

ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕРОБСТВА

*С. П. Танчик, доктор сільськогосподарських наук, професор
О. С. Павлов, аспірант**

Дослідженнями в стаціонарному польовому досліді встановлена перевага екологічної системи землеробства в стабілізації вмісту гумусу в ґрунті, підвищення його мікробіологічної активності й отримання урожайності сільськогосподарських культур на рівні або істотно вище контролю.

Система землеробства, родючість, мікробіологічна активність, пшениця, кукурудза, урожайність.

Найбільш суттєві екологічні наслідки агропромислового виробництва пов'язані з деградацією й виснаженням земельних ресурсів, вирубуванням лісів, зменшенням генетичної різноманітності, забрудненням ландшафтів, погіршенням фітосанітарної ситуації, якості води й повітря, скороченням невідновлюваних джерел енергії, зміною клімату [3].

Глобальна промислова система землеробства надає велику кількість недорогої їжі разом зі значними екологічними й соціальними наслідками. Конкуруючі альтернативні (біологічні) системи забезпечують більш високу якість, безпеку й дорожчі продукти, прагнучи звести до мінімуму екологічні й соціальні наслідки, але функціонування останніх обмежене реальними ресурсами органічних добрив і біологічних засобів захисту рослин від шкідливих організмів [5,6].

Реальним сучасним рішенням вище наведених проблем у найближчому майбутньому стане модель з пріоритетним використанням органічних ресурсів і компенсацією їх дефіциту промисловими засобами для забезпечення біокліматичної й економічно обґрунтованої урожайності сільськогосподарських культур [1,3].

Мета дослідження – дослідити закономірності впливу систем землеробства на стан запасів гумусу в чорноземі типовому й структуру його мікробного ценозу.

Матеріали і методи дослідження. Досліди проводилися в багаторічному стаціонарному двофакторному досліді ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (с. Пшеничне Васильківського р-ну Київської області) впродовж 2010–2012 рр.

Схема чергування культур у польовій зерно-просапній сівозміні відповідає зональним умовам Лісостепу: люцерна – пшениця озима (сидеральна гірчиця біла) – буряки цукрові – кукурудза на силос – пшениця

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор С. П. Танчик.

озима (сидеральна гірчиця біла) – кукурудза на зерно – горох – пшениця озима (сидеральна гірчиця біла) – буряки цукрові – ячмінь з підсівом люцерни. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий середньо-суглинковий. Дослідження проводились в ланці сівозміни: кукурудза на силос – пшениця озима – кукурудза на зерно.

Градаціями першого фактора (А) були системи землеробства, що відрізнялися ресурсним наповненням для відтворення родючості ґрунту:

1) промислова (контроль) – внесення на гектар сівозмінної площі 12 т органічних і 300 кг д. р. мінеральних добрив ($N_{92}P_{100}K_{108}$). Ці норми добрив на чорноземі типовому середньо-суглинковому обґрунтовані гектарним винесенням прогнаним урожаєм культур сівозміни 408 кг/га ($N_{181}P_{59}K_{168}$) елементів мінерального живлення й відтворенням стабільного позитивного балансу гумусу. Індекс екологізації цієї системи землеробства дорівнює 25 (300/12), що свідчить про промисловий її характер;

2) екологічна – пріоритетне використання органічних добрив для відтворення родючості ґрунту з внесенням на гектар площі сівозміни 24 т органіки (12 т гною, 6 т нетоварної частини урожаю, 6 т маси пожнивних сидератів) і 150 кг/га ($N_{47}P_{78}K_{25}$) мінеральних добрив, використання хімічних засобів захисту за критерієм еколого-економічного порогу присутності шкідливих організмів. Індекс екологізації складає 6,2;

3) біологічна – відрізняється повним виключенням мінеральних добрив і пестицидів з її ресурсного забезпечення. Ресурс доступних поживних речовин в цьому варіанті, включаючи 24 т/га органіки, складає 355 кг/га NPK, тобто 0,87 (355/408) від потреб, забезпечуючи продуктивність ріллі 7,8 т/га ($0,87 \cdot 9$ т/га), на 13 % менше біокліматичного потенціалу.

Градації другого фактора – системи основного обробітку ґрунту в сівозміні:

1) диференційований (контроль): проведення за ротацію сівозміни 6-разової різноглибинної оранки, 2-разового поверхневого обробітку під пшеницю озиму після гороху й кукурудзи на силос та 1-разового плоскорізного обробітку під ячмінь;

2) плоскорізний: різноглибинне розпушування ґрунту плоскорізом під усі культури сівозміни, крім поверхневого обробітку під пшеницю озиму в полях, наведених у контролі;

3) полицево-безполицевий: проведення за ротацію сівозміни 2-разової оранки під буряки цукрові, поверхневого обробітку під пшеницю озиму в полях, наведених у контролі, і плоскорізного розпушування під решту культур;

4) поверхневий: проведення обробітку дисковими знаряддями на глибину 8–10 см під усі культури сівозміни.

Результати дослідження та їх аналіз. Існує багато показників, що визначають здатність ґрунту забезпечувати рослини факторами життя й корелюють з урожайністю. Головними критеріями оцінки рівня продуктивності ґрунту є запаси гумусу в ньому. Це пояснюється тим, що органічна речовина

значно впливає на біологічні, хімічні й фізичні властивості ґрунтів, і в результаті є інтегральним показником їхньої родючості [1].

Встановлено, що навіть за повного забезпечення рослин мінеральним азотом, урожай сільськогосподарських культур на 40–50 % залежить від ґрунтового азоту, тому із-за неповернення в ґрунт органічної речовини, навіть під час інтенсивного внесення мінеральних добрив, баланс азоту й гумусу в ньому обов'язково буде негативним [3].

Вміст гумусу в ґрунті досить динамічний показник протягом року. Його сезонна динаміка в чорноземі типовому залежно від систем землеробства свідчить про те, що на початку вегетації культур спостерігається найвищий його вміст у ґрунті (табл. 1). Упродовж вегетації, у міру росту й розвитку культурних рослин, відбувалося поступове зниження вмісту гумусу. В осінній період, після збирання культур, за рахунок надходження органічних решток і добрив, вміст гумусу частково відновлювався й навесні наступного року досягав первинних значень в екологічній і біологічній системах землеробства. На контрольному варіанті показники не завжди відновлювалися до початкових значень. Таким чином, під час застосування високих доз мінеральних добрив, навіть на тлі внесення органіки, промислова система сприяє прискореній мінералізації гумусових речовин.

Система обробітку ґрунту не значно впливає на швидкість розкладання й втрати гумусу. Але на варіантах з оранкою проявилася тенденція до незначного зниження цього показника. Причину цього можна пояснити тим, що заорювання соломи й органічних добрив на глибину 16–20 см супроводжується не гуміфікацією, а бродінням з виділенням пропіонової, масляної й оцтової кислот. При цьому в промисловій системі спостерігалася ширша амплітуда коливань вмісту гумусу залежно від обробітку ґрунту. Таким чином, у промисловій системі землеробства різниця між поверхневими обробітками й оранкою складала в середньому 1–1,5 %, а в екологічній і біологічній системах – 0,1–0,7 %. На нашу думку, це зумовлюється більшим вмістом органіки в останніх, що дещо згладжує різницю між обробітками ґрунту в них.

1. Динаміка вмісту гумусу в шарі ґрунту 0–30 см ланки сівозміни залежно від систем землеробства, %

Система землеробства (А)	Система обробітку ґрунту (В)	Вміст гумусу, %					
		2010 р.		2011 р.		2012 р.	
		п. в.	к. в.	п. в.	к. в.	п. в.	к. в.
Промислова (к)	Диференційований (к)	4,16	4,07	4,15	4,11	4,14	4,05
	Плоскорізний	4,10	4,02	4,09	4,01	4,08	4,03
	Полицево-безполицевий	4,18	4,09	4,17	4,12	4,17	4,13
	Поверхневий	4,08	4,01	4,04	4,01	4,07	4,02
Екологічна	Диференційований (к)	4,18	4,09	4,16	4,14	4,22	4,08
	Плоскорізний	4,17	4,09	4,14	4,07	4,20	4,10
	Полицево-безполицевий	4,20	4,14	4,21	4,17	4,21	4,18
	Поверхневий	4,18	4,12	4,17	4,14	4,20	4,11
Біологічна	Диференційований (к)	4,16	4,07	4,16	4,10	4,18	4,06
	Плоскорізний	4,19	4,11	4,23	4,15	4,19	4,07
	Полицево-безполицевий	4,20	4,12	4,20	4,14	4,19	4,09
	Поверхневий	4,15	4,06	4,15	4,11	4,16	4,07
	НіР ₀₅ % (А)	0,04	0,05	0,03	0,03	0,05	0,06
	НіР ₀₅ % (В)	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,06

Примітка. п. в. – початок вегетації, к. в. – кінець вегетації

У цілому на ланці системи землеробства забезпечували позитивний баланс гумусу на рівні 0,29 т/га на контролі, 0,83 т/га за екологічної (+187 %) і 0,47 т/га (+61 %) за біологічної систем землеробства. Таким чином, досліджувані системи землеробства істотно переважали контроль за показниками накопичення гумусу в ґрунті.

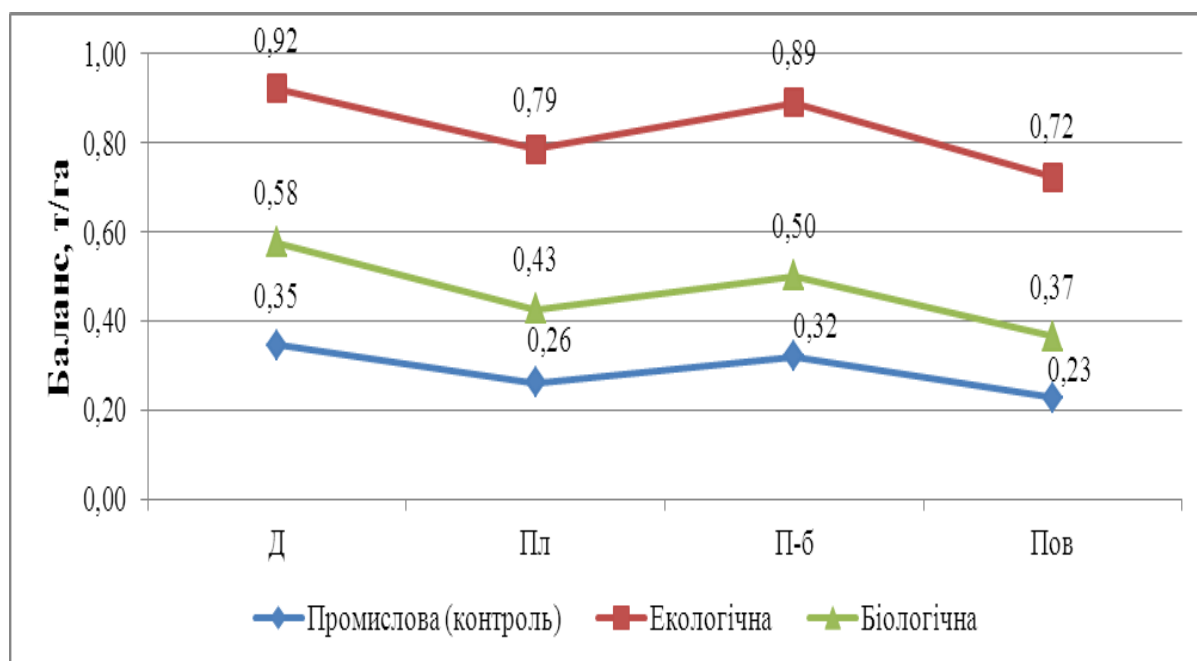


Рис. Вплив систем землеробства на баланс гумусу в ґрунті ланки польової сівозміни, середні значення за 2010–2012 роки.

Глибина й способи обробки ґрунту впливають на трансформацію органічної речовини, швидкість якої залежить від розміщення органічної маси в ґрунті. Системи основної обробки ґрунту істотно впливали на баланс гумусу. Плоскорізний і поверхневий обробітки поступалися контрольному варіанту за величиною балансу на 9 і 13 % відповідно. У той же час баланс гумусу за полицево-безполицевого обробітку знаходився на рівні контролю.

З наявністю органічної речовини тісно пов'язана діяльність ґрунтових мікроорганізмів. Кількісний і якісний склад ґрунтової мікробіоти адекватно відображає міру антропогенного навантаження, тому використовується як діагностичний показник під час оцінки екологічного стану ґрунту [2, 4, 7].

У середньому за вегетаційний період найбільша чисельність мікроорганізмів була виявлена в екологічній і біологічній системах землеробства (табл. 2). Екологічна система сприяла значному збільшенню параметрів мікробіологічної активності на 40, а біологічна – 27 % відносно контролю. Таким чином, внесення органіки на тлі помірного застосування мінеральних добрив за екологічної системи землеробства призводить до істотного зростання чисельності усіх таксономічних груп мікроорганізмів.

2. Вплив систем землеробства на чисельність основних еколого-трофічних та таксономічних груп мікроорганізмів ґрунту ланки польової сівозміни

Система землеробства (А)	Система обробітку ґрунту (В)	Чисельність мікроорганізмів, млн КУО/г ґрунту				
		Амоніфікатори на МПА	Амілолітичні на КАА	Педотрофи на ПА	Оліготрофи на ГА	ети на Чапека, тис. КУО/г
Промислова (к)	Диференційований (к)	8,1	21,1	8,4	9,7	44,2
	Плоскорізний	8,9	21,4	9,2	9,4	46,4
	Полицево-безполицевий	9,8	22,3	10,1	9,2	54,9
	Поверхневий	10,4	21,1	10,0	9,7	41,0
Екологічна	Диференційований (к)	9,8	22,3	12,1	4,9	81,7
	Плоскорізний	11,1	24,1	12,7	4,7	84,4
	Полицево-безполицевий	12,5	23,2	13,4	4,7	85,3
	Поверхневий	12,6	24,2	11,2	5,1	80,7
Біологічна	Диференційований (к)	8,9	16,3	10,4	5,6	79,4
	Плоскорізний	9,3	13,4	11,3	5	85,6
	Полицево-безполицевий	10,7	14,2	11,7	5,3	84,8
	Поверхневий	11,0	10,3	12,2	5,4	81,2
	НІР ₀₅ % А	5,2	6,1	4,9	5,5	6,9
НІР ₀₅ % В	7,4	8,3	6,8	7,2	10,1	

На тлі вищого внесення органіки в екологічній і біологічній системах відбувалося зростання чисельності відповідно на 23 і 7 % мікроорганізмів, які засвоюють органічний азот і зменшення в біологічній системі на 36 % тих, які засвоюють мінеральний азот. Екологічна – навпаки сприяла зростанню на 9 % мікроорганізмів, що утилізували мінеральний азот. Характерним для досліджуваних систем було значне зростання чисельності мікроміцетів (+77 % щодо контролю), що обумовлено вимогливістю цих видів мікроорганізмів до наявності в ґрунті органічних решток і значного рівня азотного й вуглецевого живлення. Мікроміцети були найбільш чисельною таксономічною групою мікроорганізмів у ґрунті за всіх систем землеробства.

На фоні екологічної й біологічної систем землеробства відбулося зменшення кількості оліготрофної мікрофлори, яка розвивається за рахунок мінімальної кількості органічної речовини й властива останнім стадіям її мінералізації. Зменшення коефіцієнта оліготрофності відображає зміни в структурі мікробного ценозу ґрунту за цих систем (табл. 3). Чисельність педотрофів, які утилізували водорозчинні фракції органічної речовини, зроста в екологічній і біологічній системах землеробства.

3. Показники біологічних процесів ґрунту за різних систем землеробства

Система землеробства (А)	Система обробітку ґрунту (В)	Коефіцієнти		
		мінералізація її	оліготрофності	трансформації органічної речовини
Промислова (к)	Диференційований (к)	2,61	0,33	11,21
	Плоскорізний	2,40	0,31	12,60
	Полицево-безполицевий Поверхневий	2,27	0,29	14,15
Екологічна	Диференційований (к)	2,03	0,31	15,48
	Плоскорізний	2,28	0,15	14,11
	Полицево-безполицевий	2,17	0,13	16,21
	Поверхневий	1,86	0,13	19,23
Біологічна	Диференційований (к)	1,92	0,14	19,16
	Плоскорізний	1,83	0,22	13,76
	Полицево-безполицевий	1,44	0,22	15,75
	Поверхневий	1,32	0,21	18,83
		0,94	0,25	22,59

Показник мінералізації, який вказує на інтенсивність мінералізаційних процесів і засвоєння азотних сполук в ґрунті, дещо відрізнявся від контролю на усіх удобрюваних варіантах, але максимальним був на варіанті промислової системи землеробства (табл. 3). Застосування знижених доз мінеральних

добрив і гербіцидів дещо стримує мобілізаційні процеси, про що свідчить зниження коефіцієнтів мінералізації й оліготрофності за екологічної системи землеробства. Використання сидератів та органічних добрив у досліджуваних системах позитивно вплинуло на показник трансформації органічної речовини, який був істотно вищий в екологічній системі (+ 29 %) та в біологічній (+ 32 %) від контролю.

Життєдіяльність мікрофлори безпосередньо залежить і від варіантів основного обробітку ґрунту (табл. 2). Значне зростання загальної кількості мікроорганізмів (+9 %) відбулося за полицево-безполицевого обробітку ґрунту. Вплив обробітку ґрунту був несуттєвим на зміну кількості амілолітиків та оліготрофів, проте спостерігалася тенденція до зростання кількості мікроміцетів на 9,6 % на полицево-безполицевому варіанті. Також він сприяв істотному, на 13,8 %, зростанню педотрофних мікроорганізмів та амоніфікаторів – на 23,3 %. Загалом контрольний варіант обробітку ґрунту сприяв зростанню тих мікроорганізмів, які мінералізують органічну речовину, про що свідчать розраховані коефіцієнти в таблиці 3.

У результаті проведеного аналізу встановлений тісний кореляційний зв'язок між вмістом гумусу в ґрунті й загальною кількістю мікроорганізмів у ньому ($r=0,7$).

4. Вплив систем землеробства на урожайність сільськогосподарських культур ланки польової сівозміни, середнє значення за 2010–2012 рр.

Система землеробства (А)	Система обробітку ґрунту (В)	Кукурудза на силос		Пшениця озима		Кукурудза на зерно	
		А	В	А	В	А	В
Промисло ва (к)	Диференційований (к)		61,1		4,1		7,2
	Плоскорізний		53,1		3,8		6,5
	Полицево-безполицевий	56,0	57,0	3,9	4,1	6,7	7,4
	Поверхневий		52,7		3,5		5,7
	Диференційований (к)		54,5		4,8		7,1
Екологічна	Плоскорізний		53,0		4,2		6,5
	Полицево-безполицевий	52,1	56,3	4,4	4,6	6,7	7,4
	Поверхневий		44,6		4,1		6,0
	Диференційований (к)		44,6		3,3		5,8
Біологічна	Плоскорізний		36,6		2,7		5,1
	Полицево-безполицевий	39,8	42,5	2,9	2,9	5,3	6,0
	Поверхневий		35,7		2,5		4,4
	НіР ₀₅	3,21	4,78	0,12	0,15	0,25	0,31

Урожайність сільськогосподарських культур – основний інтегральний показник, що характеризує рівень ефективної родючості ґрунту, який формується на базі систем землеробства. У наших дослідженнях за рівнем

урожайності в середньому за три роки досліджень екологічна система землеробства істотно перевершувала промислову за величиною урожаю пшениці озимої (+ 13,6 %) і була на рівні контролю за рівнем урожайності кукурудзи на зерно й силос (табл. 4.).

Система біологічного землеробства істотно поступалася контрольній за урожайністю усіх вирощуваних культур, що пов'язано з істотним погіршенням фітосанітарного стану посівів, оскільки тут ми обмежені внесенням засобів захисту культур від бур'янів, шкідників і хвороб. Серед систем основного обробітку істотно перевищувала контроль або знаходилася на рівні полицево-безполицева система.

Висновки. Таким чином, на чорноземах типових стабілізації ґрунтового гумусу й підвищення мікробіологічної активності ґрунту можна досягти впровадженням зональної моделі екологічної системи землеробства за участю системи полицево-безполицевого обробітку ґрунту в зерно-просапних сівозмінах. Реальність ресурсного забезпечення цієї моделі обґрунтована максимально можливою мобілізацією органічних добрив – гною, маси сидеральних поживних культур, поверхневих і корневих решток.

Список літератури

1. Шикула М. К. Відтворення родючості ґрунтів у ґрунтозахисному землеробстві / М. К. Шикула, С. С. Антоненко, В. О. Андрієнко; за ред. М. К. Шикули. – К. : Оранта, 1998. – 678 с.
2. Городецкая Е. Е. Изменение биологической активности и гумусного состояния чернозема типичного под влиянием минимализации обработки почвы / Е. Е. Городецкая, Л. Р. Петренко // Химизация и агроэкология: сб. науч. трудов УСХА. – К. : Изд-во УСХА, 1991. – С. 58–62.
3. Екологічні проблеми землеробства / [Примака І. Д., Манько Ю. П., Рідей Н. М. та ін.]; за ред. І. Д. Примака. – К. : Центр учбової літератури, 2010. – 456 с.
4. Звягинцев Д. Г. Динамика микробной численности, биомассы и продуктивность микробных сообществ в почвах / Д. Г. Звягинцев, В. Е. Голимбет // Успехи микробиологии. – М. : Наука, 1983. – С. 215–231.
5. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / [Шикула М. К., Манько Ю. П., Антоненко С. С. та ін.]. – К. : Оранта, 2000. – 389 с.
6. Brussaard L. Soil biodiversity for agricultural sustainability / L. Brussaard, P. C. De Ruiter, G. B. Brown // Agriculture, Ecosystems and Environment. – 2007. – P. 233–244.
7. Ros M. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments / M. Ros, M. T. Hernandez, C. Garcia // Soil-Biology and Biochemistry – 2003 – № 3. – P. 463–469.

Исследованиями в стационарном полевом опыте установлено преимущество экологической системы земледелия в стабилизации содержания гумуса в почве, повышения ее микробиологической активности и получения урожайности сельскохозяйственных культур на уровне или значительно выше контроля.

Система земледелия, плодородие, микробиологическая активность, пшеница, кукуруза, урожайность.

Researches in the stationary field experience are set advantage of the ecological system of agriculture in stabilizing of maintenance of humus in soil, increases of its microbiological activity and receipt of the productivity of agricultural cultures at level or considerably higher than control.

System of agriculture, fertility, microbiological activity, wheat, corn, productivity.