

УДК 631.582.5:633.31/35

Л. С. Квасніцька

к. с.-г. н.

В. Г. Молдован

к. с.-г. н.

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту кормів та сільського господарства Поділля

Т. М. Тимощук

к. с.-г. н.

Житомирський національний агроекологічний університет

КОРОТКОРОТАЦІЙНІ СІВОЗМІНИ З БОБОВИМИ КУЛЬТУРАМИ В УМОВАХ ДОСТАТНЬОГО ЗВОЛОЖЕННЯ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Наведено результати порівняльної оцінки п'ятирічних сівозмін з бобовими культурами (соєю, горохом, конюшиною, люцерною), визначено найпродуктивніші їх варіанти, що забезпечують високу і стаду урожайність сільськогосподарських культур, високі показники енергетичної та економічної ефективності в умовах достатнього зволоження Правобережного Лісостепу. Встановлено, що найвищий вихід зерна (4,42 т з 1 га сівозмінної площі) забезпечила зерно-просапна сівозміна з 80 % зернових, у тому числі з 20 % гороху за органо-мінеральної системи удобрення. За виходом кормових одиниць (12,77 т з гектара сівозмінної площі) найкращою була типова для зони плодозмінна сівозміна з 20 % конюшини на 2 укуси за органо-мінеральної системи удобрення. Найдешевшу кормову одиницю (448,46 грн./т) одержали у сівозміні насиченій на 40 % кукурудзою на зерно, 40 % люцерною, 20 % ячменем. Високі показники енергетичної ефективності отримано у сівозміні з 60 % зернових, з них 20 % кукурудзи на зерно, та 40 % люцерни за органічної системи удобрення, де енергетичні витрати на вирощування продукції становили 20,9 ГДж/га, на 1 тону кормових одиниць – та 2,65 ГДж, Кеє – 5,69.

Ключові слова: сівозміна, бобові культури, система удобрення, рівень рентабельності, коефіцієнт енергетичної ефективності.

Постановка проблеми

У сучасних умовах зростає роль сівозміни як організаційної і функціональної моделі системи землеробства у вирішенні основних положень та концепцій його розвитку і досягнення високої та сталої продуктивності при забезпеченні відтворення родючості ґрунту і охорони навколишнього середовища.

Перспективного значення набуває впровадження сівозмін з елементами біологізації, як альтернативної системи сучасного землеробства, що повністю або частково виключає застосування агрохімікатів і мінеральних добрив та забезпечує виробництво якісної продукції.

У розв'язанні цього завдання важливе місце відводиться бобовим культурам, ефективно вирошування яких забезпечить збільшення і стабілізацію виробництва рослинного білка в Україні, збереження енергії в землеробстві, часткову заміну мінерального азоту біологічним, підвищення рівня урожайності сільськогосподарських культур та родючості ґрунту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вирішенням проблеми підвищення ефективності бобових культур і насичення ними сівозмін у різних регіонах країни займаються багато вчених: А. О. Бабич, П. І. Бойко, В. Ф. Камінський, В. Ф. Петриченко, І. А. Шувар та ін. [1–7]. Незважаючи на значний обсяг проведених у попередні роки досліджень до останнього часу залишається недостатньо вивченим вплив цих культур на продуктивність короткоротаційних сівозмін та родючість ґрунту за різних систем удобрення в умовах достатнього зволоження Правобережного Лісостепу України на чорноземах опідзолених.

Досліджено, що усі культури сівозміни позитивно реагують на підвищення (до 57 %) насичення сівозміни бобовими культурами, що свідчить про можливість заміни мінерального азоту біологічним [3].

Сівозміни, в які введені рослини з родини бобових, випереджають за виходом енергії. Наявність бобових культур підвищує збір кормових одиниць з гектара сівозмінної площі [6].

Незважаючи на значний обсяг проведених у попередні роки досліджень до останнього часу залишається недостатньо вивченим вплив цих культур на продуктивність короткоротаційних сівозмін та родючість ґрунту за різних систем удобрення в умовах достатнього зволоження Правобережного Лісостепу України на чорноземах опідзолених.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета наших досліджень – провести порівняльну оцінку п'ятирічних сівозмін з бобовими культурами (соєю, горохом, конюшиною, люцерною, еспарцетом, бобами кормовими), визначити найпродуктивніші їх варіанти, що забезпечують високу і сталу урожайність сільськогосподарських культур.

Дослідження проводили протягом 2011–2014 рр. у зоні Правобережного Лісостепу України на Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН у стаціонарному досліді з вивчення короткоротаційних сівозмін.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем опідзолений середньосуглинковий. Перед закладанням досліді в орному шарі уміст гумусу (за Тюріним) складав 2,8–3,0%, рН сольове – 5,8–6,2, гідролітична кислотність – 1,9–2,3 мг-екв/100 г, сума увібраних основ – 39,8–42,0 мг екв./100 г ґрунту (за Каппеном), азоту, що легко гідролізується (за Корнфілдом) – 17,0–19,3 мг/100 г, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чириковим) – відповідно 20,8–22,6 та 8–12 мг/100 г ґрунту.

Погодні умови за роки проведення досліджень були досить різноманітними і під їх впливом формувалася різна урожайність сільськогосподарських культур у досліді (рис. 1, 2).

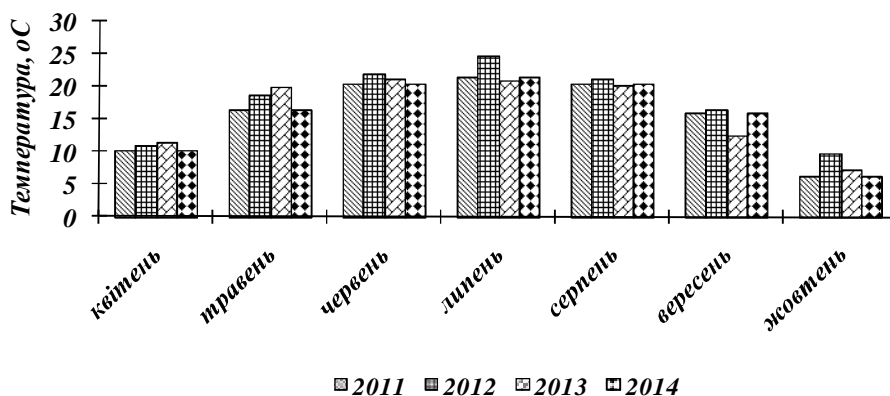


Рис. 1. Середньодобова температура повітря у роки проведення досліджень, °С.

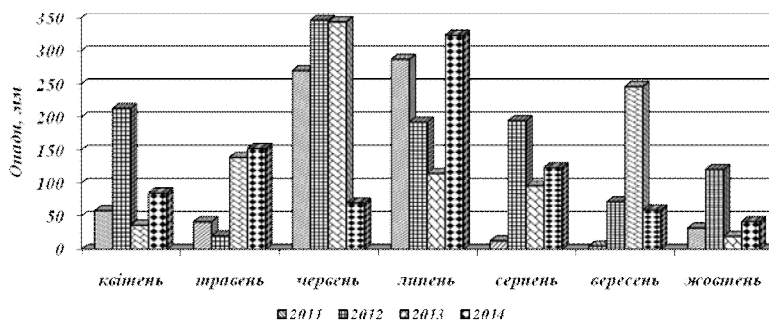


Рис. 2. Кількість опадів у роки проведення досліджень, мм

Виявлення впливу бобових та систем удобрення на продуктивність культур та родючість ґрунту проводили у дев'яти п'ятипільних сівозмінах.

Розміщення культур та удобрення у сівозміні: 1 – конюшина на 2 укоси, пшениця озима, буряки цукрові, кукурудза на зерно, ячмінь з підсівом конюшини за внесення на 1 гектар сівозмінної площі 8 т гною та $N_{66}P_{56}K_{78}$; 2 – горох, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь + післяжнивні, кукурудза на зерно за внесення на 1 гектар сівозмінної площі 8 т гною та $N_{74}P_{60}K_{78}$; 3 – соя, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь + післяжнивні, кукурудза на зерно за внесення на 1 гектар сівозмінної площі 8 т гною та $N_{74}P_{60}K_{78}$; 4 – конюшина на 2 укоси, пшениця озима + післяжнивні на зелене добриво, буряки цукрові, кукурудза на силос, ячмінь з підсівом конюшини за внесення на 1 гектар сівозмінної площі 8 т гною та $N_{45}P_{20}K_{50}$; 5 – конюшина на 2 укоси, пшениця озима + післяжнивні на зелене добриво, буряки цукрові, кукурудза на силос, ячмінь з підсівом конюшини за внесення на 1 гектар сівозмінної площі 16 т гною; 6 – боби кормові, пшениця озима + післяжнивні на зелене добриво, буряки цукрові, кукурудза на силос, ячмінь з підсівом конюшини за внесення на 1 гектар сівозмінної площі 16 т гною; 7 – 40% еспарцету, пшениця озима + післяжнивні на зелене добриво, буряки цукрові, кукурудза на зерно, ячмінь з підсівом еспарцету за внесення на 1 гектар сівозмінної площі 16 т гною; 8–40 % люцерни, пшениця озима + післяжнивні на зелене добриво, кукурудза на зерно, ячмінь з підсівом люцерни за внесення на 1 гектар сівозмінної площі 16 т гною; 9–40 % люцерни, 40 % кукурудзи на зерно, ячмінь з підсівом люцерни за внесення на 1 гектар сівозмінної площі 16 т гною.

За контроль використано типову для зони Правобережного Лісостепу України сівозміну 1.

Повторність досліду – триразова, розміщення повторень і варіантів систематичне. Площа посівної ділянки – 174 м², облікової – 100 м².

У досліді висівали сорти та гібриди сільськогосподарських культур, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні.

Спостереження, обліки та аналізи проводили за загальноприйнятими методиками агрохімічних і біологічних досліджень [9].

Розрахунки продуктивності сівозмін здійснено за виходом основної та побічної продукції на 1 га ріллі, яку перераховували в кормові одиниці та перетравний протеїн згідно з методикою М. М. Карпуся «Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України» [10].

Енергетичну ефективність окремих культур і сівозмін у цілому здійснювали за методикою енергетичного аналізу сільськогосподарського виробництва О. К. Медведовського і П. І. Іваненка [11].

Статистичну обробку отриманих експериментальних даних проводили методом дисперсійного аналізу за Доспеховим Б.А [33] використовуючи прикладні комп'ютерні програми [8].

Результати досліджень

Урожайність пшениці озимої на рівні 5,91 та 5,95 т/га у середньому за роки досліджень отримали після гороху та сої за органо-мінеральної системи удобрення у сівозміні (табл. 1).

У сприятливі роки цей показник становив 6,18–6,88 т/га. Зменшення урожайності пшениці озимої до 5,87 т/га отримали після конюшини на 2 укоси.

У сівозмінах за органічної системи удобрення, де пшениця озима використовувала лише післядію 80 т/га гною на п'ятий рік і попередниками були конюшина на 2 укоси та люцерна 2-го року використання, урожайність знижувалася на 0,95 та 1,03 т/га.

Врожайність гороху у досліді в середньому за роки досліджень становила 3,04 т/га, сої – 2,52 т/га

Найбільшу врожайність коренеплодів буряків цукрових отримали у ланці з конюшиною на два укоси за внесення 40 т гною і $N_{120}P_{90}K_{150}$ (вар. 1).

Серед трав бобових багаторічних найбільший збір зеленої маси (38,4 т/га) забезпечив еспарцет 1-го року використання. Деяко нижчий урожай зеленої маси (33,3 т/га) одержали на полі з конюшиною на два укоси за органо-мінеральної системи удобрення у сівозміні. Зниження урожайності на 15% відмічено за органічної системи удобрення у сівозміні.

Таблиця 1. Урожайність сільськогосподарських культур у короткоротаційних сівозмінах, 2011–2014 рр.

Варіант сівозміни	Урожайність сільськогосподарських культур, т/га										
	пшениці озимої	ячменю	кукурудзи на зерно	кукурудзи на силос	гороху	сої	буряків цукрових	конюшини	люцерни	еспарцету	бобів кормових
1	5,82	4,57	8,89	–	–	–	50,7	33,3	–	–	–
2	5,95	4,65	8,45	–	3,04	–	47,4	–	–	–	–
3	5,91	4,67	8,50	–	–	2,52	48,9	–	–	–	–
4	5,10	4,40	–	56,9	–	–	48,4	31,9	–	–	–
5	4,87	4,07	–	49,7	–	–	45,6	28,2	–	–	–
6	4,89	4,07	–	48,4	–	–	45,6	–	–	–	3,23
7	4,79	4,13	8,00	–	–	–	–	–	–	37,6	–
8	4,88	4,08	7,97	–	–	–	–	–	28,5	–	–
9	–	3,98	7,93	–	–	–	–	–	28,2	–	–

Збір зеленої маси люцерни першого року використання становив 30,2 т/га. Посіви люцерни другого року використання забезпечили нижчу на 6% урожайність. Вагомим чинником, який впливав на врожайність трав, були погодні умови.

За вирощування ячменю ярого після кукурудзи на зерно та буряків цукрових за внесення на 1 га $N_{40}P_{40}K_{40}$ його врожайність становила 4,57-4,67 т/га. Відсутність мінерального живлення зумовило зниження врожайності зерна ячменю до 4,07–4,13 т/га. Вирощування ячменю у ланці «кукурудза на зерно – кукурудза на зерно – ячмінь» за органічної системи удобрення у сівозміні забезпечило врожайність на рівні 3,98 т/га.

Найвищу врожайність зерна кукурудзи (8,89 т/га) одержано у плодозмінній сівозміні (вар. 1).

Врожайність кукурудзи на силос у досліді становила 48,4-56,9 т/га. Ця культура ефективно використовує післядію гною.

Попередники сільськогосподарських культур і добрива значно впливали не тільки на величину урожайності, але й на якість одержаної продукції. Найвищі показники якості характерні для зерна пшениці озимої, вирощеного після конюшини на два укуси за внесення $N_{70}P_{50}K_{60}$ – 11,9 % білка та 22,9 % клейковини. Незначно поступалися за даними показниками варіанти з горохом та соєю. Зерно, вирощене після сої, містило 10,9 % білка та 21,6 % клейковини. Нижчу якість зерна отримали у сівозмінах, де пшениця використовувала лише післядію гною.

Цукристість коренеплодів буряків цукрових була невисокою в усіх ланках сівозмін і знаходилася у межах від 15,9 до 16,5 %. Найкращою виявилася ланка з конюшиною на два укуси та пшеницею озимою + післяжнивні за органо-мінеральної системи удобрення, де цукристість була найвищою і становила 16,5 %. За органічної системи удобрення у такій ланці вміст цукру в коренеплодах знижувався до 15,9 %.

Соя забезпечила вищий на 37 % збір протеїну з 1 га сівозмінної площі, ніж горох.

Продуктивність короткоротаційних сівозмін змінювалася залежно від частки бобових культур, їхнього розміщення після попередників та систем удобрення у сівозміні. Так, у типовій для зони сівозміні (вар. 1) з 20 % конюшини на два укуси, 60 % зернових, 40 % просапних (у тому числі 20 % буряків цукрових) за органо-мінеральної системи удобрення урожайність зернових становила 6,43 т/га (табл. 2).

Таблиця 2. Продуктивність короткоротаційних сівозмін, 2011–2014 рр.

Варіант сівозміни	Структура посівних площ, %							Урожайність зернових, т/га	Вихід з 1 га сівозміної площі, т			
	зернових	бобових							зерна	коренеплодів	кормових одиниць	перетраченого протеїну
		гороху	сої	еспарцету	конюшини	люцерни	бобів кормових					
1	60	–	–	–	20	–	–	6,43	4,27	–	12,77	0,991
2	80	20	–	–	–	–	–	5,52	4,42	9,4	10,73	0,777
3	80	–	20	–	–	–	–	5,40	4,32	9,8	10,79	0,816
4	40	–	–	–	20	–	–	5,96	1,96	9,68	9,73	0,755
5	40	–	–	–	20	–	–	5,66	1,79	9,15	8,63	0,671
6	60	–	–	–	–	–	20	4,06	2,43	9,20	8,53	0,679
7	60	–	–	40	–	–	–	6,24	3,38	–	8,88	0,836
8	60	–	–	–	–	40	–	6,35	3,39	–	8,11	0,737
9	60	–	–	–	–	40	–	6,36	3,81	–	9,60	0,778

Позитивно виділялася сівозміна (вар. 9) з 40 % люцерни та 60 % зернових, з них 40 % кукурудзи на зерно, за органічної системи удобрення, де урожайність зернових культур становила 6,36 т/га, вихід кормових одиниць відповідно 9,6 т/га.

Найвищий вихід зерна з 1 га сівозміної площі (4,42 т) одержано за органо-мінеральної системи удобрення у зерно-просапній сівозмінах з 80 % зернових, у тому числі з 20 % гороху.

За виходом кормових (12,77 т/га) найкращою була типова для зони плодозмінна сівозміна з 20 % конюшини на 2 укоси, пшениці озимої + післяжнивні, буряків цукрових, кукурудзи на зерно, ячменю за органо-мінеральної системи удобрення. Рівень рентабельності становив 104 %. Введення у структуру посівів цієї сівозміни 20 % післяжнивних на зелене добриво та заміна конюшини на два укоси 20 % гороху або сої знижувало цей показник відповідно на 21 та 22 % за рахунок збільшення витрат на їхнє вирощування.

Найдешевшу кормову одиницю (448,46 грн./т) одержали у сівозміні (вар. 9) насиченій на 40 % кукурудзою на зерно, 40 % люцерною, 20% ячменем. Введення у сівозміну замість пшениці озимої кукурудзи на зерно підвищило рівень рентабельності на 26%, знизило собівартість кормової одиниці – на 29% (вар. 9 порівняно з вар. 8).

Варто зазначити, що у сівозмінах на 40 % насичених травами бобовими багаторічними (вар. 7, 8) забезпеченість кормової одиниці протеїном на 5-21% вища, ніж на контрольному варіанті (вар. 1).

Рівень рентабельності був найвищий (121 %) у кормовій сівозміні на 20% насиченій пшеницею озимою, ячменем ярим, кукурудзою на силос, буряками цукровими та кормовими бобами (вар. 6). Саме введення бобів кормових у сівозміну замість конюшини на 2 укоси підвищило рівень рентабельності на 24 % (вар. 6 порівняно з вар. 5).

Найвищі показники енергетичної ефективності отримано у сівозміні з 60 % зернових та 40 % люцерни за органічної системи удобрення, де енергетичні витрати на вирощування продукції мали найменше значення – 20,9 ГДж/га (табл. 3).

Таблиця 3. Енергетична ефективність короткоротаційних сівозмін з різним насиченням бобовими культурами, 2011–2014 рр.

Варіант сівозміни	Енергоємність врожаю, ГДж/га	Енерговитрати, ГДж			Коефіцієнт енергетичної ефективності
		на 1 т			
		на 1га	зерна	кормових одиниць	
1	165,2	34,6	10,3	3,16	4,77
2	147,4	35,5	9,20	3,64	4,15
3	146,0	34,8	9,16	3,60	4,20
4	136,1	26,9	7,81	2,98	5,06
5	119,6	22,3	16,4	2,82	5,36
6	118,8	24,3	12,5	2,96	4,89
7	123,8	21,9	7,32	2,78	5,65
8	119,0	20,9	6,97	2,65	5,69
9	150,1	26,6	7,06	2,68	5,64

Це дозволило отримати найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності – 5,69 умовних одиниць, який у 1,2 раза вищий порівняно з контролем. Варто зазначити, що саме в цій сівозміні отримали найменший показник енергетичних витрат на 1 тону кормових одиниць, який становив 2,65 ГДж.

У сівозмінах з 20 % сої або гороху, енергоємність врожаю становила 146–147,4 ГДж/га, але за рахунок збільшення енергетичних витрат до 34,8–35,5 ГДж/га коефіцієнт енергетичної ефективності був лише на рівні 4,15–4,20 умовних одиниць.

Значне зниження енергетичних витрат на вирощування продукції підвищило коефіцієнт енергетичної ефективності до 5,36–5,69 умовних одиниць відмічено у всіх сівозмінах з 20–40 % насиченням травами бобовими багаторічними за органічної системи удобрення.

Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Найвищий збір зерна – 4,42 т з 1 га сівозмінної площі забезпечила зерно-просапна сівозміна з 80 % зернових, у тому числі з 20 % гороху за органічно-мінеральної системи удобрення.

2. За виходом кормових одиниць (12,77 т з гектара сівозмінної площі) найкращою була типова для зони плодозмінна сівозміна з 20 % конюшини на 2 укоси за органо-мінеральної системи удобрення.

3. Найвищі показники енергетичної ефективності отримано у сівозміні з 60 % зернових та 40 % люцерни за органічної системи удобрення, де енергетичні витрати на вирощування продукції становили 20,9 ГДж/га, на 1 тону кормових одиниць – та 2,65 ГДж, К_е – 5,69.

Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення впливу насичення 5-пільних польових сівозмін різними бобовими культурами на зміну показників родючості ґрунту.

Література

1. *Бабич А. А.* Использование системного метода при изучении водного режима и состояние агробиоценозов полевых культур / *А. А. Бабич, В. Ф. Петриченко* // Земельні ресурси України: рекультивация, раціональне використання та збереження : матеріали міжнар. наук. конф. – Дніпропетровськ, 1996. – С. 35.

2. *Бойко П. І.* Біологічна та економічна роль сівозмін у землеробстві / *П. І. Бойко* – К. : Знання, 1990. – № 11. – 48 с. – (Сер. 9. Земля і люди).

3. *Бойко П. І.* Екологічно збалансовані сівозміни – основа біологічного землеробства / *П. І. Бойко, Н. П. Коваленко* // Вісн. аграр. науки. – 2005. – № 2. – С. 9–13.

4. *Камінський В. Ф.* Роль зернобобових культур у підвищенні родючості ґрунтів і стабілізації виробництва зерна / *В. Ф. Камінський* // Зб. наук. праць Ін-ту землеробства УААН. – 2005. – Спец. вип. – С. 190–195.

5. *Сайко В. Ф.* Сівозміни в землеробстві України / *В. Ф. Сайко, П. І. Бойко*. – К. : Аграр. наука, 2002. – 146 с.

6. Наукові основи сучасних технологій вирощування високобілкових культур / *В. Ф. Петриченко, А. А. Бабич, С. І. Колісник [та ін.]* // Вісн. аграр. науки. – 2003. – № 10. – С. 15–19.

7. *Шувар І. А.* Сівозміна – основа інтенсифікації і біологізації землеробства / *І. А. Шувар*. – Л. : Облкнигдрук, 1996. – 27 с.

8. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта / *Б. А. Доспехов*. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Колос, 1979. – 415 с.

9. Методические указания по изучению севооборотов / УНИИЗ. – К., 1972. – 21 с.

10. Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України: довідник / *М. М. Карпусь, В. П. Славов, М. А. Лапа, Г. М. Мартинюк*. – К. : Аграр. наука, 1995. – 347 с.

11. *Медведовський О. К.* Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / *О. К. Медведовський, П. І. Іваненко*. – К. : Урожай, 1988. – 206 с.
