

ПРОДУКТИВНІСТЬ СОЇ В РІЗНОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЛІВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ ЗА ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕННЯ

Я. С. Цимбал, І. В. Мартинюк, М. М. Пташнік, Д. С. Шляхтуров, О. Л. Оксимець

Національний науковий центр «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України», вул. Машинобудівників, 2Б, смт Чабани, Фастівський район, Київська область, 08162, Україна

Актуальність. В умовах економічної та екологічної кризи ефективне використання земельних ресурсів, оптимізація структури посівних площ в усіх природно-кліматичних зонах з урахуванням специфіки кожного регіону разом з охороною навколишнього середовища є важливим фактором сталого розвитку аграрного виробництва. Сівозміни мають бути динамічними, комбінованими та інтенсивними, але їх впровадження завжди потребує наукового обґрунтування. **Мета.** Встановлення впливу структури, набору та розміщення польових культур у різноротаційних сівозмінах на загальну продуктивність, врожайність і якість насіння сої. **Матеріали і методи.** Дослідження проведено в підзоні нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України на чорноземі типовому малогумусному Панфільської дослідної станції ННЦ «ІЗ НААН». Сою вирощували у різноротаційних 6-8-пільних польових сівозмінах за органо-мінеральної системи удобрення з вивчення впливу попередників на продуктивність, урожайність і якість насіння. Технологія вирощування сільськогосподарських культур у досліді загальноприйнята і рекомендована для зони проведення досліджень. Методи – польові, лабораторно-польові, лабораторні (хімічні, фізико-хімічні), математично-статистичні. **Результати.** Дослідження у тривалому стаціонарному польовому досліді, який було закладено у 2001 р., з вивчення сівозмін, переконливо свідчать про те, що упродовж 2016–2020 рр. високоефективними в цій зоні виявилися 6-8-пільні сівозміни насичені соєю від 12,5 до 16,7 %. Урожайність насіння сої, яку вирощували після гречки, пшениці озимої та ярої, і відповідного набору культур сівозмін, була в межах: 2,92–3,47 т/га, за вмістом олії в насінні – 20,7–21,5 %. Економічна ефективність вирощування сої в структурі різноротаційних сівозмін становить: умовно чистий прибуток – 12,55–16,76 тис. грн/га рівень рентабельності – 116–152 %. **Висновки.** Встановлено, що найбільш продуктивною в зоні Лівобережного Лісостепу виявилася шестипільна сівозміна насичена соєю на 16,7 % (соя – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – кукурудза на зерно – гречка) за органо-мінеральної системи удобрення (побічна продукція попередника + $N_{60}P_{40}K_{40}$). З 1 га ріллі зібрали 4,79 т кормових одиниць і 1,01 т перетравного протеїну за умовно чистого прибутку 16,76 тис. грн/га та рентабельності 152 %.

Ключові слова: культура, ротація, врожайність, кормові одиниці, сирий протеїн, вміст олії, рентабельність, умовно чистий прибуток

Вступ. Збільшення виробництва рослинницької продукції було і залишається основною проблемою на будь якому етапі розвитку сільського господарства і на її вирішення націлена науково обґрунтована система землеробства, основною ланкою якої є сівозміна. На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу лише високий рівень культури землеробства є основою ви-

робництва конкурентоспроможної сільськогосподарської продукції.

Роль сівозміни у сучасному землеробстві обумовлена біологічними особливостями польових культур. Тому правильно складена і запроваджена сівозміна має велике значення для підвищення культури землеробства, відтворення й підвищення родючості ґрунту, росту урожайності сільськогосподарських

Інформація про авторів:

Цимбал Ярослав Станіславович, канд. с.-г. наук, завідувач відд. сівозмін і землеробства на меліорованих землях, e-mail: tsimbal.ya@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0414-885X>

Мартинюк Іван Васильович, доктор с.-г. наук, головний науковий співробітник відд. сівозмін і землеробства на меліорованих землях, <https://orcid.org/0000-0002-9291-7670>

Пташнік Михайло Михайлович, канд. с.-г. наук, завідувач відд. обробітку ґрунту і контролювання сегетальної рослинності, <https://orcid.org/0000-0001-8002-7139>

Шляхтуров Денис Сергійович, канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник, завідувач відд. координації наукових досліджень, стандартизації та метрології, <https://orcid.org/0000-0002-8896-3236>

Оксимець Олександр Леонідович, канд. с.-г. наук, завідувач сектору інноваційної діяльності, <https://orcid.org/0000-0002-9572-5965>

культур і рентабельності землеробства.

Соя (*Glycine hispida* Maxim, Moench.) – одна з найстародавніших сільськогосподарських культур, яка використовується в харчових, кормових, технічних і медичних цілях. Її було завезено з Китаю до Японії ще у VII столітті, а в Європі сою почали висівати лише у XVII ст. [1].

Особлива цінність сої визначається високим вмістом повноцінного білка, який добре засвоюється організмом людини і тварин. Соеве насіння містить 35–52 % повноцінного за амінокислотним складом білка, 17–27 % – високоякісної рослинної олії, 24 % – вуглеводів, 5 % – зольних елементів, різні ферменти, вітаміни (А, В, С, Е) та інші органічні й неорганічні сполуки [2]. Вона забезпечує 20 % світових білкових ресурсів [1].

Соя – важлива технічна культура і цінний попередник для різних сільськогосподарських культур за рахунок біологічної азотфіксації молекулярного азоту атмосфери. Може застосовуватися також як сидеральна культура. На кормові цілі, зелену масу сої використовують для виготовлення силосу, сінажу, трав'яної муки, гранул, рідше сіна. У 100 кг зеленої маси сої міститься 21 кормова одиниця та 3,5 кг перетравного протеїну [3].

Україна є найбільшим виробником сої у Європі: за період 1990–2021 рр. посівні площі її зросли із 75–80 тис. га до 2,28 млн га [4]. У рейтингу основних виробників сої Україна посідає перше місце в Європі та восьме-десяте – у Світі [5].

Основні площі посівів сої (біля 80 %) знаходяться в Степовій і Лісостеповій зонах України. Створені в останні роки вченими аграріями нові ранньостиглі та середньостиглі сорти сої швидше досягають та забезпечують високі врожаї зерна 2,0–2,5 т/га, що дозволяє вирощувати її і в зоні Полісся України [6].

Висівають сою після найбільш придатних попередників – озимих і ярих колосових культур, кукурудзи, овочевих, картоплі тощо [2].

Серед багатьох агрономічних заходів, які сприяють забезпеченню належного рівня продуктивності сільськогосподарських культур високої якості, важлива роль належить сівозмінням. Ринкові умови ведення землеробства вимагають такого розміщення куль-

тур у сівозмінах, яке вело б до збільшення продуктивності усіх польових культур, сприяло стабілізації та відтворенню родючості ґрунту, покращанню фітосанітарного стану посівів та гарантувало екологічну безпеку довкілля [7–10].

Питання розміщення сільськогосподарських культур у сівозмінах не може бути знівельоване, а постає ще гостріше з урахуванням екологічної безпеки землеробства та збереження довкілля (агроландшафтів). І в цьому контексті розвиток вітчизняного землеробства в системі народногосподарського комплексу залишається найбільш пріоритетним, конкурентоспроможним у задоволенні потреб людини в продуктах харчування. Тому вивчення впливу сівозмінних факторів та органо-мінерального удобрення на продуктивність сої та якість її насіння в умовах Лівобережного Лісостепу є актуальним і своєчасним.

Мета дослідження – встановити вплив системи удобрення, попередників, насичення та розміщення сої у різноротаційних сівозмінах на продуктивність і економічну ефективність за вирощування її в умовах Лівобережного Лісостепу.

Матеріали та методи. Дослідження з вивчення впливу попередників та системи удобрення на продуктивність, урожайність і якість насіння сої у різноротаційних сівозмінах проводили у підзоні нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу на чорноземі типовому малогумусному грубопилуватолегкосуглинковому Панфільській дослідній станції ННЦ «ІЗ НААН» у тривалому польовому стаціонарному досліді упродовж 2016–2020 рр. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту 3,08–3,15 %, у підорному – від 2,72 до 2,90 %. Ґрунт характеризується високим вмістом фосфору – 233–270 мг/кг ґрунту в орному і 227–270 мг/кг – у підорному шарах, високим і середнім вмістом обмінного калію (80–100 мг/кг ґрунту). Реакція ґрунтового розчину слабокисла, ступінь насичення вбирного комплексу основами високий (85–99 %). Середньорічна кількість опадів на території дослідної станції знаходиться в межах 250–670 мм за середнього значення 442 мм, що підтверджує висновок, у кліматичному відношенні, це – підзона нестійкого зволоження Лісостепу.

Посівна площа ділянки становила 90 м², а облікова – 40 м². Повторність досліду – триразова. Розміщення ділянок – рендомізоване.

Технологія вирощування сільськогосподарських культур у досліді – загальноприйнята для зони проведення досліджень.

Сою вирощували у різноротаційних шестипільній польовій сівозміні: (соя – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий – кукурудза на зерно – гречка), (гречка – пшениця озима – соя – пшениця яра – жито озиме – ячмінь ярий), семипільній: (ріпак озимий – пшениця озима – соняшник – пшениця яра – соя – пшениця озима – ячмінь ярий) та восьмипільній: (кукурудза на зелений корм – пшениця озима – соняшник – пшениця яра – соя – жито озиме – овес – ячмінь ярий) за органо-мінеральної системи інтенсифікації (побічна продукція попередника + N₀P₄₀K₄₀ на 1 га сівозмінної площі) з внесенням ґрунтових та страхових гербіцидів під культуру.

Методи досліджень – польові, лабораторно-польові, вегетаційні досліді, лабора-

торні дослідження (хімічні, фізико-хімічні), математично-статистичні.

Результати та обговорення. На основі результатів досліджень у тривалих стаціонарних дослідах зони Лісостепу України розроблені основні принципи побудови різноротаційних (6-8-пільних) сівозмін з урахуванням періодів повернення і нормативів чергування кожної культури. Цим забезпечується науково обґрунтований набір культур, їх співвідношення і розміщення після кращих попередників, що сприяє веденню раціонального землекористування, підвищенню родючості ґрунту (запаси вологи, гумусу й інше), покращенню його фітосанітарного стану тощо.

Сою вирощували за органо-мінеральної системи удобрення після попередників – гречка, пшениця озима та яра із насиченням сівозмін культурою від 12,5 до 16,7 %. Рівень урожайності культури у цих сівозмінах становив від 2,92 до 3,47 т/га залежно від тривалості ротації сівозмін (табл. 1).

Найвищу врожайність насіння сої

Таблиця 1. Урожайність та якість насіння сої в різноротаційних сівозмінах, середнє за 2016–2020 рр.

Попередник	Доза добрив під культуру	Урожайність, т/га	Масова частка сирого протеїну у перерахунку на суху речовину, %	Масова частка олії у перерахунку на суху речовину, %
шестипільні сівозміни				
Гречка	побічна продукція попередника + N ₀ P ₄₀ K ₄₀	3,47	37,4	21,2
Пшениця озима	побічна продукція попередника + N ₀ P ₄₀ K ₄₀	3,29	37,9	20,8
семипільна сівозміна				
Пшениця яра	побічна продукція попередника + N ₀ P ₄₀ K ₄₀	3,07	37,5	21,5
восьмипільна сівозміна				
Пшениця яра	побічна продукція попередника + N ₀ P ₄₀ K ₄₀	2,92	37,4	20,7
НІР ₀₅		0,08		

(3,47 т/га) отримано у шестипільній сівозміні з часткою культури 16,7 % після попередника гречка, яку висівали після кукурудзи на зерно, що на 0,18 т/га більше порівняно з шестипільною сівозміною з такою ж часткою

культури після попередника пшениця озима (попередник – гречка). Вирощування сої у семипільній сівозміні з часткою культури 14,3 % за попередника пшениця яра, яку висівали після соняшнику, зменшувало вро-

жайність на 0,40 і 0,22 т/га порівняно з шестипільними сівозмінами з часткою культури 16,7 %, відповідно. Зменшення частки культури у сівозміні від 16,7 до 12,5 % (восьмипільна сівозміна) призводило до зниження врожайності насіння сої, у середньому за п'ять років досліджень, на 0,55 т/га, і становила 2,92 т/га.

Щодо якості насіння сої за вирощування її в різноротаційних (6-7-8-пільних) експериментальних сівозмінах за органо-мінеральної системи інтенсифікації слід відмітити, що вміст сирого протеїну та олії в насінні сої, отриманих за внесення побічної продукції попередника + $N_0P_{40}K_{40}$, був достатньо високим: сирого протеїну в шестипільній сівозміні з часткою культури 16,7 % та попередником – пшениця озима знаходився на рівні 37,9 %, що на 0,4 і 0,5 % більше, ніж за вирощування її в 7-пільній (з часткою 14,3 %) і восьмипільній (з часткою 12,5 %) сівозмінах відповідно за попередника – пшениця яра. Вміст олії в насінні сої, за різних попередників, знаходився на рівні 20,7–21,5 % за найвищого його показника в 7-пільній сівозміні – 21,5 %, що на 0,3–0,7 % більше порівняно з 6-пільними та на 0,8 % більше порівняно з 8-пільною (див. табл. 1).

Оцінка ефективності сівозмін – це ком-

плексний захід з урахуванням цілого ряду показників. Для порівняння продуктивності сівозмін враховують показники виробництва зерна та насіння культур, виходу зернових, кормових одиниць та перетравного протеїну [11]. Існують різні підходи до оцінки ефективності сівозмін. Зокрема, пропонується використовувати, так звані, зернові коефіцієнти – відношення середньої урожайності зерна пшениці озимої за декілька років до середньої урожайності культури, яку оцінюють за ці ж роки. Пропонується оцінка продуктивності в грошовому виразі. Світовий практиці відомий спосіб оцінки продуктивності сівозмін, який базується на перерахунку в зернові еквіваленти [12]. Рівень урожайності кожної культури та продуктивність сівозміни взагалі, значною мірою залежать від впливу попередників, системи обробітку ґрунту, удобрення та засобів захисту рослин [13].

Продуктивність сої, яку вирощували у різноротаційних (6-7-8-пільних) сівозмінах із різним насиченням культурою впродовж 2016–2020 рр., відзначилася достатньо високими показниками та забезпечила збір з 1 га ріллі: кормових одиниць – 4,03–4,79 т, зернових одиниць – 5,26–6,25 т, перетравного протеїну – 0,85–1,01 т (табл. 2).

Таблиця 2. Продуктивність насіння сої в різноротаційних сівозмінах, середнє за 2016–2020 рр.

Попередник	Збір з 1 га ріллі, т		
	кормових одиниць	зернових одиниць	перетравного протеїну
	шестипільні сівозміни (побічна продукція попередника + $N_0P_{40}K_{40}$)		
Гречка	4,79	6,25	1,01
Пшениця озима	4,54	5,92	0,95
	семипільна сівозміна (побічна продукція попередника + $N_0P_{40}K_{40}$)		
Пшениця яра	4,24	5,53	0,89
	восьмипільна сівозміна (побічна продукція попередника + $N_0P_{40}K_{40}$)		
Пшениця яра	4,03	5,26	0,85

Слід зазначити, що шестипільна сівозміна на 16,7 % насичена соєю за попередника – гречка мала вищі показники за збором з 1 га ріллі кормових одиниць, зернових одиниць та перетравного протеїну, де ці показники становили: 4,79 т кормових, 6,25 т зернових одиниць та 1,01 т перетравного протеїну, що на 0,25 т кормових, 0,33 т зернових одиниць та на 0,06 т перетравного протеїну більше порівняно із шестипільною сівозміною з 16,7 % насиченням культурою за по-

передника пшениця озима.

Соя в семипільній сівозміні, яку вирощували після пшениці ярої, за 14,3 % насиченням культурою, відзначилася дещо нижчими показниками продуктивності, де збір з 1 га ріллі був у межах 4,24 т кормових одиниць, 5,53 т зернових одиниць та 0,89 т перетравного протеїну.

Восьмипільна сівозміна насичена соєю на 12,5 % забезпечила збір з 1 га сівозмінної площі: 4,03 т кормових, 5,26 т зернових оди-

ниць та 0,85 т перетравного протеїну, що на 5 % менше порівняно з семипільною та на 11–16 % менше порівняно з шестипільними сівозмінами.

Визначення показників економічної ефективності функціонування сівозмін проведено на основі складання технологічних карт із урахуванням витрат на обробіток ґрунту, оплату праці, вартості добрив, насіння, засобів захисту і отриманої продукції.

Розрахунки проведено за закупівельними цінами на сільськогосподарську продукцію, що склалися у 2020 р.

Економічний аналіз вирощування сої в 6-7-8-пільних сівозмінах показав залежність отриманих показників від попередника, перед попередником та удобрення, де умовно чистий прибуток, у середньому, за п'ять років досліджень, був 12,55–16,76 тис. грн/га, за рентабельності 116–152 % (табл. 3).

Таблиця 3. Показники економічної ефективності вирощування сої в різноротаційних сівозмінах, середнє за 2016–2020 рр.

Попередник	Усього витрат, тис. грн	Вартість валової продукції, тис. грн	Собівартість 1 т урожаю, тис. грн	Прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
шестипільні сівозміни (побічна продукція попередника + $N_0P_{40}K_{40}$)					
Гречка	11,01	27,76	3,14	16,76	152
Пшениця озима	11,02	26,32	3,15	15,30	139
семипільна сівозміна (побічна продукція попередника + $N_0P_{40}K_{40}$)					
Пшениця яра	10,91	24,56	3,12	13,65	125
восьмипільна сівозміна (побічна продукція попередника + $N_0P_{40}K_{40}$)					
Пшениця яра	10,81	23,36	3,09	12,55	116

Соя, яку вирощували в семипільній сівозміні з насиченням культурою на 14,3 % забезпечила умовно чистий прибуток на рівні 13,65 тис. грн з 1 га сівозмінної площі при рентабельності 125 % за попередника – пшениця яра та перед попередника – соняшник. Вартість валової продукції була в межах 24,56 тис. грн. Виробництво насіння сої у 8-пільній сівозміні за насичення культурою 12,5 % після пшениці ярої та перед попередником – соняшник забезпечило прибуток на рівні 12,55 тис. грн/га за рентабельності 116 %, при цьому витрати склали 10,81 тис. грн, а собівартість 1 т урожаю – 3,09 тис. грн.

Найприбутковішим виявилось вирощування сої в 6-пільних сівозмінах з часткою культури 16,7 % за попередників гречка та пшениця озима. Умовно чистий прибуток виробництва насіння сої за попередника – пшениця озима та перед попередником – гречка становив 15,30 тис. грн/га з рівнем рентабельності 139 % при загальних витратах 11,02 тис. грн. Вирощування сої після гречки, як попередника, та кукурудзи на зерно, як перед попередником було най рентабельнішим, де умовно чистий прибуток був 16,76 тис. грн/га за рентабельності 152 %.

Вартість валової продукції при цьому становила 27,76 тис. грн за собівартості 1 т урожаю 3,14 тис. грн. Вирощування культури в даній сівозміні збільшувало прибуток на 3,11 тис. грн/га порівняно з семипільною та на 4,21 тис. грн/га з восьмипільною сівозмінами.

Висновки. Встановлено, що у підзоні нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України на чорноземах типових, вирощування сої в 6-7-8-пільних сівозмінах після гречки, пшениці озимої та ярої з насиченням культурою від 12,5 до 16,7 % за органо-мінеральної системи удобрення забезпечило високі показники врожайності, якості насіння та економічної ефективності.

Урожайність сої в цих сівозмінах була на рівні 2,92–3,47 т/га. Найвищу врожайність насіння (3,47 т/га) отримано в шестипільній сівозміні за 16,7 % насичення культурою. Зменшення частки сої у сівозміні до 12,5 % знижувало у середньому за п'ять років досліджень урожайність культури на 0,55 т/га.

Вміст сирого протеїну в насінні сої за вирощування її у шестипільній сівозміні знаходився на рівні 37,9 %, що на 0,4–0,5 % більше порівняно з іншими сівозмінами. Вміст олії найвищим був у семипільній сівозміні –

21,5 %.

Виявлено, що шестипільна сівозміна з 16,7 % насиченням соєю забезпечила найбільший збір з 1 га ріллі: 4,79 т кормових одиниць, 6,25 т зернових одиниць та 1,01 т перетравного протеїну, що на 11,5 % вище порівняно із семипільною сівозміною з 14,3 % насиченням та на 16 % порівняно з восьмипільною сівозміною з 12,5 % насиченням культурою.

Використана література

1. Кириченко В. В., Рябуха С. С., Кобизева Л. Н., Посилаєва О. О., Чернищенко П. В. Соя (*Glycine max* (L.) Merr.). Харків, 2016. 400 с.
2. Зінченко О. І. Рослинництво. Умань: «Сочінський М. М.», 2016. 612 с.
3. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція і виробництва сої в Україні. Вінниця, 2008. 215 с.
4. Сайт Державної служби статистики України: www.ukrstat.gov.ua.
5. Казакова І. В., Кондратюк Н. В. Ефективність виробництва сої та розвиток ринку соєвих продуктів в Україні і світі. Ефективна економіка. 2015. № 5. <http://www.economy.nayka.com.ua>.
6. Танчик С. П., Примак І. Д., Літвінов Д. В., Центилю Л. В. Сівозміни. Київ: ЦП Компринт, 2019. 365 с.
7. Демиденко О. В., Шаповал І. С., Тонха О. Л. та ін. Гумусний стан чорнозему типового за різних способів обробітку в агроценозах Лівобережного Лісостепу. *Вісник аграрної науки*, 2014. № 4. С. 58–62.
8. Цвей Я. П. Формування родючості ґрунту в корот-

Встановлено, що вирощування сої в 6-7-8-пільних різноротаційних сівозмінах формувалося з достатньо високими загальними витратами, які становлять: 10,81–11,02 тис. грн на 1 га сівозмінної площі.

Найприбутковішим виявилось вирощування сої в шестипільній сівозміні з насиченням культурою на 16,7 %, де умовно чистий прибуток становив 16,76 тис. грн/га з рівнем рентабельності 152 %.

коротаційних сівозмінах Лісостепу. *Землеробство*. К.: ВП «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 56–59.

9. Kaminsky V. F., Boyko P. I. Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. Київ: ВП «Едельвейс», 2014. Вип. 3. С. 3–11.
10. Бойко П. І., Мартинюк І. В., Цимбал Я. С. Становлення сівозмінних принципів у системах землеробства. *Вісник аграрної науки*, 2021. № 3. С. 5–13.
11. Шувар І. А. Наукові основи сівозмін інтенсивно-екологічного землеробства. Львів: Каменяр, 1998. 224 с.
12. Rinaldi, M., Vonella, A., Santamaria, P., Ventrella, D., Rizzo, V. Growth analysis of sunflower (*Helianthus annuus* L.) in two-year rotations. *Ann. Ist. sper. agron.* 1992. 23. S. 58.
13. Haruna S. I., & Nkongolo N. V. Tillage, cover crop and crop rotation effects on selected soil chemical properties. *Sustainability*, 2019. 11(10), 2770. doi: 10.3390/su11102770.

References

1. Kyrychenko, V. V., Riabukha, S. S., Kobyzieva, L. N., Posylaieva, O. O., Chernyshenko, P. V. (2016). *Soia (Glycine max (L.) Merr.) [Soy (Glycine max (L.) Merr.)]*. Kharkiv. [in Ukrainian].
2. Zinchenko, O. I. (2016). *Roslynnytstvo. [Plant growing]*. Uman: «Sochinskyi M. M.» [in Ukrainian].
3. Babych, A. O., Babych-Poberezhna, A. A. (2008). *Seleksiia i vyrobnytstvo soi v Ukraini [Breeding and production of soybeans in Ukraine]*. Vinnytsia. [in Ukrainian].
4. Sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Website of the State Statistics Service of Ukraine]. www.ukrstat.gov.ua. [in Ukrainian].
5. Kazakova, I. V., Kondratiuk, N. V. (2015). Efektyvnist vyrobnytstva soi ta rozvytok rynku soievykh produktiv v Ukraini i sviiti [The efficiency of soybean production and the development of the soy products market in Ukraine and the world]. *Efektivna ekonomika [Efficient economy]*, 5. <http://www.economy.nayka.com.ua>. [in Ukrainian].
6. Tanchyk, S. P., Prymak, I. D., Litvinov, D. V., Tsentylo, L. V. (2019). *Sivozminy [Crop rotation]*. Kyiv: Komprynt. [in Ukrainian].
7. Demydenko, O. V., Shapoval, I. S., Tonkha, O. L. et. *of Agricultural Science*, 3. 5–13 [in Ukrainian].

- al. (2014). Humusnyi stan chornozemu typovoho za ryznykh sposobiv obrobittu v ahrotsenozakh Livoberezhnoho Lisostepu [The humus state of typical chernozem under different cultivation methods in the agrocenoses of the Left Bank Forest Steppe]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*, 4. 58–62. [in Ukrainian].
8. Tsvei, Ya. P. (2015). Formuvannia rodiuchosti hruntu v korotkorotatsiinykh sivozminakh Lisostepu [Formation of soil fertility in short-rotational crop rotations of the Forest Steppe]. *Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk «Zemlerobstvo» [Interdepartmental thematic scientific collection "Agriculture"]*, 1. 56–59. [in Ukrainian].
9. Kaminsky, V. F., Boyko, P. I. (2014). Strategy of development and implementation of crop rotations in Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats NNTs «Instytut zemlerobstva NAAN» [Collection of scientific works of NSC "Institute of Agriculture NAAS"]*, 3. 3–11. [in Ukrainian].
10. Boiko, P. I., Martyniuk, I. V., Tsymbal, Ya. S. (2021). Stanovlennia sivozminnykh pryntsyviv u systemakh zemlerobstva [Development of crop rotation principles in farming systems]. *Visnyk ahrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*, 4. 5–13.
11. Shuvar, I. A. (1998). *Naukovi osnovy sivozmin*

intensyvno-ekologichnoho zemlerobstva [Scientific basis of crop rotation of intensive ecological agriculture]. Lviv: Kameniar. [in Ukrainian].

12. Rinaldi, M., Vonella, A., Santamaria, P., Ventrella, D., Rizzo, V. (1992). Growth analysis of sunflower (*Helianthus annuus* L) in two-year rotations. *Ann. Ist.*

sper. agron., 23. 58.

13. Haruna, S. I., & Nkongolo, N. V. (2019). Tillage, cover crop and crop rotation effects on selected soil chemical properties. *Sustainability*, 11(10). 2770. doi: 10.3390/su11102770.

UDC 631.582

Tsymbal Ya. S., Martyniuk I. V., Ptashnik M. M., Shliakhturov D. S., Oksymets O. L. Productivity of soybean in various crop rotations with organo-mineral fertilisation in the Left Bank Forest-Steppe.

Grain Crops. 2023. 7 (2). 343–349.

National Scientific Centre "Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine", 2B Mashynobudivnykiv St., Chabany village, Fastiv district, Kyiv region, 08162, Ukraine

Topicality. In the context of the economic and environmental crisis, efficient utilisation of land resources, optimisation of the structure of agricultural areas in all natural and climatic zones, considering the particular characteristics of each region, and environmental conservation are important factors for sustainable development of agricultural production. Crop rotations should be dynamic, combined and intensive, and their implementation should always be based on scientific justification. **Purpose.** To determine the influence of the structure, set and arrangement of field crops in various crop rotations on the total productivity, yield and seed quality of soybeans. **Methods.** The research was conducted in the subzone of unstable moistening of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine on typical low-humus chernozem at the Panfyly Research Station of the National Research Centre "Institute of Agriculture of the NAAS of Ukraine". Soybeans were grown in 6-8-field crop rotations under an organic-mineral fertilisation system to study the influence of predecessors on productivity, yield and seed quality. The crop cultivation technology in the experiment is generally accepted and recommended for the research zone. Methods used: long-term field, laboratory-field, laboratory (chemical, physicochemical), mathematical and statistical. **Results.** The long-term stationary field experiment on the study of crop rotations, which was established in 2001, convincingly proves that 6–8-field crop rotations with proportion of soybeans from 12.5 to 16.7 % were highly effective in this zone over 2016–2020. The soybean seed yield, which was grown after buckwheat, winter and spring wheat as predecessors and the corresponding crop set in crop rotations, was in the range of 2.92–3.47 t/ha with oil content in seeds of 20.7–21.5 %. The economic efficiency of soybean cultivation in the structure of various crop rotations was as follows: net operating profit – 12.55–16.76 thsd UAH/ha at a level of profitability – 116–152 %. **Conclusions.** It was found that the most productive in the Left-Bank Forest-Steppe zone was a 6-field crop rotation with proportion of soybean of up to 16.7 % (soybean – winter wheat – sugar beet – spring barley – maize for grain – buckwheat) under the organic-mineral fertilisation system (by-products of the predecessor + N₀P₄₀K₄₀). The yield per 1 ha of arable land was 4.79 t of fodder units and 1.01 t of digestible protein at a net operating profit of 16.76 thsd UAH/ha and a profitability of 152 %.

Key words: crop, crop rotation, yield, fodder units, crude protein, oil content, profitability, net operating profit