

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОРОТКО РОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН ПРИ РІЗНИХ СИСТЕМАХ УДОБРЕННЯ У ЗОНІ НЕДОСТАТНЬОГО ЗВОЛОЖЕННЯ ПРАВОБЕРЕЖНОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

Ю. В. Мащенко, І. М. Семеняка, М. І. Черячукін, О. М. Григор'єва

*Інститут сільського господарства Степу НААН, вул. Центральна 2, с. Сосонівка,
Кропивницький район, Кіровоградська область, 27602, Україна*

Актуальність. Ведення землеробства в умовах недостатнього зволоження правобережного Степу України пов'язане з погодними ризиками, недотриманням відповідної структури посівних площ та систем удобрення, що ускладнює отримання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур. Розвиток систем землеробства є головною передумовою підвищення як рівнів урожаю, так і конкурентоспроможності сільського господарства країни в цілому. Тому, **метою** досліджень було передбачено встановити вплив систем удобрення на зміну родючості чорноземів звичайних та продуктивність сільськогосподарських культур у короткоротаційних біологізованих сівозмін. **Методи.** Польовий, лабораторний, статистичний. **Результати.** Встановлено, що найвищу продуктивність культури як зерно-паро-просапної, так і зерно-просапної сівозмін формували у варіантах, які найбільше удобрювалися. Порівняння продуктивності сівозмін за різних систем удобрення свідчать, що зерно-паро-просапна сівозмін є більш продуктивною, ніж зерно-просапна на 8,3 т/га або на 5,6 %. Застосування мікробних препаратів на фоні мінеральної та органо-мінеральної систем удобрення сприяло підвищенню продуктивності обох сівозмін у середньому на 6,4–7,8 %. Досліджувані норми добрив також сприяли підвищенню вмісту рухомого фосфору та обмінного калію у всіх варіантах обох сівозмін, але були недостатніми для підтримання вмісту азоту і гумусу на вихідному рівні. Найменший ступінь «згорання» гумусу в обох сівозмін відзначено у варіанті із застосуванням органо-мінеральної системи удобрення у зерно-паро-просапній сівозміні – 0,50 %, що менше, ніж за мінеральної системи удобрення та контролю на 0,06 %, а у зерно-просапній сівозміні ці показники склали відповідно 0,46; 0,11 та 0,06 %. **Висновки.** Зерно-паро-просапна сівозмін забезпечила прибуток на рівні (в середньому) 9114,4 грн/га, що більше порівняно до зерно-просапної сівозмін на 1039 грн/га, або 11,4 %. Переваги органо-мінеральної системи удобрення зумовлені застосуванням в якості органічних добрив рослинних решток попередника, які позитивно впливають на синтез органічної речовини в ґрунті, продуктивність та економічну ефективність.

Ключові слова: сівозміни, добрива, урожайність, продуктивність, родючість ґрунту, економічна ефективність

Вступ. Науково обґрунтована сівозмін є зразком системного вирішення одного із основних завдань землеробства – раціонального використання землі. Саме у сівозміні закладено можливість ефективного використання родючості ґрунту, кліматичних ресурсів, біологічного потенціалу сільськогосподарських культур, добрив з метою отриман-

ня високих урожаїв за розширеного відтворення родючості. Сівозмін є визначальною ланкою системи землеробства, з якою тісно пов'язані інші ланки: системи обробітку ґрунту, добрив, захисту рослин від бур'янів, хвороб та шкідників [1, 2].

Для раціонального використання земель та збільшення виробництва с.-г. про-

Інформація про авторів:

Мащенко Юрій Васильович, канд. с.-г. наук, зав. науково-технологічним відділом збереження родючості ґрунтів, e-mail: mawenko2015@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7965-0193>

Семеняка Ігор Миколайович, канд. с.-г. наук, доцент, директор, e-mail: igor.semenyaka@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-8905-5387>

Черячукін Микола Іванович, доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник лаб. землеробства, e-mail: nikolai1940@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-0699-183X>

Григор'єва Олена Миколаївна, канд. с.-г. наук, доцент, зав. лаб. біоадаптивних технологій в АПВ, e-mail: grigorgeva_elena@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9477-0529>

дукції потрібно забезпечити оптимальне насичення, співвідношення і розміщення основних с.-г. культур у схемах сівозмін, за провадження енергоощадних і екологічно спрямованих систем удобрення, застосування ґрунтових мікроорганізмів [3–6].

У Національному університеті біоресурсів і природокористування внесення солом, сидератів на фоні полуторної дози мінеральних добрив підвищувало урожайність пшениці озимої на 2,40–2,50 т/га, кукурудзи на зерно – на 2,17–2,72 т/га, ячменю ярого – 2,31–2,43 т/га [7].

За даними Інституту біоенергетичних культур і буряків цукрових [8] заорювання солом, стебел кукурудзи на фоні внесення 8,3 т/га гною + N₄₃ P₄₃ K₄₃ сприяло підтриманню балансу гумусу в ґрунті.

В Інституті землеробства у ланці сівозміни: соя – овес – кукурудза з максимальним насиченням сівозміни добривами – 316 кг/га NPK на фоні заорювання побічної продукції збільшувалась кількість доступних рослинам елементів живлення і зростала урожайність сої, вівса, кукурудзи відповідно на 4 %, 34 %, 17 % [9].

Про ефективність застосування у короткоротаційних сівозмінах побічної продукції, сидератів та різних видів добрив відмічається у роботах [10–12] та інших.

Мета досліджень – визначити вплив систем удобрення на зміну родючості чорноземів звичайних та продуктивність сільськогосподарських культур у короткоротаційних біологізованих сівозмінах.

Матеріали та методи. Застосовувались польовий, лабораторний, статистичний методи. Дослідження проводились у лабораторії землеробства Кіровоградської ДСГДС НААН (з жовтня 2018 р. – Інститут сільськогосподарства Степу НААН) протягом 2011–2015 рр. за схемою: 1 – контроль без добрив; 2 – мікробні препарати; 3 – NPK; 4 – NPK + мікробні препарати; 5 – NPK + побічна продукція попередника (П. П.); 6 – NPK + побічна продукція + мікробні препарати.

Ґрунт під дослідом – чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинковий, який має такий гранулометричний склад: пісок (0,25–0,05 мм) – 3,5 %, пил (0,05–0,01 мм) – 41,5 %, фізична глина – 55 %, вміст гумусу

в орному шарі (0–30 см) – 4,7 %, легкогідролізованого азоту – 12,9 мг/100 г, рухомого фосфору – 17,0 мг/100 г ґрунту, обмінного калію – 12,6 мг/100 г ґрунту, РН_{сол} – 5,7. Хімічний аналіз ґрунту та визначення якості зерна проводили у сертифікованій вимірвальній лабораторії відповідно до діючого держстандарту.

Закладався дослід методом рендомізованих повторень по блоках, кожна сівозмінна – окремий блок. Розмір посівної ділянки – 105,9 м², облікової: на культурах суцільної сівби – 30 м², просапних – 29 м². Закладка дослідів, експериментальна робота здійснювалася за методикою польових досліджень Б. О. Доспехова (1985).

Роки досліджень характеризувались посушливістю клімату. Гідротермічний коефіцієнт вегетаційного періоду за роками досліджень 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 становив відповідно 0,81; 0,49; 1,0; 0,76; 0,92.

Результати та обговорення. Встановлено, що вирощування цукрової кукурудзи (*Zea Mays sacharata* М.), в якості парозаймачої культури у зерно-паро-просапній сівозміні з насиченням соєю 20 %, сприяло отриманню врожаю качанів в середньому за 2011–2015 рр. на рівні 8,07 т/га. Вихід зернових і кормових одиниць та протеїну становив відповідно 2,32 і 3,48 та 0,58 т/га (табл. 1).

Продуктивність пшениці озимої (*Triticum aestivum* L.) після пару чорного за всіма показниками і на усіх фонах удобрення підвищувалась практично у межах НІР₀₅. Найвища її урожайність сформувалась у варіанті органо-мінеральної системи удобрення (N₆₀ P₃₀K₃₀ + побічна продукція + мікробні препарати) і склала 5,52 т/га, що більше порівняно з контролем + мікробні препарати на 0,28 т/га або 5,3 %, а порівняно з мінеральною системою удобрення (N₉₀P₆₀K₆₀ + П.П. + мікробні препарати) – на 0,07 т/га, або 1,3 %. Надбавка урожайності пшениці озимої від інокуляції мікробними препаратами склалась у такій послідовності: на фоні без добрив на 0,17 т/га або 3,4 %, на фоні органо-мінеральної системи удобрення – на 0,30 т/га або на 5,7 %.

По сої (*Glycine max* L.), після парової пшениці, ці показники становили відповідно 0,24 т/га (10,3 %); 0,2 т/га (8 %); 0,19 т/га

(7,4 %). Тобто, на фоні без добрив застосування мікробних препаратів було найбільше ефективним. Вищі показники продуктивності соя формувала за органо-мінеральної системи удобрення з використанням мікробного препарату, при цьому вихід зернових і кормових одиниць та перетравного протеїну становив відповідно 5,19 т/га і 4,47 т/га та 0,88 т/га. (табл. 1).

При вирощуванні кукурудзи (*Zea Mays L.*) на зерно відзначена тенденція до зростання рівня врожайності та показників продуктивності при використанні органо-мінеральної, мінеральної систем удобрення та їх

комбінацій з мікробними препаратами. Більша прибавка врожаю була при органо-мінеральній системі удобрення при використанні мікробного препарату, яка становила 0,52 т/га, або 7,8 %. Прибавка врожаю зерна кукурудзи від застосування мікробного препарату становила 0,26 т/га або 3,8 %.

При вирощуванні соняшнику (*Helianthus annuus L.*) визначене істотне зростання рівня врожаю за всіма варіантами з добривами та при їх поєднанні з мікробними препаратами. Так, використання органо-мінеральної системи удобрення в поєднанні з мікробними препаратами сприяло підвищенню

Таблиця 1. Продуктивність сільськогосподарських культур у зерно-паро-просапній сівозміні № 1, т/га (2011–2015 рр.)

Культура сівозміни	Система удобрення, фактор А	Мікробні препарати, фактор В	Урожайність	Вихід		
				зернових одиниць	кормових одиниць	перетравного протеїну
Чорний (зайнятий) пар	Без добрив	-	-	-	-	-
	Мінеральна	-	-	-	-	-
	Органо-мінеральна (N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀)	-	8,07	2,32	3,48	0,58
Пшениця озима	Без добрив	-	5,07	5,57	7,14	0,60
		+	5,24	5,76	7,38	0,63
	Мінеральна N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	-	5,30	5,83	7,48	0,64
		+	5,45	5,99	7,68	0,65
	Органо-мінеральна (N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ + П.П. *)	-	5,22	5,75	7,36	0,63
		+	5,52	6,07	7,78	0,66
НІР ₀₅ А = 0,20–0,45; В = 0,17–0,36; АВ = 0,29–0,63				-	-	-
Соя	Без добрив	-	2,33	4,38	3,77	0,74
		+	2,57	4,82	4,16	0,82
	Мінеральна (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	-	2,49	4,68	4,03	0,79
		+	2,69	5,06	4,36	0,86
	Органо-мінеральна (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П. *)	-	2,57	4,83	4,16	0,82
		+	2,76	5,19	4,47	0,88
НІР ₀₅ А = 0,23–0,38; В = 0,19–0,31; АВ = 0,33–0,54				-	-	-
Кукурудза	Без добрив	-	6,52	7,89	11,86	0,70
		+	6,64	8,03	12,07	0,72
	Мінеральна N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	-	6,97	8,44	12,68	0,75
		+	7,11	8,60	12,92	0,77
	Органо-мінеральна (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + П.П. *)	-	6,90	8,35	12,55	0,75
		+	7,16	8,66	13,01	0,77
НІР ₀₅ А = 0,33–0,74; В = 0,27–0,60; АВ = 0,47–1,05				-	-	-
Соняшник	Без добрив	-	2,37	4,74	2,61	0,90
		+	2,54	5,07	2,79	0,96
	Мінеральна (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	-	2,64	5,29	2,91	1,00
		+	2,78	5,55	3,05	1,06
	Органо-мінеральна (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П. *)	-	2,82	5,65	3,11	1,07
		+	3,05	6,09	3,35	1,16
НІР ₀₅ А = 0,12–0,23; В = 0,09–0,15; АВ = 0,16–0,26				-	-	-

* П. П. – побічна продукція попередника.

врожаю на 0,51 т/га (20 %) порівняно до аналогічного контролю, а без застосування мікробних препаратів – менше на 0,28 т/га, або на 11 %. При мінеральній системі удобрення в поєднанні з мікробними препаратами відзначено зростання врожаю на 0,41 т/га (17,3 %), а без мікробних препаратів – на 0,27 т/га, або на 11,4 %. Відповідно варіювали і всі показники продуктивності – зернові одиниці, кормові одиниці, перетравний протеїн, які були також найбільшими у варіанті органо-мінеральної системи удобрення в поєднанні з мікробними препаратами (N₄₀ P₄₀ K₄₀ + ПП + мікробні препарати) і становили відповідно 6,09 т/га; 3,35 т/га; 1,16 т/га (див. табл. 1). Слід відзначити, що у зерно-паро-просапній сівозміні всі культури в цьому варіанті удобрення були найбільш продуктивними.

Зерно-просапна сівозміна з насиченням соєю 40 % (соя – пшениця озима – соя – кукурудза – гречка) характеризується заміною порівняно до зерно-паро-просапної сівозміни, чорного або сидерального пару соєю, а соняшника – гречкою (*Fagopyrum esculentus*). Результати свідчать, що урожайність першої культури сівозміни (сої) коливалася залежно від фонів удобрення у межах похибки експерименту (НІР₀₅). І хоча за всіх удобрених варіантів відзначено прибавки її урожайності, істотними вони були лише від дії мікробних препаратів на фоні органо-мінеральної та мінеральної систем удобрення, які становили відповідно 0,31 т/га (16,3 %) і 0,27 т/га (14,2 %). Вищі показники продуктивності сої сформувалися на фоні органо-мінеральної системи удобрення в поєднанні з мікробними препаратами (табл. 2).

Пшениця озима у зерно-просапній сівозміні, після попередника сої, сформувала в середньому за роками досліджень нижчий на 0,49 т/га урожай, ніж після чорного та сидерального парів зерно-паро-просапної сівозміни. Вищу урожайність пшениці озимої одержано у варіанті мінеральної системи удобрення в поєднанні з мікробними препаратами – 4,25 т/га, що більше порівняно з аналогічним контролем на 0,46 т/га (12,1 %), а порівняно з контролем без мікробних препаратів – на 0,63 т/га, або на 17,4 %. Дещо нижчі показники її продуктивності спостерігалися на фоні органо-мінеральної системи

удобрення.

При вирощуванні сої після пшениці озимої досліджувані фактори не мали істотного впливу (табл. 2). Все ж вищі показники її урожайності та продуктивності відзначено на фоні органо-мінеральної системи удобрення у поєднанні з мікробними препаратами.

Аналогічні показники впливу досліджуваних факторів спостерігалися і при вирощуванні кукурудзи.

Вирощування гречки на фоні мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення сприяло істотному зростанню її врожаю, де прибавка до контролю становила відповідно 0,23 т/га (15 %) та 0,35 т/га (22,9 %). При поєднанні мінеральних добрив з мікробними препаратами прибавка врожаю склала 0,25 т/га (14,5 %), а при органо-мінеральній – 0,33 т/га (19,2 %). Надбавка тільки від застосування мікробних препаратів становила: на фоні органо-мінеральної системи удобрення – 0,17 т/га (9 %), мінеральної – 0,21 т/га (11,9 %), у контролі (без добрив) – 0,19 т/га (10,8 %).

При аналізі продуктивності культур зерно-паро-просапної та зерно-просапної сівозмін видно, що в обох сівозмінах найвища вона сформувалася у варіантах, які найбільше удобрювалися.

Порівняння продуктивності сівозмін свідчить, що зерно-паро-просапна сівозміна є більш продуктивною, ніж зерно-просапна на 8,3 т/га з од., або 5,6 %. Переваги зерно-паро-просапної сівозміни пояснюються більш раціональною структурою сільськогосподарських культур порівняно з розміщенням культур у зерно-просапній сівозміні.

Не підлягає сумніву актуальність використання побічної продукції рослинництва у збереженні та підвищенні родючості ґрунтів у сучасному землеробстві України. Тому, вплив використаних у досліді мінеральних і органо-мінеральних добрив на забезпеченість ґрунту і рослин елементами живлення має як наукову, так і практичну значущість.

Результати даного дослідження свідчать, що за 5 років досліджень (2011–2015 рр.) вміст легкогідролізованого азоту зменшився у всіх варіантах дослідження обох сівозмін. У зерно-паро-просапній сівозміні вміст азоту зменшився у контролі на 3,74 мг/100 г ґрунту, при мінеральній системі удобрення – 2,14 мг/100 г ґрунту, органо-мінеральній –

Таблиця 2. Продуктивність сільськогосподарських культур у зерно-просапній сівозміні № 2, т/га (2011–2015 рр.)

Культура сівозміни	Система удобрення, фактор А	Мікробні препарати, фактор В	Урожайність	Вихід		
				зернових одиниць	кормових одиниць	перетравного протеїну
Сою	Без добрив	-	1,90	3,58	3,08	0,61
		+	2,10	3,95	3,40	0,67
	Мінеральна (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	-	2,09	3,93	3,39	0,67
		+	2,17	4,08	3,52	0,69
	Органо-мінеральна (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.*)	-	2,13	4,00	3,45	0,68
	+	2,21	4,15	3,57	0,70	
	НР ₀₅ А = 0,14–0,27; В = 0,11–0,22; АВ = 0,20–0,38			-	-	
Пшениця озима	Без добрив	-	3,62	3,98	5,10	0,43
		+	3,79	4,17	5,34	0,45
	Мінеральна (N ₇₀ P ₄₀ K ₄₀)	-	4,10	4,51	5,79	0,49
		+	4,25	4,67	5,99	0,51
	Органо-мінеральна (N ₇₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.*)	-	4,08	4,49	5,76	0,49
	+	4,23	4,65	5,96	0,51	
	НР ₀₅ А = 0,24–0,45; В = 0,20–0,37; АВ = 0,34–0,63			-	-	
Сою	Без добрив	-	1,99	3,74	3,22	0,63
		+	2,19	4,10	3,53	0,69
	Мінеральна (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀)	-	2,30	4,11	3,54	0,70
		+	2,23	4,33	3,73	0,73
	Органо-мінеральна (N ₄₀ P ₄₀ K ₄₀ + П.П.*)	-	2,36	4,18	3,61	0,71
	+		4,44	3,83	0,75	
	НР ₀₅ А = 0,17–0,30; В = 0,13–0,25; АВ = 0,23–0,43			-	-	
Кукурудза	Без добрив	-	5,62	6,80	10,21	0,61
		+	5,92	7,17	10,77	0,64
	Мінеральна (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	-	5,95	7,20	10,82	0,64
		+	6,12	7,40	11,12	0,66
	Органо-мінеральна (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + П.П.*)	-	5,90	7,13	10,72	0,64
	+	6,08	7,36	11,06	0,66	
	НР ₀₅ А = 0,30–0,56; В = 0,24–0,46; АВ = 0,42–0,80			-	-	
Гречка	Без добрив	-	1,53	2,30	2,89	0,23
		+	1,72	2,59	3,26	0,26
	Мінеральна (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀)	-	1,76	2,65	3,33	0,26
		+	1,97	2,96	3,71	0,29
	Органо-мінеральна (N ₂₀ P ₂₀ K ₂₀ + П.П.*)	-	7,88	2,83	3,56	0,28
	+	2,05	3,08	3,87	0,31	
	НР ₀₅ А = 0,03–0,17; В = 0,02–0,14; АВ = 0,04–0,24			-	-	

* П.П. – побічна продукція попередника.

2,94 мг/100 г ґрунту, а у зерно-просапній сівозміні – відповідно на 2,61 мг/100 г ґрунту; 2,63 мг/100 г ґрунту; 2,66 мг/100г ґрунту. Очікуваного збільшення вмісту цього елемента живлення від насичення сівозміни соєю до 40 % не відбулось. Вміст рухомого фосфору, навпаки, підвищився в усіх варіантах обох сівозмін. У зерно-паро-просапній сівозміні збільшення вмісту P₂ O₅ спостерігалось на фоні органо-мінеральної системи удобрення на 6,17 мг/100 г ґрунту, що більше порівняно до мінеральної системи на

4,29, а відносно контролю – на 4,68 мг/100 г ґрунту. Вміст обмінного калію зменшився, порівняно до початкового рівня, тільки на фоні без добрив зерно-паро-просапної сівозміни на 0,08 мг. У варіанті з органо-мінеральною системою удобрення цієї сівозміни приріст K₂ O був найвищим і становив 3,09 мг/100 г ґрунту, що більше порівняно до мінеральної системи на 0,3 мг, а відносно до контролю без добрив – на 3,01 мг/100 г ґрунту. У зерно-просапній сівозміні найбільший приріст цього елемента живлення відзначено

на фоні мінеральної системи удобрення – 2,78 мг/100 г ґрунту, що більше порівняно з контролем на 0,34 мг/100 г ґрунту.

Внесена кількість добрив за варіантами досліду була недостатньою для підтримання на початковому рівні вмісту основного, інтегрального показника родючості ґрунту – гумусу. За усіх варіантів обох сівозмін відзначено його від'ємний баланс. У зерно-паро-просапній сівозміні зменшення вмісту гумусу відбулося таким чином: на фоні без добрив – 0,56 %, за мінеральної системи удобрення – 0,56 %, за органо-мінеральної системи – 0,50 %, а в середньому по сівозміні – 0,54 %. У зерно-просапній сівозміні ці показники становили відповідно 0,52 %; 0,57; 0,46 ; 0,52 %. Аналіз наведених даних свідчить, що найменший ступінь «згорання» гумусу в обох сівозмінах відбувся на фоні органо-мінеральної системи удобрення, де в якості органічних добрив використовувалися рослинні рештки попередника, що вказує на позитивний вплив останніх на синтез органічної речовини в ґрунті.

Аналогічно відбулося і підкислення ґрунтового розчину по всіх варіантах обох сівозмін. Так, зменшення показника рН у зерно-паро-просапній сівозміні за дві ротації склало 0,13, у зерно-просапній сівозміні – 0,36. Така ситуація пояснюється, ймовірно, систематичним застосуванням мінеральних добрив, недостатнім вмістом у ґрунті кальцію, кислотними атмосферними опадами.

Результати аналізу економічної ефективності за 2011–2015 рр. свідчать, що у зерно-паро-просапній сівозміні найбільші витрати на вирощування сільськогосподарських культур були при застосуванні мінеральної системи удобрення і становили 11235–11449 грн/га, а найменші – 6779–6884 грн/га у варіантах без добрив. Використання мікробних препаратів на фоні органо-мінеральної системи удобрення забезпечило отримання найвищого умовно чистого доходу, який склав 10889 грн/га при рентабельності 113 %, що більше порівняно до контролю на 1527 грн/га при рентабельності виробництва 138,1 %. Тобто, рентабельність у контролі була вищою на 25,1 %.

Вирощування сільськогосподарських культур за мінеральної та органо-мінераль-

ної системи удобрення у зерно-просапній сівозміні з насиченням соєю 40 % призвело до зростання виробничих витрат відповідно на 2745 грн/га і 2602 грн/га, порівняно до абсолютного контролю. При застосуванні систем удобрення в комплексі з мікробними препаратами ці показники становитимуть 2707 грн/га та 2692 грн/га відповідно. Збільшення витрат у варіантах із застосуванням добрив зумовило меншу прибутковість та рівень рентабельності виробництва. Так, за мінеральної системи удобрення в комплексі з мікробними препаратами прибутковість знизилася на 2186 грн/га, а рентабельність виробництва – з 159,8 % до 80,6 %. У варіанті абсолютного контролю ці показники склали відповідно 1871 грн/га; 143,3 % та 71,8 %.

При органо-мінеральній системі удобрення в комплексі з мікробними препаратами прибутковість зменшилася на 1880 грн/га, рентабельність – з 159,8 % до 84,0 %, а без мікробних препаратів ці показники склали відповідно 1419 грн/га, 143,3 % та 71,8 %. З наведених даних витікає, що органо-мінеральна система удобрення у сівозміні по економічним показникам є більш ефективною, ніж мінеральна система удобрення.

В цілому зерно-паро-просапна сівозміна забезпечила прибуток на рівні (в середньому) 9114,4 грн/га, що більше порівняно до зерно-просапної сівозміни на 1039 грн/га, або 11,4 %.

Висновки. Порівняння продуктивності сівозмін при різних системах удобрення свідчать, що зерно-паро-просапна сівозміна є більш продуктивною, ніж зерно-просапна на 8,3 т/га з од. або на 5,6 %. Переваги зерно-паро-просапної сівозміни досягаються раціональним розміщенням у ній сільськогосподарських культур порівняно з розміщенням культур у зерно-просапній сівозміні. Органо-мінеральна система удобрення зумовила вищу продуктивність порівняно з мінеральною системою удобрення та фоном без добрив у зерно-паро-просапній сівозміні відповідно на 2,7 т/га з од. (10 %) і 4,5 т/га з од. (16 %), а у зерно-просапній – на 0,6 т/га з од. (2,61 %) та 2,2 т/га з од. (9,7 %). Застосування мікробних препаратів на фоні обох систем удобрення забезпечувало приріст продуктивності, в середньому на 6,4–7,8 %.

Застосування добрив сприяло підвищенню вмісту рухомого фосфору та обмінного калію по варіантах обох сівозмін, але було недостатнім для підтримання вмісту азоту та гумусу на початковому рівні. Найменша ступінь «згорання» гумусу відзначена на фоні органо-мінеральної системи удобрення, яке становило у зерно-просапній сівозміні 0,50 %, що менше порівняно до фону мінерального удобрення і контролю без добрив на 0,06 %, а у зернопросапній сівозміні

становило 0,46 %, що менше ніж на фоні мінеральної системи удобрення та контролю без добрив відповідно на 0,11 % і 0,06 %. Перевага органо-мінеральної системи удобрення зумовлена застосуванням органічних добрив у вигляді рослинних решток попередника.

Органо-мінеральна система удобрення у сівозмінах різної інтенсивності за економічними показниками також більш ефективна, ніж мінеральна система удобрення.

Бібліографічний список

1. Камінський В. Ф., Шевченко І. П. Наукові основи організації сівозміни сільськогосподарських підприємств у проектах землеустрою. *Вісн. аграр. науки*. 2013. № 10. С. 5–9.
2. Камінський В. Ф., Сайко В. Ф. Стратегія оптимізації використання земельних ресурсів в агропромисловому виробництві України в контексті світового стабільного розвитку. *Вісн. аграр. науки*. 2014. № 3. С. 5–10.
3. Сайко В. Ф., Бойко П. І. Сівозміни у землеробстві України. Київ: Аграр. наука, 2002. 146 с.
4. Камінський В. Ф., Бойко П. І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісн. аграр. науки*. 2013. № 6. С. 5–9.
5. Бука А. Я., Дружченко А. В. Енергетична оцінка застосування добрив у лівобережному Лісостепу. *Вісн. аграр. науки*. 2002. № 3. С. 13–15.
6. Фатєєв А. І., Мартиненко В. М., Собко М. Г. Продуктивність культур сівозміни і винос елементів живлення за різних систем удобрення та обробітку ґрунту. *Вісн. аграр. науки*. 2016. № 3. С. 11–14.
7. Цандур М. О., Друз'як В. Г., Янюк Н. А., Харіпончук Т. І. Зайняті пари як базовий елемент органічного землеробства. *Вісн. аграр. науки*. 2014. № 9. С. 5–9.
8. Цвей Я. П., Бондар С. О., Кісілевська М. О. Склад гумусу чорноземів залежно від систем удобрення в короткоротаційних сівозмінах. *Вісн. аграр. науки*. 2016. № 9. С. 5–9.
9. Камінська В. В., Клименко І. І. Продуктивність культур ланки зернопросапної сівозміни залежно від удобрення. *Вісн. аграр. науки*. 2014. № 8. С. 10–13.
10. Олійник В. С. Урожайність і якість зерна культур ланки коротко ротаційної сівозміни залежно від удобрення та обробітку ґрунту. *Вісн. аграр. науки*. 2014. № 12. С. 65–68.
11. Молдован В. І., Квасницька Л. С. Вплив сівозмін і удобрення на вміст гумусу в чорноземі опідзоленому Правобережного Лісостепу. *Вісн. аграр. науки*. 2011. № 8. С. 13–16.
12. Датько І. І. Продуктивність культур у схемах сівозмін південного Степу. *Вісн. аграр. науки*. 2011. № 5. С. 75–76.

References

1. Kaminskyi, W. F., Shevchenko, I. P. (2013). Scientific bases of organization of crop rotation of agricultural enterprises in land management projects. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 10, 5–9. [in Ukrainian]
2. Kaminskyi, W. F., Saiko, V. F. (2014). Strategy for optimizing the use of land resources in agro-industrial production of Ukraine in the context of global sustainable development. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 3, 5–10. [in Ukrainian]
3. Saiko, V. F., Boiko, P. I. (2002). *Sivozminy u zemlerobstvi Ukrainy* [Crop rotation in agriculture of Ukraine]. Kyiv: Agrarian Science. 146 p. [in Ukrainian]
4. Kaminskyi, W. F., Boiko, P. I. (2013). The role of crop rotations in modern agriculture. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 6, 5–9. [in Ukrainian]
5. Buka, A. Y., Druzhchenko, A. V. (2002). Energy assessment of fertilizer application in the Left Bank Forest-Steppe. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 3, 13–15. [in Ukrainian]
6. Fatieiev, A. I., Martynenko, V. M., Sobko M. H. (2016). Productivity of crops of crop rotation and removal of nutrients under different systems of fertilizers and tillage. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 3, 11–14. [in Ukrainian]
7. Tsandyr, M. O., Druziak, V. H., Yaniuk, N. A., Khariponchuk, T. I. (2014). Employed couples as a basic element of organic farming. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 9, 5–9. [in Ukrainian]
8. Tsvei, Y. P., Bondar, S. O., Kisilevska, M. O. (2016). Composition of chernozem humus depending on fertilizer systems in short-rotation crop rotations. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 9, 5–9. [in Ukrainian]
9. Kaminska, V. V., Klymenko, I. I. (2014). Productivity of crops of a link of grain plowing crop rotation depending on fertilizer. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 8, 10–13. [in Ukrainian]
10. Oliinyk, V. S. (2014). Yield and grain quality of short-rotation crop rotation crops depending on fertilization and tillage. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bul

- letin of Agrarian Science], 12. 65–68. [in Ukrainian]
11. Moldovan, V. I., Kvasnytska L. S. (2011). Influence of crop rotations and fertilizers on humus content in chernozem podzolic of the Right-Bank Forest-Steppe. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 8. 13–16. [in Ukrainian]
12. Datko, I. I. (2011). Productivity of crops in crop rotation schemes of the southern steppe. *Visnyk agrarnoi nauky* [Bulletin of Agrarian Science], 5. 75–76. [in Ukrainian]

UDC 631.582

Mashchenko Yu. V., Semeniaka I. M., Cheriachukin M. I., Hryhoreva O. M. Effectiveness of short-term crop rotations under different fertilization systems in the insufficient moisture zone of the Right-Bank Steppe of Ukraine.

Grain Crops, 2022. 6 (1). 169–176.

Institute of Agriculture of the Steppe of NAAS, 2 Tsentralna St., Sozonivka village, Kropyvnytskyi district, Kirovohrad region, 27602, Ukraine

Topicality. In the condition of insufficient moisture in the Right Bank Steppe of Ukraine, agriculture is associated with weather risks, non-compliance with the appropriate structure of sown areas and fertilization systems, which makes it difficult to obtain high and stable yields of agricultural crops. The development of agricultural systems is the basis for increasing both yield levels and the competitiveness of the agricultural industry as a whole. **Aim.** To study the influence of fertilization systems on the fertility of ordinary chernozems and crop productivity in biological short-term crop rotations. **Methods.** Field trial, laboratory, statistical methods. **Results.** It was found that the field crops of both grain-fallow-row and grain-row crop rotations were formed the highest productivity under high level of fertilization. Under different fertilization systems, it was noted that the productivity of grain-fallow-row crop rotation is higher than grain-row crop rotation by 8.3 t/ha or by 5.6 %. The productivity of both crop rotations was increased by an average of 6.4–7.8 % due to the application of microbial preparations against the background of mineral and organomineral fertilization systems. The content of mobile phosphorus and exchangeable potassium in all variants of both crop rotations increased due to studied fertilizer rates, but these rates were insufficient to maintain the content of nitrogen and humus at the initial level. In both crop rotations, it was noted that the lowest degree of "burning" humus was on the background of the organomineral fertilizers. When organomineral fertilizers were applied in the grain-fallow-row crop rotation, this indicator was 0.50 % that was 0.06 % less compared to variant with the mineral fertilization and control, and in grain-row crop rotation, this indicator was 0.46 % that was less by 0.11 and 0.06 %, respectively.

Conclusions. Profit at the level (on average) of UAH 9114.4/ha was obtained in grain-fallow-row crop rotation, it is more by UAH 1039/ha, or 11.4 % compared to grain-row crop rotation. The advantage was that the predecessor residues in the organomineral fertilizer system was used as organic fertilizer, which have a positive effect on the synthesis of organic matter in the soil, productivity and economic efficiency.

Keywords: *crop rotations, fertilizers, yield, productivity, soil fertility, economic efficiency.*