

## РОЗДІЛ 2 ЗЕМЛЕРОБСТВО

УДК 631.461.51.021.582(477.41)

### АКТИВНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ Й УДОБРЕННЯ КУЛЬТУР СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ЗЕРНОПРОСАПНОЇ СІВОЗМІНИ

*І. Примак, д. с.-г. н., О. Панченко, к. с.-г. н., І. Панченко, магістр  
Білоцерківський національний аграрний університет*

**Постановка проблеми.** Біологічними каталізаторами перетворень рослинних і тваринних решток є ґрунтові ферменти. Ферментативна активність ґрунту, як вказують В. Купревич, Т. Щербакова, є найбільш суттєвим показником його біологічної активності [1]. З огляду на те, що джерелом ферментів у ґрунті є сукупність всіх його живих організмів, то загалом активність ферментів відтворює інтенсивність і спрямованість біохімічних процесів у ґрунті і може бути індикатором стану його біоти [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Ґрунтові ферменти, на відміну від ферментів, що входять до складу живих організмів, є найбільш стабільною скла-довою біологічної активності ґрунту, оскільки після відмирання живих організмів вони можуть адсорбуватися ґрунтовими частинками і впродовж тривалого часу зберігати свою активність. Джерелом ферментів у ґрунті також є рослинні рештки [3; 4]. Завдяки низці гідролітичних ферментів відбувається мінералізація складних органічних сполук ґрунту. Активність деяких із них характеризує напругу процесів гідролізу білків, вуглеводів, фосфорорганічних сполук та інших продуктів розкладу органічних решток.

Дуже поширеним ферментом у складі рослин, тварин і мікроорганізмів є інвертаза, яка впливає на глікозильні сполуки, здійснюючи гідроліз сахарози, рафінози, генціанози і стахіози, каталізує фруктотрансферазні реакції [2].

Залежність активності інвертази від вмісту органічної речовини у ґрунті В. Купревич і Т. Щербакова пояснюють постійною присутністю ферменту у відмерлих рослинних рештках [1].

Активність каталази та інвертази дає змогу охарактеризувати інтенсивність двох процесів: дихання ґрунту і перетворення в ньому сполук вуглецю. Бурхливий розвиток мікробіологічних і ферментативних процесів у ґрунті може призвести до дуже швидкої мінералізації органічної речовини й особливо гумусу, а отже, до непродуктивних втрат азоту та інших поживних речовин [5].

**Постановка завдання.** Нашим завданням було підібрати такі агротехнічні умови вирощування, за яких мінералізаційний процес відбувається достатньо енергійно для вивільнення необхідної кількості елементів живлення із запасів

грунту за оптимальної витрати органічної речовини і продуктивності сівозміни на рівні 70–80 ц сухої речовини на гектар.

*Методика досліджень.* Дослідження проводили впродовж 2004–2014 рр. у стаціонарному польовому досліді на дослідному полі Білоцерківського НАУ. Ґрунт – чорнозем типовий глибокий малогумусний, легкосуглинковий. Повторність досліді – триразова, площа облікової ділянки – 112 м<sup>2</sup>.

У сівозміні досліджували чотири варіанти основного обробітку (табл. 1) і чотири системи удобрення. Рівні щорічного внесення добрив на 1 га сівозмінної площі становили: нульовий рівень – без добрив; перший – 4 т ґною + N<sub>26</sub>P<sub>44</sub>K<sub>44</sub>; другий – 8 т ґною + N<sub>58</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>; третій – 12 т ґною + N<sub>83</sub>P<sub>116</sub>K<sub>116</sub>.

З органічних добрив вносили напівперепрілий ґній великої рогатої худоби на соломяній підстилці, з мінеральних – аміачну селітру, простий гранульований суперфосфат і калійну сіль.

Таблиця 1

Схема обробітку ґрунту під культури сівозміни

№ поля	Культура сівозміни	Варіант обробітку ґрунту			
		1 (тривалий полицевий, контроль)	2 (безполицевий, плоско-різний)	3 (диференційований)	4 (тривалий мілкий)
Глибина, см, і знаряддя 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.

Оранку на глибину 16–18, 20–22 і 25–27 см здійснювали плугом ПЛІН-3-35, мілкий обробіток на 10–12 см – важкою дисковою бороною БДВ-3,0, плоскорізний (безполицевий) обробіток – плоскорізом КПП-250. Ферментативну активність ґрунту визначали за загальноприйнятими методиками [3–5].

**Виклад основного матеріалу.** Встановлено, що інвертазна активність досить мінлива і залежить від способу й глибини механічного обробітку ґрунту та удобрення. За мілкого, особливо тривалого, 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. Загалом у сівозміні активність інвертази орного шару ґрунту за диференційованого і тривалого мілкого обробітків відповідно на 1,3–1,5 і 3,1–7,3 % вища, ніж за

тривалого полицевого обробітку. За постійного безполицевого обробітку цей показник виявився на 1,3–1,5 % нижчим, ніж на контролі (табл. 2).

Таблиця 2

Зміна активності ґрунтових ферментів орного шару залежно від систем механічного обробітку в сівозміні

Варіант обробітку ґрунту (фактор А)	Рівень удобрення (фактор В)	Інвертаза, мг глюкози на 1г ґрунту за 24 год.	Уреаза, Мг N-NO <sub>3</sub> на 100 г ґрунту за 3 год.	Протаза, мг амінного азоту на 100 г ґрунту за 20 год.	Фосфатаза, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> на 100 г ґрунту за 48 год.	Дегідрогеназа, одиниць оптичної щільності за Ленардом	Каталаза, мл O <sub>2</sub> сухого ґрунту за 1 хв.	Поліфенолоксидаза		Коефіцієнт і нагромадження гумусу
								Пероксидаза	мг пурпургаліну на 100 г ґрунту за 30 хв.	
1 Тривалий полицевий (контроль)	0	9,12	2,48	107	0,7	0,137	2,12	49	102	48
	1	10,34	3,48	134	1,3	0,195	2,33	78	122	64
	2	11,15	3,97	143	1,9	0,282	2,48	101	131	77
	3	11,94	4,44	159	2,6	0,344	2,67	122	147	83
2 Систематичний безполицевий (поскорзний)	0	9,00	2,40	102	0,8	0,136	2,21	50	111	45
	1	10,18	3,37	125	1,5	0,197	2,45	80	133	60
	2	10,98	3,84	133	2,1	0,280	2,64	99	138	72
	3	11,78	4,29	146	2,9	0,345	2,85	124	155	80
3 Диференційований	0	9,24	2,56	105	0,7	0,140	2,10	52	104	50
	1	10,49	3,60	131	1,4	0,200	2,30	82	123	67
	2	11,31	4,14	140	1,9	0,290	2,45	108	135	80
	3	12,11	4,65	156	2,5	0,354	2,64	129	152	85
4 Тривалий мілкий	0	9,40	2,63	104	0,7	0,143	2,08	58	107	54
	1	10,89	3,72	130	1,4	0,210	2,27	90	127	71
	2	11,85	4,28	139	2,0	0,360	2,41	114	137	83
	3	12,81	4,77	154	2,8	0,376	2,59	138	153	90
НІР <sub>0,05</sub>	А	0,37	0,11	3,2	0,1	0,021	0,03	5	3	2
	В	0,52	0,13	3,7	0,1	0,030	0,05	7	4	3
	АВ	0,60	0,19	4,0	0,2	0,39	0,06	8	5	5

Помічено сезонний характер активності інвертази, яка зростає з травня до липня, що пов'язано з відповідним приростом корневих систем, підвищенням температури ґрунту і зростанням кількості мікроорганізмів.

Активність каталази за диференційованого і тривалого мілкого обробітку відповідно на 0,9–1,3 і 1,9–3,0 % нижча, а за постійного плоскорізного розпушення – на 4,2–6,7 % вища, ніж на контролі, що призвело до відповідних змін вмісту гумусу в ґрунті. Так, на неудобренних варіантах і за внесення на 1 га ріллі сівозміни 4 т гною + N<sub>26</sub>P<sub>44</sub>K<sub>44</sub> щорічні втрати гумусу впродовж 2004–2014 рр. з орного шару ґрунту становили відповідно 0,67 і 0,21 т за тривалого полицевого обробітку, 0,82 і 0,35 т – за плоскорізного, 0,42 і 0,12 – за диференційованого, 0,38 і 0,08 т – за тривалого мілкого обробітку. Статистично достовірне зростання вмісту гумусу в орному шарі ґрунту за дві ротації сівозміни спостерігали лише за найвищого рівня внесення добрив і диференційованого й тривалого мілкого обробітку.

Фермент уреаза, що входить до групи амідаз, гідролізує лише сечовину. Остання надходить у ґрунт із рослинними рештками та органічними добривами або ж утворюється в самому ґрунті як проміжний продукт перетворення органічних сполук азоту. Активність уреази слід розглядати як суттєвий чинник азотистого обміну ґрунту.

Активність уреази верхньої (0–10 см) частини орного шару на 10–20 % вища за мілкого обробітку, ніж за оранки. Що ж стосується середньої (10–20 см) і особливо нижньої (20–30 см) частин орного шару, то тут спостерігали зворотну закономірність. Загалом у сівозміні активність уреази орного шару за диференційованого і тривалого мілкого обробітку відповідно на 3,2–4,7 % і 6,0–7,4 % вища, а за систематичного плоскорізного обробітку – на 3,2–3,4 % нижча, ніж на контролі.

Протеолітична активність ґрунту є показником швидкості гідролізу органічних сполук білкової природи. Вільні амінокислоти, що з'являються у ґрунті в результаті діяльності протеаз за розкладання білків, зазнають амоніфікування та нітрифікування й зумовлюють нагромадження у ґрунті рухомих форм азоту. Водночас певна частина амінокислот бере участь у процесах гумусоутворення, конденсуючись з окисненими формами низки ароматичних сполук ґрунту.

Мілкий обробіток, порівняно з оранкою, спричинює 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 на ділянках, оброблених плугом, ніж на ділянках, оброблених дисковою бороною.

Із зменшенням інтенсивності механічного обробітку протеазна активність орного шару знижується. За тривалого мілкого обробітку цей показник був на 4,7–8,2 % нижчим, ніж на контролі.

Серед гідролітичних ферментів, вплив яких пов'язаний з утворенням у ґрунті доступних форм елементів живлення для рослин, значна роль належить фосфатазам. Ґрунтові фосфатази беруть безпосередню участь у процесах розкладу органічних решток у ґрунті, що призводить до утворення фосфорорганічних сполук типу фосфорних ефірів вуглеводів, органічних кислот, ліпідів, фітину, специфічних

гумусових речовин. Ця група сполук утворює доступну для рослин ортофосфору кислоту.

Активність фосфатази була практично на одному рівні за тривалого полицевого і диференційованого обробітку ґрунту. Тривалий мілкий і систематичний безполицевий обробітки перевищували контроль за цим показником відповідно на 5,3–7,7 і 10,5–15,4 %, що можна пояснити локалізацією рослинних решток у верхньому шарі ґрунту, де активність фосфатази набагато вища.

Для з'ясування спрямованості процесів окиснення органічних решток у загальній схемі культурного ґрунтоутворення необхідно мати інформацію про активність окисно-відновних ферментів ґрунту.

Реакції відщеплення водню від органічних речовин ґрунту (дегідратація) каталізуються дегідрогеназами, які також виконують роль проміжного переносника водню. Субстратами дегідрування у ґрунті можуть бути різні вуглеводи, ароматичні кислоти, амінокислоти, спирти, гумінові кислоти тощо. У ґрунті досить активну дію проявляють дегідрогенази вуглеводів і органічних кислот, а відщеплений у процесі дегідрування водень може передаватися кисню повітря або органічним речовинам типу хенонів [3]. Процеси окиснення вказаних органічних сполук відбуваються як за мінералізації органічних решток, так і утворення специфічних гумусових речовин у ґрунті.

Активність дегідрогенази у ґрунті має пряму залежність від вмісту в ньому субстрату окиснення, що входить до складу рослинних решток. Тому активність дегідрогенази, на думку вчених, є добрим індикатором наявності органічних решток в тому чи іншому шарі ґрунту [6].

Отримані дані показують, що активність дегідрогенази в шарі ґрунту 0–10 см вища, а в шарі 20–30 см нижча на 15 % за плоскорізного обробітку, ніж на контролі. Загалом у сівозміні дегідрогеназна активність орного шару ґрунту була практично на одному й тому самому рівні за тривалого полицевого і систематичного безполицевого обробітків. За диференційованого обробітку цей показник був вищим на 2,2–2,9 %, ніж на контролі.

Із підвищенням рівня удобрення різниця в активності дегідрогенази орного шару між варіантами тривалого мілкого і полицевого обробітків зростає. Так, на неудобрених ділянках, а також із внесенням першого, другого і третього рівнів удобрення ця різниця становила відповідно 4,4; 7,7; 8,5 і 9,3 % на користь тривалого мілкого обробітку.

Диференціація орного шару за дегідрогеназною активністю ґрунту має стійкий характер за тривалого мілкого і систематичного безполицевого обробітків. Максимальну активність дегідрогенази спостерігали у червні, мінімальну – у квітні й жовтні.

Відомо, що процеси розкладання рослинних решток тісно пов'язані з процесами їх гуміфікації. У перетворенні органічних сполук ароматичного ряду на компоненти гумусових речовин беруть участь поліфеноксидази. Каталітичне окиснення ними фенолів до хінонів відбувається у присутності кисню повітря і тому активно проходить у верхній частині зораного шару ґрунту.

На думку багатьох учених, у верхній частині орного шару створюються аеробні умови, а в нижніх частинах – анаеробні [7]. Проте твердження про наявність аеробних і анаеробних умов у межах орного шару досліди не завжди підтверджують [8].

Хітони, що утворюються за конденсації з амінокислотами і пептидами, формують первинні молекули гумінової кислоти. Як правило, активність поліфенолоксидази визначають паралельно з активністю пероксидази, яка здійснює окиснення органічних речовин ґрунту (фенолів, амінів, деяких гетероциклічних сполук) за рахунок кисню пероксиду водню, органічних перекисів, що утворюються у ґрунті в результаті життєдіяльності мікроорганізмів і дії деяких оксидів [3]. Встановлено, що у процесі мінералізації гумусових речовин значна роль належить реакціям за участю пероксидази, тому темпи нагромадження гумусу у ґрунті можна визначити за співвідношенням активності поліфенолоксидази і пероксидази (коефіцієнт нагромадження гумусу).

Активність поліфенолоксидази орного шару ґрунту загалом у сівозміні за диференційованого і тривалого мілкого обробітків відповідно на 5,1–6,9 і 12,9–18,4 % вища, ніж на контролі. За систематичного безполицевого і тривалого полицевого обробітків цей показник був практично на одному рівні.

Із зменшенням інтенсивності механічного обробітку активність пероксидази орного шару загалом у сівозміні зростала. Так, за тривалого мілкого і систематичного безполицевого обробітку 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 систематичного безполицевого обробітку. У шарах ґрунту 10–20 і 20–30 см перевага була на боці тривалого мілкого 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 впливом 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 тривалого мілкого обробітку, порівняно зі систематичним безполицевим, підвищується не тільки активність поліфенолоксидази, а й протеаз, що постачають ґрунту частину продуктів, необхідних для гумусоутворення, то логічно очікувати інтенсифікацію гумусоутворення саме за третього і четвертого варіантів обробітку. Коефіцієнти нагромадження гумусу в цих варіантах у середньому становили відповідно 71 і 75 при 68 і 64 за тривалого полицевого і плоскорізного обробітку. Останній спричиняв зменшення цього показника, порівняно з контролем, на 5,5 %.

Помітне підвищення оптичної щільності децинормальної лужної витяжки на ділянках тривалого мілкого обробітку свідчить про підсилення новоутворення рухомих гумінових кислот. Основною причиною цього, на нашу думку, є оптимальне розміщення в частинах орного шару перемішаних із ґрунтом добрив і

рослинних решток, що забезпечує раціональнішу ферментативну діяльність мікроорганізмів, з якою найтісніше пов'язаний процес утворення гумусу.

Продуктивність сівозміни за диференційованого і тривалого мілкого обробітків була на рівні контролю, а за систематичного безполицевого – істотно нижчою. Збір сухої речовини на 5–7 ц/га нижчий за другого варіанта обробітку (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив основного обробітку на продуктивність сівозміни,  
(середнє за 2004–2014 рр.), ц/га

Варіант обробітку ґрунту	Рівень удобрення	Суша речовина	Кормові одиниці	Перетравний протеїн
Тривалий полицевий (контроль)	0	33,0	28,7	2,52
	1	50,1	45,2	3,51
	2	65,0	57,1	4,86
	3	78,2	68,2	5,78
Систематичний безполицевий (плоскорізний)	0	27,5	24,2	2,06
	1	43,8	38,6	3,24
	2	57,7	50,4	4,31
	3	70,8	60,5	5,30
Диференційований	0	32,6	28,4	2,45
	1	48,8	42,5	3,60
	2	64,8	56,7	4,85
	3	77,9	67,9	5,76
Тривалий мілкий	0	34,2	28,2	2,54
	1	51,7	45,5	3,76
	2	66,4	58,1	4,92
	3	79,0	68,8	5,86
НІР <sub>0,05</sub>		3,2	2,3	

Так, на недобраних ділянках і удобраних нормою 12 т гною +N<sub>83</sub>P<sub>116</sub>K<sub>116</sub> продуктивність 1 га ріллі сівозміни становила відповідно: за довготривалої оранки – 33,0 і 78,2 ц/га сухої речовини, диференційованого обробітку – 32,6 і 77,9, тривалого мілкого – 34,2 і 79,0 ц/га. Систематичний безполицевий обробіток призводив до зниження цих показників відповідно на 5,5 і 7,4 ц/га порівняно з контролем.

#### Висновки

1. Найвища активність інвертази, уреази, дегідрогенази і поліфенолоксидази орного шару чорнозему типового була за тривалого мілкого обробітку. Найвищу активність фосфатази, пероксидази і каталази спостерігали за систематичного плоскорізного обробітку.

2. Із зменшенням інтенсивності обробітку протеазна активність орного шару ґрунту знижується. За мілкою обробітку локалізація рослинних решток у верхній (0–10 см) частині орного шару спричинює підвищення ферментативної активності чорнозему. Найнижчі показники інвертазної, уреазної і протеазної активності орного шару ґрунту спостерігали за систематичного безполицевого обробітку.

3. Найвищий коефіцієнт нагромадження гумусу за тривалого мілкою, найнижчий – за плоскорізного обробітку.

4. У спеціалізованій польовій п'ятипільній зернопросапній сівозміні рекомендується глибока (на 25–27 см) культурна оранка в одному полі, а на решті полів – мілкий обробіток на 10–12 см.

#### **Бібліографічний список**

1. Купревич В. Ф. Почвенная энзимология / В. Ф. Купревич, Т. Д. Щербакова. – Минск : Наука и техника, 1966. – 276 с.
2. Галстян А. Ш. Ферментативная активность почв Армении / А. Ш. Галстян. – Ереван : Атастан, 1974. – 174 с.
3. Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв / Ф. Х. Хазиев. – М. : Наука, 1976. – 179 с.
4. Агрохімічний аналіз : підручник / [М. М. Городній, А. П. Лісовал, А. В. Бикін та ін.] ; за ред. М. М. Городнього. – К. : Арістей, 2005. – С. 262–272.
5. Грицаєнко З. М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. ; за ред. З. М. Грицаєнко. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2003. – 316 с.
6. Петренко Л. Р. Зміна біологічних властивостей ґрунтів під впливом обробітку ґрунту без обертання скиби / Л. Р. Петренко, В. А. Андрієнко, Н. М. Рідей // Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві. – К. : Оранта, 1998. – С. 122–144.
7. Вільямс В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения / В. Р. Вільямс. – М. : Сельхозгиз, 1946. – 456 с.
8. Гречин И. П. Некоторые итоги и дальнейшие задачи изучения кислородного режима почв / И. П. Гречин // Изв. ТСХА. – 1970. – Вып. 1. – С. 103–110.

#### **Примак І., Панченко О., Панченко І. Активність ферментів чорнозему типового за різних систем обробітку ґрунту й удобрення культур спеціалізованої зернопросапної сівозміні**

Встановлено, що активність інвертази, уреаз, дегідрогенази і поліфенолоксидази орного шару ґрунту найвища за тривалого мілкою, а фосфатази, пероксидази і каталази – за систематичного безполицевого обробітку. Локалізація рослинних решток у верхній (0–10 см) частині орного шару за мілкою обробітку зумовлює підвищення ферментативної активності чорнозему. У п'ятипільній сівозміні рекомендовано глибоку культурну оранку (на 25–27 см) проводити в одному полі (де вноситься гній), а на решті полів – мілкий обробіток на 10–12 см.

**Ключові слова:** ферментативна активність, ґрунт, обробіток, добрива, гумус, продуктивність, сівозміна.



**Primak I., Panchenko O., Panchenko I. The enzyme activity of typical chernozem in different systems of soil cultivation and fertilizing for specialized crop rotation**

It was established that the activity of invertase, urease, dehydrogenase and polifenoloksydazy topsoil for the highest long shallow, and phosphatase, peroxidase and catalase is boardless for permanent cultivation. Localization of plant remains at the top (0–10 cm) of topsoil by shallow cultivation leads to increase enzyme activity of chernozem. In 5 fields rotation we recommended deep plowing (in 25–27 sm) to one field (where manure is introduced), and the other fields – on shallow cultivation 10–12 sm.

**Key words:** enzymatic activity, soil, cultivation, fertilizers, humus, productivity, crop rotation.

**Примак И., Панченко А., Панченко И. Активность ферментов чернозема типичного при различных системах обработки почвы и удобрения культур специализированного зернопропашного севооборота**

Установлено, что активность инвертазы, уреазы, дегидрогеназы и полифенолоксидазы пахотного слоя почвы наивысшая по длительной мелкой, а фосфатазы и каталазы – по постоянной безотвальной обработке. Локализация растительных остатков у верхней (0–10 см) части пахотного слоя по мелкой обработке обуславливает повышение ферментативной активности чернозема. В пятипольном севообороте мы рекомендовали глубокую культурную вспашку (на 25–27 см) проводить в одном поле (где вносится навоз), а на остальных полях – мелкую обработку на 10–12 см.

**Ключевые слова:** ферментативная активность, почва, обработка, удобрения, гумус, продуктивность, севооборот.

*Стаття надійшла 29.03.2017.*