



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.82.86:631.872
© 2012

*В.В. Іваніна,
кандидат сільсько-
господарських наук
Інститут
біоенергетичних культур
і цукрових буряків НААН*

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗЕРНО-БУРЯКОВОЇ СІВОЗМІНИ В УМОВАХ БІОЛОГІЗАЦІЇ ЗЕМЛЕРОБСТВА

*На прикладі моделей зерно-бурякової сівозміни
в умовах нестійкого зволоження зони Лісостепу
вивчено вплив структури посівних площ на
продуктивність сівозміни та баланс елементів
живлення в чорноземі опідзоленому. Визначено
оптимальну структуру посівних площ.*

Оптимізація структури посівних площ і використання альтернативних ресурсів у системі удобрення культур є одним із напрямів досягнення високої продуктивності землеробства.

Побічна продукція нині є важливим ресурсом, використання якого сприяє стабілізації природної родючості ґрунту, поліпшенню його біогенного балансу та підвищенню продуктивності сівозміни.

За даними академіка В.Ф. Сайка, найбільше надходження біогенних елементів у ґрунт відзначено за використання на добриво побічної продукції кукурудзи на зерно, найменше — сої [3]. Змінюючи структуру сівозміни, можна регулювати рівень рециркуляції елементів живлення та обсяги надходження органічної речовини в ґрунт, що дає змогу формувати різні ступені екологічної стабільності агроєкосистем і продуктивності біоценозів [4].

В умовах нестійкого зволоження зони Лісостепу вивчали вплив структури посівних площ на продуктивність сівозміни та баланс біогенних елементів у ґрунті залежно від системи удобрення.

Матеріали і методика досліджень. За основу досліджень було взято II ротацію (1996–2010 рр.) зерно-бурякової сівозміни Верхняцької дослідно-селекційної станції. На її базі розроблено моделі сівозмін з різною часткою зернових, технічних та кормових культур, які були основою для вивчення показників балансу і продуктивності сівозміни (табл. 1). Під час розроблення моделей зерно-бурякової сівозміни керувалися рекомендаціями щодо оптимального співвідношення культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України [2].

Структура посівних площ основної сівозміни

— варіант 1, структурні моделі сівозмін — варіанти 2–7. Дослідження здійснювали з використанням систем удобрення: 1 — без добрив; 2 — $N_{50}P_{42,5}K_{50}$; 3 — побічна продукція + $N_{50}P_{42,5}K_{50}$ на 1 га сівозміної площі.

Ґрунт дослідного поля — чорнозем опідзолений важкосуглинковий: уміст гумусу за Тюріним — 3–3,6%; гідролітична кислотність за Каппеном — 22–38 мг-екв/кг ґрунту; сума увібраних основ за Каппеном-Гільковіцем — 280–300 мг-екв/кг ґрунту; лужногідролізованого азоту за Корнфільдом — 100–120 мг/кг ґрунту; уміст рухомого фосфору та обмінного калію за Чirikовим — відповідно 90–140 та 70–100 мг/кг ґрунту.

Хімічний склад зразків рослинного матеріалу визначали згідно із загальноприйнятими методиками, винос основних елементів живлення — розрахунковим методом.

Накопичення біологічного азоту в ґрунті розраховували за прийнятими нормативами [1].

Результати досліджень. Застосування добрив у сівозмінах з різною структурою посівних площ є вагомим чинником підвищення їхньої продуктивності. Продуктивність сівозмін за внесення на 1 га сівозміної площі $N_{50}P_{42,5}K_{50}$ становила 7,77–9,44 т/га к.о., у варіанті побічна продукція + $N_{50}P_{42,5}K_{50}$ — 8,23–9,58, що порівняно з варіантом без добрив було більше відповідно на 1,22–1,98 та 1,43–2,12 т/га к.о. (табл. 2).

Рекомендована для умов нестійкого зволоження зони Лісостепу сівозміна з часткою зернових і зернобобових — 60%, буряків цукрових — 20, кормових — 20% (зокрема конюшини — 10%) відзначалася високими показниками продуктивності: за мінеральної системи

1. Моделі структури посівних площ зерно-бурякової сівозміни

Варіант	Структура посівних площ під, %				Сівозміна
	зернові і зернобобові	технічні (буряки цукрові)	кормові		
			вико-овес	конюшина	
Десятипільна зерно-бурякова сівозміна, ВДСС 1996–2010 рр.					
1	60	20	10	10	1 — ячмінь з підсівом конюшини; 2 — конюшина; 3 — пшениця озима; 4 — буряки цукрові; 5 — горох; 6 — пшениця озима; 7 — кукурудза на зерно; 8 — вико-овес; 9 — пшениця озима; 10 — буряки цукрові
Структурні моделі сівозміни					
2	80	—	20	—	1 — горох; 2 — пшениця озима; 3 — кукурудза на зерно; 4 — вико-овес; 5 — пшениця озима
3	71,4	14,3	—	14,3	1 — ячмінь з підсівом конюшини; 2 — конюшина; 3 — пшениця озима; 4 — буряки цукрові; 5 — горох; 6 — пшениця озима; 7 — кукурудза на зерно
4	66,7	16,7	16,7	—	1 — пшениця озима; 2 — буряки цукрові; 3 — горох; 4 — пшениця озима; 5 — кукурудза на зерно; 6 — вико-овес
5	60	20	20	—	1 — пшениця озима; 2 — кукурудза на зерно; 3 — вико-овес; 4 — пшениця озима; 5 — буряки цукрові (за ранніх строків збирання)
6	50	25	—	25	1 — ячмінь з підсівом конюшини; 2 — конюшина; 3 — пшениця озима; 4 — буряки цукрові
7	42,9	28,6	14,3	14,3	1 — вико-овес; 2 — пшениця озима; 3 — буряки цукрові; 4 — ячмінь з підсівом конюшини; 5 — конюшина; 6 — пшениця озима; 7 — буряки цукрові

удобрення — 8,22 т/га к.о., альтернативної ор-
гано-мінеральної — 8,50 т/га к.о.

Збільшення частки зернових і зернобобових
культур у рекомендованій структурі посівних
площ понад 60% або зменшення до 50% зни-
жувало продуктивність сівозміни за мінераль-
ної системи удобрення на 0,04–0,45 т/га к.о.,
альтернативної ор-гано-мінеральної — 0,13–
0,27 т/га к.о.

Важливим чинником підвищення продуктив-
ності сівозміни в умовах нестійкого зволожен-
ня є заміна багаторічних трав однорічними бо-
бово-злаковими сумішками. Збільшення частки
вико-вівсяної сумішки до 20% і відсутність ко-
нюшини в рекомендованій структурі посівних
площ підвищило продуктивність сівозміни за
мінеральної системи удобрення на 1,22 т/га к.о.,
альтернативної ор-гано-мінеральної — 1,08 т/га
к.о. Ця структурна модель в умовах нестійко-
го зволоження забезпечила найвищі показни-
ки збору зерна та цукру — відповідно 3,76 та
1,45 т/га сівозмінної площі, що було більше, ніж
у сівозміні з рекомендованою структурою по-
сівних площ на 0,59 та 0,10 т/га.

У моделі зернової сівозміни (80% — зернові
і зернобобові, 20% — вико-овес) порівняно з
рекомендованою структурою посівних площ

продуктивність знижувалася у варіанті без доб-
рив на 0,14 т/га к.о., за мінеральної системи
удобрення — 0,33 т/га к.о., альтернативної ор-
гано-мінеральної — на 0,50 т/га к.о., що під-
тверджує доцільність вирощування буряків цук-
рових навіть у господарствах, спеціалізованих
на виробництві зерна.

Аналіз статей балансу показав, що в реко-
мендованій сівозміні та її структурних моделях
унесення на 1 га сівозмінної площі норми міне-
ральних добрив $N_{50}P_{42,5}K_{50}$ було недостатнім
для формування позитивного балансу азоту та
калію в ґрунті і забезпечувало близький до ну-
льового або додатний баланс фосфору. Баланс
азоту в сівозмінах формувалася від'ємним
у кількості від –29,1 до –65 кг/га, калію — від
–65,5 до –72,4, фосфору — від –10,9 до 5 кг/га
за інтенсивності балансу відповідно 58,8–80%,
35,3–50,2 та 76,9–109,8% (табл. 3).

Застосування альтернативної ор-гано-міне-
ральної системи удобрення збільшило надхо-
дження в ґрунт елементів живлення за рахунок
процесів рециркуляції, що сприяло стабілізації
родючості чорнозему опідзоленого.

У сівозміні з рекомендованою структурою
посівних площ рециркуляція елементів живлен-
ня за альтернативної ор-гано-мінеральної сис-

2. Продуктивність сівозміни залежно від структури посівних площ та системи удобрення

Варіант	Система удобрення	Структура посівних площ під, %				Збір, т/га		Продуктивність, т/га к. о.
		зернові і зернобобові	технічні (буряки цукрові)	кормові		зерна	цукру	
				вико-овес	конюшина			
1	Без добрив	60	20	10	10	2,55	1,07	6,71
2		80	—	20	—	3,68	—	6,57
3		71,4	14,3	—	14,3	2,91	0,77	6,75
4		66,6	16,7	16,7	—	2,93	0,90	6,91
5		60	20	20	—	3,12	1,06	7,46
6		50	25	—	25	1,78	1,36	6,52
7		42,8	28,6	14,3	14,3	1,75	1,53	6,56
1	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀	60	20	10	10	3,09	1,33	8,22
2		80	—	20	—	4,41	—	7,89
3		71,4	14,3	—	14,3	3,48	0,88	7,97
4		66,6	16,7	16,7	—	3,41	1,03	8,18
5		60	20	20	—	3,82	1,43	9,44
6		50	25	—	25	2,23	1,54	7,77
7		42,8	28,6	14,3	14,3	2,21	1,90	8,21
1	Побічна	60	20	10	10	3,17	1,35	8,50
2	продукція	80	—	20	—	4,38	—	8,00
3	+ N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀	71,4	14,3	—	14,3	3,60	0,90	8,29
4		66,6	16,7	16,7	—	3,42	1,05	8,37
5		60	20	20	—	3,76	1,45	9,58
6		50	25	—	25	2,44	1,57	8,23
7		42,8	28,6	14,3	14,3	2,32	1,93	8,55
Примітка. Варіанти: 1 — 10-пільна зерно-буякова сівозміна ВДСС (1996–2010 рр.); 2–7 — структурні моделі сівозміні.								

Примітка. Варіанти: 1 — 10-пілля зерно-буякова сівозміна ВДСС (1996–2010 рр.); 2–7 — структурні моделі сівозміни.

теми удобрення становила азоту 31,3%, фосфору — 19,1, калію — 40,5%. Збільшення частки вико-вівсяної сумішки до 20% і вилучення зі структури посівних площ конюшини збільшувало рециркуляцію азоту на 6,1%, фосфору — 2, калію — 7,2%.

Зміна структури сівозміни в бік зменшення зернових і зернобобових до 42,9–50% за відповідного зростання частки цукрових буяків зменшило рециркуляцію фосфору на 1,9–2,6%, калію — 8–9,4% порівняно з рекомендованою структурою посівних площ.

У моделі зернової сівозміни (зернові і зернобобові — 80%, вико-вівсяна сумішка — 20%) найбільш інтенсивно до повторного використання в сівозміні було залучено калій. Порівня-

но з рекомендованою структурою посівних площ його рециркуляція зросла на 20,8%, натомість рециркуляція азоту й фосфору зменшилася відповідно на 6,4 та 0,7%.

Отже, заорювання побічної продукції на фоні внесення мінеральних добрив залучало значний ресурс біогенних елементів до повторного використання і сприяло поліпшенню показників балансу елементів живлення в ґрунті.

За альтернативної органо-мінеральної системи удобрення в сівозміні з рекомендованою структурою посівних площ дефіцит балансу азоту та калію залишався від'ємним, але порівняно з мінеральною системою удобрення величина від'ємного сальдо зменшилася відповідно на 28,8 та 47,3 кг/га, а баланс фосфору

3. Вплив структури посівних площ та системи удобрення на баланс елементів живлення в сівозміні

Варіант	Система удобрення	Структура посівних площ під, %				Баланс, кг/га ±			Інтенсивність балансу, %		
		зернові і зернобобові	технічні (буряки цукрові)	Кормові		N	P	K	N	P	K
				вико-овес	конюшина						
1	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀	60	20	10	10	-48,2	-1,7	-67,1	68,9	96,2	45,9
2		80	—	20	—	-65,0	-10,9	-72,4	58,8	76,9	35,3
3		71,4	14,3	—	14,3	-48,8	-3,4	-66,5	67,4	92,2	42,8
4		66,6	16,7	16,7	—	-60,1	1,4	-65,5	61,3	103,1	46,7
5		60	20	20	—	-63,8	5,0	-66,3	62,2	109,8	50,2
6		50	25	—	25	-29,1	-3,6	-68,3	80,0	91,4	45,3
7		42,8	28,6	14,3	14,3	-36,9	-1,1	-68,5	76,2	97,6	48,2
1	Побічна продукція +	60	20	10	10	-19,4	5,7	-19,8	87,9	112,2	84,7
2	N ₅₀ P _{42,5} K ₅₀	80	—	20	—	-36,8	-2,8	4,0	77,1	94,2	104,4
3		71,4	14,3	—	14,3	-21,0	3,8	-18,2	86,5	108,4	85,0
4		66,6	16,7	16,7	—	-26,2	10,6	-8,9	83,6	122,8	93,0
5		60	20	20	—	-27,6	15,1	-5,5	83,9	129,2	96,1
6		50	25	—	25	-7,1	1,2	-32,9	95,4	102,7	74,7
7		42,8	28,6	14,3	14,3	-10,9	5,1	-28,9	93,3	111,0	79,0

Примітка. Варіанти: 1 — 10-пільна зерно-буракова сівозміна ВДСС (1996–2010 рр.); 2–7 — структурні моделі сівозміни.

з від'ємного в кількості -1,7 кг/га перетворився на додатний — 5,7 кг/га сівозмінної площі.

Заміна в рекомендованій структурі посівних площ конюшини вико-вівсяною сумішкою зі збереженням частки кормових культур на рівні 20% позитивно позначилася на балансі фосфору і калію в ґрунті, однак посилила дестабілізацію азотного фонду ґрунту. Вилучення багаторічних трав із сівозміни зменшило обсяги надходження в ґрунт азоту за рахунок симбіотичної азотфіксації, що призвело до збільшення від'ємного балансу азоту з -19,4 до -27,6 кг/га, натомість поліпшилися показники балансу фосфору з 5,7 до 15,1 кг/га та калію — з -19,8 до -5,5 кг/га за інтенсивності балансу відповідно 83,9%, 129,2 та 96,1%.

Трансформація сівозміни в бік зменшення частки зернових і зернобобових до 42,8–50% з відповідним зростанням частки цукрових буряків за умови біологізації землеробства пози-

тивно позначилася на балансі азоту в ґрунті, натомість зменшилася забезпеченість ґрунту фосфором і калієм. У сівозміні з часткою зернових і зернобобових культур — 42,8%, буряків цукрових — 28,6, вико-вівся — 14,3, конюшини — 14,3% баланс азоту в ґрунті формувався в кількості -10,9 кг/га, фосфору — 5,1, калію — -28,9 кг/га, що порівняно з рекомендованою структурою посівних площ зменшило дефіцит азоту в ґрунті на 8,5 кг/га, збільшило дефіцит калію на 9,1 кг/га і дещо знизило позитивний баланс фосфору на 0,6 кг/га.

Перехід до зернової сівозміни (зернові і зернобобові — 80%, вико-овес — 20%) посилив дестабілізацію азотного та фосфорного фонду ґрунту з показниками балансу відповідно -36,8 та -2,8 кг/га, але стабілізував калійний фонд ґрунту з показниками балансу — 4 кг/га сівозмінної площі за інтенсивності балансу відповідно 77,1%, 94,2 та 104,4%.

Висновки

В умовах Лісостепу збільшення частки бобово-злакової сумішки у структурі посівних

площ до 20% замість багаторічних трав підвищувало продуктивність сівозміни. За структури посівних площ зернові і зернобобові — 60%, буряки цукрові — 20, вико-овес — 20% продуктивність сівозміни була найвищою: за мінеральної системи удобрення — 9,44 т/га к.о., альтернативної органо-мінеральної — 9,58 т/га к.о.

Використання альтернативної органо-мінеральної системи удобрення (побічна продукція + $N_{50}P_{42,5}K_{50}$) підвищувало продуктивність структурних моделей зерно-бурякової сівозміни порівняно з мінеральною системою на 0,14–0,21 т/га к.о. та поліпшувало показники балансу елементів живлення у ґрунті. Порівняно з мінеральною системою удобрення величина від'ємного балансу азоту та калію в

ґрунті зменшилася відповідно на 28,8 та 47,3 кг/га, а баланс фосфору з від'ємного в кількості –1,7 кг/га перетворився на додатний — 5,7 кг/га сівозмінної площі.

Відхилення від рекомендованої структури посівних площ у бік збільшення частки зернових і зернобобових культур чи вилучення багаторічних трав зі структури посівних площ збільшувало дефіцит балансу азоту в ґрунті та сприяло стабілізації його фосфорно-калійного фонду. Зменшення частки зернових і зернобобових трав до 42,8–50% з відповідним зростанням частки цукрових буряків за умови біологізації сівозмін сприяло стабілізації балансу азоту в ґрунті, однак призвело до де-стабілізації фосфорного і калійного фонду ґрунту.

Бібліографія

1. Захарченко І.Г. О фиксации азота бобовыми/И.Г. Захарченко, Г.С. Пироженко//Агрохимия. — 1970. — № 5. — С. 28–34.
2. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України/[М.В. Зубець, В.П. Ситник, М.Д. Безуглий та ін.]. — К., 2008. — 47 с.
3. Сайко В.Ф. Використання на удобрення побічної продукції рослинництва в Україні/В.Ф. Сайко//Землеробство. — К.: ВД «ЕКМО», 2009. — Вип. 81. — С. 3–9.
4. Цвей Я.П. Баланс елементів живлення в сівозмінах Лісостепу /Я.П. Цвей, О.Т. Петрова, С.М. Климчик та ін.//Наук. вісн. НАУ. — К., 2008. — Вип. 129. — С. 239–244.