



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 631.582.5

© 2023

ПРОДУКТИВНІСТЬ П'ЯТИПІЛЬНИХ СІВОЗМІН ЗОНИ ДОСТАТНЬОГО ЗВОЛОЖЕННЯ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ

Л.С. Квасніцька¹, Г.П. Войтова²

¹кандидат сільськогосподарських наук

Хмельницька державна сільськогосподарська дослідна станція

Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН

вул. Самчики, 1, с. Самчики Хмельницького р-ну Хмельницької обл., 31182, Україна

e-mail: ¹larusa7215@ukr.net

ORCID: ¹0000-0002-7925-2299; ²0000-0001-6152-5677

Надійшла 27.01.2023

Мета. Оцінити спрямування характеру змін продуктивності 5-пільних сівозмін та визначити їх енергетичну ефективність на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу під впливом сівозмінного фактора і систем удобрення. **Методи.** Польовий, лабораторний, кількісно-ваговий, порівняльно-розрахунковий, математико-статистичний. **Результати.** Встановлено, що загальна продуктивність сівозмін залежала від частки зернових, технічних і кормових культур і застосованих систем удобрення. Вихід зернових одиниць з 1 га сівозмінної площі за насичення сівозмін на 80–100% зерновими культурами становив 5,95–9,10 т, на 40–60% технічними — 5,89–9,01 т, на 40–60% кормовими — 6,06–8,40 т, коефіцієнт енергетичної ефективності — 3,31–8,39 ум. од. Найбільший збір зернових одиниць (9,43 т) забезпечила плодозмінна сівозміна з 20% трав бобових багаторічних, 60% — зернових, 20% — буряків цукрових за органо-мінеральної системи удобрення. Коефіцієнт енергетичної ефективності становив 6,63 ум. од. **Висновки.** В умовах достатнього зволоження Правобережного Лісостепу на чорноземах опідзолених під час розроблення структури посівних площ сівозмін потрібно враховувати співвідношення між різними групами культур, що забезпечить підвищення ефективності землеробства. За нинішньої енергетичної кризи доцільно проводити корекцію сівозмін у напрямі насичення рослинництва «енергетично дешевими» культурами.

Ключові слова: сівозмінний фактор, система удобрення, вихід зернових одиниць, коефіцієнт енергетичної ефективності

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202302-01>

Актуальним завданням сьогодення є пришвидшення темпів розвитку однієї з найважливіших галузей сільськогосподарського виробництва — землеробства, перетворення його на високорозвинений сектор економіки. Велике значення у вирішенні цих завдань має підвищення культури землеробства, яке передбачає впровадження у виробництво заходів, що є науково обґрунтованою його системою. Серед них — сівозміни, які є головною і незамінною її ланкою.

Структура сівозмін і система удобрення — найдоступніші й найпростіші агротехнічні заходи, які дають змогу формувати високий фон родючості ґрунту, визначають режим мінерального живлення та забезпечують високу продуктивність сільськогосподарських культур [1–10].

Особливості формування структури посівних площ, яка в подальшому реалізується в сівозмінах, залежать від зовнішньої і внутрішньоекономічних факторів. Перший зумовлюється попитом виробництва культур на ринку — її реалізаційною ціною, другий — наявністю інших галузей у господарстві, скажімо тваринництва. Слід зазначити, що продуктивність сівозміни залежить від продуктивності кожної культури та її частки в структурі посівних площ [11].

Головними напрямками оптимізації агротехніки вирощування сільськогосподарських культур є підбір сівозміни та системи удобрення. Для створення моделі оптимізації агроресурсного потенціалу будь-якої ґрунтово-кліматичної зони провідні вчені України рекомендують використовувати інформаційну базу довготривалих стаціонарних дослідів [12].

Мета досліджень — оцінити спрямування характеру змін продуктивності 5-пільних сівозмін та визначити їх енергетичну ефективність на чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу під впливом сівозмінного фактора і систем удобрення.

Матеріали та методи досліджень. Польові дослідження проводили в довготривалому стаціонарному досліді на Хмельницькій державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту кормів та сільського господарства Поділля НААН упродовж 2016–2018 рр. на чорноземі

опідзоленому в 16-ти польових сівозмінах, насичених на 40–100% зерновими, 0–60 — технічними, 0–40 — кормовими культурами та 0–20% — проміжними посівами за різних систем удобрення (табл. 1).

У сівозмінах 2, 3, 7, 11–13 та 15 на 20% сівозмінної площі вирощували післяжнивню гірчицю білу на зелене добриво. У варіантах 6, 7 на кожному полі щороку побічну продукцію приорювали на добриво з компенсувальною дозою азоту $N_{10}/т$.

Контролем взято типову для зони Правобережного Лісостепу сівозміну 1 з 20%-м насиченням конюшиною на 2 укоси, пшеницею озимого, буряками цукровими, кукурудзою на зерно, ячменем із підсівом конюшини на фоні органо-мінеральної системи удобрення.

Повторність дослідів — 3-разова, розміщення повторень і варіантів — систематичне. Площа посівної ділянки — 174 м², облікової — 100 м².

Ґрунт дослідного поля — чорнозем опідзолений середньосуглинковий. Перед закладанням дослідів у орному шарі вміст гумусу (за Тюрнімом) становив 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), легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 17,0–19,3 мг/100 г, рухомого фосфору і обмінного калію (за Чиріковим) — відповідно 20,8–22,6 та 8–12 мг/100 г ґрунту.

У досліді висівали сорти та гібриди сільськогосподарських культур, занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні. Технології вирощування культур — загальноприйнятті для зони достатнього зволоження Правобережного Лісостепу України.

Методи дослідження: польовий, лабораторний, кількісно-ваговий, порівняльно-розрахунковий, математико-статистичний.

Розрахунки продуктивності сівозмін здійснено за виходом основної та побічної продукції на 1 га ріллі, яку перераховували в зернові одиниці за коефіцієнтами [13], кормові одиниці та перетравний протеїн — згідно з методикою [14], енергетичну ефективність сівозмін визначали за

1. Структура посівних площ у сівозмінах (2016–2018 рр.), %

Культура	Варіант сівозміни															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Пшениця озима	20	20	20	20	20	20	20	20	40	20	20	20	–	–	20	–
Ячмінь	20	–	–	20	20	20	–	20	–	20	20	20	20	20	20	20
Горох	–	–	–	20	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Овес	–	20	–	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Гречка	–	20	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Кукурудза на зерно	20	40	40	20	20	20	40	20	–	20	–	–	20	20	20	40
Боби кормові	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	–	–	–
Буряки цукрові	20	–	–	20	20	–	–	–	–	–	20	20	20	–	–	–
Соя	–	–	20	–	20	20	–	20	20	20	–	–	–	–	–	–
Соняшник	–	–	–	–	–	20	–	–	–	20	–	–	–	–	–	–
Ріпак озимий	–	–	–	–	–	–	–	20	40	–	–	–	–	–	–	–
Кукурудза на силос	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	20	–	–	–	–
Конюшина на 2 укуси	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20	20	20	–	–	–
Люцерна посівна	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	40	40	40
Пшениця озима на зелений корм/ гречка післяукісно	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	20/20	–	–
Післяжнивні на зелене добриво	–	20	20	–	–	–	20	–	–	–	20	20	20	–	20	–
<i>Унесено на 1 га сівозмінної площі</i>																
Ґною, т/га	8	–	–	8	8	–	–	–	–	–	8	16	16	16	16	16
N, кг д. р.	66	76	72	74	74	62	72	74	80	72	45	–	–	–	–	–
P ₂ O ₅ , кг д. р.	56	68	68	60	60	52	68	54	52	68	20	–	–	–	–	–
K ₂ O, кг д. р.	78	80	80	78	78	68	80	62	60	80	50	–	–	–	–	–

методикою [15]. Математико-статистичне опрацювання експериментальних даних здійснювали методом дисперсійного аналізу за методикою [16] з використанням програмних засобів «Microsoft Excel».

Погодні умови 2016–2018 рр. істотно впливали на розвиток вирощуваних культур, урожайність і продуктивність сівозмін. Середньодобова температура повітря впродовж вегетаційного періоду 2016 р. була вищою за середньобагаторічний показник на 2,7°C, кількість опадів — на 33,8 мм, або 6,8%. Дефіцит опадів відзначено в липні — 73,0%, серпні — 16,5% щодо

середньобагаторічного значення.

Гідротермічні умови вегетаційного періоду 2017 р. характеризувалися вищими середньодобовими температурами на 5,7°C у березні, 1,9°C — квітні, 2,6°C — травні та на 2,4°C — у червні. Загалом середньодобова температура повітря впродовж вегетаційного періоду 2017 р. була вищою за середньобагаторічний показник на 2,3°C, кількість опадів — на 133,2 мм, або 24,8%.

Середньодобова температура повітря вегетаційного періоду 2018 р. була вищою за середньобагаторічний показник на 4,2°C, кількість опадів — лише на 18,1 мм.

2. Показники продуктивності та коефіцієнт енергетичної ефективності короткоротаційних сівозмін (2016–2018 рр.)

Сівозмінна	Вихід з 1 га сівозмінної площі, т										Коефіцієнт енергетичної ефективності
	зерна	Насіння			коренеплодів	кормових одиниць	перетравного протеїну	зернових одиниць	олії	цукру	
		ріпаку озимого	соняшнику	сої							
1	4,18	–	–	–	11,9	11,99	0,864	9,43	–	2,13	6,63
2	5,89	–	–	–	–	9,72	0,626	6,85	–	–	6,71
3	5,39	–	–	0,49	–	9,54	0,696	7,08	0,10	–	6,23
4	4,82	–	–	–	10,7	11,40	0,815	9,10	–	2,01	6,11
5	4,07	–	–	0,50	11,0	11,22	0,817	9,01	0,11	1,95	6,14
6	4,16	–	0,76	0,54	–	7,12	0,790	6,42	0,50	–	3,52
7	6,06	–	–	–	–	7,71	0,565	5,95	–	–	3,31
8	4,04	0,65	–	0,48	–	8,71	0,696	6,67	0,37	–	4,57
9	2,60	1,09	–	0,41	–	6,68	0,653	5,89	0,54	–	5,48
10	3,98	–	0,64	0,48	–	7,91	0,750	6,95	0,43	–	8,39
11	2,25	–	–	–	10,9	10,28	0,809	8,40	–	2,02	7,54
12	2,11	–	–	–	10,0	9,54	0,718	7,48	–	1,87	8,08
13	2,84	–	–	–	9,4	9,34	0,746	6,14	–	1,84	7,30
14	2,69	–	–	–	–	7,88	0,866	6,06	–	–	6,56
15	3,58	–	–	–	–	8,49	0,844	6,18	–	–	7,67
16	3,60	–	–	–	–	9,13	0,643	6,31	–	–	6,45

Гідротермічний коефіцієнт у період вегетації культур за місяцями становив 0,40–3,07 ум. од.

Результати досліджень. Продуктивність короткоротаційних сівозмін змінювалася залежно від набору, співвідношення і розміщення зернових, технічних і кормових культур та системи удобрення в сівозміні.

Найбільший вихід зерна з 1 га сівозмінної площі (6,06 т, зокрема 1,88 т продовольчого) одержано за альтернативної системи удобрення в зерновій сівозміні 7 зі 100% зернових, у тому числі 40% кукурудзи на зерно (табл. 2). Насичення сівозмін 2, 3 на 80–100% зерновими культурами на фоні поєднання мінеральної системи удобрення

та сидератів забезпечило збільшення збору зерна з 1 га сівозмінної площі на 29–41% порівняно з контролем.

За виходом з 1 га сівозмінної площі кормових (11,99 т) і зернових одиниць (9,43 т), цукру (2,13 т) оптимальною була типова для зони сівозмінна 1 з 20% конюшини на 2 укоси, 60% — зернових, 40 — просапних (у тому числі, 20% — бур'яків цукрових) за органо-мінеральної системи удобрення.

Крім високих показників продуктивності, у цьому варіанті сівозміни завдяки дотриманню чергування стійких і чутливих до бур'янів культур, забезпеченню їх хорошими попередниками було зведено до мінімуму ураження рослин шкідниками та хворобами. Застосування хімічних засобів

захисту за такої структури посівних площ є досить обмеженим.

У сівозмінах 2, 3, 7 вихід кормових одиниць зменшився на 19–36%, зернових одиниць — на 25–35% порівняно з контролем. Забезпечення кормової одиниці перетравним протеїном становило 64–73 г.

Енерговитрати на 1 т зерна в зернових сівозмінах (варіанти 2, 3, 7) є на 18–45% нижчими порівняно з контролем. Коефіцієнт енергетичної ефективності становив 3,31–6,71 ум. од.

За насичення сівозміни 10 на 40% технічними культурами (по 20% соняшнику та сої) вихід з 1 га сівозмінної площі кормових одиниць становив 7,91 т, зернових одиниць — 6,95 т, забезпечення кормової одиниці перетравним протеїном — 95 г. Застосування альтернативної системи удобрення в аналогічній за складом культур сівозміні 6 збільшило вихід зерна на 5%, насіння соняшнику — 19, сої — 13, олії — 16, перетравного протеїну — на 5%.

Уведення в сівозміну замість соняшнику ріпаку озимого підвищило вихід кормових одиниць на 10%, однак, забезпеченість їх перетравним протеїном зменшилася на 27% (варіант 8 порівняно з варіантом 10).

Насичення сівозміни 9 на 40% ріпаком, 20% — соєю, 40% — пшеницею озимою забезпечило найбільший вихід продовольчого зерна — 2,60 т/га сівозмінної площі та олії — 0,54 т/га, але значно знизило інші показники продуктивності 1 га сівозмінної площі. Так, вихід кормових одиниць становив 6,68 т, зернових одиниць — 5,89 т, що на 30 та 13% відповідно нижче, ніж у сівозміні 8.

Результати енергетичної оцінки сівозмін (варіанти 6, 8–10), насичених ріпаком озимим та соняшником, показали, що найменші енергетичні витрати на 1 га сівозмінної площі (24,1 ГДж) були в сівозміні 10, насиченій на 20% соняшником за мінеральної системи удобрення. Коефіцієнт енергетичної ефективності становив 8,39 ум. од.

Зернобурякова сівозміна 4, насичена на 80% зерновими культурами та 20% буряками цукровими (горох — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь — кукурудза на зерно), за органо-мінеральної системи удобрення забезпечила вихід

зерна — 4,82 т, кормових одиниць — 11,40 т, зернових одиниць — 9,10 т, перетравного протеїну — 0,815 т, цукру — 2,01 т. Коефіцієнт енергетичної ефективності становив 6,11 ум. од.

За введення в сівозміну сої замість гороху (варіант 5) відзначено зниження виходу зерна на 16%, цукру — на 3%, однак, підвищилася забезпеченість кормової одиниці перетравним протеїном.

Органо-мінеральна система удобрення в сівозміні, насиченій на 40% — зерновими, 40 — кормовими та 20% — технічними культурами, забезпечила вищу врожайність вирощуваних культур, що пояснюється кращою доступністю основних елементів для живлення рослин і меншою забур'яненістю посівів (варіант 11 порівняно з варіантом 12). Негативний вплив цих чинників позначився і на якості вирощеної продукції в сівозміні 12. Уміст клейковини в зерні пшениці озимої знизився на 1,5%, цукристість коренеплідів буряків цукрових зменшилася на 0,8%.

Зі зниженням урожайності сільськогосподарських культур у сівозміні 12 зменшилися показники продуктивності з 1 га сівозмінної площі: вихід зерна — на 0,14 т, кормових і зернових одиниць — з 1 га 0,74 т та 1,34 т відповідно, перетравного протеїну — 0,091 т, цукру — на 0,15 т. Однак у цій сівозміні відзначено зменшення енерговитрат на 1 га на 17%, на 1 т зерна — 12%, кормових одиниць — на 14%, підвищення коефіцієнта енергетичної ефективності — на 7%.

Насичення сівозмін 15 та 16 на 40% люцерною посівною забезпечило високу середню врожайність зернових (5,98 і 6,0 т/га відповідно). Вихід кормових одиниць у таких сівозмінах становив 8,49 т та 9,13 т з 1 га сівозмінної площі, коефіцієнт енергетичної ефективності — 7,67 та 6,45 ум. од. відповідно.

Варто зазначити, що в сівозміні 14, насиченій на 40% люцерною посівною, 20% — кукурудзою на зерно, вирощування на 20% сівозмінної площі пшениці озимої на зелений корм і післязакісно гречки на зерно дало можливість безперебійно одержувати зелену масу і забезпечило вміст перетравного протеїну в 1 кормовій одиниці до 110 г.

Введення бобів кормових у сівозміну збільшило конюшини лучної на 2 укоси підвищило вихід зерна на 35% і вміст перетравного

протеїну в кормовій одиниці на 7%, зменшило енергетичні витрати на 1 т зерна на 19% (варіант 13 порівняно з варіантом 12).

Висновки

В умовах достатнього зволоження Правобережного Лісостепу на чорноземах опідзолених під час розроблення структури посівних площ сівозмін потрібно враховувати співвідношення між різними групами

культур, що забезпечить підвищення ефективності землеробства. За нинішньої енергетичної кризи доцільно проводити корекцію сівозмін у напрямі насичення рослинництва «енергетично дешевими» культурами.

Kvasnytska L.¹, Voitova H.²

Khmelnytskyi State Agricultural Experimental Station of the Institute of Feed and Agriculture of Podillia of NAAS, 1 Samchyky Str, vil. Samchyky, Khmelnytskyi district, Khmelnytskyi oblast, 31182, Ukraine; e-mail: Iarusa7215@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-7925-2299; ²0000-0001-6152-5677

Productivity of five-field crop rotations in the zone of sufficient moisture of the Right-Bank Forest Steppe

Goal. To assess the direction of the nature of changes in the productivity of 5-field crop rotations and to determine their energy efficiency on the podzolized chernozem of the Right-Bank Forest Steppe under the influence of the crop rotation factor and fertilizer systems. **Methods.** Field, laboratory, quantitative, comparative calculation, mathematical and statistical. **Results.** It was established that the total productivity of crop rotations depended on the share of grain, technical and fodder crops, and applied fertilizer systems. The output of grain units from 1 ha of the crop rotation area for 80–100% crop rotation saturation

with grain crops was 5.95–9.10 t, for 40–60% saturation with technical crops — 5.89–9.01 t, for 40–60% saturation with fodder crops — 6.06–8.40 t, the coefficient of energy efficiency — 3.31–8.39 standard units. The largest harvest of grain units (9.43 tons) was provided by crop rotation with 20% of perennial leguminous grasses, 60% of cereals, and 20% of sugar beets under the organo-mineral fertilizer system. The coefficient of energy efficiency was 6.63 standard units. **Conclusions.** In conditions of sufficient moisture of the Right-Bank Forest-Steppe on podzolized chernozems, during the development of the structure of the sown areas of the crop rotation, it is necessary to take into account the ratio between different groups of crops, which will ensure an increase in the efficiency of agriculture. During the current energy crisis, it is advisable to correct crop rotations in the direction of saturating crop production with «energy-cheap» crops.

Key words: crop rotation factor, fertilizer system, output of grain units, coefficient of energy efficiency.
DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202302-01>

Бібліографія

1. Камінський В.Ф., Шевченко І.П., Коломієць Л.П. Науково-методичне забезпечення охорони земель сільськогосподарського призначення як передумова сталого розвитку агропромислового комплексу України. *Вісник аграрної науки*. 2018. №1. С. 5–10.
2. Бойко П.І., Літвінов Д.В., Цимбал Я.С. Принципи розроблення систем різноротаційних сівозмін в Україні. *Зб. наук. праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2018. Вип. 1. С. 3–14.
3. Бойко П.І., Мартинюк І.В., Цимбал Я.С. Становлення сівозміних принципів у системах землеробства. *Вісник аграрної науки*. 2021. № 3(816). С. 5–13. doi: 10.31073/agrovisnyk202103-01
4. Кудря С.І. Продуктивність короткоротаційної сівозміни з бобовими культурами на чорноземі типовому. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 1. С. 13–

18. doi: 10.31073/agrovisnyk202001-02
5. Господаренко Г.М., Прокопчук І.В., Стасіневич О.Ю., Бойко В.П. Продуктивність польової сівозміни за різних доз і співвідношень добрив. *Наукові горизонти*. 2019. № 3 (76). С. 80–86. doi: 10.33249/2663-2144-2019-76-3-80-86
6. Літвінов Д.В., Бойко П.І., Цимбал Я.С. та ін. Продуктивність різноротаційних сівозмін на чорноземі типовому в Лівобережному Лісостепу. *Землеробство*. 2018. Вип. 1. С. 3–8.
7. Камінський В.Ф. Біологічне землеробство. Посібник українського землероба. 2017. Т.1. С 28–31.
8. Schütz L., Gattinger A., Meier M. et al. Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization — a global meta-analysis. *Front. Plant Sci*. 2018. V. 8. P. 2–13. doi: 10.3389/fpls.2017.02204

9. *Bennett O.J., Bending G.D., Chandler D.* et. al. Meeting the demand for crop production: the challenge of yield decline in crops grown in short rotations. *Biological Reviews*. 2012. V. 87. P. 52–71. doi: 10.1111/j.1469-185X.2011.00184x

10. *Davis A.S., Hill J.D., Chase C.A.* et. al. Increasing cropping system diversity balances productivity, profitability and environmental health. *PLoS ONE*. 2012. V. 7(10). P. 1–8. doi: 10.1371/journal.pone.0047149

11. *Мельничук А.О., Савчук О.І., Кочик Г.М., Гуреля В.В.* Продуктивність короткоротаційних сівозмін на осушуваних ґрунтах зони Полісся. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 7(808). С. 67–73. doi: 10.31073/agrovisnyk202007-09

12. *Тараріко Ю.О.* Оптимізація використання агресурсів на базі агротехнічного.

Меліорація і водне господарство. 2011. Вип. 99. С. 341–351.

13. *Справочник по планированию в агропромышленном комплексе*: под ред. В.Д. Гревцова. Київ: Урожай, 1991. 241 с.

14. *Карпуть М.М., Славоє В.П., Лапа М.А., Мартинюк Г.М.* Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України: довідник. Київ: Аграрна наука, 1995. 347 с.

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

16. *Доспехов Б. А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. перераб. Москва: Агрпроимиздат, 1985. 351 с.