

УДК 631.445.4 /51 :631.95

ПАНЧЕНКО О. Б., канд. с.-г. наук

ПРИМАК І. Д., д-р с.-г. наук

ПАНЧЕНКО І. А., магістр

Білоцерківський національний аграрний університет

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОСНОВНОГО МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Найвища активність інвертази, уреаз, дегідрогенази і поліфенолоксидази орного шару чорнозему типового спостерігалася за мілкою дискового обробітку. Більш висока активність фосфатази, пероксидази і каталази – за плоскорізного обробітку. Із зменшенням інтенсивності обробітку протеазна активність орного шару ґрунту знижується. За мілкою дискового обробітку локалізація рослинних решток у верхній (0-10 см) частині орного шару спричиняє підвищення ферментативної активності чорнозему типового. Найнижчі показники інвертазної, уреазної і протеазної активності орного шару ґрунту відмічені за безполицевого обробітку. Найвищий коефіцієнт нагромадження гумусу за мілкою дискового, найнижчий – плоскорізного обробітку. Мікроорганізмів, які споживають мінеральні і органічні форми азоту, найбільше за мілкою дискового, найменше – за безполицевого обробітку. Коефіцієнт педотрофності найнижчий за безполицевого обробітку, найвищий – за різноглибинної оранки.

За диференційованого і мілкою основного обробітку ґрунту в сівозміні собівартість 1 т сухої речовини урожаю нижча, а рівень рентабельності і коефіцієнт енергетичної ефективності вищі, ніж на контролі. Найнижча собівартість 1 т сухої речовини, найвищі показники рівня рентабельності і коефіцієнта енергетичної ефективності за основного обробітку ґрунту в сівозміні дисковою бороною.

Ключові слова: ферменти, мікроорганізми, біологічна активність, ґрунт, обробіток, продуктивність.

Постановка проблеми. Відомо, що біологічними каталізаторами перетворень рослинних і тваринних решток є ґрунтові ферменти. Активність ферментів відтворює інтенсивність і спрямованість біохімічних процесів в ґрунті і може бути індикатором стану його біоти. Ґрунтові ферменти є найбільш сталою складовою частиною біологічної активності ґрунту. Завдяки ряду гідролітичних ферментів відбувається мінералізація складних органічних сполук ґрунту. Активність деяких з них характеризує напругу процесів гідролізу білків, вуглеводів, фосфорорганічних сполук та інших продуктів розкладу органічних решток.

Залежність активності інвертази від вмісту органічної речовини у ґрунті науковці пояснюють постійною наявністю ферменту у відмерлих рослинних рештках [1].

Активність каталази та інвертази дозволяє охарактеризувати інтенсивність двох процесів: дихання ґрунту і перетворення в ньому сполук вуглецю. Інтенсивний розвиток мікробіологічних і ферментативних процесів у ґрунті може призвести до дуже швидкої мінералізації органічної речовини і особливо гумусу, а отже, до непродуктивних втрат азоту та інших поживних речовин.

На сьогодні екологічний імператив потребує пошуку нових підходів оцінки стану й динаміки розвитку ґрунтового середовища із залученням мікробіологічних показників. Вони є більш чутливими, здатними адекватно характеризувати фізіологічний стан ґрунту, тому можуть виступати його індикаторами [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У науковій літературі мають місце повідомлення про те, що за безполицевого обробітку спостерігається диференціація орного шару за показниками біологічної активності вже у перші 3-5 років його застосування [1].

У досліджах О.А. Цюка безполицевий обробіток впродовж одного року помітно не зрушив рівновагу мікробіологічних процесів. Після дворічного його застосування почало проявлятися деяке пригнічення мікробних груп, які забезпечували рослини доступними поживними речовинами. Через 6 років проведення дослідів біологічні процеси суттєво уповільнились за обробітку ґрунту без перевертання скиби. Однією з причин зменшення мікробіологічної активності за безполицевого обробітку є, на думку вченого, зниження амплітуди коливань температури ґрунту, а, отже, і інтенсивності повітрообміну між ґрунтом і атмосферою [3].

У досліджах послідовників М.К. Шикуди за заробки органічної речовини у вигляді гною, соломи, сидератів та рослинних решток плугом у нижню частину орного шару, де дуже мало мікроорганізмів, спостерігається погіршення поживного режиму внаслідок низької біологічної

активності глибоких шарів ґрунту [4]. В дослідях Білоцерківського НАУ показники біохімічних процесів у ґрунті вказують на сприятливі умови ґрунтоутворення за мілкого обробітку [5].

У багатьох наукових публікаціях однодумців М.К. Шикולי з Національного університету біоресурсів і природокористування України відмічається несумісність природи ґрунту і глибокої оранки, за проведення якої створюється шоківий стан для ґрунтової біоти, коли аеробні мікроорганізми з верхнього шару ґрунту заорюються плугом в анаеробні умови і гинуть, а анаеробні потрапляють на поверхню і також гинуть, але вже від кисню. А позбавитися такого шоківого стану, навіть за впровадження ґрунтозахисних технологій, можна лише через чотири–п'ять років. У дослідях послідовників М.К. Шикולי за глибокої оранки втрачаються три асоціативних групи мікроорганізмів із шести, які були в цілинних ґрунтах і відповідали за здатність ґрунту до саморегуляції. Відновитись ці групи можуть через вісім–дев'ять років використання безполицевого основного обробітку ґрунту [1].

Науковці Уманського національного університету садівництва вказують, що глибина оранки, а звідси і глибина загортання в ґрунт рослинних решток пшениці озимої помітно не впливає на інтенсивність целюлозоруйнівних мікроорганізмів у різних частинах орного шару ґрунту. Дослідники стверджують, що зі зменшенням глибини зяблевої оранки біологічна активність ґрунту не погіршується, а якщо і спостерігатиметься зниження, то не настільки, щоб негативно впливати на забезпечення вирощуваних рослин доступними формами основних елементів живлення [6].

На сьогодні залишається дискусійним і питання щодо впливу різних способів основного обробітку ґрунту на активність життєдіяльності корисних мікроорганізмів в орному шарі. Якщо В.Р. Вільямс ще на початку ХХ ст. дав мікробіологічне обґрунтування доцільності культурної оранки з перевертанням скиби, то в другій половині цього ж століття таке ж обґрунтування, але недоцільності цього агрозаходу зробив М.К. Шикولا, рекомендуючи майже повсюдне застосування безполицевого обробітку. На сьогодні невеликий загальний дослідників притримуються положення В.Р. Вільямса, значна частина – М.К. Шикולי, але більшість вважають, що біологічна активність ґрунту визначається переважно погодними умовами року і безпосередньо вологістю та температурою ґрунтового середовища, ніж заходами, засобами, способами чи глибиною обробітку [4].

Із висновку М.К. Шикולי та його послідовників стосовно «шоківої терапії» ґрунтових мікроорганізмів за культурної оранки впливає істотно зниження чисельності корисних мікроорганізмів за полицевого обробітку та збільшення їх кількості за плоскорізного розпушування. Проте результати мікробіологічних досліджень ряду науковців вказують на протилежне [5].

Великий загальний вчених вказує, що за безполицевого обробітку біологічна активність ґрунту зменшується, а в складі мікробного ценозу зростає частка факультативних анаеробних бактерій, в результаті чого мікробіологічне руйнування свіжої органічної речовини уповільнюється, а коефіцієнт гуміфікації збільшується [7, 8, 9].

За безполицевого обробітку, особливо мілкого, в орному шарі чорнозему типового важкосуглинкового помітно зменшується загальна кількість корисних бактерій, які беруть участь у перетворенні органічних азотистих речовин, що призводить до зниження показника мінералізації, порівняно з оранкою. Кількість мікроскопічних грибів за безполицевого обробітку, навпаки, значно підвищується [10].

Тривалий або систематичний мінімальний обробіток в сівозміні зумовлює більш контрастну біологічну активність у верхній і нижній частинах орного шару ґрунту, порівняно з оранкою (періодичною, тривалою, постійною) [11].

У дослідях Національного університету біоресурсів і природокористування України на чорноземі типовому малогумусному полицево-плоскорізній та плоскорізній обробітку, порівняно з диференційованим, у типовій десятипільній зернопросапній сівозміні стимулювали активний розвиток ґрунтових мікроорганізмів у верхньому (0-10 см) шарі ґрунту. За цих обробітків цей шар залишався більш збагаченим мікроорганізмами впродовж всього вегетаційного періоду. За плоскорізного та поверхневого обробітків нижня частина орного шару збіднюється мікрофлорою [12].

Мета дослідження – встановити вплив різних систем механічного обробітку ґрунту на ферментативну і мікробіологічну активність чорнозему типового та продуктивність польової спеціалізованої зернопросапної сівозміни в Правобережному Лісостепу України.

Матеріал і методика досліджень. Експериментальна робота проведена в стаціонарному польовому досліді впродовж 2013–2015 рр. на дослідному полі Білоцерківського НАУ в зернопросапній сівозміні.

Ґрунт під дослідом – чорнозем типовий глибокий малогумусний, крупнопилувато-легко-суглинковий на карбонатному лесі. В орному (0–30 см) шарі вміст гумусу становить 3,48 %, азоту – 0,243–0,342, рухомих форм фосфору – 132, обмінного калію – 89 мг/кг абсолютно сухого ґрунту.

Ферментативну активність ґрунту визначали за методами, викладеними у працях В. Ф. Купревича, Т. О. Щербакової, А. Ш. Галстяна, Ф. Х. Хазієва, чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів – методом висіву ґрунтової суспензії на стандартні поживні середовища [13].

В досліді вивчали чотири системи основного обробітку ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1 – Системи основного обробітку ґрунту в сівозміні

№ поля	Сільськогосподарська культура в сівозміні	Варіант обробітку ґрунту			
		1 полицевий (контроль)	2 безполицевий (плоскорізний)	3 диференційований	4 мілкий з періодичною оранкою
		Глибина (см) і заходи обробітку			
1	Горох	16–18 (о.)	16–18 (пл.)	16–18 (о.)	10–12 (д. б.)
2	Пшениця озима	10–12 (д. б.)	10–12 (д. б.)	10–12 (д. б.)	10–12 (д. б.)
3	Гречка	16–18 (о.)	16–18 (пл.)	16–18 (пл.)	10–12 (д. б.)
4	Кукурудза на зерно	25–27 (о.)	25–27 (пл.)	25–27 (о.)	25–27 (о.)
5	Ячмінь ярий	20–22 (о.)	20–22 (пл.)	20–22 (пл.)	10–12 (д. б.)

Примітка: о. – оранка; пл. – обробіток плоскорізом; д. б. – обробіток дисковою бороною.

Повторність дослідів – триразова, розміщення повторень на площі – систематичне. Оранку виконували плугом ПЛН-3-35, безполицевий обробіток – плоскорізом КПП-250, мілкий обробіток – дисковою бороною БДВ-3,0. Норма щорічного внесення гною на 1 га сівозміни – 8 т/га.

Основні результати досліджень. За мілкого дискового обробітку локалізація рослинних решток у верхній (0-10 см) частині орного шару забезпечує підвищення активності інвертази на 8-18 %, порівняно з оранкою на 20-22 і 25-27 см. Інвертазна ж активність нижніх (10-20 і 20-30 см) частин орного шару відповідно на 4-10 і 15-28 % вища за обробітку ґрунту плугом, ніж важкою дисковою бороною. В цілому ж по сівозміні активність інвертази орного шару ґрунту за диференційованого і мілкого дискового обробітків відповідно на 1,3-1,5 і 3,1-7,3 % вища, ніж за різноглибинного полицевого обробітку. За безполицевого обробітку цей показник виявився на 1,3-1,5 % нижчим, ніж на контролі (табл. 2).

Таблиця 2 – Зміна активності ґрунтових ферментів орного шару чорнозему типового залежно від систем основного обробітку в сівозміні

Варіанти обробітку ґрунту	Інвертаза, мг глюкози на 1г ґрунту за 24 год	Уреаза, мг N-NO ₃ на 100 г ґрунту за 3 год	Протеаза, мг амінного азоту на 100 г ґрунту за 20 год	Фосфатаза, мг P ₂ O ₅ на 100 г ґрунту за 48 год	Дегідрогеназа, одиниць оптичної щільності за Ленардом	Каталаза, мл O ₂ сухого ґрунту за 1 хв	Полифенол-оксидаза	Пероксидаза	Коефіцієнт нагромадження гумусу
							мг пурпургаліну на 100 г ґрунту за 30 хв		
Полицевий, (контроль)	9,12	2,48	107	0,7	0,137	2,12	49	102	48
Безполицевий (плоскорізний)	9,00	2,40	102	0,8	0,136	2,21	50	111	45
Диференційований	9,24	2,56	105	0,7	0,140	2,10	52	104	50
Мілкий	9,40	2,63	104	0,7	0,143	2,08	58	107	54
НІР _{0,05}	0,37	0,11	3,2	0,1	0,021	0,03	5	3	2

Активність каталази за диференційованого і мілкового обробітків в сівозміні відповідно на 0,9-1,3 і 1,9-3,0 % нижча, а за плоскорізного розпушення – на 4,2-6,7 % вища, ніж на контролі.

Активність уреазы верхньої (0-10 см) частини орного шару на 10-20 % вища за мілкового обробітку, ніж за оранки. Що ж стосується середньої (10-20 см) і особливо нижньої (20-30 см) частин орного шару, то тут спостерігалась зворотна закономірність. В цілому ж по сівозміні активність уреазы орного шару за диференційованого і мілкового дискового обробітків відповідно на 3,2-4,7 і 6,0-7,4 % вища, а за плоскорізного розпушення – на 3,2-3,4 % нижча, ніж на контролі.

Дисковий обробіток, порівняно з оранкою, спричиняє помітне підвищення протеазної активності верхньої частини (0-10 см) орного шару ґрунту. Відмічено значно вищу протеазну активність нижньої частини (20-30 см) орного шару чорнозему типового на ділянках, оброблених плугом, ніж дисковою бороною.

Із зменшенням інтенсивності механічного обробітку в сівозміні протеазна активність орного шару ґрунту знижується. За мілкового обробітку цей показник був на 4,7-8,2 % нижчим, ніж на контролі.

Активність фосфатази була практично на одному рівні за полицевого і диференційованого обробітків ґрунту. Мілкий дисковий і безполицевий обробітки перевищували контроль за цим показником відповідно на 5,3-7,7 і 10,5-15,4 %, що пояснюється локалізацією рослинних решток у верхньому шарі ґрунту, де активність фосфатази набагато вища.

Активність дегідрогенази в шарі ґрунту 0-10 см вища, а в шарі 20-30 см нижча на 15-20 % за плоскорізного обробітку, ніж на контролі. В цілому по сівозміні дегідрогеназна активність орного шару ґрунту була практично на одному й тому ж рівні за полицевого і безполицевого обробітків. За диференційованого обробітку цей показник був вищим на 2,2-2,9 %, ніж на контролі.

У процесі мінералізації гумусових речовин значна роль належить реакціям за участю пероксидази, тому темпи нагромадження гумусу у ґрунті можна визначити за співвідношенням активності поліфенолоксидази до пероксидази (коефіцієнт нагромадження гумусу).

Активність поліфенолоксидази орного шару ґрунту в цілому по сівозміні за диференційованого і мілкового обробітків відповідно на 5,1-6,9 і 12,9-18,4 % вища, ніж на контролі. За плоскорізного і полицевого обробітків цей показник був практично на одному рівні.

Із зменшенням інтенсивності обробітку активність пероксидази орного шару в цілому по сівозміні зростала. Так, за мілкового і безполицевого обробітків вона була відповідно на 4-5 і 5-9 % вища, порівняно з контролем.

Особливо значне підвищення активності поліфенолоксидази відбувається у шарі ґрунту 0-10 см за безполицевого обробітку. У шарах ґрунту 10-20 і 20-30 см перевага була за мілкового дискового обробітку, проте тут роль цього ферменту в гумусоутворенні збільшується внаслідок нижчих показників активності пероксидази і зростання коефіцієнта нагромадження гумусу.

Розкладання органічних решток за умов відносного анаеробіозису в нижніх частинах орного шару ґрунту супроводжується уповільненим окисненням поліфенолів під дією пероксидази, яка використовує при цьому кисень пероксиду водню і перекисних сполук, а не кисень повітря, як поліфенолоксидаза. Пероксидаза є агентом мінералізації гумусових сполук ґрунту. Оскільки за мілкового дискового обробітку, порівняно з безполицевим, підвищується не тільки активність поліфенолоксидази, а й протеаз, що поставляють ґрунту частину продуктів, необхідних для гумусоутворення, то логічно очікувати інтенсифікацію гумусоутворення саме за третього і четвертого варіантів обробітку. Коефіцієнти нагромадження гумусу у цих варіантах в середньому становили відповідно 71 і 75 при 68 і 64 за різноглибинного полицевого і плоскорізного обробітків. Останній спричиняв зменшення цього показника, порівняно з контролем, на 5,5 %.

Помітне підвищення оптичної щільності децинормальної лужної витяжки на ділянках мілкового дискового обробітку свідчить про підсилення новоутворення рухомих гумінових кислот. Головною причиною цього, на нашу думку, є оптимальне розміщення по частинах орного шару перемішаних з ґрунтом рослинних решток, що забезпечує більш раціональну ферментативну діяльність мікроорганізмів, з якою найтісніше пов'язаний процес утворення гумусу.

Мілкий і безполицевий обробітки, порівняно з оранкою, стимулюють розвиток мікроорганізмів у верхній (0-10 см) частині орного шару ґрунту. Чисельність мікроорганізмів, що утилізують мінеральні форми азоту (КАА), за безполицевого і мілкового дискового обробітків в сівозміні підвищилась відповідно на 26 і 15 %, порівняно із різноглибинною оранкою (табл. 3).

Посилення целюлозоруйнівної діяльності мікроорганізмів у верхній частині оброблюваного шару ґрунту є головною причиною виникнення нестачі азоту, яка особливо помітна на ділянках поверхневого загортання рослинних решток.

Таблиця 3 – Зміна чисельності мікроорганізмів орного шару ґрунту залежно від системи основного обробітку, особин/г сухого ґрунту

Показник	Варіанти обробітку			
	1 – тривалий полицевий (контроль)	2 – безполицевий	3 – диференційований	4 – тривалий мілкий
Мікроорганізми на КАА	4,44x10 ⁶	4,23x10 ⁶	5,01x10 ⁶	5,14x10 ⁶
Бактерії на МПА	2,54x10 ⁶	2,17x10 ⁶	2,72x10 ⁶	3,12x10 ⁶
Актиноміцети	5,16x10 ⁵	5,88x10 ⁵	5,62x10 ⁵	5,34x10 ⁵
Гриби	1,57x10 ⁴	1,76x10 ⁴	1,70x10 ⁴	1,73x10 ⁵
Амоніфікатори	2,88x10 ⁴	2,60x10 ⁴	2,72x10 ⁴	2,84x10 ⁴
Целюлозорозкладаючі	1,13x10 ⁵	1,24x10 ⁵	1,18x10 ⁴	1,16x10 ⁵
Денітрифікатори	4,97x10 ⁴	5,12x10 ⁴	5,08x10 ⁴	5,02x10 ⁴
Нітрифікатори	5,88x10 ³	5,64x10 ³	5,75x10 ³	5,96x10 ³
Бактерії на ПГАП	3,51x10 ⁶	2,56x10 ⁶	3,51x10 ⁶	4,18x10 ⁶
Фосфорні бактерії	3,30x10 ⁴	3,64x10 ⁴	3,52x10 ⁴	3,41x10 ⁴
Коефіцієнт мінералізації, КАА:МПА	1,75	1,95	1,84	1,65
Коефіцієнт педотрофності ПГАП:МПА	1,38	1,18	1,29	1,34

Розширення співвідношення загальної кількості мікроорганізмів, що використовують мінеральні форми азоту, до кількості мікроорганізмів, що асимілюють азот органічних сполук (КАА:МПА), за другого і третього варіантів обробітку, порівняно з контролем, свідчить про зміщення процесів трансформації органічної речовини в бік посилення розкладу гумусу.

За полицевого обробітку зростає коефіцієнт мінералізації в шарі ґрунту 0-10 см на кінець вегетації культур сівозміни, порівняно з мілким дисковим обробітком, що, очевидно, зумовлено зміщенням основної маси рослинних решток у нижні шари ґрунту.

У верхньому, менше забезпеченому рослинними рештками, шарі на кінець вегетації культур не залишається свіжого енергетичного матеріалу для життєдіяльності мікроорганізмів, які утилізують органічний азот, що призводить до подальшої мінералізації продуктів трансформації органічної речовини, в тому числі й гумусу. Ця органічна речовина має більш вузьке співвідношення вуглецю до азоту (C:N), порівняно із свіжими рослинними рештками, що спричиняє збільшення частки мікроорганізмів, які ростуть на КАА, до загальної їх кількості в ґрунтового середовищі, тобто зростає коефіцієнт мінералізації.

У нижніх частинах орного шару співвідношення КАА:МПА між варіантами оранки менш істотне, а в шарі 20-30 см воно вирівнюється. За дискового мілкового і особливо безполицевого обробітків в шарі ґрунту 20-30 см спостерігається підвищення коефіцієнта мінералізації, що пов'язано, очевидно, з тими ж причинами, які мають місце за культурної оранки у верхньому шарі чорнозему типового, тобто внаслідок збіднення нижніх шарів свіжим енергетичним матеріалом.

В цілому ж в орному шарі мікроорганізмів, які споживають мінеральні і органічні форми азоту, найбільше виявлено на четвертому, найменше – на другому варіантах обробітку. Чисельність актиноміцетів із збільшенням глибини оранки на початку вегетації культур зростала, а на період збирання врожаю – знижувалась, особливо в шарі 0-10 см, що свідчить про зменшення легкодоступних органічних сполук, які актиноміцети використовують як джерело енергії.

У цілому ж актиноміцетів в орному шарі за безполицевого і мілкового обробітків виявилось відповідно на 11-14 і 7-9 % більше, ніж за різноглибинної оранки.

На розподіл рослинних решток по профілю ґрунту чітко реагують целюлозорозкладаючі мікроорганізми, які є типовими представниками мінералізаційного блоку мікробного ценозу. Із збільшенням глибини полицевого обробітку їх чисельність зростала в нижніх (10-20, 20-30 см) і знижувалась у верхній (0-10 см) частинах орного шару.

Зменшення інтенсивності обробітку призводить до збільшення чисельності актиноміцетів і грибів у ґрунті. Так, останніх за безполицевого і мілкового дискового обробітків виявилося в орному шарі на 10-12 і 6-8 % більше, ніж за різноглибинної оранки.

Локалізація у верхньому шарі ґрунту рослинних решток з високим вмістом клітковини стимулює розвиток грибної мікрофлори.

За мілкового дискового обробітку, внаслідок посилення активності азотобактера у верхньому шарі ґрунту, його чисельність в орному шарі зростає в 1,2-1,3 рази порівняно з різноглибинною оранкою. На третьому варіанті обробітку азотобактера на 5 % більше, ніж на контролі.

Чисельність бактерій, що перетворюють сполуки фосфору шляхом окислення і відновлення, вища за безполицевого обробітку, ніж за різноглибинної оранки. Ця різниця становила 3,4-5,7 тис. фосфорних бактерій на 1 г ґрунту або 10 %. Це, очевидно, зумовлено біогенною акумуляцією бактерій у верхньому шарі ґрунту за другого варіанта обробітку.

Загальна чисельність бактерій на пептонно-глюкозному агарі з ґрунтовою витяжкою (ПГАП) найбільша за мілкового дискового, найменша – за безполицевого обробітку. Значення величини коефіцієнта у педотрофності (ПГАП:МПА), що характеризує ступінь освоєння органічної речовини ґрунту мікрофлорою, найнижчі за безполицевого обробітку, найвищі – за оранки.

Встановлено, що проведення лише один раз за ротацію сівозміни глибокої оранки (4 варіант) усуває гетерогенність орного шару на 1,5-2 роки. На день збирання гороху уже простежувалась диференціація орного шару чорнозему типового за вмістом рослинних решток і біомасою мікроорганізмів. Розвиток автохтонної мікрофлори, яка бере участь у розкладі гумусових сполук у орному, і особливо верхньому, шарі ґрунту відбувається більш активно за безполицевого обробітку, порівняно з різноглибинною оранкою.

Найменшу ж кількість автохтонних мікроорганізмів в орному шарі виявлено на четвертому варіанті обробітку – 67,9 тис. в 1 г ґрунту. На першому, другому і третьому варіантах обробітку їх чисельність була відповідно на 2,8; 7,8 і 5,9 % більшою.

Збір зерна з кожного гектара ріллі сівозміни помітно не відрізнявся за оранки, диференційованого обробітку та дискування і становив відповідно 3,39; 3,37 і 3,44 т/га. Заміна плуга плоскорізом спричинила зниження цього показника на 0,38 т/га або 11,2 %.

За проведення оранки, безполицевого розпушування, диференційованого обробітку і дискування в сівозміні отримано відповідно таку масу сухої речовини основної і побічної продукції: 6,93; 6,17; 6,89 і 7,07 т/га.

Господарствам Правобережного Лісостепу України в умовах нестійкого зволоження в польовій спеціалізованій п'ятипільній зернопросапній сівозміні як основний обробіток ґрунту рекомендується застосовувати чергування дискування бороною БДВ-3 з оранкою плугом ПЛН-3-35 один раз у 5 років.

Висновки. 1. Найвища активність інвертази, уреаз, дегідрогенази і поліфенолоксидази орного шару чорнозему типового спостерігалася за мілкового дискового обробітку. Більш висока активність фосфатази, пероксидази і каталази – за плоскорізного обробітку.

2. Із зменшенням інтенсивності обробітку протеазна активність орного шару ґрунту знижується. За мілкового дискового обробітку локалізація рослинних решток у верхній (0-10 см) частині орного шару спричиняє підвищення ферментативної активності чорнозему типового. Найнижчі показники інвертазної, уреазної і протеазної активності орного шару ґрунту відмічені за безполицевого обробітку.

3. Найвищий коефіцієнт нагромадження гумусу за мілкового дискового, найнижчий – плоскорізного обробітку.

4. Мікроорганізмів, які споживають мінеральні і органічні форми азоту, найбільше за мілкового дискового, найменше – за безполицевого обробітку.

5. Коефіцієнт педотрофності найнижчий за безполицевого обробітку, найвищий – за різноглибинної оранки.

6. Продуктивність сівозміни практично на одному рівні за полицевого, диференційованого і мілкого обробітків. За плоскорізного розпушування вона суттєво зменшуються порівняно з контролем.

7. Найнижча собівартість 1 т сухої речовини, найвищі показники рівня рентабельності і коефіцієнта енергетичної ефективності виявились за основного мілкого обробітку в сівозміні дисковою бороною з періодичною оранкою один раз за 5 років.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Танчик С.П. Наукові основи землеробства: монографія / С.П. Танчик, О.А. Цюк, Л.В. Центило. – Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. – 314 с.
2. Особливості формування мікробіоти чорнозему типового Лісостепу України та його біологічної активності при застосуванні різних систем землеробства / [Москалевська Ю.П., Патица М.В., Карпенко О.Ю. та ін.] // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – Вип. 17. – Т. II. – С. 324-329.
3. Цюк О.А. Вплив систем землеробства на вміст гумусу та чисельність мікроорганізмів у чорноземі типовому / О.А. Цюк // Агрохімія і ґрунтознавство. – 2009. – Вип. 72. – С. 92-96.
4. Землеробство / [В.П. Гудзь, І.Д. Примак, С.П. Танчик, І.А. Шувар]. – К.: Центр учбової літератури, 2014. – 480 с.
5. Примак І.Д. Зміна мікробного ценозу чорнозему типового за різних систем основного обробітку ґрунту і удобрення у спеціалізованій зернопросапній сівозміні Центрального Лісостепу України / І. Д. Примак, О. Б. Панченко // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету «Сільськогосподарські науки». – 2015. – Вип. 23. – С. 4–14.
6. Крижанівський В.Г. Біологічна активність чорнозему опідзоленого в ланці п'ятирічної сівозміни залежно від заходів основного обробітку ґрунту / В.Г. Крижанівський, П.В. Костогриз // Зб. наук. пр. Білоцерківського ДАУ. – Вип.2.(69). – 2010. – С.16-18.
7. Moskalevska Yu. P. Influence of agrarian systems on the microbiological transformation of organic matter in typical chernozem under sugar beet growing / Yu. P. Moskalevska, M. V. Patyka // Modern scientific research and their practical application. – Kupriyenko S.V., Odessa, 2014. – Vol. J11401. – J11401-009. Режим доступу: http://www.sworld.com.Ua/e-journal/j_11401.pdf.
8. Hargrove W. L. Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum / W.L. Hargrove // Agron. J. – 1986. – № 78. – P. 70-74.
9. Tebrügge, F. and Bohmsen, A., 1997: Crop yields and economic aspects of no-tillage compared to plough tillage: Results of long-term soil tillage field experiments in Germany. In: Tebrügge and Bohmsen (Eds.): Experiences with the application of no-tillage crop production in the West-European countries. Proceedings of the EC-workshop IV, Boingneville, 12-14 May 1997: 25-43, 1997. Wiss. Fachverlag Dr. Fleck, ISBN 3-960600-95-1.
10. Особливості формування мікробіоти чорнозему типового Лісостепу України та його біологічної активності при застосуванні різних систем землеробства / [Москалевська Ю. П., Патица М. В., Карпенко О. Ю. та ін.] // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – 2013. – Вип. 17. – Т. II. – С. 324-329.
11. Москалевська Ю. П. Активність мікробного біому чорнозему типового в посівах буряків цукрових за різних технологій вирощування / Ю. П. Москалевська, М. В. Патица // Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН». – 2014. – № 4. – С. 39-45.
12. Цюк О.А. Теоретичне обґрунтування та розробка системи екологічного землеробства в Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора с.-г. наук: спец. 06.01.01 «Загальне землеробство» / О.А. Цюк. – Київ, 2014. – 41 с.
13. Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 303 с.

REFERENCES

1. Tanchyk, S.P., Tsiuk, O.A., Tsiuk, O.A., Tsentylo, L.V. (2015). Naukovi osnovy zemlerobstva [Scientific basis of crop farming systems]. Vinnytsia, LLC Nilan, 314 p.
2. Moskalevska, Yu.P., Patyka, M.V. Karpenko, O.Yu. (2013). Osoblyvosti formuvannja mikrobioty chornozemu typovogo Lisostepu Ukrainy ta jogo biologichnoi' aktyvnosti pry zastosuvanni riznyh system zemlerobstva [Particularities of microbiota forming in modal black soil in Wooded Steppe of Ukraine and its bioactivity under different systems of crop farming]. Naukovi praci Instytutu bioenergetychnyh kul'tur i cukrovih burjakiv [Scientific papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], no. 17, pp. 324-329.
3. Tsiuk, O.A. (2009). Vplyv system zemlerobstva na vmist gumusu ta chysel'nist' mikroorganizmiv u chornozemi typovomu [The influence of crop farming systems on the humus content and on the quantity of microorganisms in modal black soil]. Agrohimiya i g'runtoznavstvo [Agrochemistry and pedology], no. 72, pp. 92-96.
4. Hudz, V.P., Prymak, I.D., Tanchyk, S.P., Shuvar, I.A. (2014). Zemlerobstvo [Crop Farming]. Centr uchbovoi' literatury [Learning resource centre]. Kiev 480 p.
5. Prymak, I.D., Panchenko, O.B. (2015). Zmina mikrobnogo cenzu chornozemu typovogo za riznyh system osnovnoho obrobittku g'runtu i udobrennja u specializovaniy zernoprosapnij sivozmini Central'nogo Lisostepu Ukrainy [Change of microbial cenosis of modal black soil under different systems of main soil tillage and fertilization in a specialized grain horse-hoeing crop rotation of the central Wooded Steppe of Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prac' Podil's'kogo derzhavnogo

agrarно-tehnichnogo universytetu «Sil's'kogospodars'ki nauky» [The collection of research papers of Podilskyi state agrrotechnical university "Agricultural sciences"], no. 23, pp. 4-14.

6. Kryzhanivskiy, V.H., Kostohryz, P.V. (2010). Biologichna aktyvnist' chornozemu opidzolenogo v lanci p'jatyopil'noi' sivozminy zalezno vid zahodiv osnovnogo obrobittu gruntu [Bioactivity of posolized black soil in five-course crop rotation according to main soil tillage actions]. Zb. nauk. pr. Bilocerkiivs'kogo DAU [Z.B. The research paper of Bila Tserkva state agrarian university], no. 22 (69), pp. 16-18.

7. Moskalevska, Yu., Patyka, V. (2014). Influence of agrarian systems on the microbiological transformation of organic water in typical thernozem under sugar beetgrowing, vol. S11401-S11401-009. Available at: [http:// www.sworld.Com.Valejournal/j11401](http://www.sworld.Com.Valejournal/j11401). Pdf. Odessa.

8. Hargrove, W.L. Winter legumes as anitrogen source for no-till grain sorghum. *Agron. L.*, 1986, no.78, pp. 70-74.

9. Tebrugge, E., Bohusen, A. (1997). Crop yields and economic aspects of no-tillage compared to plough tillage: Results of long-term sail tillage field experience in Germany. ["Experiances with the application of no-tillage crop production in the west-Europen countries"] Boingnevielle, pp. 25043 (in Germany).

10. Moskalevska, Yu. P., Patyka, M.V., Karpenko, O. Yu., Rozhko, V.M., Tauchyк, S.P., Zhytkevych, N.V. (2013). Osoblyvosti formuvannja mikrobioty chornozemu typovogo Lisostepu Ukrai'ny ta jogo biologichnoi' aktyvnosti pry zastosuvanni riznyh system zemlerobstva [Particularities of microbiota forming in modal black soil in Wooded Steppe of Ukraine and its bioactivity under different systems of crop farming]. Naukovi praci Institutu bioenergetichnih kul'tur i cukrovih burjakiv [The research papers of the institute of Bioenergy Crops and Sugar beets], no. 17, pp. 324-329.

11. Moskalevska, Yu. P., Patyka, M.V. (2014). Aktyvnist' mikrobnogo biomu chornozemu typovogo v posivah burjakiv cukrovyh za riznyh tehnologij vyroshhuvannja [Activity of microbial biome of modal black soil under sugar beets sowing under differelut technologies of growing]. Zbirnyk naukovyh prac' NNC «Instytut zemlerobstva NAAN» [The collection of research papers of Leaning Scientific Centre "Crop Framing Institute of The National Academy of Agrarian Sciences"], no. 4, pp. 39-45.

12. Tsiuk, O.A. (2014). Teoretychne obg'runtuvannja ta rozrobka systemy ekologichnogo zemlerobstva v Lisostepu Ukrai'ny: avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja doktora s.-g. nauk: spec. 06.01.01 «Zagal'ne zemlerobstvo» [Theoretical ground and develop went of the systems of ecological crop farming in the Wooded Steppe of Ukraine. Puplished summary of a thesis for an academic degree of the Dr. Science in Agriculture]. Kyiv, 41 p.

13. Zviagintsev, D.G. (1991). Metody pochvennoj mikrobiologii i biohimii [The methods of soil microbiology and biochemistry]. Moscow, 303 p.

Экологическое состояние чернозема типичного при различных системах основной механической обработки в органическом земледелии

А.Б. Панченко, И.Д. Примак, И.А. Панченко

Наивысшая активность инвертазы, уреазы, дегидрогеназы и полифенолоксидазы пахотного слоя чернозема типичного наблюдалась при мелкой дисковой обработке. Более высокая активность фосфатазы, пероксидазы и каталазы – при плоскорезной обработке. С уменьшением интенсивности обработки протеазная активность пахотного слоя почвы уменьшается. При мелкой дисковой обработке локализация растительных остатков у верхней (0-10 см) части пахотного слоя приводит к повышению ферментативной активности чернозема типичного. Наиболее низкие показатели инвертазной, уреазной и протеазной активности пахотного слоя почвы отмечены при безотвальной обработке. Наиболее высокий коэффициент накопления гумуса при мелкой дисковой, наиболее низкий – плоскорезной обработке. Микроорганизмов, которые потребляют минеральные и органические формы азота, наибольшее количество при мелкой дисковой, наименьшее – при безотвальной обработке. Коэффициент педотрофности наиболее низкий при безотвальной обработке, наиболее высокий – при разноглубинной вспашке.

При дифференцированной и мелкой основной обработке почвы в севообороте себестоимость 1 т сухого вещества урожая ниже, а уровень рентабельности и коэффициент энергетической эффективности выше, чем на контроле. Наиболее низкая себестоимость 1 т сухого вещества, наиболее высокие показатели уровня рентабельности и коэффициента энергетической эффективности при основной обработке почвы в севообороте дисковой бороной.

Ключевые слова: ферменты, микроорганизмы, биологическая активность, почва, обработка, продуктивность.

Ecological state of modal black soil under different systems of mechanical treatment in organic farming

O. Panchenko, I. Prymak, I. Panchenko

The level of catalase under a differential and surface tillage in a crop rotation is correspondently 0.9-1.3 and 1.9-3.0 % lower. In case of a subsurface cultivator plowing it is 4.2-6.7 % higher than in the control. The level of urea enzyme under a differential and a surface disk tillage is 3.2-4.7 % and 6.0-7.4 % higher, respectively, and it is 3.2-3.4 % lower under subsurface cultivator plowing than in the control.

Protease activity in arable soil layer decreases with a reduction of mechanical cultivation intensity in a crop rotation. Under a surface disc tillage this index was 4.7-8.2 % lower than in the control.

Phosphatase activity was almost the same under a different depth beard and a differential soil tillage. A surface disc and beardless tillage exceeded the control by this index by 5.3-7.7 and 10.5-15.4 %, respectively. Dehydrogenase activity of arable soil layer was almost the same under a different depth beard and a beardless tillage. This index was 2.2-2.9 % higher than in the control under a differential tillage.

Polyphenol oxidase activity in a top soil in a crop rotation on the whole under a differential and a surface tillage was, respectively, 5.1-6.9 and 12.9-18.4 % higher than in the control. This index was almost at the same level under a subsurface cultivator and a beard tillage.

Protease activity in arable soil layer decreases with a reduction of mechanical cultivation intensity in a crop rotation.

A surface and a beardless tillage, as compared with plowing, stimulate the growth of microorganisms in the upper part (0-10 cm) of a top soil. The amount of microorganisms which utilize mineral forms of nitrogen (KAA) under a beardless and a surface disc tillage in a crop rotation increased, by 26 and 15 %, respectively, in comparison with a different depth plowing.

Extension of correlation of general number of microorganisms using mineral forms of nitrogen to the amount of microorganisms assimilating the nitrogen of organic compounds (KAA : MPA) under the second and the third variants of tillage, compared with the control, proves the displacement of organic substance transformation processes towards increased humus decomposition.

There were correspondently 11-14 and 7-9 % more of actinomyces in a top soil under a beardless and a surface tillage than under a different depth plowing.

A general amount of bacteria on the peptone and glucose agar with soil decoction (PGAP) is the highest under a surface disc tillage and the lowest under a beardless tillage. The value of a quantity of a pedotrophic coefficient (PGAP: MPA) that characterizes the degree of assimilation of soil organic substance by a bacterial flora is the lowest under a beardless tillage and the highest under a plowing.

Grain productivity in every hectare of a tilled area of a crop rotation didn't differ significantly under a plowing, a differential tillage and a disking and made correspondently 3.39; 3.37 and 3.44 t/ha. The replacement of a plough for a subsurface cultivator caused decrease in this index by 0.38 t/ha or 11.2 %.

The following weight of dry matter in the main products and by-products is received under a plowing, a beardless tillage, a differential loosening and a disking in a crop rotation, correspondingly: 6.93; 6.17; 6.89 and 7.07 t/ha.

Key words: enzymes, microorganisms, bioactivity, soil, tillage, productivity.

Надійшла 13.04.2017 р.