

УДК: 631.461/.51.021/.582(477.41)

ПРИМАК І.Д., д-р с.-г. наук  
КУПЧИК В.І., канд. с.-г. наук  
КОЛЕСНИК Т.В., здобувачка

Білоцерківський національний аграрний університет

## ВПЛИВ СИСТЕМ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ І УДОБРЕННЯ НА ФЕРМЕНТАТИВНУ АКТИВНІСТЬ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО

Трирічними (2009-2011рр.) дослідженнями встановлено, що у п'ятипільній зернопросапній сівозміні центрального Лісостепу України найбільш сприятливу ферментативну активність орного шару ґрунту забезпечує тривале лушення, за якого глибока (на 28-30 см) культурна оранка проводиться в одному полі (під повторний посів кукурудзи), а на решті полів – мілкий обробіток на 10-12 см важкими дисковими боронами.

**Ключові слова:** обробіток, добрива, ґрунт, ферменти, рослинні рештки, гумус, сівозміна, продуктивність.

**Постановка проблеми.** Ферменти – біологічні каталізатори білкової природи, які відіграють важливу роль в обміні речовин, регулюючи біологічні процеси. Вони синтезуються мікрофлорою, вищими рослинами й надходять у ґрунт з їх виділеннями, після відмирання і лізису мікробних клітин та рослинних решток. Ферменти, які виділяються у ґрунт, значний час зберігають активність завдяки фіксації (імобілізації) органічною речовиною мулуватої та пилуватої фракції ґрунту.

Ґрунтові ферменти є біологічними каталізаторами перетворень рослинних і тваринних решток. Ферментативна активність, як вказують В.Ф. Купревич, Т.О. Щербакова є “найбільш суттєвим показником біологічної активності ґрунту” [1]. В зв'язку з тим, що джерелом ферментів в ґрунті є сукупність всіх його живих організмів, то загалом активність ферментів відтворює інтенсивність і спрямованість біохімічних процесів в ґрунті і може бути індикатором стану його біоти [2].

Ґрунтові ферменти, на відміну від ферментів, що входять до складу живих організмів, є найбільш стабільною складовою частиною біологічної активності ґрунту, оскільки після відмирання живих організмів вони можуть адсорбуватися ґрунтовими частинками і протягом тривалого періоду зберігати свою активність. Джерелом ферментів у ґрунті також є рослинні рештки [3, 4].

Активність катализи та інвертази дозволяє 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 і особливо гумусу, а отже, до непродуктивних втрат азоту та інших поживних речовин [5].

**Мета досліджень** – встановити оптимальні системи основного обробітку і удобрення, за яких мінералізаційний процес відбувається достатньо енергійно для вивільнення необхідної кількості елементів живлення із запасів ґрунту за раціональної витрати органічної речовини.

**Методика досліджень.** Дослідження проводили протягом 2009-2011рр. 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 1га сівозмінної площі становили: нульовий рівень – без добрив, перший – 4т гною + N<sub>29</sub>P<sub>38</sub>K<sub>38</sub>, другий – 8т гною + N<sub>58</sub>P<sub>76</sub>K<sub>76</sub>, третій – 12т гною + N<sub>87</sub>P<sub>114</sub>K<sub>114</sub>.

Таблиця 1 – Схема обробітку ґрунту під культури сівозміни

№ поля	Культура сівозміни	Варіанти обробітку ґрунту			
		I – постійна оранка (контроль)	II – безполицевий (плоскорізний)	III – тривале лемішне лушення	IV – тривале дискове лушення
1	Однорічні трави	20(о.)	20(п.)	10(п.л.)	10(д.б.)
2	Пшениця озима	15(о.)	15(п.)	10(п.л.)	10(д.б.)
3	Кукурудза на зерно	25(о.)	25(п.)	10(п.л.)	10(д.б.)
4	Кукурудза на зерно	28(о.)	28(п.)	28(о.)	28(о.)
5	Ячмінь	15(о.)	15(п.)	10(п.л.)	10(д.б.)

**Примітка:** о. – оранка; п. – обробіток плоскорізом; п.л. – обробіток полицевим лушильником; д.б. – обробіток дисковою бороною

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

Оранку на глибину 15-17, 20-22, 25-27 і 28-30 см здійснювали плугом ПН-4-35, мілкий обробіток на 10-12 см – луцильником ПЛ-5-25 і важкою бороною БДВ-3,0, плоскорізний (безполицевий) обробіток – плоскорізом КПП-2-150.

Визначення ферментативної активності ґрунту проводили за загальноприйнятими методиками [3, 4, 5].

**Результати досліджень та їх обговорення.** Встановлено, що величина інвертазної активності досить мінлива і залежить від способу і глибини обробітку ґрунту та удобрення. За мілкого, особливо тривалого, обробітку дисковою бороною локалізація рослинних решток у верхній (0-10 см) частині орного шару забезпечує підвищення активності інвертази на 8-18 %, порівняно з оранкою на 20-22, 25-27 і 28-30 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 луцильником чи бороною. В цілому ж по сівозміні активність інвертази орного шару за тривалого мілкого обробітку луцильником і бороною відповідно на 1,3-1,5 і 3,1-7,3 % вища, ніж за оранки. За безполицевого обробітку цей показник виявився на 1,3-1,5 % нижчим, ніж на контролі (табл. 2).

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

Активність каталази за тривалого мілкого обробітку луцильником і бороною відповідно на 0,9-1,3 і 1,9-3,0 % нижча, а за постійного плоскорізного обробітку – на 4,2-6,7 % вища, ніж на контролі, що привело до відповідних змін вмісту гумусу в ґрунті. Так, на неудобрених варіантах і за внесення на 1 га ріллі сівозміни 4 т гною + N<sub>29</sub>P<sub>38</sub>K<sub>38</sub> щорічні втрати гумусу протягом 2002-2011 рр. з орного шару становили відповідно 0,67 і 0,21 т за систематичної оранки, 0,82 і 0,35 – плоскорізного обробітку, 0,42 і 0,12 – тривалого лемішного луцлення, 0,38 і 0,08 т – за тривалого обробітку важкою дисковою бороною. Статистично достовірне зростання вмісту гумусу в орному шарі за дві ротації сівозміни відмічене лише за найвищого рівня внесення добрив і тривалого мілкого обробітку.

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

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

Мілкий обробіток, порівняно з оранкою, спричиняє помітне підвищення протеолітичної активності верхньої частини (0-10 см) орного шару. Відмічено значно вище значення цього показника в нижній частині (20-30 см) орного шару на ділянках, оброблених плугом, ніж луцильником чи бороною.

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

Серед гідролітичних ферментів, діяльність яких пов'язана 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 приводить до утворення фосфорорганічних сполук типу фосфорних ефірів вуглеводів, органічних кислот, ліпідів, фітину, специфічних гумусових речовин. Названа група сполук утворює доступну для рослин ортофосфору кислоту.

Активність фосфатази була практично на одному рівні за постійної оранки і тривалого обробітку ґрунту лемішним луцильником. Тривале дискове луцлення і безполицевий обробіток 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.

Ферментативна активність ґрунтів визначається інтенсивністю і направленістю біохімічних процесів, від яких залежить його родючість.

Таблиця 2 – Зміна активності ґрунтових ферментів орного шару залежно від систем механічного обробітку чорнозему

Варіанти обробітку ґрунту	Рівні удобрення	Інвертаза, мг глюкози на 1г ґрунту за 24 год	Уреаза, мг N-NO <sub>3</sub> на 100 г ґрунту за 3 год	Протеаза, 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	Поліфенол-оксидаза	Пероксидаза	Коефіцієнт нагромадження гумусу
								мг пурпургаліліна на 100 г ґрунту за 30 хв		
1 - постійна оранка (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 - безполіцейвий (плоскорізний)	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 - тривале лемішне лушення	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 - тривале дискове лушення	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

На активність ферментів у ґрунті впливають різні фактори, що інгібують або активізують їх дію. Активність ферментів у ґрунті залежить від його фізико-хімічних властивостей, засоленості, карбонатності, окультуреності, внесення добрив тощо.

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

Встановлено, що активність дегідрогенази в шарі ґрунту 0-10 см вища, а в шарі 20-30 см нижча на 15-20 % за безполицевого обробітку, ніж на контролі. В цілому по сівозміні дегідрогеназна активність орного шару була практично на одному й тому ж рівні за постійного обробітку плугом і плоскорізом. За тривалого обробітку луцильником цей показник був вищим на 2,2-2,9 %, ніж на контролі.

З підвищенням рівня удобрення різниця в активності дегідрогенази орного шару між варіантами тривалого дискового луцнення і систематичного обробітку плугом зростає. Так, на неудобрених ділянках, а також з 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 важкою дисковою бороною.

Диференціація орного шару за дегідрогеназною активністю носить стійкий характер за тривалого дискового луцнення і безполицевого обробітку. Максимальна активність дегідрогенази відмічена у червні, мінімальна – у квітні і жовтні.

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 до пероксидази (коефіцієнт нагромадження гумусу).

Активність поліфенолоксидази орного шару ґрунту в цілому по сівозміні за тривалого мілкого обробітку луцильником і бороною відповідно на 5,1-6,9 і 12,9-18,4 % вища, ніж на контролі. За постійної оранки і безполицевого обробітку цей показник був практично на одному рівні.

Із зменшенням інтенсивності обробітку активність пероксидази орного шару в цілому по сівозміні зростала. Так, за тривалого мілкого луцнення дисковою бороною і обробітку плоскорізом 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 на боці тривалого мілкого обробітку дисковою бороною, 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 супроводжується уповільненим окисленням 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 тривалого мілкого обробітку дисковою бороною, 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 систематичної оранки 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 дисковою бороною свідчить про підсилення новоутворення рухомих гумінових кислот. Головною причиною цього, на нашу думку, є оптимальне розміщення по частинах орного шару перемішаних з ґрунтом добрив і рослинних решток, що забезпечує більш раціональну ферментативну діяльність мікроорганізмів, з якою найтісніше пов'язаний процес утворення гумусу [7].

Продуктивність сівозміни за тривалого мілкого обробітку луцильником і бороною була на рівні контролю, а за систематичного безполицевого – істотно нижчою. Збір сухої речовини на 5-7 ц/га нижчий за другого, ніж контрольного варіанта обробітку.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** 1. Найвища активність інвертази, уреаз, дегідрогенази і поліфенолоксидази орного шару за тривалого мілкого обробітку важкою

дисковою бороною. Більш висока активність фосфатази, пероксидази і каталази спостерігалася за систематичного плоскорізного обробітку.

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

3. Найвищий коефіцієнт нагромадження гумусу спостерігається за тривалого дискового лушення, найнижчий – плоскорізного обробітку.

В п'ятипольній зернопросапній сівозміні рекомендується глибока (на 28-30 см) культурна оранка в одному полі, а на решті полів – мілкий обробіток на 10-12 см.

Дослідження з цієї проблеми необхідно продовжити з метою встановлення взаємозв'язку показників ферментативної активності ґрунту з структурою мікробного ценозу чорнозему типового за різних систем основного обробітку і удобрення.

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Купревич В.Ф. Почвенная энзимология / В.Ф. Купревич, Т.А. 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 / З.М. Грицаєнко, А.О. Грицаєнко, В.П. Карпенко; За ред. З.М. Грицаєнко. – К.: ЗАТ “Нічлава”, 2003. – С. 219-230.
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. Примак І.Д. Мікробіологічна активність чорнозему типового і продуктивність плодозмінної сівозміни за різних систем механічного обробітку ґрунту в центральному Лісостепу України / І.Д. Примак, А.П. Боканча // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: Біологія. – 2009. – Вип. 26. – С. 220-224.

#### **Влияние систем основной обработки и удобрения на ферментативную активность чернозема типичного** **И.Д. Примак, В.И. Купчик, Т.В. Колесник**

Трехлетними (2009-2011гг.) исследованиями установлено, что в пятипольном зернопросапном севообороте центральной Лесостепи Украины наиболее благоприятную ферментативную активность пахотного слоя почвы обеспечивает длительное лушение, при котором глубокая (на 28-30 см) культурная вспашка проводится в одном поле (под повторный посев кукурузы), а на остальных полях – мелкая обработка на 10-12 см тяжелыми дисковыми боролами.

**Ключевые слова:** обработка, удобрения, почва, ферменты, растительные остатки, гумус, севооборот, продуктивность.

#### **Effect of basic systems and fertilizer treatment on the enzymatic activity of typical chernozem** **I. Primak, V. Kupchuk, T. Kolesnik**

Triennial (2009-2011yr.) Research found that in p'yatypilnyy zernoprosapniy rotation of the central forest-steppe Ukraine most favorable enzymatic activity of arable soil layer provides long shelling, in which deep (at 28-30 cm) cultural plowing done in one field (under re-corn), and the rest of the fields - shallow cultivation to 10-12 cm heavy disc harrows.

**Key words:** cultivation, fertilizers, soil, enzymes, plant remains, humus, crop rotation, performance.