

ЗМІНА ЧИСЕЛЬНОСТІ ПОПУЛЯЦІЇ ЛЮМБРИЦИДІВ У ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ І ПРОДУКТИВНОСТІ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПОЛЬОВИХ СІВОЗМІН ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ ОБРОБІТКУ І УДОБРЕННЯ

Войтовик М., доктор с.-г. наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-8604-2193>, e-mail: Voytovik.m@gmail.com

Примак І., доктор с.-г. наук, професор,

<https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>, e-mail: zemlerobstvo_@ukr.net

Качан Л., кандидат с.-г. наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0001-5374-3252>, e-mail: lmkaspruk70@ukr.net

Панченко О., кандидат с.-г. наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0001-8130-0811>, e-mail: panschenko-12345@ukr.net

Образій С., кандидат с.-г. наук, доцент,

<https://orcid.org/0000-0002-30532-6655>, e-mail: obrazijj-12345@ukr.net

Білоцерківський національний аграрний університет

Анотація

Мета дослідження – вивчити вплив чотирьох систем основного обробітку і чотирьох систем удобрення на зміни чисельності популяції люмбрицидів в орному шарі чорноземі типового і продуктивності двох польових спеціалізованих сівозмін з часткою зернових 80 і 100 %.

Методи досліджень: в польовому стаціонарному досліді кількість люмбрицидів визначали в монолітах ґрунту площею 900 см², відібраних по шарах 0-10, 10-20 і 20-30 см; збирання урожаю – пряме комбайнування кожної ділянки з наступним перерахунком основної продукції на стандартну вологість і 100 %-ву чистоту.

Результати досліджень. У трирічному (2022-2024) досліді на чорноземі типовому глибокому дослідного поля Білоцерківського НАУ чисельність популяції люмбрицидів у шарі ґрунту 0-10 см на дату сівби культур обох сівозмін істотно вища за безполицево-дискового та дискового обробітків. За диференційованого обробітку вона істотно вища лише в другій сівозміні за найвищої норми внесення добрив. На дату збирання культур істотне зростання кількості дощовиків у цьому шарі зафіксовано за дискового обробітку з внесенням 6 т/га гною + $N_{126}P_{82}K_{116}$ у першій сівозміні та 6 т/га гною + $N_{120}P_{92}K_{110}$ і 6 т/га гною + $N_{92}P_{66}K_{90}$ – у другій. На решті варіантів обробітку відхилення неістотні.

Чисельність популяції люмбрицидів в орному шарі ґрунту на дату сівби на 7 екз./м² більша, а на дату збирання – на таку саму кількість менша у першій сівозміні, ніж у другій. У шарах ґрунту 0-30, 10-20 і 20-30 см у всі строки спостережень цей показник не зазнав істотних змін за диференційованого та істотно зменшився за безполицево-дискового і дискового обробітків.

З підвищенням рівня внесених добрив істотно зростає чисельність люмбрицидів в орному шарі ґрунту.

Продуктивність обох сівозмін істотно зменшується за безполицево-дискового і дискового обробітків. За диференційованого вона на одному рівні з полицево-дисковим у першій сівозміні та неістотно перевищує останній у другій сівозміні.

Висновок. У п'ятипільних зернових сівозмінах рекомендується проводити глибоку культурну оранку один раз за ротаційний період (під просапну культуру), а в решту років – поверхневі та мілкі дискові та безполицеві обробітки залежно від біологічних особливостей рілних рослин.

Ключові слова: сівозміна, ґрунт, обробіток, удобрення, люмбрициди, продуктивність.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасна біосферна парадигма природокористування передбачає відтворення не лише агрофізичних та агрохімічних, а й біологічних показників родючості ґрунту. Обов'язковим структурно-функціональним компонентом ґрунтової екосистеми є тварини, серед яких домінуюча роль належить люмбрицидам (дошовим черв'якам). Мікрофлора кишківника люмбрицидів забезпечує біологічну деструкцію лігніно-целюлозного комплексу, підвищення азотфіксації, трансформацію сполук азоту й фосфору, сприяє новоутворенню гумусових речовин. Люмбрициди є потужними біологічними оструктурювачами ґрунту, який, проходячи через їх кишківник, набуває водотривкості у вигляді копролітів, що істотно поліпшує фізичну будову та водно-повітряний режим не тільки орного, а й підорного шарів. У зв'язку з цим, динаміка популяції дошових черв'яків розглядається науковцями як важливий фактор біологічного саморозпушення ґрунту та надійний і чутливий біоіндикатор його «здоров'я» за різної інтенсивності антропогенного навантаження [Tutova et al., 2022; Sutri et al., 2024;].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вплив агротехнічних заходів, зокрема механічного обробітку ґрунту та удобрення, на ґрунтову фауну є предметом інтенсивних наукових дискусій. Значний масив досліджень доводить, що традиційна оранка та ущільнення ґрунту ходовими системами техніки згубно впливають на дошових черв'яків, руйнуючи мережу їх ходів та спричиняючи масову загибель [Morris et al., 2010; Capowier et al., 2012; Soane et al., 2012; Танчик, Одарченко, 2016]. З іншого боку, мінімізація обробітку (системи No-till, поверхневий та мілкий безполицевий обробіток) створює сприятливі умови для відновлення популяції люмбрицидів, що підтверджується зростанням їх чисельності у кілька разів [Fragoso et al., 1997; Zhor Abail, Whalen, 2018; Діденко, Коновалова, 2021; Mazur-Pączka et al., 2024].

Водночас доведено, що внесення органічних і мінеральних добрив та залишення рослинних решток оптимізують трофічні умови, посилюючи ферментативну активність і стабільність новоутворених мікроагрегатів [Bossuyt et al., 2004; Pulleman et al., 2005; Schon et al., 2020; Voitovyk et al., 2023; Karimifard et al., 2023]. З огляду на це, вітчизняні дослідники рекомендують застосовувати диференційовані системи обробітку: поєднання періодичної оранки під просапні культури з безполицевими обробітками у наступні роки [Камінський та ін., 2021; Адамчук та ін., 2016; Voitovyk et al., 2023; Prymak et al., 2025].

У стаціонарній польовій трьохпільній сівозміні Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства впродовж 2018-2021 рр. чисельність дошових черв'яків і величина мікробної біомаси відповідно у 2,5 і 1,1 рази більші за нульового, ніж традиційного обробітку темно-каштанового ґрунту [Діденко, Коновалова, 2021].

У 21-річних дослідженнях на орних землях Естонії було відмічено, що чисельність, різноманітність і частка анецикових видів дошових черв'яків була вищою за відсутності обробітку ґрунту та органічної системи землеробства [Sutri et al., 2024].

Ущільнення ґрунту заходами і засобами механічного обробітку згубно впливає на люмбрициди, обмежуючи їх здатність прокладати густу мережу ходів [Capowier et al., 2012; Morris et al., 2010; Soane et al., 2012].

У посівах зернових чисельність люмбрицидів значно вища за прямої сівби, ніж оранки [Fragoso et al., 1997; Abail, Whalen, 2018]. За тривалої оранки й відсутності обробітку зберігалася чисельність відповідно двох і п'ятьох видів люмбрицидів [Hubbard et al., 1999].

Дошові черв'яки позитивно впливають на функції екосистем, впродовж формування копролітів збільшується питома поверхня і водоутримувальна здатність ґрунту, в ньому підвищується рівноважна вологість і вологоємність; вміст гідро-

фільних речовин та тих, що легко мінералізуються; ґрунт набуває значно кращого структурного стану [Blouin et al., 2013; Bottinelli et al., 2015; Ferlian et al., 2018; Frelich et al., 2019], а також, сприяючи поглинанню поживних речовин з органічної речовини, збільшується ріст рослин — надземної біомаси на 23 %, підземної — на 20 %, загальної біомаси на 21 % і врожайність сільськогосподарських культур на +25 % (для ячменю зокрема) [Van Groenigen et al., 2014].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри значну кількість наукових публікацій щодо значення ґрунтової біоти в умовах поширення польових спеціалізованих (зернових) сівозмін, зокрема короткоротаційних, в Україні проблема біологізації рільництва залишається досить гострою. Зокрема, бракує комплексних стаціонарних дослідів на чорноземах типових (найбільш родючих ґрунтах) Правобережного Лісостепу, які б синхронно оцінювали вплив різних систем основного обробітку (від полицевого до безполицевого і постійного поверхневого) у поєднанні з града-

ціями орґано-мінерального удобрення на екологічні показники родючості (чисельність лямбріцидів) та безпосередню агрономічну продуктивність сівозміни.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Мета дослідження полягала у встановленні оптимального поєднання систем основного обробітку та удобрення, яке забезпечує максимальне збереження чисельності популяції лямбріцидів в орному шарі чорнозему типового та формування високої продуктивності (на рівні 4,4–4,6 т/га сухої речовини основної продукції) у спеціалізованих польових сівозмінах з часткою зернових 80 і 100 %.

Методи і матеріали. Експериментальну роботу виконано впродовж 2022–2024 рр. на чорноземі типовому глибокому середньосуглинковому дослідного поля Білоцерківського НАУ у двох польових зернопросапних спеціалізованих (зернових) сівозмінах, повністю розгорнутих у просторі й часі, з часткою зернових 80 і 100 %.

Вивчали чотири системи основного обробітку (табл. 1) і чотири системи (рівні) удобрення у першій і другій сівозмінах: нульова — без добрив, пер-

Таблиця 1 – Системи основного обробітку ґрунту в сівозмінах

№ поля	Культура сівозміни	Системи (варіанти) основного обробітку ґрунту			
		I Полицево-дисковий (контроль)	II Безполицево-дисковий	III Диференційований (безполицево-полицево-дисковий)	IV Дисковий (мілкий)
		Глибина (см) і знаряддя основного обробітку ґрунту			
1	2	3	4	5	6
Перша сівозміна					
1	Горох	18–20 (п)	18–20 (г)	18–20 (г)	10–12 (д.б.)
2	Пшениця озима	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)	8–10 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)
3	Кукурудза	25–27 (п)	25–27 (г)	25–27 (п)	10–12 (д.б.)
4	Гречка	10–12 (д.б.)	10–12 (г)	10–12 (г)	10–12 (д.б.)
5	Пшениця озима	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)	6–8 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)	10–12 (д.б.)

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
Друга сівозміна					
1	Соя	10-12 (д.б.)	20-22 (г)	10-12 (д.б.)	10-12 (д.б.)
2	Пшениця озима	6-8 (д.б.)	6-8 (д.б.)	6-8 (д.б.)	6-8 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10-12 (д.б.)	10-12 (д.б.)	10-12 (д.б.)	10-12 (д.б.)
3	Кукурудза	25-27 (п)	25-27 (г)	25-27 (п)	10-12 (д.б.)
4	Ячмінь ярий	10-12 (д.б.)	10-12 (г)	10-12 (г)	10-12 (д.б.)
	Гірчиця біла на сидерат	10-12 (д.б.)	10-12 (д.б.)	10-12 (д.б.)	10-12 (д.б.)
5	Соняшник	25-27 (п)	25-27 (г)	25-27 (г)	10-12 (д.б.)

Примітка: *п – плуг ПЛН-3-35; г – глибокорозпушувач (чизель) – ГР-3,4; д. б. – дискова борона – БДВ-3,0

ша – відповідно 6 т/га гною + $N_{64}P_{54}K_{58}$ і 6 т/га гною + $N_{54}P_{48}K_{48}$, друга – 6 т/га гною + $N_{98}P_{66}K_{92}$ і 6 т/га гною + $N_{92}P_{66}K_{90}$, третя – 6 т/га гною + $N_{126}P_{82}K_{116}$ і 6 т/га гною + $N_{120}P_{92}K_{110}$. Гній вносили під кукурудзу в нормі 30 т/га. Види мінеральних добрив: аміачна селітра, простий гранульований суперфосфат і калійна сіль.

У досліді: триразова повторність, систематичне і послідовне розміщення повторень; посівна і облікова площі ділянок першого порядку – відповідно 684 і 448 м², другого – 171 і 112 м², площа кожного поля без захисних смуг – 7835,6 м² (76x103,1), кількість елементарних ділянок – 480, площа під дослідом – 7,4 га. Довжина і ширина відібраних монолітів ґрунту – 30 см², глибина – 30 см.

Результати. На дату сівби культур обох сівозмін чисельність популяції люмбрицидів в орному шарі ґрунту істотно не різнилася за полицево-дискового і диференційованого обробітків. За решти варіантів вона значно зменшувалася. Так, на першому, другому, третьому і четвертому варіантах обробітку чорнозему типового цей показник становив відповідно 111, 105, 111 і 101 екз./м² у першій сівозміні та 103, 96, 105 і 96 екз./м² у другій. Зменшення кількості дощових черв'яків за безполицево-дискового і дискового обробітків порівняно з контрольним становило відповідно 5 і 9 % в першій сівозміні та

майже 7 % в другій (табл. 2).

У верхній частині орного шару (0–10 см) цей показник найвищий, у нижній (20–30 см) – найменший: відповідно 65 і 7 у першій та 62 і 7 екз./м² у другій сівозміні.

За чисельністю популяції люмбрицидів у шарі ґрунту 0–10 см істотну перевагу мали безполицево-дисковий і особливо дисковий обробітки порівняно з контролем. Значну перевагу диференційованого обробітку зафіксовано лише в другій сівозміні за найвищої норми внесення добрив, яка становила 5 екз./м² або 6,4 %.

За полицево-дискового, безполицево-дискового, диференційованого та дискового обробітків цей показник у шарі ґрунту 0–10 см становив відповідно 60, 67, 63 і 71 екз./м² у першій сівозміні та 57, 62, 61 і 67 екз./м² у другій. Таким чином, за другого, третього і четвертого варіантів обробітку, порівняно з першим, цей показник зростав відповідно на 12, 5 і 18 % у першій сівозміні та 9, 7 і 17 % у другій.

У середній частині орного шару (10–20 см) чисельність популяції дощовиків значно знижується в обох сівозмінах за безполицево-дискового та дискового обробітків, а за диференційованого вона на рівні контролю. Так, у першому, другому, третьому і четвертому варіантах обробітку цей показник становив відповідно 40, 32, 40 і 27 екз./м² у першій сівозміні та 36, 30, 35 і 26 екз./м² у другій.

Таблиця 2 – Чисельність популяції люмбрицидів у ґрунті за досліджуваних систем основного обробітку і удобрення, екз./м²*

Системи обробітку ґрунту	Системи удобрення	Сівба культур				Збирання культур			
		Шар чорнозему типового, см							
		0-10	10-20	20-30	0-30	0-10	10-20	20-30	0-30
I Полицево-дисковий (контроль)	0	<u>28</u>	<u>17</u>	<u>6</u>	<u>51</u>	<u>9</u>	<u>6</u>	<u>3</u>	<u>18</u>
		25	14	5	44	11	8	5	24
	1	<u>57</u>	<u>36</u>	<u>10</u>	<u>103</u>	<u>20</u>	<u>13</u>	<u>5</u>	<u>38</u>
		54	32	8	94	24	15	8	47
	2	<u>72</u>	<u>49</u>	<u>14</u>	<u>135</u>	<u>29</u>	<u>19</u>	<u>7</u>	<u>55</u>
		69	46	13	128	30	20	10	60
	3	<u>83</u>	<u>57</u>	<u>16</u>	<u>156</u>	<u>36</u>	<u>22</u>	<u>8</u>	<u>66</u>
		78	52	15	145	37	25	12	74
II Безполицево-диско- вий	0	<u>33</u>	<u>10</u>	<u>3</u>	<u>46</u>	<u>10</u>	<u>3</u>	<u>1</u>	<u>14</u>
		31	7	0	38	12	5	3	20
	1	<u>64</u>	<u>27</u>	<u>6</u>	<u>97</u>	<u>21</u>	<u>9</u>	<u>3</u>	<u>33</u>
		60	25	3	88	26	12	5	43
	2	<u>80</u>	<u>41</u>	<u>7</u>	<u>128</u>	<u>30</u>	<u>16</u>	<u>4</u>	<u>50</u>
		74	40	7	121	32	16	7	55
	3	<u>90</u>	<u>48</u>	<u>11</u>	<u>149</u>	<u>38</u>	<u>18</u>	<u>5</u>	<u>61</u>
		83	46	9	138	40	21	8	69
III Диференційований (безполицево-поли- цево-дисковий)	0	<u>31</u>	<u>15</u>	<u>4</u>	<u>50</u>	<u>8</u>	<u>6</u>	<u>4</u>	<u>18</u>
		29	13	4	46	12	9	3	24
	1	<u>60</u>	<u>38</u>	<u>7</u>	<u>105</u>	<u>18</u>	<u>14</u>	<u>4</u>	<u>36</u>
		58	31	7	96	25	14	7	46
	2	<u>75</u>	<u>50</u>	<u>12</u>	<u>137</u>	<u>27</u>	<u>20</u>	<u>7</u>	<u>54</u>
		73	44	13	130	32	18	8	58
	3	<u>85</u>	<u>55</u>	<u>13</u>	<u>153</u>	<u>33</u>	<u>24</u>	<u>8</u>	<u>65</u>
		83	50	15	148	36	27	10	73
IV Дисковий (мілкий)	0	<u>36</u>	<u>8</u>	<u>1</u>	<u>45</u>	<u>10</u>	<u>3</u>	<u>0</u>	<u>13</u>
		33	5	0	38	14	4	2	20
	1	<u>68</u>	<u>24</u>	<u>3</u>	<u>95</u>	<u>22</u>	<u>9</u>	<u>2</u>	<u>33</u>
		62	23	2	87	27	11	4	42
	2	<u>85</u>	<u>33</u>	<u>4</u>	<u>122</u>	<u>32</u>	<u>15</u>	<u>3</u>	<u>50</u>
		81	35	5	121	34	16	6	56
	3	<u>95</u>	<u>41</u>	<u>5</u>	<u>141</u>	<u>40</u>	<u>17</u>	<u>4</u>	<u>61</u>
		91	40	6	137	41	21	8	70
H _{IP} _{0,05}		<u>6</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>4</u>
		5	6	4	6	4	3	3	4

Примітка: * У чисельнику дробу дані за першою сівозміною, в знаменнику – за другою.

У нижній частині орного шару (20–30 см) спостерігали аналогічну закономірність, однак на неудобрених ділянках безполицево-дискового обробітку зниження цього показника не досягло статистично

достовірної величини. Чисельність популяції дощовиків за полицево-дискового, безполицево-дискового, диференційованого та дискового обробітків зафіксовано відповідно на рівні 12, 7, 9, 3 екз./м²

в першій та 10, 5, 10 і 3 екз./м² в другій сівозміні.

Частка популяції люмбрицидів за першого, другого, третього і четвертого варіантів обробітку в шарі 0–10 см становила відповідно 53, 63, 56 і 70 % в першій та 55, 64, 58 і 70 % в другій сівозміні від загальної кількості їх в орному шарі; у шарі 10–20 см — відповідно 36, 30, 36 і 27 % в першій та 35, 31, 33 і 27 % у другій сівозміні; у шарі 20–30 см — відповідно 11, 7, 8 і 3 % в першій та 10, 5, 9 і 3 % у другій сівозміні.

Значно краща оструктуреність і вища пористість верхньої частини орного шару ґрунту, локалізація в ній добрив і рослинних решток за безполицево-дискового й особливо постійного дискового обробітків, як показують наші дослідження, і є причиною концентрації люмбрицидів за цих варіантів обробітку (відповідно 63–64 і 70 %). У нижній частині орного шару зафіксовано зворотну закономірність, зокрема, у четвертому варіанті цей показник в 3–3,5 рази нижчий, ніж у контролі.

У першому варіанті обробітку, попри те що рослинні рештки періодично (два рази у п'ять років) зароблялися на глибину 15–25 см, 53–55 %, популяції люмбрицидів орного шару зосереджувалися у верхній частині його і лише 10–11 % у нижній.

На дату збирання культур обох сівозмін кількість дощовиків в орному шарі ґрунту значно нижча за безполицево-дискового та дискового обробітків, ніж у контролі, а за диференційованого — на рівні його. За полицево-дискового, безполицево-дискового, диференційованого та дискового обробітків цей показник становив відповідно 44, 40, 43 і 40 екз./м² у першій сівозміні та 51, 47, 50 і 47 екз./м² — у другій.

У верхній частині орного шару ґрунту чисельність популяції люмбрицидів за зазначеними варіантами обробітку становила відповідно 23, 25, 22 і 26 шт./м² у першій сівозміні та 26, 28, 26 і 29 шт./м² у другій. З наведених в таблиці 2 результатів досліджень слідує, що за постійного

дискування істотно підвищився цей показник у першій сівозміні лише за найвищої норми внесення добрив, а у другій — ще й за 6 т/га гною + N₉₂P₆₆K₉₀ (другої системи удобрення). За безполицево-дискового обробітку кількість дощовиків на удобрених ділянках другої сівозміни зростала, однак незначно.

У середній частині орного шару істотно зменшувався цей показник за безполицево-дискового та дискового обробітків, а за диференційованого він був на рівні контролю. За першої, другої, третьої і четвертої систем обробітку він становив відповідно 15, 12, 16 і 11 шт./м² у першій сівозміні та 17, 14, 17 і 13 шт./м² у другій.

У нижній частині орного шару ґрунту спостерігали аналогічну закономірність, а показник за зазначеними вище варіантами обробітку набув відповідно наступних значень: 6, 3, 6 і 2 екз./м² у першій сівозміні та 9, 6, 7 і 5 екз./м² — у другій.

З підвищенням рівня удобрення чисельність популяції люмбрицидів зростає, однак не прямо пропорційно масі добрив. Так, на дату сівби культур вона в шарах ґрунту 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см становила відповідно 32, 13, 4 і 49 екз./м² за нульової системи удобрення, 62, 31, 7 і 100 — за першої, 78, 43, 9 і 130 — другої, 88, 50, 11 і 149 екз./м² за третьої системи удобрення в першій сівозміні та 30, 10, 2 і 42 екз./м² за нульової системи удобрення, 59, 28, 5 і 92 — за першої, 74, 41, 10 і 125 — за другої, 84, 47, 11 і 142 екз./м² за третьої системи удобрення в другій сівозміні.

Зростання чисельності популяції дощових черв'яків у зазначених шарах ґрунту становило відповідно 94, 138, 75 і 104 % за першої системи удобрення порівняно з нульовою, 26, 39, 29 і 30 % за другої системи порівняно з першою, 13, 16, 22 і 15 % за третьої системи удобрення порівняно з другою в першій сівозміні, а в другій — 97, 180, 150 і 119 % за першої системи порівняно з нульовою, 25, 46, 100 і 36 % за другої системи порівняно з першою, 14, 15, 10 і 14 % за третьої системи удобрення порівняно з другою.

На дату збирання культур сівозміни

чисельність популяції дощовиків у шарах ґрунту 0–10, 10–20, 20–30 і 0–30 см зменшилася відповідно на 63, 58, 43 і 61 % у першій сівозміні та 56, 52, 0 і 51 % – у другій. Цей показник становив на дату сівби в першій сівозміні відповідно 65, 34, 7 і 106 екз./м² та 62, 31, 7 і 100 екз./м² – в другій; збирання – 24, 13, 4 і 41 та 27, 15, 7 і 49 екз./м². Чисельність популяції люмбрицидів в орному шарі ґрунту на дату сівби на 7 екз./м² більша, а на дату збирання – на таку саму кількість менша у першій сівозміні, ніж у другій.

Слід зазначити, що попередні дослідження, проведені на чорноземі типовому дослідного поля Білоцерківського НАУ впродовж двох ротаційних періодів (2004–2014 рр.) спеціалізованої (зернової) п'ятипільної стаціонарної сівозміни, але з іншим набором і чергуванням культур, засвідчили, що зростаючі норми мінеральних туків спричиняють зменшення показників обмінної кислотності ґрунту, суми вбирних основ і ступеня насиченості ними та підвищення гідролітичної кислотності орного шару. Отже, посилення негативних змін реакції чорнозему типового за безполицево-дискового та дискового обробітків чи буферна функція оранки можуть значно вплинути на чисельність популяції дощовиків.

Продуктивність гектара ріллі першої сівозміни за полицево-дискового, безполицево-дискового, диференційованого і дискового обробітків становила відповідно 2,00; 1,70; 2,00 і 1,54 т сухої речовини основної продукції за нульової системи удобрення, 3,44; 3,08; 3,46 і 2,99 – за першої, 4,42; 4,01; 4,44 і 3,96 – за другої, 4,85; 4,41; 4,88 і 4,38 т за третьої системи удобрення ($НІР_{0,05} = 0,28$ т/га). У другій сівозміні цей показник становив відповідно 2,07; 1,76; 2,25 і 1,71 т сухої речовини за нульової системи удобрення, 3,47; 3,12; 3,70 і 3,08 – за першої, 4,35; 3,98; 4,60 і 3,92 – за другої, 4,70; 4,30; 4,92 і 4,23 т за третьої системи удобрення ($НІР_{0,05} = 0,29$ т/га).

Обговорення. На думку ряду науковців, сільськогосподарські машини зменшують кількість видів ґрунтової біоти в оброблю-

ваному та збільшують в необроблюваному шарах ґрунту [Aslam et al., 1999; Diallo et al., 2023]. Великий загальний дослідників вважає, що найкращі умови для «невтомного трудівника» – дощового черв'яка створюються за системи землеробства No-till і нульового обробітку [Самойленко, 2024; Voitovyk et al., 2023].

Кількість люмбрицидів в орному шарі чорнозему типового під соєю за технології No-till і дискування на глибину 10–12 см відповідно в 2,3 і 1,7 раза вища, ніж за оранки на 20–22 см [Войтовик, 2024]. На дерново-підзолистому поверхнево оглеєному ґрунті Передкарпаття України цей показник вищий за дискового обробітку на глибину 8–10 см, ніж за оранки на 20–22 см [Гриник, 2021].

У зв'язку з цим зазначимо, що облік люмбрицидів необхідно проводити під кожною культурою сівозміни, щоб з'ясувати ефективність системи в цілому, а не окремого заходу чи засобу. Повна відсутність у сівозміні глибокого полицевого обробітку (другий варіант) і постійне дискування ґрунту (четвертий варіант) внаслідок погіршення фізичної будови та оструктуреності чорнозему типового [Примак, 2024; Примак, 2025; Prymak et al., 2025] зменшують чисельність популяції люмбрицидів в орному шарі, які вкрай необхідні для підтримання належної біологічної активності, структурного стану й поживного режиму останнього [Gaines, Fraser, 1998].

Біологічні показники родючості ґрунту, зокрема ферментативна активність, чисельність і структура мікрофлори, мікрофауни, мезофауни, макрофауни і мегафауни, зокрема люмбрицидів, на відміну від агрофізичних та агрохімічних, є більш чутливими й здатними адекватно оцінювати екологічний стан, оскільки є надійними індикаторами життєвих процесів ґрунтового середовища [Rutgers et al., 2009; Blouin et al., 2013; Schon et al., 2020].

Зазначимо, що за систематичного поверхневого, й особливо нульового обробітків, зазвичай погіршується фітосанітарний стан агрофітоценозів і зростає

щільність складення ґрунту [van Capelle et al., 2012; Crittenden et al., 2014; Dekemati et al., 2019], що вимагає застосування хімічних і механічних засобів догляду, а це негативно впливає на люмбрициди. Крім того, за таких обробітків може підвищуватися кислотність ґрунту, і, за даними окремих зарубіжних вчених, дещо збільшує чисельність люмбрицидів [McCallum et al., 2016; Hoeffner et al., 2021]. Тому констатувати, що за поверхневого та нульового обробітків завжди більше люмбрицидів, не можна.

Обробіток ґрунту справляє неоднаковий вплив на різні екологічні групи люмбрицидів [Торрра, Taylor, 2022; Торрра et al., 2023], оскільки морфоекологічні групи дощових черв'яків підтримують різні функції ґрунту. Менша частка епігейних та анекових видів на звичайних полях також може впливати на забезпечення екосистемних послуг, які вони підтримують [Escudero et al., 2023]. Однак мінімізація обробітку ґрунту може призвести до його ущільнення, що негативно впливає на люмбрициди [Sutri et al., 2024].

Висновки. Чисельність популяції люмбрицидів у шарі ґрунту 0–10 см на дату сівби культур обох сівозмін значно вища за безполицево-дискового та дискового обробітку, ніж у контролі. За диференційованого обробітку вона також вища, однак значно вища лише в другій сівозміні за найвищої норми внесення добрив. На дату збирання культур значне зростання кількості дощовиків у цьому шарі зафіксовано за дискового обробітку з внесенням найвищої норми добрив 6 т/га гною + $N_{126}P_{82}K_{116}$ у першій сівозміні та 6 т/га гною + $N_{120}P_{92}K_{110}$ і 6 т/га гною + $N_{92}P_{66}K_{90}$ — у другій. На решті варіантів обробітку відхилення незначні.

У шарах ґрунту 0–30, 10–20 і 20–30 см у всі строки спостережень цей показник не зазнав значних змін за диференційованого обробітку та істотно зменшився за безполицево-дискового і дискового обробітків.

З підвищенням рівня внесених добрив значно зростає чисельність люмбрицидів

в орному шарі ґрунту: на неудобрених ділянках першої та другої сівозмін вона становила на дату сівби культур відповідно 49 і 42 екз./м², а удобрених 6 т/га гною + $N_{126}P_{82}K_{116}$ і 6 т/га гною + $N_{120}P_{92}K_{110}$ — 149 і 142 екз./м².

Продуктивність обох сівозмін значно зменшується за безполицево-дискового і дискового обробітків. За диференційованого — вона на одному рівні з полицево-дисковим у першій сівозміні та незначно перевищує останній у другій сівозміні.

Перелік літератури

Адамчук, В.В., Булгаков, В.М., Танчик, С.П., Надикто, В.Т. (2016). Сучасні проблеми оранки як особливого прийому обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. № 1. С. 5–10. URL: https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2016_01_01.pdf

Войтовик, М.В. (2024). Наукове обґрунтування продуктивності короткоротаційних сівозмін і відтворення родючості чорнозему типового Правобережного Лісостепу України: автор. дис.... д-ра с.-г. наук: 06.01.01. «Загальне землеробство». Дніпро, 534 с. URL: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/11235>.

Гриник, С.І. (2021). Оптимізація способу обробітку ґрунту і системи удобрення в короткоротаційній сівозміні Передкарпаття України: автор. дис.... канд. с.-г. наук: 06.01.01. «Загальне землеробство». Київ, 22 с.

Діденко, Н.О., Коновалова, В.М. (2021). Вплив обробітку ґрунту на кількість дощових черв'яків та величину мікробної біомаси в умовах інтенсифікації землеробства. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 33, 72–80. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.33.72-80>

Камінський, В.Ф., Адамчук, В.В., Булгаков, В.М., Надикто, В.Т. (2021). Агроінженерні підходи щодо збереження родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. № 11. С. 5–16. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-01>

Примак, І.Д., Присяжнюк, Н.М., Фе-

дорук, Ю.В., Войтовик М.В., Павліченко А.А., Нагорнюк О.М. (2025). Структурний стан чорнозему типового за різних систем основного обробітку в спеціалізованій п'ятипільній сівозміні Правобережного Лісостепу України. *Збалансоване природокористування*, № 1. С. 94–107. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2025.324362>

Примака, І.Д., Панченко, О.Б., Єзерковська, Л.В., Караульна В.М., Войтовик М.В., Ображій С.В., Присяжнюк Н.М., Качан Л.М. (2024). Фізична будова та структура чорнозему типового за різних систем основного обробітку і удобрення агрофітоценозів польової сівозміни. *Агробіологія*. № 1. С. 140–152. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-187-1-140-152>

Самойленко, І. (2024). Живі поля Михайла Войтовика. *Зерно*. № 9 (218). С. 29–34.

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

Abail, Zhor, Whalen, Joann K. (2018). Corn residue inputs influence earthworm population dynamics in a no-till corn-soybean rotation / *Applied Soil Ecology*. Vol. 127, P. 120-128 <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.03.013>

Anna Mazur-Pączka & Kevin R. Butt & Mariola Garczyńska & Marcin Jaromin & Edmund Hajduk & Joanna Kostecka & Grzegorz Pączka (2024). “Comparative Effects of No-dig and Conventional Cultivation with Vermicompost Fertilization on Earthworm Community Parameters and Soil Physicochemical Condition,” *Agriculture*, MDPI, vol. 14(6), pages 1-15, <https://doi.org/10.3390/agriculture14060870>

Aslam, T., Choudhary, M. A., Sagar, S. (1999). Tillage impacts on soil microbial biomass C, N and P, earthworms and agronomy after two years of cropping following permanent pasture in New Zealand. *Soil and Tillage Research*. 1999. № 51. P. 103–111. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(99\)00032-X](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(99)00032-X)

Blouin, M., Hodson, M.E., Delgado, E.A., Baker, G., Brussaard, L., Butt, K.R., Dai, J., Dendooven, L., Peres, G., Tondoh, J. E., Cluzeau, D., Brun, J.-J. (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services / *Soil Science*. Vol. 64 , Issue 2. 2013. P. 161-182 <https://doi.org/10.1111/ejss.12025>

Bossuyt, H., Six, J. and Hendrix, P.F. (2004). Rapid incorporation of carbon from fresh residues into newly formed stable microaggregates within earthworm casts. *European Journal of Soil Science*, Vol. 55(2), P. 393–399. <https://doi.org/10.1111/j.1351-0754.2004.00603.x>

Bottinelli, N., Jouquet, P., Capowiez, Y., Podwojewski, P., Grimaldi, M., Peng, X. (2015). Why is the influence of soil macrofauna on soil structure only considered by soil ecologists? *Soil and Tillage Research*. 2015. Vol. 146, Part A. P. 118-124 <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.01.007>

Capowiez, Y., Stephane, S., Stephane, C., Pierre, B., Guy, R., Hubert, B. (2012). Role of earth-worms in regeneration soil structure after compaction in reduced tillage system. *Soil Biology Biochemistry*. Vol. 55. P. 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.06.013>

Crittenden, S.J., Eswaramurthy, T., de Goede, R.G.M, Brussaard, L., Pulleman, M.M. (2014). Effect of tillage on earthworms over short- and medium-term in conventional and organic farming. *Applied Soil Ecology*. Volume 83, 2014, P. 140-148. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.03.001>

Dekemati, Igor, Simon, Barbara, Vinogradov, Szergej, Birkó, Márta (2019). The effects of various tillage treatments on soil physical properties, earthworm abundance and crop yield in Hungary. *Soil and Tillage Research*. 2019. Volume 194. 104334. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104334>

Diallo, Abdourahmane, Hoeffner, Kevin, Guillocheau, Sarah, Sorgniard, Pierrick, Cluzeau, Daniel (2023). Combined effects of annual crop agricultural practices on earthworm communities. *Applied Soil Ecology*. Volume 192, 2023, 105073 <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105073>

Escudero, Hñctor Javier, Domínguez,

Anahñ, Bedano, Josñ Camilo (2023). Large-scale ecologically-based farming systems foster earthworm communities and their contribution to ecosystem processes. *Applied Soil Ecology*. Volume 185, 2023, 104800 <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104800>

Ferlian, O., Eisenhauer, N., Aguirre-bengoa, M., Camara, M., Ramirez-Rojas I., Santos, F., Tanalgo, K. and Thakur, M.P. (2018). Invasive earthworms destroy soil biodiversity: A meta-analysis. *Journal of Animal Ecology*, Vol. 87(1), 162–172. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12746>

Fragoso, C., Brown, G.G., Patron, J.C., Blanchart, E., Lavelle, P., Pashanasi, B., Senapati, B., Kumar, T. (1997). Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of earthworms. *Applied Soil Ecology*. Vol. 6(1). P. 17-35. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(96\)00154-0](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(96)00154-0)

Frelich, Lee E, Blossey, Bernd, Cameron, Erin K, Dñvalos, Andrea, Eisenhauer, Nico, Fahey, Timothy, Ferlian, Olga, Groffman, Peter M, Larson, Evan, Loss, Scott R and Maerz, John C. (2019). Side-swiped: ecological cascades emanating from earthworm invasions. *Frontiers in Ecology and the Environment*. Vol. 17, Issue 9. P. 502-510 <https://doi.org/10.1002/fee.2099>

Gaines, R.J., Fraser, P.M. (1998). Comparison of aggregate stability and biological activity in earthworm deposits and undigested soil under the influence of nutrients from wheat or alfalfa straw. *European Journal of Soil Science*. Vol. 49(4). P. 629-636 <https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.1998.4940629.x>

Heather, M. McCallum, Jeremy, D. Wilson, David, Beaumont, Rob, Sheldon, Mark G., O'Brien, Kirsty J., Park (2016). A role for liming as a conservation intervention? Earthworm abundance is associated with higher soil pH and foraging activity of a threatened shorebird in upland grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 223, 2016, P. 182-189. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.005>

Hubbard, V. C., Jordan, D., Stecker, J. A. (1999). Earthworm response to rotation and tillage in a Missouri claypan soil. *Biolo-*

gy and Fertility of Soils. Vol. 29. P. 343–347. <https://doi.org/10.1007/s003740050563>

Karimifard, S, Saberi-Pirooz, R, Ahmadzadeh, F, Aghamir, F. Investigating the impacts of agricultural land use on soil earthworm communities: A case study of northern Zagros Mountains of Iran. *Heliyon*. 2023 Dec 10;10(1):e23523. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23523>.

Kevin, Hoeffner, Mathieu, Santonja, Cñcile, Monard, Lou, Barbe, Mathilde, Le Moing, Daniel, Cluzeau (2021). Soil properties, grassland management, and landscape diversity drive the assembly of earthworm communities in temperate grasslands. *Pedosphere*. 2021. Volume: Volume 31, Issue 3. P. 375-383 [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(20\)60020-0](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(20)60020-0)

Morris, N., Miller, P. and Froud-Williams, R. (2010). The adoption of non-inversion tillage system in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment: a review. *Soil and Tillage Research*. Vol. 108(1-2). P. 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.still.2010.03.004>

Pulleman, M.M., Six, J., Uyl, A., Marinissen, J.C.Y. and Jongmans, A.G. (2005). Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. *Applied Soil Ecology*, Vol. 29, P. 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2004.10.003>

Pulleman, M.M., Six, J., Van Breemen, N. and Jongmans, A.G. (2005). Soil organic matter distribution and microaggregate characteristics as affected by agricultural management and earthworm activity. *European Journal of Soil Science*, Vol. 56(4), P. 453–467. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2004.00696.x>

Prymak, Ivan, Grabovskyi, Mykola, Fedoruk, Yriy, Prysiazniuk, Nataliia, Lozinskyi, Mykola, Voitovyk, Mykhailo, Karaulna, Vitalina, Yezerkovska, Lyudmyla, Pokotylo, Igor (2025). Microbiological and enzymatic activity of typical chernozem under different tillage and fertilization systems. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, Vol. LXVIII, No. 2, 2025. P. 188-197. ISSN 2285-5785; ISSN CD-ROM 2285-5793; ISSN Online 2285-

5807; ISSN-L 2285-5785

Rutgers, M., Schouten, A. J., Bloem, J., Van Eekeren, N., De Goede, R. G. M., Akkerhuis, G. A. J. M. Jagersop, Van der Wal, A., Mulder, C., Brussaard, L., Breure A. M. (2009). Biological measurements in a nationwide soil monitoring network. *European Journal of Soil Science*. Vol. 60(5). P. 820-832. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2009.01163.x>

Schon, Nicole L., Curtin, Denis, Beare, Mike H., Mackay, Alec D., Gray, Ross A. and Dodd, Michael B. (2020). Earthworm induced transfer of dung-carbon into soil particle size fractions *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Vol. 63, No. 4, P. 551–558 <https://doi.org/10.1080/00288233.2019.1656648>

Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno and F., Roger-Estrada. (2012). No-till in northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities. *Soil and Tillage Research*. Vol. 118. P. 66–87. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.10.015>

Sutri, Merit, Ivask, Mari, Kuu, Anneli, Escuer-Gatius, Jordi, Reintam, Endla, Shanskiy, Merrit (2024). The effects of agricultural practices on earthworm communities in Estonia. *European Journal of Soil Biology*. 122 (2024) 103662 <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2024.103662>

Torppa, Kaisa A., Castano, Carles, Glimskar, Anders, Skenes, Helle, Klinth, Merten, Roslin, Tomas, Taylor, Astrid R., Viketoft, Maria, Clemmensen, Karina E., Maaroufi, Nadia I. (2023). Soil moisture and fertility drive earthworm diversity in north temperate semi-natural grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 362 (2024) 108836 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108836>

Torppa, Kaisa A., Taylor, Astrid R. (2022). Alternative combinations of tillage practices and crop rotations can foster earthworm density and bioturbation. *Applied Soil Ecology*. Volume 175, 2022, 104460 <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104460>

Tutova, G.F., Zhukov, O.V., Kunakh, O.M., Zhukova, Y.O. (2022) Response of earthworms to changes in the aggregate struc-

ture of floodplain soils IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1049(1), 012062 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1049/1/012062>

van Capelle, Christine, Schrader, Stefan, Brunotte, Joachim (2012). Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota – A review with a focus on German data. *European Journal of Soil Biology*. 2012. Volume 50. 165-181. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.02.005>

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. *Scientific Reports*. 2014. Vol. 4. P. 63-65. <https://doi.org/10.1038/srep06365>

Voitovyk, Mykhailo, Butenko, Andrii, Prymak, Ivan, Mishchenko, Yurii, Tkachenko, Mykola, Tsyuk, Oleksii, Panchenko, Oleksandr, Sleptsov, Yurii, Kopylova, Tetiana, Havryliuk, Oleksandr (2023). Influence of fertilizing and tillage systems on humus content of typical chernozem. *Agraarteadus : Journal of Agricultural Science*. Vol. 34, No. 1. P. 44–50 <https://doi.org/10.15159/jas.23.03>

Voitovyk, Mykhailo, Prymak, Ivan, Tsyuk, Oleksii, Melnyk, Viktoriia (2023). Qualitative composition of humus and physical and chemical properties of typical chernozem depending on the fertiliser system. *Plant and Soil Science*, 14(1), 9-21. <https://doi.org/10.31548/plant1.2023.09>

References

Adamchuk, V. V., Bulhakov, V. M., Tanchyk, S. P., & Nadykto, V. T. (2016). Suchasni problemy oranky yak osoblyvoho pryomu obrobittu gruntu. *Visnyk ahrarnoi nauky*, (1), 5–10. https://agrovisnyk.com/pdf/ua_2016_01_01.pdf

Voitovyk, M. V. (2024). Naukove obgruntuvannia produktyvnosti korotkorotatsiinykh sivozmin i vidtvorennia rodiuchosti chornozemu typovoho Pravoberezhnoho Liosstepu Ukrainy [Extended abstract of doctoral dissertation]. Dnipro. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/11235>

Hrynyk, S. I. (2021). Optymizatsiia sposobu obrobittu gruntu i systemy udobrennia v korotkorotatsiinii sivozmini Peredkarpattia Ukrainy [Extended abstract of candidate dissertation]. Kyiv.

Didenko, N. O., & Konovalova, V. M. (2021). Vplyv obrobittu gruntu na kilnist doshchovykh cherviakiv ta velychynu mikrobnnoi biomasy v umovakh intensyfikatsii zemlerobstva. *Silskohospodarska mikrobiologiya*, 33, 72–80. <https://doi.org/10.35868/1997-3004.33.72-80>

Kaminskyi, V. F., Adamchuk, V. V., Bulhakov, V. M., & Nadykto, V. T. (2021). Ahroinzhneryni pidkhody shchodo zberezhennia rodichosti gruntiv. *Visnyk ahrarynoi nauky*, (11), 5–16. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202111-01>

Prymak, I. D., Prysiazhniuk, N. M., Fedoruk, Y. V., Voitovyk, M. V., Pavlichenko, A. A., & Nahorniuk, O. M. (2025). Strukturnyi stan chornozemu typovoho za riznykh system osnovnoho obrobittu v spetsializovanii piatypilnii sivozmini Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, (1), 94–107. <https://doi.org/10.33730/2310-4678.1.2025.324362>

Prymak, I. D., Panchenko, O. B., Yezerkovska, L. V., Karaulna, V. M., Voitovyk, M. V., Obrazhii, S. V., Prysiazhniuk, N. M., & Kachan, L. M. (2024). Fizychna budova ta struktura chornozemu typovoho za riznykh system osnovnoho obrobittu i udobrennia ahrofitotsenoziv polovoi sivozminy. *Ahrobiologiya*, (1), 140–152. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2024-187-1-140-152>

Samoilenko, I. (2024). Zhyvi polia Mykhaila Voitovyka. *Zerno*, 9(218), 29–34.

Tanchyk, S. P., & Odarchenko, O. M. (2016). Vplyv “nulovoho” i tradytsiynoho obrobittu gruntu na kilnist doshchovykh cherviakiv u posivakh yachmeniu yaroho Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii*, (3), 25–27.

Abail, Z., & Whalen, J. K. (2018). Corn residue inputs influence earthworm population dynamics in a no-till corn-soybean rotation. *Applied Soil Ecology*, 127, 120–128. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.03.013>

Mazur-Pączka, A., Butt, K. R., Garczyńska, M., Jaromin, M., Hajduk, E., Kostecka, J., & Pączka, G. (2024). Comparative effects of no-dig and conventional cultivation with vermicompost fertilization on earthworm community parameters and soil physicochemical condition. *Agriculture*, 14(6). <https://doi.org/10.3390/agriculture14060870>

Aslam, T., Choudhary, M. A., & Saggar, S. (1999). Tillage impacts on soil microbial biomass C, N and P, earthworms and agronomy after two years of cropping following permanent pasture in New Zealand. *Soil and Tillage Research*, 51, 103–111. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(99\)00032-X](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(99)00032-X)

Blouin, M., Hodson, M. E., Delgado, E. A., Baker, G., Brussaard, L., Butt, K. R., Dai, J., Dendooven, L., Peres, G., Tondoh, J. E., Cluzeau, D., & Brun, J.-J. (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science*, 64(2), 161–182. <https://doi.org/10.1111/ejss.12025>

Bossuyt, H., Six, J., & Hendrix, P. F. (2004). Rapid incorporation of carbon from fresh residues into newly formed stable microaggregates within earthworm casts. *European Journal of Soil Science*, 55(2), 393–399. <https://doi.org/10.1111/j.1351-0754.2004.00603.x>

Bottinelli, N., Jouquet, P., Capowiez, Y., Podwojewski, P., Grimaldi, M., & Peng, X. (2015). Why is the influence of soil macrofauna on soil structure only considered by soil ecologists? *Soil and Tillage Research*, 146(A), 118–124. <https://doi.org/10.1016/j.still.2014.01.007>

Capowiez, Y., Stephane, S., Stephane, C., Pierre, B., Guy, R., & Hubert, B. (2012). Role of earthworms in regeneration soil structure after compaction in reduced tillage system. *Soil Biology and Biochemistry*, 55, 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.06.013>

Crittenden, S. J., Eswaramurthy, T., de Goede, R. G. M., Brussaard, L., & Pulleman, M. M. (2014). Effect of tillage on earthworms over short- and medium-term in conventional and organic farming. *Applied Soil Ecology*, 83, 140–148. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.03.001>

- Dekemati, I., Simon, B., Vinogradov, S., & Birk6s, M. (2019). The effects of various tillage treatments on soil physical properties, earthworm abundance and crop yield in Hungary. *Soil and Tillage Research*, 194, 104334. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.104334>
- Diallo, A., Hoeffner, K., Guillocheau, S., Sorgniard, P., & Cluzeau, D. (2023). Combined effects of annual crop agricultural practices on earthworm communities. *Applied Soil Ecology*, 192, 105073. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2023.105073>
- Escudero, H. J., Domínguez, A., & Bedano, J. C. (2023). Large-scale ecologically-based farming systems foster earthworm communities and their contribution to ecosystem processes. *Applied Soil Ecology*, 185, 104800. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104800>
- Ferlian, O., Eisenhauer, N., Aguirre-bengoa, M., Camara, M., Ramirez-Rojas, I., Santos, F., Tanalgo, K., & Thakur, M. P. (2018). Invasive earthworms destroy soil biodiversity: A meta-analysis. *Journal of Animal Ecology*, 87(1), 162–172. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12746>
- Fragoso, C., Brown, G. G., Patron, J. C., Blanchart, E., Lavelle, P., Pashanasi, B., Senapati, B., & Kumar, T. (1997). Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: The role of earthworms. *Applied Soil Ecology*, 6(1), 17–35. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(96\)00154-0](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(96)00154-0)
- Frelich, L. E., Blossey, B., Cameron, E. K., D6valos, A., Eisenhauer, N., Fahey, T., Ferlian, O., Groffman, P. M., Larson, E., Loss, S. R., & Maerz, J. C. (2019). Side-swiped: Ecological cascades emanating from earthworm invasions. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(9), 502–510. <https://doi.org/10.1002/fee.2099>
- Gaines, R. J., & Fraser, P. M. (1998). Comparison of aggregate stability and biological activity in earthworm deposits and undigested soil under the influence of nutrients from wheat or alfalfa straw. *European Journal of Soil Science*, 49(4), 629–636. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.1998.4940629.x>
- McCallum, H. M., Wilson, J. D., Beaumont, D., Sheldon, R., O'Brien, M. G., & Park, K. J. (2016). A role for liming as a conservation intervention? Earthworm abundance is associated with higher soil pH and foraging activity of a threatened shorebird in upland grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 223, 182–189. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.03.005>
- Hubbard, V. C., Jordan, D., & Stecker, J. A. (1999). Earthworm response to rotation and tillage in a Missouri claypan soil. *Biology and Fertility of Soils*, 29, 343–347. <https://doi.org/10.1007/s003740050563>
- Karimifard, S., Saberi-Pirooz, R., Ahmadzadeh, F., & Aghamir, F. (2024). Investigating the impacts of agricultural land use on soil earthworm communities: A case study of northern Zagros Mountains of Iran. *Heliyon*, 10(1), e23523. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e23523>
- Hoeffner, K., Santonja, M., Monard, C., Barbe, L., Le Moing, M., & Cluzeau, D. (2021). Soil properties, grassland management, and landscape diversity drive the assembly of earthworm communities in temperate grasslands. *Pedosphere*, 31(3), 375–383. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(20\)60020-0](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(20)60020-0)
- Morris, N., Miller, P., & Froud-Williams, R. (2010). The adoption of non-inversion tillage system in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment: A review. *Soil and Tillage Research*, 108(1–2), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.still.2010.03.004>
- Pulleman, M. M., Six, J., Uyl, A., Marinissen, J. C. Y., & Jongmans, A. G. (2005). Earthworms and management affect organic matter incorporation and microaggregate formation in agricultural soils. *Applied Soil Ecology*, 29, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2004.10.003>
- Pulleman, M. M., Six, J., Van Breemen, N., & Jongmans, A. G. (2005). Soil organic matter distribution and microaggregate characteristics as affected by agricultural management and earthworm activity. *European Journal of Soil Science*, 56(4), 453–467. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2004.00696.x>
- Prymak, I., Grabovskiy, M., Fedoruk, Y.,

Prysiashniuk, N., Lozinskyi, M., Voitovyk, M., Karaulna, V., Yezerkovska, L., & Pokotylo, I. (2025). Microbiological and enzymatic activity of typical chernozem under different tillage and fertilization systems. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 68(2), 188–197.

Rutgers, M., Schouten, A. J., Bloem, J., Van Eekeren, N., De Goede, R. G. M., Jagers op Akkerhuis, G. A. J. M., Van der Wal, A., Mulder, C., Brussaard, L., & Breure, A. M. (2009). Biological measurements in a nationwide soil monitoring network. *European Journal of Soil Science*, 60(5), 820–832. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2009.01163.x>

Schon, N. L., Curtin, D., Beare, M. H., Mackay, A. D., Gray, R. A., & Dodd, M. B. (2020). Earthworm induced transfer of dung-carbon into soil particle size fractions. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 63(4), 551–558. <https://doi.org/10.1080/00288233.2019.1656648>

Soane, B. D., Ball, B. C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., & Roger-Estrada, J. (2012). No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities. *Soil and Tillage Research*, 118, 66–87. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.10.015>

Sutri, M., Ivask, M., Kuu, A., Escuer-Gatius, J., Reintam, E., & Shanskiy, M. (2024). The effects of agricultural practices on earthworm communities in Estonia. *European Journal of Soil Biology*, 122, 103662. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2024.103662>

Torppa, K. A., Castano, C., Glimskar, A., Skenes, H., Klinth, M., Roslin, T., Taylor, A. R., Viketoft, M., Clemmensen, K. E., & Maaroufi, N. I. (2024). Soil moisture and fertility drive earthworm diversity in north temperate semi-natural grasslands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 362, 108836. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108836>

Torppa, K. A., & Taylor, A. R. (2022). Alternative combinations of tillage practices and crop rotations can foster earthworm density and bioturbation. *Applied Soil Ecology*, 175, 104460. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2022.104460>

Tutova, G. F., Zhukov, O. V., Kuna-kh, O. M., & Zhukova, Y. O. (2022). Re-

sponse of earthworms to changes in the aggregate structure of floodplain soils. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1049(1), 012062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1049/1/012062>

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. *European Journal of Soil Biology*, 50, 165–181. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.02.005>

Van Groenigen, J. W., Lubbers, I. M., Vos, H. M., Brown, G. G., De Deyn, B. G., & van Groenigen, K. J. (2014). Earthworms increase plant production: A meta-analysis. *Scientific Reports*, 4, 6365. <https://doi.org/10.1038/srep06365>

Voitovyk, M., Butenko, A., Prymak, I., Mishchenko, Y., Tkachenko, M., Tsyuk, O., Panchenko, O., Sleptsov, Y., Kopylova, T., & Havryliuk, O. (2023). Influence of fertilizing and tillage systems on humus content of typical chernozem. *Agraarteadus: Journal of Agricultural Science*, 34(1), 44–50. <https://doi.org/10.15159/jas.23.03>

Voitovyk, M., Prymak, I., Tsyuk, O., & Melnyk, V. (2023). Qualitative composition of humus and physical and chemical properties of typical chernozem depending on the fertiliser system. *Plant and Soil Science*, 14(1), 9–21. <https://doi.org/10.31548/plant1.2023.09>

*Надійшла до редакції 15.04.2026 р.;
переглянуто 22.04.2026 р.;
прийнято до друку 12.05.2026 р.;
опубліковано 29.06.2026 р.*

*Received 04/15/2026;
revised 04/22/2026;
accepted 05/12/2026;
published 06/29/2026*

UDC 631.445.4:595.1:631.51/.582/.8

CHANGES IN THE POPULATION DENSITY OF LUMBRICIDS IN TYPICAL CHERNOZEM AND THE PRODUCTIVITY OF SPECIALIZED FIELD CROP ROTATIONS DEPENDING ON TILLAGE AND FERTILIZATION SYSTEMS

Voytovik M., Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-8604-2193>, e-mail: Voytovik.m@gmail.com

Primak I., Doctor of Agricultural Sciences, Professor

<https://orcid.org/0000-0002-0094-3469>, e-mail: zemlerobstvo_@ukr.net

Kachan L., PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0001-5374-3252>, e-mail: lmkaspruk70@ukr.net

Panchenko O., PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0001-8130-0811>, e-mail: panschenko-12345@ukr.net

Obrazhiy S., PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

<https://orcid.org/0000-0002-30532-6655>, e-mail: obrajjj-12345@ukr.net

Bila Tserkva National Agricultural University

Summary

Purpose of research. The aim of the study was to investigate the effect of four primary tillage systems and four fertilization systems on changes in the population density of lumbricids in the arable layer of typical chernozem and on the productivity of two specialized field crop rotations with a grain share of 80 and 100%.

Methods. In a stationary field experiment, the number of lumbricids was determined in soil monoliths with an area of 900 cm², sampled from the layers of 0–10, 10–20, and 20–30 cm. Crop harvesting was carried out by direct combine harvesting of each plot, followed by recalculation of the main yield to standard moisture content and 100% purity.

Results. In a three-year experiment (2022–2024) conducted on deep typical chernozem of the experimental field of Bila Tserkva National Agrarian University, the population density of lumbricids in the 0–10 cm soil layer at the time of crop sowing in both crop rotations was significantly higher under non-moldboard-disk and disk tillage. Under differentiated tillage, it was significantly higher only in the second crop rotation at the highest fertilizer application rate. At the time of harvesting, a significant increase in the number of earthworms in this layer was recorded under disk tillage with the application of 6 t/ha of manure + $N_{126}P_{82}K_{116}$ in the first crop rotation, and 6 t/ha of manure + $N_{120}P_{92}K_{110}$ and 6 t/ha of manure + $N_{92}P_{66}K_{90}$ in the second crop rotation. In the other tillage variants, deviations were insignificant.

The population density of lumbricids in the arable soil layer at the time of sowing was higher by 7 individuals per m², while at the time of harvesting it was lower by the same amount in the first crop rotation compared to the second. In the soil layers of 0–30, 10–20, and 20–30 cm, this indicator did not change significantly under differentiated tillage at all observation times, but decreased significantly under non-moldboard-disk and disk tillage.

An increase in fertilizer application rates led to a significant increase in the number of lumbricids in the arable soil layer.

The productivity of both crop rotations decreased significantly under non-moldboard-disk and disk tillage. Under differentiated tillage, it was at the same level as under moldboard-disk tillage in the first crop rotation and slightly higher than the latter in the second crop rotation.

Conclusions. In five-field grain crop rotations, it is recommended to perform deep moldboard plowing once per rotation period (for row crops), while in the remaining years, shallow and surface tillage, including disking and non-moldboard tillage, should be applied depending on the biological characteristics of the crops.

Keywords: crop rotation, soil, tillage, fertilization, lumbricids, productivity.