

УДК 631.582.5:631.8.11

М.М. Єрмолаєв, доктор сільськогосподарських наук

Д.В. Літвінов, Л.І. Шиліна,

кандидати сільськогосподарських наук

Т.М. Єрмолаєва

ННЦ «ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН»

ТРАНСФОРМАЦІЯ ГУМУСУ ПІД ВПЛИВОМ СІВОЗМІНИ І ДОБРИВ

Вирішення проблеми ефективного управління родючістю та продуктивністю ґрунтів за інтенсивного використання слід пов’язувати з передбаченням впливу на них сучасних систем землеробства для превентивного усунення причин і небажаних наслідків, які зумовлюють обмеження виробництва рослинницької продукції.

У зв’язку з цим вивчення балансу і кругообігу гумусу та поживних елементів у системі ґрунт-рослина має, у першу чергу, практичне значення, оскільки надає можливість встановити їх оптимальні науково обґрунтовані рівні повернення у ґрунт для відтворення родючості, розрахувати відповідні параметри систем удобрення культур, що вирощуються.

Матеріали і методи досліджень. У тривалому досліді на чорноземі типовому малогумусному неглибокому крупнопилувато-легкосуглинковому Лісостепу лівобережного на Панфільській ДС ННЦ «Інститут землеробства НААН» протягом 2001-2007 рр. вивчали ефективність плодозміни і систем удобрення у 4-пільних сівозмінах за різного насичення зерновими культурами: 1) 100% (у т. ч. 25% – горохом), 2) 75% – зерновими, 25% – багаторічними бобовими травами та 3) 75% – зерновими і 25% – буряками цукровими.

Для порівняння застосовано окремо органічну і мінеральну системи удобрення та їх поєднання (табл. 1). Показники балансу гумусу в ґрунті розраховано на його 0-25- і 25-40-см шари, оскільки у верхній частині ґрунтового профілю відбуваються і достовірно фіксуються будь-які зміни вмісту і якісного стану гумусу. Поряд з абсолютним умістом розраховано запас гумусу в ґрунті на початку і в кінці означеного терміну досліджень.

В основу розрахунку біологічного кругообігу вуглецю гумусу в системі ґрунт-рослина різних сівозмін покладено його баланс (т/га)

як різницю між кінцевим і вихідним умістом і запасами в ґрунті. Для цього використано показники ступеню гуміфікації усєї сукупності органічних речовин (гній, побічна продукція і рослинні рештки культур), які надходили в ґрунт у період спостережень. Паралельно в тих самих шарах ґрунту визначено зміну запасів загального азоту (кг/га).

Таблиця 1. Варіанти сівозмін та системи удобрення культур

№ вар.	Чергування й удобрення культур у сівозміні				На 1 га ріллі вноситься:			
	I	II	III	IV	гною, т	N	P	K
1	горох	пшениця озима	кукурудза	ячмінь	-	-	-	-
4	горох	пшениця озима	кукурудза (40 т/га гною)	ячмінь	10	-	-	-
5	горох солома	пшениця озима солома	кукурудза (солома + 40 т/га гною)	ячмінь (стебла кукурудзи)	10 + солома, стебла	-	-	-
2	горох (N ₀ P ₃₀ K ₄₀)	пшениця озима (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	кукурудза (N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀)	ячмінь (N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀)	-	45	42	55
3	горох (N ₀ P ₃₀ K ₄₀)	пшениця озима (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	кукурудза (N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ 40 т/га гною)	ячмінь (N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀)	10	45	42	55
6	горох (N ₀ P ₃₀ K ₄₀)	пшениця озима (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	бур. цукр. (N ₉₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀ 40 т/га гною)	ячмінь (N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀)	10	52	57	65
7	горох (N ₀ P ₃₀ K ₄₀)	пшениця озима (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	овес (N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀ 40 т/га гною)	ячмінь (N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀)	10	45	42	55
14	конюшина, люцерна, овес (N ₀ P ₃₀ K ₄₀)	пшениця озима (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	кукурудза (N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀)	ячмінь + трави (N ₆₀ P ₄₀ K ₆₀)	-	45	42	55

Результати досліджень. 3-поміж інших діагностичних критеріїв власне за вмістом і абсолютними запасами гумусу досліджений ґрунт ідентифікується як чорнозем типовий неглибокий малогумусний. У його орному шарі міститься 3,08-3,14 % або 95-99 т/га гумусу і 5,1 т/га азоту загального, підорному – відповідно, 2,72-2,89% або 50-58 т/га гумусу і 3,2 т/га азоту.

За характерних для підзони нестійкого зволоження гідротермічних умов така кількість гумусу й азоту цілком адекватна для забезпечення належної інтенсивності біологічних і фізико-хімічних процесів у ґрунті, які визначають рівень урожайності сільськогосподарських культур, що вирощуються. Так, за сприятливих умов зволоження він становить: пшениці озимої – 4,0-

6,0 т/га, кукурудзи – 6,0-9,0, буряків цукрових – 30,0-40,0 т/га. Продуктивність сівозмін за виходом з 1 га ріллі зерна, кормових одиниць і перетравного протеїну варіює у межах 3,51-5,34, 5,93-8,87 і 0,51-0,67 т.

Проте зменшення вмісту гумусу і азоту в ґрунті неодмінно призводить до зниження продуктивності культур і сівозмін у цілому. Про це свідчать досить низькі, порівняно до решти варіантів досліду, показники врожайності культур і продуктивності сівозмін, отримані на варіанті без добрив. Тут урожайність пшениці озимої становила 4,22 т/га, кукурудзи – 5,1, ячменю – 2,74, гороху – 1,95 т/га. Продуктивність 1 га ріллі становила за виходом зерна – 3,51 т, кормових одиниць – 5,93, перетравного протеїну – 0,51 т.

Відомо, що гумусовий стан ґрунту за сільськогосподарського використання значною мірою пов’язаний зі структурою посівних площ, у першу чергу, типом і видом сівозмін, її насиченням багаторічними бобовими травами, інтенсивністю використання органічних і мінеральних добрив. Безперечно, важливим джерелом органічних речовин у ґрунті є кореневі та післязбиральні рештки культур сівозмін.

Надходження у ґрунт сухих органічних речовин і азоту з рослинними рештками в системі сівозмін за 7-річний період (2001-2007 рр.) показано в табл. 2. Так, протягом указанного періоду в ґрунт у сівозмінах зі 100% насиченням зерновими культурами, у т.ч. по 25% гороху і кукурудзи на зерно (вар. 1-5, 7), поступило від 18,2 до 26,4 т/га рослинних решток, у зерно-буряковій (вар. 6) – 23,8 т і в сівозміні з багаторічними бобовими травами (вар. 14) – 42,2 т/га.

Таблиця 2. Надходження у ґрунт органічних речовин і азоту з рослинними рештками в різних сівозмінах за 2001-2007 рр.

Варіант сівозміни							
1	4	5	2	3	6	7	14
Рослинні рештки (кореневі і післязбиральні), т/га							
18,2	21,9	22,1	22,8	24,5	23,8	26,4	42,2
Азот загальний, кг/га							
229	296	294	301	324	322	352	586

Відповідно, з рослинними рештками надійшло азоту на варіанти 1 без добрив – 229 кг/га, в удобрених варіантах сівозмін 2-7 – 296-352, у сівозміні з багаторічними травами – 586 кг/га.

Якщо прийняти коефіцієнт гуміфікації рослинних решток зернових культур за 15%, гороху – 20%, багаторічних бобових трав – 25%, то з указанної їх кількості протягом означеного терміну досліджень у ґрунті контрольної сівозміни 1 утворювалося гумусу

2,85 т/га, у сівозміні 14 з травами – 7,0, решті сівозмін – від 3,4 до 4,0 т/га.

Поряд з цим установлено, що власне гумусові речовини, утворені за рахунок рослинних решток, не можуть повністю компенсувати втрати гумусу за вирощування однорічних культур без застосування органічних і мінеральних добрив. За раніше отриманими даними у тривалих польових дослідях із застосуванням ізотопної індикації рослин і ґрунту ^{15}N [3], щорічна мінералізація гумусу за вирощування без добрив пшениці озимої становить 0,71 т/га, ячменю – 0,57, кукурудзи – 0,83-1,1, буряків цукрових – 1,29-1,34, зернобобових – 0,8, багаторічних трав – 0,09-0,2 т/га.

У контрольній сівозміні без застосування добрив за вказаний період досліджень кількість гумусу в шарі ґрунту 0-40 см зменшилась на 5,5% від його вихідного вмісту, а щорічна мінералізація гумусу і азоту становила, відповідно, 1,27 т/га і 63,0 кг/га (табл. 3). Наведені дані свідчать також про неоднаковий вплив на формування балансу гумусу і азоту в ґрунті різних доз добрив у сівозмінах. При цьому в сівозмінах з горохом, які різняться лише рівнем застосування добрив (вар. 2-5), унесення гною як добрива значно покращило баланс у шарі 0-40 см порівняно з варіантом без добрив, наблизивши його до бездефіцитного стану, проте повністю дефіцит гумусу не був усунений.

Посилення органічної системи удобрення за рахунок використання окрім гною побічної продукції культур – соломи зернових колосових, гороху, стебел кукурудзи сприяло формуванню позитивного балансу гумусу і азоту в ґрунті: щорічне нагромадження гумусу становило 0,28 т/га, азоту – 14 кг/га.

Застосування мінеральної системи удобрення виявилось недостатнім для повного усунення дефіциту гумусу і азоту в ґрунті, який створився за відсутності добрив у контрольній сівозміні. І хоча порівняно з нею дефіцит гумусу і азоту в ґрунті за їх абсолютними значеннями знизився, він залишився значним.

Зважаючи на те, що врожайність культур і продуктивність сівозмін за внесення мінеральних добрив попри дефіцит гумусу і азоту в ґрунті були високими і не поступалися навіть варіантам з органічно-мінеральною системою удобрення культур, можна стверджувати, що значну частку азоту на формування врожаю рослини використовували з ґрунту, мінералізація органічної речовини якого під впливом азоту мінеральних добрив, як відомо, дещо зростає [1, 2, 4].

Встановлено, що сумісне внесення органічних і мінеральних добрив позитивно вплинуло на баланс гумусу і азоту в ґрунті і, у кінцевому підсумку, на врожайність культур і продуктивність

Таблиця 3. Фактичний стан балансу гумусу і азоту загального в ґрунті за внесення добрив у системі сівозмін, 2001-2007 рр.

Культури сівозмін у порядку чергування	Середньосівозмінна доза добрив				Шар ґрунту, см	Кількісні зміни запасу, ± від				
	гній, т/га	мінеральні, кг д. р./га				гумусу загального			азоту загального	
		N	P	K		за 7 років		за рік, т/га	кг/га	
						т/га	± % від вихідного запасу		за 7 років	за рік
1. Горох - пшениця озима - кукурудза на зерно - ячмінь ярий	-	-	-	-	0-40	- 8,90	5,50	- 1,27	- 444	- 63
4. -//-	10	-	-	-	0-40	- 0,47	0,30	- 0,07	- 40	- 6
5. -//-	10	Побічна продукція (солома, стебла)			0-40	+ 1,94	1,30	+ 0,28	+ 100	+ 14
2. -//-	-	45	42	55	0-40	- 3,84	2,60	- 0,54	- 190	- 27
3. -//-	10	45	42	55	0-40	+ 1,29	0,90	+ 0,18	+ 80	+ 11
7. Горох - пшениця озима – овес - ячмінь ярий	10	45	42	55	0-40	+ 0,84	0,57	+ 0,12	+ 60	+ 9
6. Горох - пшениця озима - буряки цукрові - ячмінь ярий	10	52	57	65	0-40	+ 0,45	0,31	+ 0,06	+ 20	+ 4
14. Багаторічні трави - пшениця озима - кукурудза на зерно - ячмінь ярий	-	45	42	55	0-40	+ 3,69	2,50	+ 0,52	+ 180	+ 26

Примітка. Вихідний уміст гумусу становить в орному шарі 3,08% або 95,9 т, у підорному – 2,8% або 51,4 т.

Вихідний уміст азоту в орному шарі становить 5,85 т, у підорному – 3,19 т

сівозмін. На цьому фоні удобрення відмічається позитивний баланс гумусу (+1,29 т/га) і загального азоту (+80 кг/га) у ґрунті. Заміна в сівозміні кукурудзи вівсом або буряками цукровими на фоні органо-мінеральної системи удобрення не завадила позитивній динаміці формування балансу гумусу і азоту в ґрунті.

Безперечно, найпомітнішу роль у створенні позитивного балансу гумусу і азоту в ґрунті відіграли багаторічні бобові трави. Вирощування багаторічних трав у 4-пільній сівозміні (вар. 14) сприяло формуванню позитивного балансу гумусу і азоту в ґрунті навіть за виключно мінеральної системи удобрення культур на відміну від аналогічної сівозміни з горохом (вар. 2). Щорічний приріст гумусу і азоту в ґрунті в сівозміні з багаторічними травами був найвищим.

Очевидно, що за різницею між вихідним і кінцевим запасами гумусу в ґрунті неможливо скласти повну уяву про біологічний кругообіг органічних речовин у системі ґрунт-рослина. Як видно з табл. 4, біологічний кругообіг органічних речовин у цілому (у перерахунку на гумус) значно перевищує показники балансу.

Таблиця 4. Кругообіг гумусу в 0-40-см шарі ґрунту в системі сівозмін, 2001-2007 рр.

Варіант	Унесено добрив за 7 років					Запас гумусу в ґрунті, т/га		Новоутворення гумусу в ґрунті, т/га, за рахунок:				Баланс гумусу, т/га	Біологічний кругообіг гумусу, т/га
	органічних, т/га		мінеральних, кг/га д.р.			вихідний	у кінці досліджень	гною	соломи	рослинних решток			
	гній	солома	N	P	K								
1	-	-	-	-	-	147,3	138,4	-	-	2,85	-8,90	11,75	
4	60	-	-	-	-	147,3	146,8	4,0	-	3,4	-0,47	7,87	
5	60	36	-	-	-	147,3	149,2	4,0	5,8	3,4	+1,94	11,26	
2	-	-	330	295	375	147,3	143,5	-	-	3,5	-3,84	7,37	
3	60	-	330	295	375	147,3	148,6	4,0	-	3,8	+1,29	6,51	
6	60	-	340	310	385	147,3	147,7	4,0	-	3,7	+0,45	7,25	
7	60	-	330	295	375	147,3	148,1	4,0	-	4,0	+0,84	7,16	
14	-	-	330	295	375	147,3	151,0	-	-	7,0	+3,69	3,31	

Отже, у контрольній сівозміні без добрив, як зазначено, протягом 7 років у ґрунті мінералізувалося 5,5% від вихідного запасу гумусу або 8,9 т/га. Якщо додати до цього ще близько 3 т/га гумусу, розкладання якого в процесі мінералізації було компенсовано за рахунок рослинних решток, то за вказаний термін розклалося близько 12 т/га гумусу. Ця величина мінералізації характеризує

параметри біологічного кругообігу гумусу в контрольній сівозміні.

У решті сівозмін за внесення одних органічних добрив, а також за їх поєднання з мінеральними або за наявності багаторічних бобових трав при накопиченні вмісту і запасів гумусу його реальний біологічний кругообіг мав межі варіювання від 3,3 т/га у сівозміні з травами (вар. 14) до 11,3 т/га у сівозміні біологічного спрямування (вар. 5). У сівозміні 2 за мінеральної системи удобрення з урахуванням компенсації розкладання 3,5 т/га гумусу за рахунок рослинних решток його реальний кругообіг складав 7,37 т/га.

Отже, захисна дія як органічних, так і мінеральних добрив у збереженні гумусового фонду дослідженого чорнозему типового очевидна, хоч і неоднакова кількісно та якісно в тій чи іншій мірі: вплив органічних добрив є прямим і істотним, а дія мінеральних добрив у сприянні поповнення ґрунту гумусовими речовинами менш істотної і не пряма, а опосередкована. Виходячи з підвищення урожайності культур, можна відмітити активізацію нагромадження рослинних решток у ґрунті і у випадку з одними мінеральними добривами.

Висновки. Для простого відтворення органічної частини ґрунту кількість кореневих і післязбиральних решток культур у системі сівозмін без застосування добрив є недостатньою. У зернових і зернобурякових сівозмінах з 25% гороху для підтримання зрівноваженого балансу гумусу доза органічних добрив має становити не менше 10 т/га сівозмінної площі за обов’язкового їх поєднання з добривами.

У сівозмінах з багаторічними бобовими травами застосування мінеральних добрив створює умови для бездефіцитного і позитивного балансу гумусу. При цьому роль додаткового джерела органічних речовин у ґрунті виконують рослинні рештки бобових культур, збагачені азотом за рахунок його симбіотичної фіксації.

1. Захарченко І.Г. Застосування мітки ¹⁵N в агрохімічних дослідженнях / І.Г. Захарченко, Г.С. Пироженко, Л.І.Шиліна, Г.К. Медвідь // Землеробство. – К.: Урожай, 1974. – Вип. 36. – С.43-49.

2. Ермолаев Н.Н. Характер и направленность изменения основных свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы под влиянием известкования и удобрения : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук : спец. 06.01.03 „Почвоведение“ / Н.Н. Ермолаев. – К., 1983. – 23 с.

3. Кореньков Д.А. Агрехимия азотных удобрений / Д.А. Кореньков. – М.: Наука, 1976. – 209 с.

4. Сівозміни у землеробстві України / за ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. - К.: Аграрна наука, 2002. – 146 с.

Приведені дані, що характеризують розміри надходження в ґрунт рослинних залишків у сівозмінах і їх компенсації за рахунок мінералізації гумусу ґрунту. Показані параметри балансу гумусу, дози добрив для відновлення його запасів у ґрунті.

Ключові слова: гумус, сівозміна, система удобрення, чорноземний ґрунт.

Приведены данные, характеризующие размеры поступления в почву растительных остатков в севооборотах и их компенсации за счет минерализации почвенного гумуса. Показаны параметры баланса гумуса, дозы удобрений для восстановления его запасов в почве.

Ключевые слова: гумус, севооборот, система удобрения, черноземная почва.

The data characterizing the amounts of plant residues coming into soil in crop rotations and compensations thereof on the account of soil humus mineralization are given. Parameters of soil humus balance, fertilizer rates for restoring reserves thereof in soil are shown.

Keywords: humus, crop rotation, fertilizing system, chernozem soil.