УДК 631.582
М.М. Єрмолаєв, доктор сільськогосподарських наук
Д.В. Літвінов, кандидат сільськогосподарських наук
ННЦ „ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН"
Л.С. Квасніцька, кандидат сільськогосподарських наук
ХМЕЛЬНИЦЬКА ДСГДС ІНСТИТУТУ КОРМІВ ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ПОДІЛЛЯ НААН

ЕФЕКТИВНІСТЬ СІВОЗМІНИ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ НА ЧОРНОЗЕМАХ

На підставі результатів досліджень наукових установ з біологізації землеробства рекомендовано раціональні різноротаційні сівозміни як для великих виробничих структур, так і для фермерських господарств органічного спрямування з обмеженою кількістю землі в обробітку, що вимагає застосування сівозмін з невеликим набором культур та коротким терміном ротації.

Для успішного ведення органічного виробництва дуже важливо забезпечити достатній рівень родючості ґрунту. Під час переходу до органічного виробництва необхідно дотримуватись принципів керування природною родючістю ґрунту і забезпечувати її просте або розширене відтворення.

Згідно стандартів органічного сільськогосподарського виробництва та маркування сільськогосподарської продукції і продуктів харчування «БІОЛан» сівозміна повинна включати мінімум 20% рослин, які відновлюють ґрунт та накопичують поживні речовини, як наприклад, зернобобові – соя, горох, люпин, вівсяно-горохова суміш, вика, еспарцет та ін. – в чистому посіві або їх оптимальні суміші, а також багаторічні бобові трави (люцерна, конюшина). Крім того, в органічному землеробстві особливого значення набуває розроблення і запровадження системи удобрення культур у сівозмінах з використанням на добриво зеленої маси та побічної післязбиральної і післяжнивної продукції рослинництва. Слід відмітити, що сучасний стан господарювання в аграрному секторі вимагає контролю та регулювання балансу елементів живлення рослин у землеробстві. Саме балансові дослідження допомагають скласти уяву про спрямованість сучасного ґрунтоутворюючого процесу під впливом системи землеробства [1-3].

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проведено на чорноземі типовому малогумусному неглибокому крупнопилувато

© *М.М. Єрмолаєв, Д.В. Літвінов, Л.С. Квасніцька, 2014*

легкосуглинковому Лісостепу лівобережного на Панфильській ДС ННЦ «Інститут землеробства НААН» (табл. 1) та чорноземі опідзоленому Хмельницької ДСГДС Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН (табл. 2).

Таблиця 1. Варіанти сівозмін та системи удобрення культур

Сівозміна	Чергування й удобрення культур у сівозміні				На 1 га ріллі вноситься:			
	I	II	III	IV	гною, т	N	P	K
1	горох (без добрив)	пшениця озима (без добрив)	кукурудза на зерно (без добрив)	ячмінь ярий (без добрив)	-	-	-	-
4	горох (без добрив)	пшениця озима (без добрив)	кукурудза на зерно 40 т/га гній	ячмінь ярий (без добрив)	10	-	-	-
5	горох (побічна продукція попередника)	пшениця озима (побічна продукція попередника)	кукурудза на зерно (побічна продукція попередника) + 40 т/га гною	ячмінь ярий (побічна продукція попередника)	10 + (побічна продукція попередника)	-	-	-
2	горох ($N_0P_{30}K_{40}$)	пшениця озима ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	кукурудза на зерно ($N_{60}P_{40}K_{60}$)	ячмінь ярий ($N_{60}P_{40}K_{60}$)	-	45	42	55
3	горох ($N_0P_{30}K_{40}$)	пшениця озима ($N_{60}P_{60}K_{60}$)	кукурудза на зерно ($N_{60}P_{40}K_{60}$)+ 40 т/га гною	ячмінь ярий ($N_{60}P_{40}K_{60}$)	10	45	42	55

Таблиця 2. Структура посівних площ та система удобрення у 5-пільних сівозмінах

Сівозміна	Структура посівних площ, %										Унесено на 1 га сівозмінної площі			
	всього зернових	з них:			всього кормових	з них:			всього технічних (буряків цукрових)	післяжнивних на зелене добриво	гною, т	кг д. р.		
		пшениці озимої	ячменю	кукурудзи		кукурудзи на силос	конюшини	люцерни				N	P	K
11	40	20	20	-	40	20	20	-	20	20	8	45	20	50
12	40	20	20	-	40	20	20	-	20	20	16	-	-	-
15	60	20	20	20	40	-	-	40	-	20	16	-	-	-
16	40	-	20	20	60	-	-	60	-	-	16	-	-	-

Результати досліджень. Азот – провідний фактор родючості ґрунту і від того, як складатиметься його баланс у системі ґрунт -– рослина залежить урожайність культур. Для повного викладення балансу азоту враховували кількісні зміни вмісту загального азоту в ґрунті (табл. 3).

Таблиця 3. Баланс азоту в сівозмінах за ротацію, кг/га, (Панфильська ДС, середнє за 2004-2011 рр.)

Сівозміна	Система удобрення (середньо сівозмінна доза добрив)	Сумарний урожай сухої маси рослин за ротацію, т/га (основна і побічна продукція)	Винос азоту за ротацію, кг/га	Надходження азоту, кг/га	Перевищення виносу над надходженням (баланс в системі рослина-добриво)	Різниця між кінцевим і вихідним умістом загального азоту в ґрунті	Баланс у системі ґрунт-рослина (або приріст за рахунок біологічного азоту) за ротацію, кг/га	Інтенсивність балансу, %
1	Контроль (без добрив)	28,6	384	23	361	-252	+109	6
4	Гній, 10 т	35,9	487	193	294	-23	+271	40
5	Гній, 10 т + солома	34,7	477	329	148	+60	+208	69
3	Гній, 10 т + $N_{45}P_{42}K_{55}$	42,0	615	367	248	+48	+294	60
2	$N_{45}P_{42}K_{55}$	39,0	546	176	370	-109	+261	32

Дослідження, проведені на Панфильській дослідній станції у чотири-пільних сівозмінах, показали, що внесення добрив сприяло зростанню накопичення сухої речовини в урожайній масі основної і побічної продукції культур та сумарного її виходу за ротацію сівозмін.

У зв'язку з цим винос азоту урожаями культур варіював від 355 кг/га у контрольному варіанті без добрив до 443-569 кг/га – у варіантах із застосуванням добрив. В усіх сівозмінах з унесенням добрив кількість азоту, витраченого рослинами і в результаті непродуктивних втрат з ґрунту, суттєво переважала його надходження з добривами і насінням. Органічна система удобрення забезпечувала відшкодування витрат азоту на створення урожаю на 40-69%, мінеральна – 32%, органо-мінеральна – 60%. Тобто, в системі рослина-добриво створювався значний дефіцит азоту, який

варіював від 148 до 370 кг/га. Найбільший рівень дефіциту за зниження загального вмісту азоту в ґрунті відмічено в контрольній сівозміні (сівозміна 1), де основним джерелом елемента є лише його ґрунтовий запас, у сівозміні за мінеральної системи удобрення (сівозміна 2), де за рахунок добрив компенсувалося 32% виносу азоту, та в сівозміні за органічної системи удобрення (сівозміна 4) – 40% компенсації за внесення гною (10 т/га в сівозміні).

Проте абсолютні величини витрат азоту в ґрунті в цих сівозмінах були значно меншими за його дефіцит у системі рослина – добриво, що свідчить про додаткове надходження в ґрунт і рослини азоту з природних джерел, а саме за рахунок його симбіотичної і несимбіотичної фіксації. Надходження біологічного азоту в систему сівозмін за ротацію в кінцевому підсумку становило від 109 до 294 кг/га (сумарно симбіотична і несимбіотична азотфіксація). Зокрема, у сівозмінах з органічною системою удобрення надходження біологічного азоту становило 208-271 кг/га (сівозміни 5 і 4) за ротацію, що забезпечувало компенсацію, відповідно, 56-44% загальних витрат азоту в сівозміні, за мінеральної і органо-мінеральної систем – 48% (сівозміни 2 і 3).

На відміну від азотного фосфатний фонд дослідженого чорноземного ґрунту характеризується значно меншими абсолютними величинами й обмеженою доступністю ґрунтових фосфатів рослинам. Розрахунки балансу фосфору виявили його значний дефіцит у системі рослина-добриво в сівозміні без добрив (сівозміна 1) і в сівозміні 4, де в середньому на 1 га сівозмінної площі вносили 10 т гною, або в перерахунку на фосфор – 25 кг P_2O_5 (табл. 4).

Таблиця 4. Баланс фосфору в сівозмінах за ротацію, кг/га, (Панфильська ДС, середнє за 2004-2011 рр.)

Стаття балансу	Сівозміна				
	1	4	5	2	3
Витрати	147	181	174	186	215
Надходження	7	107	172	175	275
Баланс (+, -)					
за ротацію	-140	-74	-2	-11	+60
за рік	-35	-19	-1	-3	+15
Інтенсивність балансу, %	5	59	99	94	128

Мінеральна система удобрення, яка включає фосфор у дозі 42 кг діючої речовини, і органічна – гній + побічна продукція (40 кг P_2O_5 у середньому на 1 га сівозмінної площі), забезпечили близький до бездефіцитного баланс фосфору. Органо-мінеральна система

удобрення (гній + NPK) забезпечила компенсацію виносу фосфору з урожаями культур на 128% і формування його позитивного балансу.

Кругообіг калію за сільськогосподарського використання чорноземного ґрунту дещо відмінний від кругообігу азоту і фосфору. У загальній урожайній масі більшості сільськогосподарських культур уміст калію в побічній продукції вищий, аніж в адекватній товарній, тобто, ступінь повернення елемента в ґрунт з нетоварною масою врожаю (наприклад, безпосередньо із соломою чи стебловою масою як органічними добривами, або опосередковано через гній) значно вищий, ніж азоту і фосфору. А відчуження з урожаєм товарної продукції навпаки – нижче. Розрахунки показали, що система удобрення культур у сівозмінах забезпечила позитивний баланс калію у сівозмінах 2, 3, 5, інтенсивність якого склала 107-137% і від'ємний у сівозміні 4, де дефіцит щорічно становив 26 кг/га K_2O, а інтенсивність балансу не перевищувала 66% (табл. 5). Незважаючи на те, що за такого дефіциту вміст обмінного калію в ґрунті знаходився на рівні 15-20 мг/100 г ґрунту, а продуктивність культур була високою, допускати тривалий дефіцит калію, навіть на відносно багатих цим елементом чорноземних ґрунтах, вочевидь не можна, оскільки це може призвести до зниження його загальних запасів у ґрунті. У досліді зрівноважений і позитивний баланс калію за загальної високої продуктивності культур формувався при нормах його повернення в ґрунт з добривами на рівні 107-137% виносу врожаями.

Таблиця 5. Баланс калію у сівозмінах за ротацію, кг/га, (Панфильська ДС, середнє за 2004-2011 рр.)

Стаття балансу	Сівозміна				
	1	4	5	2	3
Витрати	214	311	325	206	400
Надходження	6	206	445	226	426
Баланс (+, -)					
за ротацію	-208	-105	+120	+20	+26
за рік	-52	-26	+30	+5	+7
Інтенсивність балансу, %	3	66	137	110	107

Відомо, що важливим заходом збереження і підвищення родючості мінеральних ґрунтів є введення у сівозміну бобових культур, зокрема, багаторічних бобових трав, що сприяє збільшенню надходження в ґрунт свіжих органічних речовин та вирішенню проблеми забезпечення рослин азотом у відповідності до вимог органічного землеробства.

Дослідженнями на Хмельницькій ДСГДС ІКСГП установлено, що в п'ятипільних сівозмінах за 20% насичення багаторічними бобовими травами органічна система удобрення (16 т гною на 1 га сівозмінної площі) забезпечує зростання запасу гумусу 0,67 т/га у рік, тоді як в аналогічній сівозміні за органо-мінеральної системи удобрення (8 т/га гною + $N_{45}P_{20}K_{50}$) приріст гумусу був нижчим на 54%, що зумовлено саме зменшенням дози органічних добрив, які, на відміну від мінеральних, справляють пряму позитивну дію на показники балансу органічної речовини ґрунту, швидше трансформуючись безпосередньо в гумусові речовини.

Збільшення у структурі п'ятипільних сівозмін багаторічних бобових трав до 40-60% та внесення 16 т гною на 1 га сівозмінної площі зумовлюють щорічне зростання вмісту гумусу в ґрунті 2,0-2,1 т/га. Це свідчить про безперечно позитивну роль багаторічних бобових трав, вирощування яких сприяє надходженню у ґрунт більшої кількості кореневих і надземних післязбиральних решток, які є енергетичним матеріалом для життєдіяльності мікроорганізмів і вихідним – для утворення гумусових речовин. Так, уведення в п'ятипільну сівозміну 40-60% люцерни дало змогу залучити до кругообігу додатково 120-158 кг на 1 га сівозмінної площі біологічного азоту, тобто 81-93% його загальних витрат.

Також установлено, що органічна система удобрення (16 т гною на 1 га сівозмінної площі) у п'ятипільних сівозмінах з 20-60% багаторічних бобових трав сприяє оптимізації складу вбирного комплексу ґрунту за рахунок зростання ступеня насичення основами до 94,7-95,5% та зниження рівня гідролітичної кислотності до 1,7-1,44 мг-екв/100 г ґрунту. При цьому в відмічено високий уміст (32,0-35,0 мг/100 г ґрунту) рухомого фосфору та підвищений уміст (15,8-187,3 мг/100 г ґрунту) обмінного калію. Уміст азоту, що легко гідролізується, зростає до рівня 105-109 мг/кг ґрунту за органічної системи удобрення і високого насичення (на 40-60%) сівозмін люцерною.

Висновки. Основною витратною статтею елементів живлення у сівозміні є їх винос з урожаєм основної і побічної продукції. Залежно від складу культур і рівня удобрення винос азоту врожаями культур варіював в інтервалі від 355 кг у сівозміні без удобрення до 569 кг за внесення добрив, винос фосфору – відповідно, від 140 до 204 кг, калію – 199-377 кг/га. Отже, за внесення добрив винос елементів живлення з урожаєм збільшується у 1,5-2,0 рази.

Дефіцит азоту в ґрунті на кінець ротації сівозмін спостерігається за мінеральної системи удобрення (-109 кг/га) та органічної (-23 кг/га), яка передбачає внесення лише 10 т гною на 1 га сівозмінної площі. За внесення гною сумісно з $N_{40-52}P_{42-57}K_{55-65}$ або з побічною продукцією рослин у сівозмінах з бобовими уміст загального азоту в ґрунті зростає порівняно до вихідного стану.

Позитивний баланс фосфору в чотирипільних сівозмінах з горохом забезпечує органо-мінеральна система удобрення культур, а мінеральна та органічна системи формують баланс фосфору з дефіцитом від 2,0 до 74,0 кг/га. За органічної системи удобрення, яка передбачає внесення лише 10 т/га гною, спостерігається дефіцитний баланс калію, тоді як сумісне внесення гною з побічною продукцією культур формує його позитивний баланс.

Багаторічні бобові трави сприяють надходженню у ґрунт більшої кількості кореневих і надземних післяжнивних решток, створенню позитивного балансу біогенних елементів, розширеному відтворенню вмісту і запасів гумусу.

1. Єрмолаєв М.М. Зміни гумусового стану дерново-підзолистого ґрунту під впливом удобрення у сівозмінах Полісся / М.М. Єрмолаєв, В.В. Хохлов // Вісник аграрної науки. – 2013. – №1. – С. 11-14.
2. Захарченко І.Г. Основні результати вивчення впливу сівозмінних факторів на родючість ґрунту в зоні Лісостепу УРСР / І.Г. Захарченко, Г.К. Медвідь, Л.І. Шиліна [та ін.] // Землеробство: Респ. міжвід. тем. наук. зб. – К.: Урожай, 1972. – Вип. 30. – С. 42-58.
3. Петербургский А.В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии / А.В.Петербургский. – М.: Наука, 1979. – 168 с.

Викладені результати вивчення впливу сівозмін і добрив на баланс елементів живлення в системі ґрунт – рослина та характер гумусоутворення на чорноземах. Особливо позитивний вплив на баланс біогенних елементів, оптимізацію вмісту гумусу та умов для органічного виробництва продукції рослинництва мають багаторічні бобові трави.

Ключові слова: *сівозміна, добрива, елементи живлення, гумус, урожайність культур, органічна продукція*

Изложены результаты изучения влияния севооборотов и удобрений на баланс элементов питания в системе почва – растение и характер гумусообразования на черноземах. Особенно положительно влияют на баланс питательных веществ, оптимизацию содержания почвенного гумуса и условий для органического производства продукции растениеводства многолетние бобовые травы.

Ключевые слова: *севооборот, удобрения, элементы питания, гумус, органическая продукция.*

Presenting the results of studying the effect of crop rotation and fertilization on the balance of nutrients in the soil-plant system and the nature of humus formation on the black earth. Particularly positively influenc on the balance of nutrients, soil humus content, optimization and conditions of organic crop production of perennial legumes.

Keywords: *crop rotation, fertilizers, nutrients, humus, organic produce.*