів в умовах північного сходу України. *ScienceRise: Biological Science*. 2017. № 5(8). С. 4–7. <https://doi.org/10.15587/2519-8025.2017.113006>

15. Scheu S. Effects of earthworms on plant growth: patterns and perspectives. *Pedobiologia* 47. 2003. P. 846–856. <https://doi.org/10.1078/0031-4056-00270>

16. Van Groenigen J. W., Lubbers I. M., Vos H. M., Brown G. G., De Deyn B. G., and van Groenigen J. K. Earthworms increase plant production: a meta-analysis. *Sci. Rep.* 2014. Vol. 4. P. 63–65. <https://doi.org/10.1038/srep06365>

17. Curry J. P., Byrne D., Schmidt O. Intensive cultivation can drastically reduce earthworm populations in arable land. *Eur. J. Soil Biol.* 2002. Vol. 38. P. 127–130.

18. Гумус і ґрунт: Дощові черв'яки. 2018. SoilTEQ URL: <http://www.soilteq.eu/uk/blog-uk/vladimir-vrba-lyudvik-hules-doshovi-chervyaki/>

19. Morris N., Miller P., Froud-Williams R. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment: a review. *Soil Till. Res.* 2010. Vol. 108. P. 1–15.

20. Soane B. D., Ball B. C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. No-till in northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil Till. Res.* 2012. Vol. 118. P. 66–87.

21. Capowiez Y., Stéphane S., Stéphane C., Pierre B., Guy R., Hubert B. Role of earthworms in regenerating soil structure after compaction in reduced tillage systems. *Soil Biol. Biochem.* 2012. Vol. 55. P. 93–103.

22. Urban C. Build up your no-till soils and earthworms will come. *Soil Health*. 2014. URL: <https://www.no-tillfarmer.com/articles/3948-build-up-your-no-till-soils-and-earthworms-will-come?v=preview>

23. Alvarez R. A review of nitrogen fertilizer and conservation tillage effects on soil organic carbon storage. *Soil Use and Management*, 2005. Vol. 21, no. 1. P. 38–52.

24. Nosowitz D. Cover crops can triple the amount of earthworms in soil. *Modern farmer. Plants*. 2019. URL: <https://modernfarmer.com/2019/09/cover-crops-can-triple-the-amount-of-earthworms-in-soil/>

25. Singh J., Singh Sh., Vig A. P. Extraction of earthworm from soil by different sampling methods: a review. *Environment, Development and Sustainability*. 2016. Vol. 18. P. 1521–1539.

26. Islam K. R., Weil R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. *Biology and Fertility Soil*. 1998. Vol. 24. P. 408–416. <https://doi.org/10.1007/s00374>

0050451

27. Танчик С. П., Одарченко О. М. Вплив «нульового» і традиційного обробітку ґрунту на кількість дощових черв'яків у посівах ячменю ярого Правобережного Лісостепу України. *Вісник полтавської державної аграрної академії*. 2016. № 3. С. 25–27.

28. Ernst G., Emmerling C. Impact of five different tillage systems on soil organic carbon content and the density, biomass, and community composition of earth-worms after a ten year period. *Eur. J. Soil Biol.* 2009. Vol. 45. P. 247–251.

Capowiez Y., Cadoux S., Bouchant P., Ruy S., Roger-Estrade J., Richard G., Boizard H. The effect of tillage type and cropping system on earthworm communities, macroporosity and water infiltration. *Soil Till. Res.* 2009. Vol. 105. P. 209–216.

Отримано 20.04.2021

<https://doi.org/10.35868/1997-3004.33.72-80>

UDC 631.51:631.467

INFLUENCE OF SOIL TREATMENT ON THE NUMBER OF EARTHWORMS AND THE SIZE OF MICROBIAL BIOMASS UNDER THE CONDITIONS OF AGRICULTURAL INTENSIFICATION

N. O. Didenko¹, V. M. Konovalova²

¹Institute of Water Problems and Land Reclamation, NAAS, Kyiv
e-mail: 9449308nd@gmail.com

²Askanian State Agricultural Experimental Station of the Institute of Irrigated Agriculture, NAAS,
Tavrychanka, Kherson region
e-mail: vera_konovalova_1990@ukr.net

Objective. To establish the influence of soil treatment methods on the number of earthworms and microbial biomass in dark-chestnut heavy loam soil with observance of the following crop rotation: soybean – winter wheat – corn; verify the hypothesis of the negative influence of traditional soil treatment technologies on the number of earthworms. **Methods.** Analytical, field, laboratory, system analysis, statistical. **Results.** During the studies conducted in 2018–2021 at Askanian State Agricultural Experimental Station of the Institute of Irrigated Agriculture of the NAAS, the positive influence of zero soil treatment technologies on the studied parameters versus with traditional technologies was established. A 2.5-fold increase in the number of earthworms and a 1.1-fold increase in microbial biomass was reported with zero soil treatment technologies. The interaction between soil treatment factors and cover crops in the structure of crop rotation was 23.7 %. Soil treatment technologies had a negligible influence on the size of microbial biomass — at the level of 1.4 %. The significance of the action of cover crops in crop rotation was 10.0 %. The experiment also showed a higher number of earthworms in the soil with zero soil treatment technologies with cover crops and traditional technologies for control, due to better live environment and favourable conditions for reproduction and distribution of the population depending on soil treatment technologies. Changes in the density of the soil layer 0–30 cm were within the measurement error (for zero soil treatment technologies the studied parameter was 1.23 g/cm³, for traditional — 1.24 g/cm³). Compaction of 0–20 cm soil layer with zero and traditional soil treatment technologies was reported. The content of soil organic matter by the years of studies under zero soil treatment technologies

increased to 3.0 %, which is 1.2 times higher than with traditional technologies. **Conclusion.** Under the conditions of stationary field experiment the positive influence of zero soil treatment technologies on early changes of biological properties of soil, which were characterized by increase in number of earthworms and size of microbial biomass, has been established. The positive influence of cover crops on soil quality was determined, which was characterized by signs of biota activation in the 0–30 cm layer and improvement of biological and physical properties of the soil.

Key words: zero soil treatment technologies, earthworms, crop rotation, cover crops, microbial mass, organic matter.

REFERENCES

1. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well Being: Synthesis. (2005). Island Press, Washington DC. 186 p.
2. Medvedev, V. V. (2017). *Novitni vlastyivosti antropogenno zminenyh gruntiv. Ctenarii evolucii gruntovogo pokryvu* [The latest properties of anthropogenically altered soils. Scenarios of anthropogenic evolution of soil cover]. Kharkiv [in Ukrainian].
3. Van Capelle, C., Schrader, S., & Brunotte, J. (2012). Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota: a review with a focus on German data. *Eur. J. Soil Biol.*, 50, 165–181.
4. Lee, K. (1985). *Earthworms: Their Ecology and Relationship with Soils and Land Use*. Academic Press, Sydney. 411 p.
5. Symochko, L. Yu. (2008). Biologichna aktyvnist' gruntu pryrodnih ta antropogenykh ekosystem v umovah nyzynnoi chastyny Zakarpattia [Biological activity of soil of natural and anthropogenic ecosystems in the conditions of the lower part of Transcarpathia]. *Naukovyi visnyk Uzhgorods'kogo universitetu — Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Seria biologii*, 22, 152–154 [in Ukrainian].
6. Dobrovols'kyi, G. V., Nikitin, E. D. (2012). *Jekologija pochv. Uchenie ob jekologicheskikh funkciyah pochv* [Ecology of soils. The doctrine of the ecological functions of soils]. Moskva: Izdatelstvo MGU [in Russian].
7. Paoletti, M. G. (1999). The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74, 137–155.
8. Gilyarov, M. S. (1965). *Zoologicheskii metod diagnostiki pochv* [Zoological method for soil diagnostics]. Moskva: Nauka [in Russian].
9. Kladviko, E. J. (2001). Tillage systems and soil ecology. *Soil Till. Res.*, 61, 61–76.
10. Muller, A. K., Westergaard, K., Christensen, S., & Sorensen, S. J. (2002). The diversity and function of soil microbial communities exposed to different disturbances. *Micro. Ecol.*, 44, 49–58.
11. Lapiéd, E., Nahmani, J., & Rousseau, G. X. (2009). Influence of texture and amendments on soil properties and earthworm communities. *Appl. Soil Ecol.*, 43, 241–249. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.08.004>
12. Edwards, C. A. (2004). *The importance of earthworms as key representatives of the soil fauna*. In: Edwards, C. (Ed.), *Earthworm Ecology*. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton. 456 p.
13. Paoletti, M. G. (1999). The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74, 137–155.
14. Borodina, K. I., & Tovstika, O. V. (2017). Zalezhnist' gustyny populiacii *lumbricus terrestris* u sharah gruntu vid sukupnoi dii abiotychnykh faktoriv v umovah pivnichnogo chodu Ukrainy [Dependence of *lumbricus terrestris* population density in soil layers on the combined action of abiotic factors in the conditions of northeastern Ukraine]. *ScienceRise: Biological Science*, 5(8), 4–7. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15587/2519-8025.2017.113006>
15. Scheu, S. (2003). Effects of earthworms on plant growth: patterns and perspectives. *Pedobiologia*, 47, 846–856. <https://doi.org/10.1078/0031-4056-00270>
16. Van Groenigen, J. W., Lubbers, I. M., Vos, H. M., Brown, G. G., De Deyn, B. G., & van Groenigen, J. K. (2014). Earthworms increase plant production: a meta-analysis. *Sci. Rep.*, 4, 63–65. <https://doi.org/10.1038/srep06365>
17. Curry, J. P., Byrne, D., & Schmidt, O. (2002). Intensive cultivation can drastically reduce earthworm populations in arable land. *Eur. J. Soil Biol.*, 38, 127–130.
18. Gumus i grunt: Doshchevi cherv'iaky. (2018) [Humus and soil: Earthworms.] SoilTEQ Retrieved from: <http://www.soilteq.eu/uk/blog-uk/vladimir-vrba-lyudvik-hules-doshovi-chervyaki/> [in Ukrainian].
19. Morris, N., Miller, P., & Froud-Williams, R. (2010). The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment: a review. *Soil Till. Res.*, 108, 1–15.
20. Soane, B. D., Ball, B. C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., & Roger-Estrade, J. (2012). No-till in northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil Till. Res.*, 118, 66–87.
21. Capowiez, Y., Stéphane, S., Stéphane, C., Pierre, B., Guy, R., & Hubert, B. (2012). Role of

earthworms in regenerating soil structure after compaction in reduced tillage systems. *Soil Biol. Biochem.*, 55, 93–103.

22. Urban, C. (2014). Build up your no-till soils and earthworms will come. *Soil Health*. Retrieved from: <https://www.no-tillfarmer.com/articles/3948-build-up-your-no-till-soils-and-earthworms-will-come?v=preview>

23. Alvarez, R. (2005). A review of nitrogen fertilizer and conservation tillage effects on soil organic carbon storage. *Soil Use and Management*, 21(1), 38–52.

24. Nosowitz, D. (2019). Cover crops can triple the amount of earthworms in soil. Modern farmer. Plants. Retrieved from: <https://modernfarmer.com/2019/09/cover-crops-can-triple-the-amount-of-earthworms-in-soil/>

25. Singh, J., Singh, Sh., & Vig, A. P. (2016). Extraction of earthworm from soil by different sampling methods: a review. *Environment, Development and Sustainability*, 18, 1521–1539.

26. Islam, K. R., & Weil, R. R. (1998). Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. *Biology and Fertility*

Soil, 24, 408–416. <https://doi.org/10.1007/s003740050451>

27. Tanchyk, S. P., & Odarchenko, O. M. (2016). Vplyv “nulevogo” i tradyciinogo obrobitku gruntu na kilnist’ doshchovyh cherv’iakiv u posivah iachmenyu yurogo Pravoberezhnogo Lisostepu Ukrainy [Influence of “no-till” and traditional tillage on the number of earthworms in spring barley crops of the Pravoberezhnyi Forest-Steppe of Ukraine]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi agrarnoi akademii — Bulletin of the Poltava State Agrarian Academy*, 3, 25–27. [in Ukrainian].

28. Ernst, G., & Emmerling, C. (2009). Impact of five different tillage systems on soil organic carbon content and the density, biomass, and community composition of earth-worms after a ten year period. *Eur. J. Soil Biol.*, 45, 247–251.

29. Capowiez, Y., Cadoux, S., Bouchant, P., Ruy, S., Roger-Estrade, J., Richard, G., & Boizard, H. (2009). The effect of tillage type and cropping system on earthworm communities, macroporosity and water infiltration. *Soil Till. Res.*, 105, 209–216.

Received 20.04.2021