

УДК 631.445.4:631.582

**Войтовик М. В.**

кандидат сільськогосподарських наук,  
доцент кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства,  
Білоцерківський національний аграрний університет

Біла Церква, Україна

**E-mail:** zemlerobstvo\_@ukr.net

**ORCID:** 0000-0002-6943-3213

## ПРОДУКТИВНІСТЬ КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН НА ЧОРНОЗЕМІ ТИПОВОМУ

### Анотація

Метою досліджень було виявлення впливу систем удобрення і обробітку ґрунту на продуктивність короткоротаційних сівозмін на чорноземах типових. Дослідження проведено в підзоні нестійкого зволоження Лісостепу на чорноземі типовому дослідного поля Білоцерківського національного аграрного університету. Виявлено, що найвища продуктивність сівозміни зафіксована у зернопросапній сівозміні на фоні мінеральної системи удобрення, що становить 8,8 т/га к. од. Органо-мінеральна система удобрення у зернопросапній сівозміні мала лише тенденцію до зниження продуктивності сівозміни. Найвищу продуктивність чотирьох короткоротаційних сівозмін забезпечив варіант полицево-безполицевого обробітку ґрунту. У плодозмінній і зернопросапній сівозмінах продуктивність знаходилась на одному рівні, а підвищилася вона за зернопросапної спеціалізованої сівозміни на 1,8% і просапної сівозміни на 1,5%, порівняно з контролем. За мілкового безполицевого обробітку спостерігалася тенденція до такого зменшення продуктивності: за плодозмінної на 12,2%, за зернопросапної на 18,6%, за зернопросапної спеціалізованої на 5,6%, за просапної на 11,9% порівняно з диференційованим обробітком ґрунту. Найбільший збір кормових одиниць з 1 га одержано за застосування мінеральної системи удобрення. Органічна система удобрення призвела до суттєвого зниження продуктивності ріллі порівняно з мінеральною системою. У зернопросапній сівозміні стабільність зросла до 79–83%. Стабільність землеробства у зернопросапній спеціалізованій сівозміні призвела до істотного зниження продуктивності.

**Ключові слова:** система удобрення, врожайність, кормові одиниці, стабільність.

**Вступ.** За сучасних умов агропромислового виробництва ефективне використання землі, збереження та підвищення родючості ґрунту, забезпечення високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур можливе лише за рахунок дотримання науково обґрунтованих систем землеробства [13, с. 147]. Основою будь-якої сучасної системи землеробства були і залишаються інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні [7, с. 46].

Одним із важливих показників продуктивності сівозміни є вихід з одного гектара кормових одиниць, перетравного протеїну, зерна, оскільки за цими показниками можна дати правильну оцінку спроможності одиниці площі через продукцію реалізувати можливості як ефективності, так і родючості. Залежно від підбору культур, системи удобрення, системи основного обробітку ґрунту, структури сівозміни ці показники можуть змінюватися [1, с. 110–114; 2, с. 19; 9, с. 12; 22, с. 7–12].

Науково обґрунтовані системи удобрення з урахуванням особливостей ґрунту, кліматичних умов та біологічних особливостей культур суттєво підвищують продуктивність зернопросапної сівозміни [11, с. 13; 18, с. 10]. Систематичне застосування добрив на чорноземних ґрунтах підвищувало продуктивність зернопросапної сівозміни на 8–9% [21, с. 75–78].

Урожайність культур, як і продуктивність сівозміни в цілому, виступає інтегральним показником ефективної родючості ґрунту, а її рівень визначається складним поєднанням цілого комплексу ґрунтових, погодних і біологічних факторів, системою удобрення культур, набором та схемою чергування їх у сівозміні [14, с. 147–150; 16, с. 104].

За науково обґрунтованого чергування культур поліпшуються умови життєдіяльності мікроорганізмів, зростає продуктивність агроценозів, покращується якість сільськогосподарської продукції й екологічний стан довкілля [4, с. 25; 25, с. 713–721].

Основним показником ефективності сівозміни є її загальна продуктивність [20, с. 24]. Рівень продуктивності культур, що входять до складу сівозміни, є результатом усіх технологічних заходів їхнього вирощування [17, с. 67]. Рівень урожайності кожної культури та продуктивність сівозміни у цілому значною мірою залежить від впливу попередників, системи обробітку ґрунту, удобрення та засобів захисту рослин [23, с. 1751; 24, с. 2770].

**Мета дослідження** – виявлення впливу систем удобрення і обробітку ґрунту на продуктивність короткоротаційних сівозмін чорнозему типового.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Польові дослідження проводили упродовж 2012–2021 рр. у стаціонарному досліді Білоцерківського національного аграрного університету.

Дослід двофакторний. Градації систем удобрення (А). Нульовий рівень – без добрив. Органо-мінеральна частина – для відтворення родючості ґрунту пріоритетним було використання органічних добрив, внесення 8 т гною на 1 га сівозмінної площі і 3,5 т маси післяжнивних сидератів, нетоварної частини врожаю, внесення 110 кг ( $N_{27}P_{38}K_{45}$ ) мінеральних добрив.

Градації систем обробітку ґрунту (В). Диференційований контроль – проведення полицевого обробітку ґрунту у полях буряків цукрових і соняшнику, під пшеницю озиму, одного мілкого безполицевого обробітку під гречку та один раз чизельного обробітку під ячмінь. Полицево-безполицевий обробіток – проведення за ротацію сівозміни 1 раз різноглибинної оранки під просапні культури, два рази мілкого безполицевого обробітку під пшеницю озиму і гречку та 1 раз чизельного обробітку під ячмінь. Мілкий безполицевий – проведення обробітку ґрунту дисковими знаряддями на глибину 10–12 см під усі культури сівозміни.

На всіх варіантах рештки соломи пшениці після збору урожаю подрібнювали і заробляли у ґрунт дисковою бороною. Після збору пшениці проводили підготовку ґрунту до сівби гірчиці білої на сидеральну масу. У кінці вересня – на початку жовтня післяжнивні посіви гірчиці по всіх варіантах заробляли у ґрунт.

Площа посівної ділянки становить 171 м<sup>2</sup>, облікової – 112 м<sup>2</sup>, повторність – 3-разова. Агротехніка вирощування культур загальноприйнята для зони.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий глибокий малогумусний середньосуглинковий з вмістом гумусу в 0–30 см шарі ґрунту 3,7–3,94%, легкогідролізованого азоту (за методом Корнфільда) – 110, рухомих сполук фосфору і калію відповідно 120 і 110 мг/кг ґрунту. Водно-фізичні властивості ґрунту дослідної ділянки сприятливі. Так, щільність ґрунту оброблюваного шару коливається у межах 1,16–1,25 г/см<sup>3</sup>, а загальна щільність становить 52–55%.

До короткоротаційних сівозмін входили такі культури: до плодозмінної: зернові – 40%, просапні – 20%, круп'яні – 10%, багаторічні трави – 10% (люцерна – пшениця озима + гірчиця біла сидерат – буряки цукрові і соняшник – гречка – ячмінь з підсівом люцерни; до зернопросапної: зернові – 60%, просапні – 40% (соя – пшениця озима – соняшник – ячмінь – кукурудза на зерно); до зернопросапної спеціалізованої: зернові – 40%, просапні – 40%, круп'яні – 20% (гречка – пшениця озима – кукурудза на зерно, соняшник – ячмінь – соняшник); до просапної: зернові та зернобобові – 40%, просапні – 60% (горох – пшениця озима – соняшник – кукурудза на зерно – соняшник).

Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками [12, с. 332; 7, с. 46]. Агрометеорологічні умови характеризувались істотним відхиленням від середньобагаторічних показників як за кількістю опадів, температурним режимом, так і їх розподілом у період вегетації з тенденцією у бік зростання як кількості опадів, так і температур, але в цілому вплив досліджуваних факторів спостерігався стабільно.

Статистичний аналіз результатів досліджень проводили за допомогою комп'ютерної програми Excel 11.0.6560.0.

Продуктивність окремих культур і сівозміни загалом слугує важливим показником, який уможливорює проведення порівняльної оцінки культур різних біологічних груп. Найчастіше її визначають за виходом кормових, зернових, кормопроїєнових одиниць та за кількістю енергії, яка акумулюється в одиниці продукції.

Найбільший збір кормових одиниць з 1 га (8,8 т/га) отримано у зернопросапній сівозміні за застосування мінеральної системи удобрення (табл. 1).

Застосування органо-мінеральної системи удобрення зумовило неістотне зниження продуктивності культур всіх короткоротаційних сівозмін. Органічна система удобрення за застосування лише природних ресурсів із внесенням на 1 га 8 т гною та 3,0 т нетоварної частини урожаю і маси післяжнивних сидератів призвела до суттєвого зниження продуктивності на 22,5% порівняно з мінеральною системою удобрення.

Найвищу продуктивність чотирьох короткоротаційних сівозмін забезпечив варіант полицево-безполицевого обробітку ґрунту. У плодозмінній і зернопросапній сівозмінах продуктивність знаходилась на одному рівні, а підвищилася вона за зернопросапної спеціалізованої на 1,8% і просапної на 1,5% порівняно з контролем.

За мілкого безполицевого обробітку спостерігалася тенденція до зменшення продуктивності: за плодозмінної на 12,2%, за зернопросапної на 18,6%, зернопросапної спеціалізованої на 5,6% і просапної на 11,9% порівняно з диференційованим обробітком ґрунту. Це можна пояснити зростанням забур'яненості полів сівозмін, а також ущільненням ґрунту.

Найвища продуктивність сівозміни зафіксована у зернопросапній сівозміні на фоні мінеральної системи удобрення, що становить 8,8 т/га к. од. Органо-мінеральна система удобрення у зернопросапній сівозміні мала лише тенденцію до зниження продуктивності сівозміни.

За результатами фактичної урожайності культур і продуктивності короткоротаційних сівозмін за різних систем удобрення проведено розрахунок балансу валових форм поживних речовин у 0–30 см шарі ґрунту.

У дослідженнях, проведених на чорноземних ґрунтах у чотирьох п'ятипольних сівозмінах упродовж двох ротацій, найбільшу продуктивність забезпечували варіанти з поєднаним заорюванням соломи пшениці озимої,

**Таблиця 1. Продуктивність сівозмін залежно від систем удобрення та обробітку ґрунту, виражена сумою основної і побічної продукції, т/га к. од.**

Система удобрення, А	Варіант обробітку ґрунту, В	Сівозмінна			
		Плодозмінна	Зернопросапна	Зернопросапна спеціалізована	Просапна
Без добрив	1	3,9	5,2	4,3	5,8
	2	3,2	5,3	4,4	5,9
	3	3,2	4,3	5,5	5,3
Органічна	1	5,1	6,4	5,0	6,3
	2	5,1	6,4	5,0	6,5
	3	4,4	5,3	4,6	5,8
Органо-мінеральна	1	6,7	7,7	5,5	6,8
	2	6,9	7,6	5,7	6,7
	3	5,8	6,2	4,7	5,6
Мінеральна	1	7,0	8,7	6,3	7,8
	2	7,5	8,8	6,5	7,9
	3	6,4	6,9	5,3	6,8
НІР <sub>05</sub> А		0,72	0,26	0,17	0,15
НІР <sub>05</sub> В		0,64	0,20	0,13	0,13

Примітки: 1 – диференційований (контроль); 2 – полицево-безполицевий; 3 – мілкий безполицевий обробіток

сидератів (5,65 т/га з.од.), з поєднанням заорюванням під буряки цукрові соломи пшениці озимої і післяжнивної гірчиці (8,17 т/га к.од.) [10, с. 5–9].

У плодозмінній семипільній сівозміні найвищий вихід кормових одиниць (5,7 т/га) забезпечила органо-мінеральна система удобрення з насиченням N<sub>56</sub>P<sub>49</sub>K<sub>69</sub> + гній 15 т/га ріллі [3, с. 29–32].

Застосування мінеральних добрив спільно з органічними поліпшує агрохімічні та фізико-хімічні показники ґрунту, що підвищує ефективність добрив, при цьому зростає продуктивність культур і продуктивність сівозміни [8, с. 14–17; 19, с. 52–60].

За поєднання мінеральних добрив з гноєм продуктивність культур посіла проміжне місце [5, с. 38].

На думку С.А. Балюка та ін. [6, с. 14], для чорноземних ґрунтів рекомендується рівень повернення у ґрунт із добривами для азоту 80%, фосфору – 130–150%, калію – 80–100%. Науковий і практичний інтерес має інформація, одержана у результаті розрахунків структури плодозмінної сівозміни, про рівень адекватності продуктивності ріллі. За зернопросапної сівозміни оптимальний рівень досягається за мінеральної системи удобрення, неістотно занижений – у органо-мінеральній, істотно занижений рівень адекватності – в органічній системі удобрення. Оптимальний рівень адекватності відмічено за органічній системі удобрення просапної сівозміни. За органо-мінеральної і мінеральної систем удобрення просапної і зернопросапної спеціалізованої сівозміни фактична продуктивність ріллі істотно занижена порівняно з ресурсно забезпеченою.

Отже, критерієм раціонального вибору варіантів систем удобрення має стати досягнення біокліматично, екологічно й економічно обґрунтованої продуктивності ріллі, забезпечення відтворення родючості ґрунту. Саме так можна досягти стабільного розвитку галузі землеробства.

Здатність будь-якого ландшафту підтримувати стабільність свого балансу, природне самовідновлення та стійкість до антропогенного навантаження визначається, зокрема, його різноманітністю та просторовою варіабельністю [15, с. 36]. Стабільність землеробства розраховується за такою формулою:

$$C_{\%} = 100 - \frac{S \cdot 100}{\bar{x}}, \quad (1)$$

де: C<sub>%</sub> – стабільність землеробства; S – стандартне відхилення;  $\bar{x}$  – середній показник за період спостережень.

Шкала оцінки стабільності: C<sub>≥</sub>90% – висока, C<sub>89÷80%</sub> – середня і C<sub><</sub>80% – низька.

Розраховані показники стабільності наведено на рис. 1.

Вирощування кукурудзи за зернопросапної спеціалізованої сівозміни характеризується найвищою стабільністю, де C<sub>%</sub> в середньому по культурі складав 83–86% (середня стабільність).

Вирощування гречки в плодозмінній і зернопросапній сівозміні супроводжувалось низькою стабільністю, що в середньому становила 57–66%.

У середньому серед систем удобрення найвищою стабільністю відзначились органічна і мінеральна системи удобрення із показниками стабільності 81% і 82%. На неудобреному варіанті зернопросапної сівозміни стабільність знаходилася на нижчому рівні – 73%. Серед систем обробітку ґрунту за полицево-безполицевого

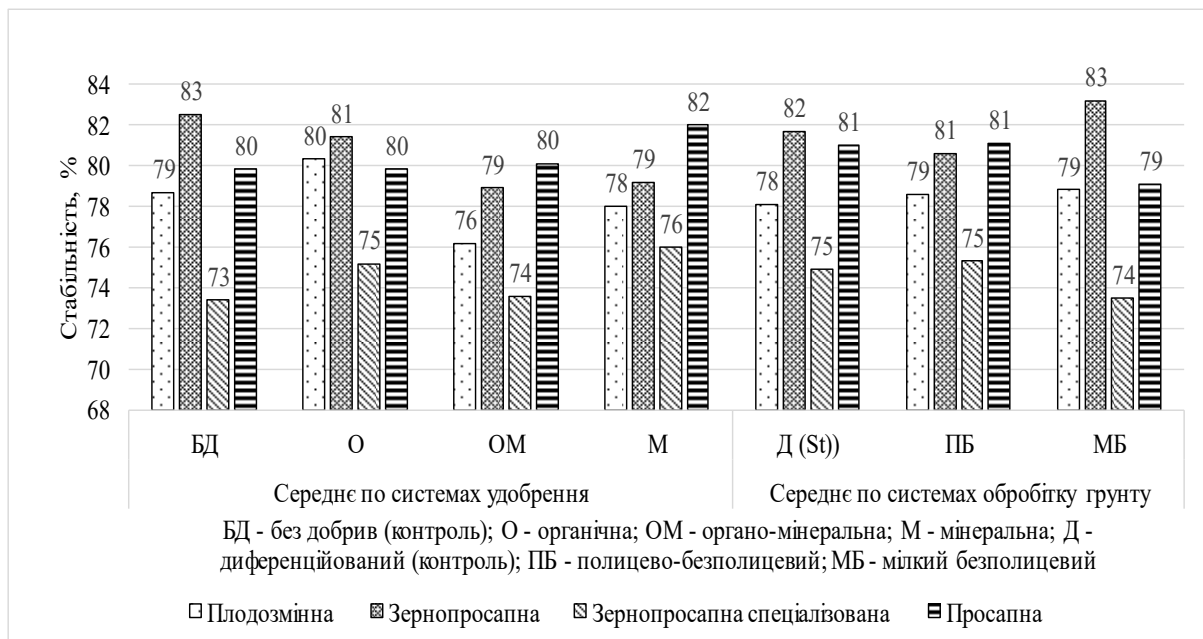


Рис. 1. Стабільність систем удобрення й обробітку ґрунту в сівозмінах, % (2012–2021 рр.)

і диференційованого варіантів стабільність була вищою. Мілкий безполицевий обробіток призводив до зниження стабільності.

Найвища стабільність, характерна для зернопросапної сівозміни, у середньому становила 79–83%. Вирощування культур у зернопросапній спеціалізованій сівозміні призводило до істотного зниження стабільності.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Найбільший збір кормових одиниць з 1 га одержано за застосування мінеральної системи удобрення. Органічна система удобрення за застосування лише природних ресурсів із внесенням на 1 га гною та нетоварної частини урожаю, маси післяжнивних сидератів призвела до суттєвого зниження продуктивності ріллі порівняно з мінеральною системою. У зернопросапній сівозміні стабільність зросла до 79–83%. Стабільність землеробства у зернопросапній спеціалізованій сівозміні призвела до істотного зниження продуктивності.

#### Список використаних джерел

1. Продуктивність культур зерно-бурякової сівозміни в залежності від добрив / А.Ф. Борівський, Н.К. Шиманська, К.А. Савчук. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2013. Вип. 18. С. 110–114.
2. Гера О.М. Продуктивність сільськогосподарських культур залежно від рівня удобрення. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук»*. 2014. Вип. 3. С. 17–24.
3. Вплив добрив і засобів захисту рослин на продуктивність сівозмін Полісся / І.В. Гриник, Ю.О. Бакун, О.І. Бакун. *Вісник аграрної науки*. 2002. № 5. С. 29–32.
4. Єщенко В.О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник*. Київ: ВП «Едельвейс». 2015. Вип. 1. С. 23–27.
5. Добрива, сівозміни і продуктивність / А.С. Зарішняк, С.І. Руцька, Н.А. Шиманська та ін. *Цукрові буряки*. 2004. № 5. С. 8–9.
6. Оптимізація живлення рослин у системі факторів ефективної родючості ґрунтів / С.А. Балюк, Б.С. Носко, В.В. Шимель, Л.В. Єстеревська, Г.Ф. Момот. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 3. С. 12–19.
7. Зубець М.В., Ситник В.П., Безуглий М.Д. Методичні рекомендації щодо оптимального співвідношення сільськогосподарських культур у сівозмінах різних ґрунтово-кліматичних зон України. Київ, 2008. 46 с.
8. Іванюк В.Я. Вплив способів обробітку ґрунту та системи удобрення на продуктивність сівозмін в Східному Лісостепу. *Збірник Наукових праць Інституту землеробства*. Київ, 2005. С. 14–17.
9. Камінська В.В., Клименко І.І. Продуктивність культур ланки зернопросапної сівозміни залежно від удобрення. *Вісник аграрної науки*. 2014. № 8. С. 10–13.
10. Камінський В.Ф., Бойко П.І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 6. С. 5–9.
11. Кудря С.І. Продуктивність короткоротаційної сівозміни з різними бобовими культурами на чорноземі типовому. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 1. С. 13–18. DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovissnyk202001-02>.
12. Основи наукових досліджень в агрономії: підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, П.В. Костоґриз, В.П. Опришко; за ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К»», 2014. 332 с.
13. Сівозміни у землеробстві України / за ред. В.Ф. Сайка, П.І. Бойка. Київ: Аграрна наука, 2002. С. 146–147.
14. Смага І.С. Оцінка продуктивності зернопросапних сівозмін за різної насиченості кукурудзою та цукровим буряком. *Актуальні проблеми ґрунтознавства, землеробства та агрохімії: матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-*

конференції, присвяченої 95-річчю утворення кафедри ґрунтознавства, землеробства та агрохімії ЛНАУ та Міжнародному дню агрохіміка, м. Львів, 9–13 червня 2014 р. Львів, 2014. С. 145–153.

15. Танчик С.П., Манько Ю.П. Ефективність систем екологічного землеробства в Лісостепу України. *Агробіологія*. 2017. № 2. С. 30–38.

16. Ткаченко М.А., Літвінов Д.В. Продуктивність типових сівозмін Лісостепу залежно від інтенсивності агрохімічного навантаження. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2014. Вип. 22. С. 100–106.

17. Філоненко С.В., Тищенко М.В. Урожайність пшениці озимої в короткоротаційній просапній сівозміні залежно від удобрення й основного обробітку ґрунту. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2020. № 3. С. 61–69. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2020.03.07>.

18. Цвей Я.П., Горобець А.М. Продуктивність короткоротаційних сівозмін в Лісостепу України. *Цукрові буряки*. 2006. № 6. С. 10–11.

19. Центилю Л.В. Продуктивність сівозміни залежно від удобрення і обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2019. Вип. 3. 52–60. DOI: [https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-3\(103\)](https://doi.org/10.31521/2313-092X/2019-3(103)).

20. Продуктивність короткоротаційних сівозмін в зоні Лісостепу за різних рівнів інтенсифікації / Я.С. Цимбал, П.І. Бойко, І.В. Мартинюк, М.М. Пташнік. *Вісник аграрної науки*. 2022. № 2. С. 23–29.

21. Цюк О.А. Продуктивність ріллі зернопросапної сівозміни Лісостепу під впливом екологізації землеробства. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2008. № 4. С. 75–78.

22. Шевченко М.С., Лебідь Е.М., Десятник Л.М. Продуктивність науково обґрунтованих сівозмін у зоні Степу. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук»*. 2015. Вип. 1. С. 7–2.

23. Darguza Vadara and Gaile Zinta. The Productivity of Crop Rotation Depending on the Included Plants and Soil Tillage. *Agriculture*. 2023. № 13 (9). P. 1751. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13091751>.

24. Haruna S.I., Kongolo N.V. Tillage, cover crop and crop rotation effects on selected soil chemical properties/ Sustainability. 2019. № 11 (10). P. 2770. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11102770>.

25. Changes in the hardness and moisture capacities of a typical black soil in the agrocenose of winter wheat and sunflower / M. Voitovyk, I. Prymak, O. Tsyuk, Y. Sleptsov, O. Panchenko. *Journal of Central European Agriculture*. 2023. № 24 (3). P. 713–721. DOI: <https://doi.org/10.5513/JCEA01/24.3.3851>.

**Voitovyk M. V.**

*Candidate of Agricultural Sciences,*

*Senior Lecturer at the Department of Agriculture, Agrochemistry and Soil Science,*

*Bila Tserkva National Agrarian University*

*Bila Tserkva, Ukraine*

**E-mail:** [zemlerobstvo\\_@ukr.net](mailto:zemlerobstvo_@ukr.net)

**ORCID:** 0000-0002-6943-3213

## PRODUCTIVITY OF SHORT ROTATION CROP ROTATIONS ON TYPICAL BLACK SOIL

### Abstract

The purpose of the research was to identify the influence of fertilization and tillage systems on the productivity of short-rotation crop rotations on typical chernozems. The research was carried out in the subzone of unstable moisture of the forest-steppe on the typical chernozem of the experimental field of the Bilotserk National Agrarian University. It was found that the highest crop rotation productivity was recorded in the grain row against the background of the mineral fertilizer system, which is 8.8 t/ha. The organo-mineral fertilization system in grain-row crop rotation had only a tendency to decrease crop rotation productivity. The highest productivity of the four short-rotation crop rotations was provided by the shelf-no-shelf tillage option, in the crop rotation and grain-row crop rotations it was at the same level, and it increased in the specialized grain-row rotation by 1.8% and in the row-row by 1.5%, compared to the control. Under shallow tillage, there was a tendency to decrease productivity: under crop rotation by 12.2%, under grain-rowing by 18.6%, specialized grain-rowing by 5.6%, and row-rowing by 11.9%, compared to differentiated tillage. The largest collection of fodder units from 1 ha was obtained using the mineral fertilizer system. The organic fertilization system led to a significant decrease in the productivity of arable land, compared to the mineral system. In grain-row crop rotation, stability increased to 79-83%. The stability of agriculture in specialized crop rotation led to a significant decrease.

**Key words:** fertilization system, productivity, fodder units, stability.

### References

1. Borivskyi, A.F., Shymanska, N.K., & Savchuk, K.A. (2013). Produktivnist kultur zerno-buriakovoi sivozminy v zalezhnosti vid dobryv [Productivity of grain-beet crops depending on fertilizers]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 18. 110-114. [in Ukrainian].

2. Hera, O.M. (2014). Produktivnist silskohospodarskykh kultur zalezhno vid rivnia udobrennia [Productivity of agricultural crops depending on the level of fertilization]. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs "Instytut zemlerobstva NAAN"*, pp. 17–24. [in Ukrainian].

3. Hrynyk, I.V., Bakun, Yu.O., & Bakun, O.I. (2002). Vplyv dobryv i zasobiv zakhystu roslyn na produktivnist sivozmin Polissia [The influence of fertilizers and plant protection products on the productivity of crop rotations in Polissia]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 5. pp. 29–32. [in Ukrainian].

4. Yeshchenko, V.O. (2015). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi [The role of crop rotation in modern agriculture]. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk "Zemlerobstvo"*. Kyiv: VP "Edelveis". 1. pp. 23–27. [in Ukrainian].
5. Zaryshniak, A.S., Rutska, S.I., & Shymanska, N.A., et al. (2004). Dobryva, sivozminy i produktyvnist [Fertilizers, crop rotations and productivity]. *Tsukrovi buriaky*. 5. pp. 8–9. [in Ukrainian].
6. Baliuk, S.A., Nosko, B.S., Shymel, V.V., Yeterevska, L.V., & Momot H.F. (2019). Optymizatsiia zhyvlennia roslin u systemi faktoriv efektyvnoi rodiuchosti hruntiv [Optimizing plant nutrition in the system of effective soil fertility factors]. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 3. S. 12–19. [in Ukrainian].
7. Zubets, M.V., Sytnyk, V.P., & Bezuhlyi, M.D. (2008). *Metodychni rekomendatsii shchodo optimalnoho spivvidnoshennia silskohospodarskykh kultur u sivozminakh riznykh gruntovo-klimatychnykh zon Ukrainy [Methodological recommendations regarding the optimal ratio of agricultural crops in crop rotations of different soil and climatic zones of Ukraine]*. Kyiv, 46 p. [in Ukrainian].
8. Ivaniuk, V.Ya. (2005). Vplyv sposobiv obrobitku gruntu ta systemy udobrennia na produktyvnist sivozmin v Skhidnomu Lisostepu [The influence of tillage methods and fertilization systems on the productivity of crop rotations in the Eastern Forest Steppe]. *Zb. Naukovykh prats Instytutu zemlerobstva*. Kyiv, pp. 14–17. [in Ukrainian].
9. Kaminska, V.V., & Klymenko, I.I. (2014). Produktyvnist kultur lanky zerno prosapnoi sivozminy zalezho vid udobrennia [Productivity of crops of the grain link of row crop rotation depending on fertilizer]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 8. Pp. 10–13. [in Ukrainian].
10. Kamynskyi, V.F., & Boiko, P.I. (2013). Rol sivozmin u suchasnomu zemlerobstvi [The role of crop rotation in modern agriculture]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 6. pp. 5–9. [in Ukrainian].
11. Kudria, S.I. (2020). Produktyvnist korotkorotatsiinoi sivozminy z riznymi bobovymi kulturamy na chornozemi tipovomu [Productivity of short-rotation crop rotation with various leguminous crops on typical chernozem]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 1. pp. 13–18. [in Ukrainian].
12. *Osnovy naukovykh doslidzen v ahronomii* (2014). Pidruchnyk. [Basics of scientific research in agronomy]. V. O. Yeshchenko, P. H. Kopytko, P. V. Kostohryz; V. P. Opryshko. ; za red. V. O. Yeshchenka ; Vinnytsia: PP "TD "Edelveis i K"", 332 p. [in Ukrainian].
13. Sivozminy u zemlerobstvi Ukrainy (2002). [Crop rotations in the agriculture of Ukraine]. (Saiko, V.F., Boiko, P.I. Eds.). Kyiv: Ahrarna nauka, pp. 146–147. [in Ukrainian].
14. Smaha, I.S. (2014). Otsinka produktyvnosti zerno-prosapnykh sivozmin za riznoi nasychenosti kukurudzoiu ta tsukrovym buriakom [Evaluation of the productivity of grain-row crop rotations with different corn and sugar beet saturation]. *Aktualni problemy gruntoznavstva, zemlerobstva ta ahrokhimii: Materialy mizhnarod. Nauk.-prakt. Internet-konf., prysviach. 95-richchiu utvorennia kafedry gruntoznavstva, zemlerobstva ta ahrokhimii LNAU ta Mizhnarodnomu Dniu ahrokhimika (9–13 chervnia 2014 r., m. Lviv)*. Lviv, pp. 145–153. [in Ukrainian].
15. Tanchyk, S.P., & Manko, Yu.P. (2017). Efektyvnist system ekolohichnoho zemlerobstva v Lisostepu Ukrainy [Effectiveness of ecological farming systems in the forest-steppe of Ukraine]. *Ahrobiolohiia*. 2. pp. 30–38. [in Ukrainian].
16. Tkachenko, M.A., & Litvinov, D.V. (2014). Produktyvnist typovykh sivozmin Lisostepu zalezho vid intensyvnosti ahrokhimichnoho navantazhennia [Productivity of typical crop rotations of the Forest Steppe depending on the intensity of agrochemical load]. *Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv*. 22. pp. 100–106. [in Ukrainian].
17. Filonenko, S.V., & Tyshchenko, M.V. (2020). Urozhainist pshenytsi ozymoi v korotkorotatsiinii prosapnii sivozmini zalezho vid udobrennia y osnovnoho obrobitku gruntu [Yield of winter wheat in short-rotation row crop rotation depending on fertilization and main tillage]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*. 3. pp. 61–69. [in Ukrainian].
18. Tsvei, Ya.P., & Horobets, A.M. (2006). Produktyvnist korotkorotatsiinykh sivozmin v Lisostepu Ukrainy [Productivity of short-rotation crop rotations in the Forest-Steppe of Ukraine]. *Tsukrovi buriaky*, 6. pp. 10–11. [in Ukrainian].
19. Tsentylo, L.V. (2019). Produktyvnist sivozminy zalezho vid udobrennia i obrobitku hruntu [Productivity of crop rotation depending on fertilization and tillage]. *Visnyk ahrarnoi nauky Prychornomoria*. 3. pp. 52–60. [in Ukrainian].
20. Tymbal, Ya.S., Boiko, P.I., Martyniuk, I.V., & Ptashnik, M.M. (2022). Produktyvnist korotkorotatsiinykh sivozmin v zoni Lisostepu za riznykh rivniv intensyfikatsii [Productivity of short-rotation crop rotations in the forest-steppe zone at different levels of intensification]. *Visnyk ahrarnoi nauky*. 2. pp. 23–29. [in Ukrainian].
21. Tsiuk, O.A. (2008). Produktyvnist rilli zerno-prosapnoi sivozminy Lisostepu pid vplyvom ekolohizatsii zemlerobstva [Productivity of arable land of grain-row crop rotation of the Forest Steppe under the influence of agricultural greening]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho ahraroho universytetu*, 4. pp. 75–78. [in Ukrainian].
22. Shevchenko, M.S., Lebid, E.M., & Desiatnyk, L.M. (2015). Produktyvnist naukovo obgruntovanykh sivozmin u zoni Stepu [Productivity of scientifically based crop rotations in the Steppe zone]. *Zbirnyk naukovykh. prats. NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN»*, Vyp.1. pp. 7–12. [in Ukrainian].
23. Darguza Vadara and Gaile Zinta. (2023). The Productivity of Crop Rotation Depending on the Incuded Plants and Soil Tillage. *Agriculture*. 2023, 13(9), 1751.
24. Haruna S.I., & Kongolo N.V. (2019). Tillage, cover crop and crop rotation effects on selected soil chemical properties/ Sustainability, 2019, 11(10), 2770.
25. Voitovyk, M., Prymak, I., Tsyuk, O., Slepsov, Y., & Panchenko, O. (2023). Changes in the hardness and moisture capacities of a typical black soil in the agrocenose of winter wheat and sunflower. *Journal of Central European Agriculture*, 2023. 24(3). 713–721.