

УДК 631.472.7/.51.021:631.445.4/468

Примак І.Д.¹*д-р с.-г. наук, професор***Панченко І.А.¹***аспірант***Панченко О.Б.¹***канд. с.-г. наук, асистент***Левандовська С.М.¹***канд. біол. наук, доцент**¹Білоцерківський національний аграрний університет
Біла Церква, Україна*

ВПЛИВ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ І УДОБРЕННЯ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО НА ПОПУЛЯЦІЮ ЛЮМБРИЦИДІВ В ОРНОМУ ШАРІ ҐРУНТУ І ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНОЇ СІВОЗМІНИ

Анотація

Дослідження присвячене аналізу впливу чотирьох систем основного обробітку і удобрення на зміну чисельності люмбрицидів в орному шарі чорнозему типового і продуктивність польової зернопроросної сівозміни.

Матеріалом дослідження слугували кількість люмбрицидів в орному шарі чорнозему типового та їх розподіл в ньому залежно від систем основного обробітку і удобрення в п'ятирічній сівозміні. Методологія базувалась на експериментальних даних, отриманих впродовж 2016-2018 рр у двофакторному стаціонарному польовому досліді, закладеному у 2006 р. на дослідному полі Білоцерківського НАУ.

Найбільша кількість люмбрицидів в орному шарі ґрунту за полицево-безполицевого (62 екз/м²) і безполицевого (61 екз/м²), найменша - за полицевого (50 екз/м²) обробітку в сівозміні. Продуктивність сівозміни практично на одному рівні за полицевого і диференційованого та істотно нижча за безполицевого і дискового обробітку. У п'ятирічній сівозміні рекомендується глибока культурна оранка в одному полі, безполицевий у двох і мілкий – у двох полях сівозміни.

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

Вступ. Ґрунтова мегафауна (2-20 см) налічує порівняно невелику кількість видів. Серед усіх безхребетних, що мешкають у ґрунті, найбільш повно досліджені дощовики родини Lumbricidae. З огляду на велике значення дощових черв'яків у формуванні ґрунтових структур та активну участь у трансформації органічної речовини, вони і на сьогодні знаходяться в полі зору науковців і виробників.

В едафоні сільськогосподарських угідь виявлено 20 видів і форм Lumbricidae, що становить 54% загальної кількості ґрунтових тварин. Частка їх разом із Protozoa коливається від 30 до 80 % біомаси едафону. Суха біомаса тварин в агроecosystemі в середньому становить 6 г/м². На біомасу едафону припадає 95% цієї кількості.

Між іншим, найбільший за розмірами вид дощовика Enchytraeidae вперше знайшли і описали В.І. Вернадський на Полтавщині і Г.М.Висоцький у Великому Анадолі.

Чисельність люмбрицидів можна досягнути на кожному гектарі ріллі 7,5, сіножатей і пасовищ – 12 млн. особин. Наявність амоніфікуючих бактерій у їх кишківнику забезпечує мінералізацію азотовмісних органічних речовин з утворенням у кінцевому підсумку аміаку. За умови тривалої дії посухи спостерігається масова гибель люмбрицидів. Погано переносять вони як ранні заморозки, так і високі температури [1].

В орних землях України найбільш поширеним видом є алолобофора сіра, або ріллевий черв'як (*Allolobophora caliginosa*) довжиною близько 15 см. За сприятливих умов його чисельність може досягнути 400-500 особин на 1 м² [2].

Однією з найголовніших екологічних функцій дощових черв'яків у ґрунтових екосистемах є забезпечення біологічного колообігу елементів азотного і зольного живлення рослин. Саме вони відіграють тут ключову роль, сприяючи поверненню у ґрунт насамперед азоту, фосфору, калію та інших біогенних хімічних елементів з органічної речовини рослинних решток, ґрунтової флори і фауни. Завдяки дії ензимів і кишківної мікрофлори органічна речовина, проходячи через кишківник люмбрицидів, розкладається до більш простих сполук, структурується; підвищується водотривкість ґрунтової структури внаслідок зростання вмісту в агрегатах гумінових кислот, кальцію і магнію; недоступні форми мінеральних сполук переходять у доступні для рослин; збільшується інтенсивність колообігу вуглецю і азоту в ґрунтовому середовищі [3,4,5].

До речі, водотривкість копролітів у 3,5-15 разів вища, ніж ґрунтових агрегатів такого ж діаметру, що утворюються в ґрунтовому середовищі під впливом коріння, міцелію грибів, бактерій, фізичних і фізико-хімічних процесів. Основні причини цього явища: наявність в копролітах спіральних судин рослинних решток, що слугують каркасом, і високий вміст гумусу (у 2-3 рази вищий) та кальцію (у формі біогенного кальциту). Наявність в ґрунті останнього сприяє нейтралізації кислотності ґрунтового середовища і зростанню водотривкості орґано-мінеральних колоїдів [6,7,8].

Мікробіота кишківника люмбрицидів здійснює деструкцію органічної речовини з широким співвідношенням вуглецю до азоту (целюлоза, пентозами, геміцелюлоза і лігнін), продукти якої є будівельними матеріалами для лабільного гумусу. Крім того, ця мікробіота забезпечує трансформацію органічних фосфатів, мінеральних і органічних сполук азоту. У копролітах і кишківнику люмбрицидів нітрогеназна активність набагато (на 1-3 порядки) перевищує таку в ґрунті [9]. Наслідком зростання інтенсивності азотфіксації є збереження в копролітах пулу зв'язаних амінокислот, що беруть участь в процесах новоутворення гумусових речовин. Підвищена активність до азотфіксації спостерігається в копролітах люмбрицидів впродовж до 9 діб, а дихання і денітрифікування – понад 80 днів [10,11].

Збільшуючи ефективну питому поверхню ґрунту, масу гідрофільних колоїдів та органічної речовини, що легко мінералізується, впродовж періоду формування копролітів, люмбрициди сприяють зростанню водоутримуючої здатності, рівноважної вологості і вологоємності ґрунтів та поліпшенню інших агрофізичних властивостей [11,12].

ґрунт, проходячи через кишківник люмбрицидів, набуває агрономічно корисних розмірів (агрегати діаметром 0,25 -10 мм), водотривкості і пористості. Ходи люмбрицидів у ґрунті підвищують некапілярну пористість і водопроникність та поліпшують аерацію ґрунту, яка сприяє засвоєнню атмосферного азоту мікробіотою. По ходах люмбрицидів повітря, вода і коріння рослин проникає у глибокі шари ґрунту, підвищуючи при цьому інтенсивність діяльності ґрунтової біоти.

Завдяки перемішуванню люмбрицидами продуктів мінералізації органічної речовини з мінеральною частиною ґрунту значно посилюється виділення кисню, що сприяє підвищенню активності ґрунтових ензимів, зокрема, фосфатази, інвертази,

каталази, пероксидази.

Дощові черв'яки переміщують ґрунтову масу на більшу глибину, ніж плуг чи будь-який інший засіб проведення основного обробітку. Так, *Lumbricus terrestris* здатний заглиблюватися в ґрунтове середовище на глибину до 2 м і навіть глибше, збагачуючи підорні шари, нижні горизонти ґрунтового профілю органічною речовиною, зокрема, рештками рослин, збільшуючи таким чином потужність перегнійного горизонту [6].

Завдяки формуванню симбіотичних взаємозв'язків з мікробіотою люмбрициди стимулюють біологічне самоочищення ґрунтового середовища у разі його забруднення [13].

Маса копролітів, що виносять на поверхню ґрунту люмбрициди впродовж вегетаційного періоду культур, за даними зарубіжних дослідників, коливається в межах 1,6-6,3 т/га, а довжина мережі ходів, які вони прокладають, становить 4000-70000 км /га [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Істотний вплив на популяцію люмбрицидів і їх видовий склад справляє механічний обробіток ґрунту, оскільки він змінює його агрофізичні, агрохімічні і біологічні показники родючості. Саме системи механічного обробітку ґрунту, удобрення, захисту рослин, набір і чергування культур в сівознах відіграють вирішальне значення у регулюванні чисельності популяції люмбрицидів та їх активності. Адже ці агрозаходи можуть спричинити зниження доступності поживних (органічних) речовин і ґрунтової вологи для живлення, посилення внутрішньо- і міжвидової конкуренції та загибель люмбрицидів внаслідок механічної дії сільськогосподарських машин, висушування ґрунту тощо.

У дослідях, проведених у південно-східній частині Англії в посівах зернових, чисельність популяції видів *Lumbricus terrestris* і *Aporrectodea longa* суттєво нижча за оранки, ніж нульового обробітку [14]. Розпушування ґрунту роторними знаряддями спричинило загибель 64% люмбрицидів, а плугом – понад 10% [15].

За тривалого використання плуга зберігалася чисельність популяції двох видів (*Aporrectodea caliginosa* і *Aporrectodea trapezoides*), а за відсутності обробітку – п'ятьох видів дощових черв'яків [16].

Окремі науковці висловлюють думку, що механічний обробіток ґрунту сприяє зменшенню кількості видів в оброблюваному шарі за одночасного збільшення їх в не оброблювальних шарах [17].

У дослідях значного загалу вчених чисельність люмбрицидів більша за нульового і ресурсозберігаючого обробітку ґрунту.

У стаціонарному досліді навіть глибокий безполицевий обробіток, порівняно з полицевим, підвищував кількість ходів люмбрицидів на 40%, що є наслідком більш комфортних умов для їх життєдіяльності. Дощових черв'яків у верхньому (0-10 см) шарі ґрунту в 4-5 разів більше за обробітку поля плоскорізом, ніж плугом. За мінімізації обробітку ходи дощових черв'яків зберігалися, а за оранки вони руйнувалися. Так, за плоскорізного обробітку на одному квадратному метрі поля налічувалось 184 вертикальні ходи люмбрицидів діаметром 2-3 мм [18].

Проведені О.Ф. Гнатенком обліки чисельності популяції люмбрицидів у стаціонарному польовому досліді (с. Халепе Обухівського району Київської області) показали, що цей показник під пшеницею озимою, ячменем ярим і кукурудзою відповідно на 14-20, 20-27 і 8-17% вищий за обробітку поля плоскорізом, ніж плугом [19].

Аналогічні результати отримала Н.М. Рідей у стаціонарному польовому досліді, закладеному в САТ «Обрій» Шишацького району Полтавської області на чорноземі типовому глибокому. У квітні в середньому за три роки чисельність люмбрицидів у шарі

грунту 0-15 см становила за оранки 24,2 екз/м², глибокого безполицевого обробітку -38,9 мілкого – 45 екз/м². У шарі ґрунту 15-30 см спостерігалася зворотня залежність: за плоскорізного глибокого і мілкого обробітку цей показник відповідно на 33 і 46 % нижчий, ніж за оранки. Восени (жовтень) на дату збирання коренеплодів буряків цукрових закономірність розподілу люмбрицидів у ґрунті залежно від системи основного обробітку аналогічна весняному строку обліку чисельності, проте величина її виявилась нижчою. Науковець кваліфікує зростання цього показника за плоскорізного обробітку як ознаку зміни напрямку процесу ґрунтоутворення в бік дернового [19].

У дослідях В.Т. Гридчина за технології «прямої» сівби чисельність люмбрицидів зростала майже у 40 разів, порівняно з систематичним полицевим обробітком [20].

На чорноземі типовому малогумусному «Агрономічної дослідної станції» (с. Пшеничне Васильківського району Київської області) Національного університету біоресурсів і природокористування України у середньому за 2014 -2016 рр. за «нульового» обробітку ґрунту, порівняно з оранкою, цей показник в орному (0-30 см) шарі був у 2,8 рази вищим. Встановлено також, що найменша чисельність люмбрицидів в орному шарі у полі ячменю ярого за диференційованого основного обробітку (81шт/м²), найбільша – за полицево-безполицевого (101 шт/м²) і безполицевого (105 шт./м²) обробітку в польовій десятипільній зернопросапній сівозміні. За постійного поверхневого обробітку цей показник зростає, порівняно з контролем (диференційованим обробітком), на 9,1 %, проте ця різниця не була істотною [21].

Метою досліджень було встановлення оптимального поєднання систем основного обробітку ґрунту і удобрення сільськогосподарських рослин, що забезпечує максимальну чисельність популяції люмбрицидів в орному шарі чорнозему типового і отримання з кожного гектара ріллі 7 т кормових одиниць основної і побічної продукції культур польової спеціалізованої зернопросапної сівозміни, адекватної енергетичної і економічної ефективності.

Методологія досліджень. Досліди проведені впродовж 2016–2018 рр. в стаціонарному польовому досліді на дослідному полі Білоцерківського НАУ. Ґрунт – чорнозем типовий глибокий малогумусний легкосуглинковий. Повторність досліді – триразова, площа облікової ділянки – 112м². Вивчали чотири варіанти основного обробітку ґрунту (табл.1) і чотири системи удобрення: без добрив; 8 т/га гною + N₇₆P₆₄K₅₇; 12 т/га гною + N₉₅P₈₂K₇₂; 16 т/га гною + N₁₁₂P₁₀₀K₈₆.

Таблиця 1 – Системи основного обробітку ґрунту в сівозміні

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти основного обробітку ґрунту*			
		1 полицевий (контроль)	2 безполицевий (чизельний)	3 полицево-безполицевий (диференційований)	4 мілкий (дискування)
Глибина (см) і засоби обробітку					
1	Соя	16-18 (о.)	16-18 (г.)	16-18 (г.)	10-12 (д.б)
2	Пшениця озима + гірчиця біла на сидерат	10-12 (д.б.)	10-12 (г.)	10-12 (д.б)	10-12 (д.б)
3	Сояшник	25-27 (о.)	25-27 (г.)	25-27 (о.)	10-12 (д.б)
4	Ячмінь ярий + гірчиця біла на сидерат	10-12 (д.б)	10-12 (г.)	10-12 (д.б)	10-12 (д.б)
5	Кукурудза	25-27 (о.)	25-27 (г.)	25-27 (г.)	10-12 (д.б)

*Примітка: о-оранка плугом, д.б. - дискова борона, г. – глибокорозпушувач (чизель)

3 мінеральних добрив вносили аміачну селітру, простий гранульований суперфосфат і калійну сіль, з органічних - напівперепрілий гній великої рогатої худоби.

Оранку проводили плугом ПЛН-3-35, безполицевий обробіток - глибокорозпушувачем ГР-3,4, а мілкий - дисковою бороною БДВ-3,0.

Визначення чисельності популяції люмбрицидів здійснювали шляхом відбирання ґрунтових монолітів з площі 0,0625 м² (0,25 x 0,25 м) по частинам орного (30 см) шару чорнозему типового 0-10, 10-20 і 20-30 см перед сівбою і збиранням культур сівозміни.

Результати. На дату сівби культур сівозміни у шарі ґрунту 0-10 см найнижча чисельність люмбрицидів за полицевого, найвища безполицевого і диференційованого обробітку чорнозему типового. Дещо нижчий цей показник за систематичного дискового обробітку. За чизельного полицевого-безполицевого і мілкого обробітку ґрунту в сівозміні кількість люмбрицидів відповідно на 25,4; 26,6 і 18,5 % вища, ніж за полицевого обробітку (табл. 2).

У середній (10-20 см) частині орного шару чорнозему типового цей показник виявився найвищим за постійного дискування – 25,8 екз/м², що майже на 24 % перевищує систему полицевого обробітку. Це, очевидно, пояснюється майже повною відсутністю травмування і загибелі люмбрицидів за основного обробітку та доброю зволоженістю цього шару ґрунту. На варіантах диференційованого і чизельного обробітку популяція люмбрицидів налічувалась відповідно 24,0 і 24,5 екз/м², що на 15,4 і 17,8% більше, за полицевого, обробітку де цей показник досяг 20,8 екз/м².

Таблиця 2 – Зміна чисельності люмбрицидів у ґрунті залежно від систем обробітку і удобрення (середнє за 2016-2018 рр.)

Основний обробіток ґрунту в сівозміні (фактор А)	Норми добрив	Сівба культур			Збирання культур		
		шар ґрунту, см					
		0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Полицевий (контроль)	Без добрив	24	14	4	11	5	0
	8 т ґною +N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	39	18	6	17	8	2
	12 т ґною +N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	52	24	7	21	10	4
	16 т ґною +N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	58	27	8	25	11	4
Безполицевий	Без добрив	29	16	3	13	7	2
	8 т ґною +N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	48	22	5	21	11	4
	12 т ґною +N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	66	29	6	26	14	5
	16 т ґною +N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	74	31	7	31	15	4
Полицево-безполицевий (диференційований)	Без добрив	29	16	5	14	6	1
	8 т ґною +N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	49	21	7	22	10	3
	12 т ґною +N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	66	29	8	27	13	4
	16 т ґною +N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	75	30	9	32	14	5
Мілкий (дискування)	Без добрив	27	17	3	12	7	2
	8 т ґною +N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	45	23	5	19	12	3
	12 т ґною +N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	62	30	7	24	15	5
	16 т ґною +N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	71	30	8	28	16	6
НІР _{0,05}		6	3	2	4	3	2

Таким чином, у шарі ґрунту 10-20 см за безполицевого і диференційованого обробітку виявлена майже однакова чисельність люмбрицидів (різниця становила в межах 2 %).

У нижній частині (20-30 см) орного шару цей показник за безполицевого обробітку на 15,9 % нижчий, а за полицево-безполицевого – на таку ж величину вищий, ніж за полицевого, що пояснюється, очевидно, різним тепловим режимом за цих варіантів обробітку. За систематичного дискування чисельність люмбрицидів у шарі ґрунту 20-30 см на 7,9 % нижча, ніж на контролі, що пов'язано з істотно меншим вмістом в ньому органічної речовини.

На дату сівби сільськогосподарських культур сівозміни в орному шарі чорнозему типового за чизельного, диференційованого і мілкого обробітку, порівняно з полицевим цей показник вищий відповідно на 19,5; 22,3 і 17,8 %.

На дату збирання сільськогосподарських рослин у шарі ґрунту 0-10 см найвища чисельність дощових черв'яків спостерігається за диференційованого обробітку – 23,8 екз/м², дещо менше - за чизельного обробітку – 22,8 шт/м², що відповідно вище проти контролю на 28,6 і 23,2%. За постійного дискування цей показник порівняно з контролем підвищився на 2,3 екз/м² або 12,4% .

У шарах чорнозему типового 10-20 і 20-30 см найбільше люмбрицидів на дату збирання культур сівозміни за мілкого обробітку – 12,5 і 4,0 екз/м² , дещо менше – чизельного – 11,8 і 3,8 екз/м² , що вище проти контролю відповідно на 47,1 і 60,0 % та 38,8 і 52,0 % де зафіксовано 8,5 і 2,5 екз/м² люмбрицидів. За полицево-безполицевого обробітку у шарах ґрунту 10-20 і 20-30 см налічувалось відповідно 10,8 і 3,3 екз/м² люмбрицидів, або на 27,1 і 32,0 % більше, ніж за полицевого обробітку.

В шарі ґрунту 0-30 см цей показник підвищувався за чизельного розпушування на 29,8 %, диференційованого обробітку - 28,1, дискування - 26,1%, порівняно з контролем.

У середньому за період від сівби до збирання сільськогосподарських сівозміни рослин найвища чисельність популяції люмбрицидів у шарах чорнозему типового 0-10, 20-30 і 0-30 см спостерігалася за полицево –безполицевого обробітку в сівозміні – відповідно 39,3; 5,3 і 61,9 екз/м², або на 27,2 ; 20,5 і 24,0 % вище за контрольний варіант. За чизельного розпушування і дискування в орному шарі зафіксовано відповідно 61,1 і 60,0 екз./м² дощових черв'яків , тобто показники були майже на рівні диференційованого обробітку в сівозміні.

Впродовж вегетації культур сівозміни чітко простежується зменшення популяції люмбрицидів. У другий строк обліку дощових черв'яків (збирання культур), порівняно з першим (сівба), цей показник в орному шарі зменшився на 58,0 % за полицевого обробітку, – 54,4 % за безполицевого, 55,0% дискового і 56,0 % полицево-безполицевого обробітку.

Зменшення популяції люмбрицидів за всіх варіантів дослідів на кінець вегетації основних сільськогосподарських культур сівозміни зумовлене зниженням вологості ґрунту та порівняно високими температурами верхнього шару чорнозему типового на дату збирання урожаю.

Основна чисельність популяції люмбрицидів локалізується у верхньому (0-10 см) шарі ґрунту. Частка люмбрицидів у шарах ґрунту 0-10, 10-20 і 20-30 см від загальної кількості в орному шарі перед сівбою у середньому по варіантам дослідів становила відповідно 62,9; 29,4 і 7,7 %, перед збиранням культур – 60,1; 30,4 і 9,5 %.

За різних варіантів основного обробітку ґрунту в сівозміні чітко вираженого чітко вираженого закономірного розподілу популяції люмбрицидів у шарах 0-10, 10-20 і 20-30 см чорнозему типового не спостерігалось. помічено лише зростання певне підвищення їх частки у верхньому шарі ґрунту за чизельного і полицево-безполицевого обробітку та зниження за постійного дискування, порівняно з полицевим обробітком. Так, частка люмбрицидів у шарах ґрунту 0-10, 10-20 і 20-30 см становила відповідно : за полицевого обробітку – 61,9; 29,3 і 8,8%, безполицевого – 63,0; 29,6 і 7,4 %, полицево-безполицевого

-63,5; 28,1 і 8,4 %, дискового – 60,0; 31,8 і 8,2 % від загальної кількості в орному шарі.

За внесення 8 т/га гною + $N_{76}P_{64}K_{57}$, 12 т/га гною + $N_{95}P_{82}K_{72}$ і 16 т/га гною + $N_{112}P_{100}K_{86}$ чисельність популяції люмбрицидів зростала відповідно в 1,56; 2,07 і 2,32 рази, порівняно з неудобреними ділянками.

Результати досліджень переконують, що проведення один раз за ротацию сівозміни глибокої культурної оранки, як на удобрених так і на неудобрених варіантах, не погіршує умов життєдіяльності люмбрицидів, порівняно з систематичним безполицевим і мілким обробітком. За оранки в трьох з п'яти полів сівозміни чисельність популяції дощових черв'яків зменшується внаслідок погіршення водного і теплового режимів верхнього (0-10 см) шару ґрунту, зменшення кількості в ньому рослинних решток та прискореної мінералізації органічної речовини орного шару чорнозему типового.

Приріст чисельності люмбрицидів в орному шарі ґрунту на період сівби культур на неудобрених ділянках, удобрених нормами внесення 8 т/га гною + $N_{76}P_{64}K_{57}$, 12 т/га гною + $N_{95}P_{82}K_{72}$ і 16 т/га гною + $N_{112}P_{100}K_{86}$ за безполицевого обробітку, порівняно з полицевим, становив відповідно 14,3; 19,0; 21,7 і 20,4 %, за диференційованого – 19,0; 22,2; 24,1 і 22,6 %, дискового – 11,9; 15,9; 19,3 і 20,4 %. На дату збирання сільськогосподарських рослин ці показники підвищилися, досягнувши за безполицевого обробітку 37,5; 33,3; 28,6 і 25,0%, полицево-безполицевого -31,3; 29,6; 25,7 і 27,5, мілкого – 19,5; 32,0; 43,0 і 49,5 %.

Таким чином, на період збирання культур сівозміни відмінності щодо чисельності люмбрицидів в орному шарі чорнозему типового між контрольним і експериментальними варіантами обробітку посилюються.

Попередні десятирічні дослідження в спеціалізованій зернопросапній п'ятипольній сівозміні, але з іншим набором культур, засвідчили, що з підвищенням рівня внесених добрив показники обмінної кислотності, суми поглинутих основ і ступеня насиченості ґрунту основами зменшуються, а гідролітична кислотність зростає більш високими темпами за постійного безполицевого і мілкого обробітку, порівняно з полицевим [22].

Таким чином, буферна функція оранки і посилення змін реакції ґрунтового середовища за тривалого безполицевого чи мілкого обробітку можуть справити відчутний вплив на чисельність популяції люмбрицидів.

Продуктивність експериментальної польової сівозміни відрізняється практично на одному рівні за полицевого і диференційованого обробітку, а за систематичного чисельного розпушування і дискування чорнозему типового вона істотно нижча (табл. 3).

За полицевого обробітку отримано з кожного гектара сівозміни – 4,72 т. сухої речовини; 4,85 т. кормових одиниць і 0,040 т перетравного протеїну, за безполицевого безполицевого відповідно - 4,23; 4,29 і 0,035 т, полицево – безполицевого – 4,74; 4,86 і 0,041 т і дискового - 4,36; 4,48 і 0,037 т.

Рентабельність і коефіцієнт енергетичної ефективності найбільш високі за внесення 12 т/га гною + $N_{95}P_{82}K_{72}$ і проведення диференційованого обробітку.

Висновки і перспективи. На дату сівби сільськогосподарських рослин культур сівозміни найбільша чисельність популяції люмбрицидів зафіксована: в шарі ґрунту 0-10 см за чизельного і полицево-безполицевого обробітку, 10-20 – мілкого і безполицевого, 20-30 і 0-30 см – за диференційованого обробітку. На період збирання урожаю цей показник найвищий у шарах ґрунту 0-10, 10-20, 20-30 і 0-30 см відповідно за безполицевого, дискового, безполицевого і мілкого, диференційованого і безполицевого обробітку.

Таблиця 3 – Продуктивність сівозміни за різних систем обробітку і удобрення, т/га

Основний обробіток (фактор А)	Рівні удобрення (фактор В)	Суха речовина	Кормові одиниці	Перетравний протеїн
Полицевий (контроль)	Без добрив	3,01	3,06	0,026
	8 т гною + N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	4,26	4,37	0,038
	12 т гною + N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	5,42	5,54	0,047
	16 т гною + N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	6,31	6,41	0,053
Безполицевий (чизельний)	Без добрив	2,64	2,66	0,022
	8 т гною + N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	3,78	3,86	0,032
	12 т гною + N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	4,85	4,93	0,041
	16 т гною + N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	5,66	5,72	0,047
Полицево – безполицевий (диференційований)	Без добрив	2,97	2,99	0,026
	8 т гною + N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	4,27	4,4	0,038
	12 т гною + N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	5,43	5,58	0,047
	16 т гною + N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	6,3	6,45	0,054
Мілкий (дисковий)	Без добрив	2,73	2,82	0,023
	8 т гною + N ₇₆ P ₆₄ K ₅₇	3,85	3,96	0,034
	12 т гною + N ₉₅ P ₈₂ K ₇₂	4,98	5,12	0,043
	16 т гною + N ₁₁₂ P ₁₀₀ K ₈₆	5,87	6	0,049
НІР _{0,05} для фактору	А	0,72	0,82	0,016
	В			0,031
	0,20	2,82	3,12	
	АВ	1,92	2,12	0,020

У цілому за період від сівби до збирання урожаю культур сівозміни в орному шарі ґрунту найбільша чисельність люмбрицидів (62 екз/м²) за полицево-безполицевого, найменша (50 екз/м²) – за полицевого обробітку. Впродовж вегетації культур сівозміни найбільше скорочення чисельності люмбрицидів зафіксоване за полицевого, найнижче – за полицевого обробітку. Із зростанням норми добрив цей показник підвищується. Продуктивність сівозміни практично на одному рівні за безполицевого і полицево-безполицевого обробітку та істотно зменшується за безполицевого і дискового обробітку.

Список використаних джерел

1. Надточій П.П., Вольвач Ф.В., Герасименко В.Г. Екологія ґрунту та його забруднення. Київ : Аграрна наука, 1997. С.107–110.
2. Надточій П.П., Мислива Т.М., Вольвач Ф.В. Екологія ґрунту: монографія. П.П. Надточій, Т.М. Мислива, Ф.В. Вольвач. Житомир : ПП Рута, 2010. С.171–176.
3. Мухитова М. Э. Сравнительная оценка биотрансформации органических отходов видами семейства Lumbricidae : автореф. дис. на соискание учен. степени канд. биол. наук : спец. 03.00.16 „Экология”. Ульяновск, 2009. 22 с.
4. Blair J. M., Parmelee R. W., Lavelle P. Influences of earthworms on biogeochemistry of North American ecosystems, in Earthworm Ecology and Biogeography in North America. Ann Arbor : Lewis Publishers, 1995. 124 p.
5. Kladvik E. J. Akhouri N. M., Weesies G. Earthworm populations and species distributions under no-till and conventional tillage in Indiana and Illinois. *Soil Biology and Biochemistry*. 1997. № 29. P. 613-615.

6. Филонов М. М. Неутомимый труженик - дождевой червь. URL: www.kartofel.org (дата звернення : 17.02.2019).
7. Bostrom U. Earthworm populations (Lumbricidae) in ploughed and undisturbed leys. *Soil and Tillage Research*. 1995. № 35. P. 125-133.
8. Braeutigam V. Einfluss langjährig reduzierter Bodenbearbeitung auf die Unkrautentwicklung und Bekämpfung. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. 1990. P. 219-227.
9. Умаров М. М. Особенности трансформации азота в кишечнике и копролитах дождевых червей. *Известия Российской академии наук. Сер. биологическая*. 2008. № 6. С. 746-756.
10. Bronick C. J., Lai R. Soil structure and management: a review. *Geoderma*. 2005. № 124. P. 3-22.
11. Прусак А. В., Смагин А. В., Костина Н. В. и др. Гидрофизические свойства и биологическая активность копролитов дождевых червей разных эколого-трофических групп. *Фундаментальные исследования*. 2008. № 2. URL : www.rae.ru.
12. Stinner B. R., McCartney D. A., Blair J. M. et al. Earthworm effects on crop and weed biomass, and N content in organic and inorganic fertilized agroecosystems. *Soil Biology and Biochemistry*. 1997. №29. P. 423.
13. Самедов П. А., Надиров Ф. Т. Влияние дождевых червей и мокриц на физико-химические и поверхностные свойства почв. *Почвоведение*. 1989. № 8. С. 109-115.
14. Fragoso C., Brown G. G., Patron J. C. et al. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of earthworms. *Applied Soil Ecology*. 1997. № 10. P. 11.
15. Buckerfield J. C., Wiseman D. M. Earthworm populations recover after potato cropping. *Soil Biology and Biochemistry*. 1997. № 29. 609 p
16. Hubbard V. C., Jordan D., Stecker J. A. Earthworm response to rotation and tillage in a Missouri claypan soil. *Biology and Fertility of Soils*. 1999. № 29. P. 343-347.
17. 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.
18. Шикун Н.К., Ломакин М.М. Мульчирование и защита почв от эрозии. *Земледелие*. 1976. № 1. С. 38-40.
19. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві : Наукова монографія / Під редакцією професора М.К. Шикуні. Київ : Оранта, 1998. 680 с.
20. Дідора В. Г., Смаглий О. Ф., Ермантраут Е. Р. Методика наукових досліджень в агрономії. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 264 с.
21. Одарченко О.М. Оптимізація систем основного обробітку ґрунту при вирощуванні ячменю ярого у Правобережному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.01 „Загальне землеробство”. Київ, 2017. 20 с.
22. Примак І. Д., Панченко О.Б. Зміна агрохімічних властивостей чорнозему типового за дві ротації спеціалізованої зернопросапної сівозміни за різних систем основного обробітку ґрунту й удобрення в Центральному Лісостепу України. *Таврівський науковий вісник*. 2015. № 94. С. 58–65.

Дата надходження статті до редакції: 06.03.2019
Рецензування 15.04.2019 Прийняття в друк: 27.06.2019

Прымак І.Д.¹

DrSc (in Agriculture)

Панченко І.А.¹

PhD student

Панченко О.В.¹

PhD (in Agriculture)

Левандовська С.М.¹

PhD (in Biological Sciences)

Bila Tserkva National Agrarian University

Bila Tserkva, Ukraine

THE IMPACT OF MAIN TILLAGE SYSTEMS AND TYPICAL BLACK SOIL FERTILISATION ON THE LUMBRICIDES POPULATION IN A PLOW LAYER OF SOIL AND ON THE PRODUCTIVITY OF SHORT CROP ROTATION

Abstract

The study is devoted to the analysis of the influence of four primary processing and fertilizer systems on the change in the number of lumbricides in the arable layer of typical black soil and the productivity of field grain-sowing crop rotation.

The study material was the amount of lumbricides in the arable layer of black soil and their distribution depending on the main processing and fertilizer systems. The research methodology is based on experimental data obtained during 2016-2018 with a two-factor stationary field experiment, established in 2006 on the experimental field of the Belotserkovsky NAU.

The highest amount of lumbricides in soil layers of 0-10, 20-30 and 0-30 cm is established under differential tillage, that is correspondently 39,3, 5,3 and 61,9 examples per square meter. It is 27,2, 20,5 and 24,0 percent more than on the watch list. Under poweredless and disc tillage there were correspondently 61,1 and 60,0 examples of lumbricides per square meter in a plow layer, so the results were close to powered-poweredless tillage.

The decrease of the lumbricides population is observed during a crop vegetation. The biggest decrease in their number in a plow layer is established under powered tillage, that is 58,0%, and the smallest decrease is observed under poweredless tillage – 54,4 %. Under a disc and differential tillage such decrease was correspondently 55,0 and 56,0 %.

The exact principles of lumbricides distribution in different parts of a plow layer under different main tillage systems are not established. Only a small increase in their number could be seen in a soil layer of 0-10 cm under poweredless and differential tillage and a decrease was observed under a disc tillage in comparison with the powered one. Thus, from the general number in a plow layer the amount of lumbricides in soil layers of 0-10, 10-20 and 20-30 cm was correspondently: under a powered tillage – 61,9; 29,3 and 8,8%, a poweredless tillage – 63,0; 29,6 and 7,4 %, a powered-poweredless tillage - 63,5; 28,1 and 8,4 %, a disc tillage – 60,0; 31,8 and 8,2 %.

After the first, the second and the third levels of fertilization the number of lumbricides population was increasing correspondently 1,56, 2,07 and 2,32 times in comparison with the unfertilized areas.

The productivity of a crop rotation does not differ significantly under a powered and a powered-poweredless tillage, but under a disc and poweredless ones it is much lower.

Keywords: fertilization, soil, lumbricides, productivity, crop rotation.

References

1. Nadtochii, P.P., Volvach, F.V., & Herasymenko, V.H. (1997). Ekoloheia gruntu ta yoho zabrudnennia [Ecology of the soil and its pollution]. Kyiv : Ahrarna nauka. [in Ukrainian]
2. Nadtochii, P.P., Myslyva, T.M., Volvach, F.V. (2010). Ekoloheia hruntu: monohrafiia [Soil ecology: monograph.]. Zhytomyr : PP Ruta. [in Ukrainian]
3. Muhitova, M. Je. (2009). Sravnitel'naja ocenka biotransformacii organicheskikh othodov vidami semejstva Lumbricidae : avtoref. dis. na soiskanie uchen. stepeni kand. biol. nauk: spec. 03.00.16 "Jekologija" [Comparative evaluation of the biotransformation of organic waste by species of the family Lumbricidae (PhD dissertation abstract)]. Ul'janovsk. [in Russ.]
4. Blair, J. M., Parmelee, R. W., Lavelle, P. (1995). *Influences of earthworms on biogeochemistry of North American ecosystems, in Earthworm Ecology and Biogeography in North America.* Ann Arbor : Lewis Publishers.
5. Kladviko, E. J. Akhouri, N. M., Weesies, G. (1997). Earthworm populations and species distributions under no-till and conventional tillage in Indiana and Illinois. *Soil Biology and Biochemistry*, 29, 613-615.
6. Filonov, M. M. Neutomimyj truzhenik - dozhdevoj cherv' [The indefatigable hard worker - earthworm]. Retrieved from : www.kartofel.org/potatopress/content/7_04/filonov.doc [in Russ.]
7. Bostrom, U. (1995). Earthworm populations (Lumbricidae) in ploughed and undisturbed leys. *Soil and Tillage Research*, 35, 125-133.
8. Braeutigam, V. (1990). Einfluss langjahrig reduzierter Bodenbearbeitung auf die

Unkrautentwicklung und Bekämpfung. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*. P. 219-227.

9. Umarov, M. M. (2008). Osobennosti transformacii azota v kishechnike i koprolitah dozhdevykh chervej [Features of the transformation of nitrogen in the intestines and coprolites of earthworms. Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Ser. biological]. *Izvestija Rossijskoj akademii nauk. Ser. Biologicheskaja*, 6, 746-756. [in Russ.]

10. Bronick, C. J., & Lai, R. (2005). Soil structure and management: a review [Soil structure and management: a review]. *Geoderma*. 2005. №124. P. 3-22.

11. Prusak, A. V., Smagin, A. V., Kostina, N. V. i dr. (2008). Gidrofizicheskie svojstva i biologicheskaja aktivnost' koprolitov dozhdevykh chervej raznykh jekologo-troficheskikh grupp [Hydrophysical properties and biological activity of coprolites of earthworms of different ecological and trophic groups]. *Fundamental'nye issledovanija*, 2. URL : www.rae.ru. [in Russ.]

12. Stinner, B. R., McCartney, D. A., Blair, J. M. et al. (1997). Earthworm effects on crop and weed biomass, and N content in organic and inorganic fertilized agroecosystems. *Soil Biology and Biochemistry*. 1997. № 29. P. 423.

13. Samedov, P. A., & Nadirov, F. T. (1989). Vlijanie dozhdevykh chervej i mokric na fiziko-himicheskie i poverhnostnye svojstva pochv [Influence of earthworms and woodlice on physicochemical and surface properties of soils]. *Pochvovedenie*, 8, 109-115. [in Russ.]

14. Fragoso, C., Brown, G. G., Patron, J. C. et al. (1997). Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function in the tropics: the role of earthworms. *Applied Soil Ecology*, 10, P. 11.

15. Buckerfield, J. C., & Wiseman, D. M. (1997). Earthworm populations recover after potato cropping. *Soil Biology and Biochemistry*, 29, 609.

16. 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.

17. Aslam, T., Choudhary, M., & Saggarr, 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.

18. Shikula, N.K., & Lomakin, M.M. (1976). Mul'chirovanie i zashhita pochv ot jerozii [Mulching and soil protection against erosion]. *Zemledelie*, 1, 38-40. [in Russ.]

19. Shikula, N.K. (Ed.) (1998). Vidtvorennia rodiuchosti hruntiv u gruntozakhysnomu zemlerobstvi: Naukova monohrafiia [Reproduction of soil fertility in soil-protective agriculture. Scientific monograph]. Kyiv : Oranta. [in Ukrainian]

20. Didora, V. H., Smahlii, O. F., & Ermantraut E. R. (2013). Metodyka naukovykh doslidzhen v ahronomii [Technique of scientific research in agronomy: textbook. allowance]. Kyiv : Tsentr uchbovoi literatury. [in Ukrainian]

21. Odarchenko, O.M. (2017). Optymizatsiia system osnovnoho obrobitku hruntu pry vyroshchuvanni yachmeniu yaroho u Pravoberezhnomu Lisostepu Ukrainy [Optimization of primary tillage systems for growing spring barley in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine (Abstract dis.)]. Kyiv. [in Ukrainian]

22. Prymak I. D., & Panchenko O.B. (2015). Zmina ahrokhimichnykh vlastyvostei chornozemu typovoho za dvi rotatsii spetsializovanoi zernoprosapnoi sivozminy za riznykh system osnovnoho obrobitku hruntu y udobrennia v Tsentralnomu Lisostepu Ukrainy [Change in the agrochemical properties of black soil typical for two rotations of specialized grain-sowing crop rotation under various primary tillage and fertilizer systems in the Central Forest-Steppe of Ukraine]. *Tavrivskiyi naukovyi visnyk*, 94, 58-65. [in Ukrainian]

Received 03/06/2019

Revision 04/15/2019 Accepted 06/27/2019