

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР
«ІНСТИТУТ ЗЕМЛЕРОБСТВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ
АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ»**

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ
КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН ЗА ВЕДЕННЯ
ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА
В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Вінниця

2025

УДК 631.147:631.582

Т 11

*Рекомендовано до друку рішенням Вченої ради ННЦ «ІЗ НААН»
(протокол № 10 від 06 жовтня 2025 р.)*

Рецензенти:

С. Е. Дегодюк – доктор с.-г. наук, старший науковий співробітник, член-кореспондент НААН, завідувач відділу агрохімії ННЦ «ІЗ НААН»;

І. Д. Примак – доктор с.-г. наук, професор, професор кафедри землеробства, агрохімії та ґрунтознавства Білоцерківського Національного аграрного університету МОН України.

Т 11 Теоретичні основи формування і функціонування короткоротаційних сівозмін за ведення органічного землеробства в умовах Лісостепу України: наук.-метод. реком. / І. В. Мартинюк, Я. С. Цимбал, О. А. Тарасенко, Л. П. Якименко, М. В. Бакумова, С. Д. Савченко, Є. Д. Савченко. – Вінниця : ТВОРИ, 2025. – 56 с.

ISBN 978-617-8835-84-2

Науково-методичні рекомендації «Теоретичні основи формування і функціонування короткоротаційних сівозмін за ведення органічного землеробства в умовах Лісостепу України» підготовлені з метою надання допомоги керівникам науково-дослідних закладів аграрного спрямування і виробничих агроформувань різних форм власності Лісостепу України, які займаються вирощуванням сільськогосподарських культур за органічного виробництва рослинницької продукції в умовах зміни клімату, яка б забезпечувала сталу урожайність, відтворення і збереження родючості ґрунтів та екологічну безпеку довкілля.

УДК 631.147:631.582

ISBN 978-617-8835-84-2

© ННЦ «ІЗ НААН», 2025

© ТОВ «ТВОРИ», 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ I. РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ	6
РОЗДІЛ II. ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ НА ВОДНИЙ І ПОЖИВНИЙ РЕЖИМИ ҐРУНТУ	9
2.1. Уміст продуктивної вологи в ґрунті залежно від системи удобрення	9
2.2. Вплив органічних добрив на уміст NPK в ґрунті	14
2.3. Уміст гумусу в ґрунті за різних систем органічного удобрення	23
2.4. Уміст мікроелементів і важких металів у чорноземі типовому залежно від системи органічного удобрення	25
2.5. Біологічна та целюлозоруйнівна активність ґрунту залежно від системи удобрення	26
РОЗДІЛ III. ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БУР'ЯНОВОЇ РОСЛИННОСТІ В ОРГАНІЧНИХ АГРОЦЕНОЗАХ	28
РОЗДІЛ IV. ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ НА ЯКІСТЬ ТА ВРОЖАЙНІСТЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ	34
РОЗДІЛ V. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ	40
РОЗДІЛ VI. ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ	43
ВИСНОВКИ	46
Список літератури	50

ВСТУП

Агроекологічні проблеми, що виникли, призвели до того, що внаслідок збіднення рослинного розмаїття значна частина агроєкосистем України втратила здатність до саморегуляції, а порушення структури посівних площ, сівозмін, систем обробітку ґрунту та застосування надмірної кількості агрохімікатів негативно вплинуло на якість сільськогосподарської продукції та природню родючість ґрунтів [1–3].

Альтернативним та інноваційним шляхом розвитку сільського господарства в напрямі екологізації є впровадження нетрадиційного сільськогосподарського землекористування, а саме – органічного виробництва [4; 5].

Органічне виробництво – метод ведення сільськогосподарського виробництва, де не застосовують генетично модифіковані організми (ГМО), а також хімічні речовини [6–9].

Органічна система землеробства передбачає застосування природних, біологічних і відновлювальних ресурсів, а також відтворення родючості ґрунту – переважно завдяки застосуванню органічних залишків, використання органічних сівозмін та мінімізації обробітку ґрунту [10–15].

Високорозвинуті країни вже кілька десятиліть ідуть шляхом біологізації та екологізації землеробства, тобто застосовують біологічне, біодинамічне, органічне та інші види систем землеробства [16].

В Україні органічне виробництво розвивається з 1997 р. На внутрішньому ринку значно розширився асортимент органічних продуктів: з'явилися органічний хліб, молоко, ковбаси, фрукти, овочі, напої, мед та крупи. Щороку внутрішній ринок органічної продукції зростає на 60–100 % [17].

Серед багатьох агрономічних заходів, які сприяють забезпеченню високого рівня продуктивності сільськогосподарських культур, важлива роль належить сівозміні [18; 19].

Розробці ефективних технологічних заходів у науково обґрунтованих сівозмінах для різних зон України присвячені праці відомих вчених: (В. П. Гудзь, В. О. Єщенко, Є. М. Лебідь, С. С. Рубін, М. К. Шидула, І. А. Шувар, П. І. Бойко, І. В. Мартинюк, Я. С. Цимбал та ін.). Втім у сучасному землеробстві зі зміною форм власності та господарювання потребують удосконалення існуючі технологічні заходи у короткоротаційних сівозмінах для господарств Лівобережного Лісостепу України, що знаходяться в умовах нестійкого зволоження та зміни клімату [20].

Для успішного ведення органічного виробництва дуже важливо забезпечити достатній рівень родючості ґрунту. У зв'язку з цим актуальним є вивчення ефективності біологізації сівозмін за рахунок застосування різних систем удобрення органічного спрямування (сидерати, побічна продукція попередників, біодобрива) [21–25].

РОЗДІЛ І.

РОЗВИТОК ОРГАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА ТА ЙОГО ЗНАЧЕННЯ В ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Через постійне використання пестицидів і мінеральних добрив за традиційного землеробства упродовж останніх десятиліть відбувається поступова деградація українських ґрунтів, знищується біологічне різноманіття в ґрунті, істотно знижується вміст гумусу [26].

Інтенсивні агротехнології спричинили негативні зміни в ланцюгах екосистем і біологічного кругообігу, що, своєю чергою, призводить до порушення екологічної рівноваги агроекосистем і погіршення якості сільськогосподарської продукції, погіршення стану довкілля та здоров'я людей [27].

Альтернативою необґрунтованій і згубній для всього живого хімізації сільськогосподарського виробництва є органічне виробництво, яке сприяє технологічному, економічному та екологічному розвитку країни, забезпечує отримання екологічно безпечних харчових продуктів [28].

Як самостійний напрям органічне сільське господарство започатковано з 1940-х років у США та Європі [29].

Поняття «органічне землеробство» загальноприйняте в економічній термінології англomовних країн ЄС і США [30].

В Європі, як самостійний напрям, біологічне землеробство було запропоноване Лемер-Буше у 1964 р. У Франції була створена перша асоціація, яка об'єднала більш, ніж 400 членів (біо-аграріїв та виробників косметичних засобів) [31].

Перші ідеї поширення органічного землеробства належать англійському вченому А. Хорварду, якого називають «батьком органічного землеробства». У 40-х роках XX ст. він сформував теоретичні та експериментальні засади системи виробництва органічної продукції [32].

За даними експертів Міжнародної федерації органічного сільськогосподарського господарства (IFOAM) і науково-дослідного Інституту біоземлеробства (FiBL), нині виробництво екологічно чистої сільськогосподарської продукції розвивається у 153 країнах світу, а обсяг ринку досягає 50–60 млрд дол. США [34; 35].

Площі під органічним землеробством у країнах ЄС становлять понад 25 % від площі орних земель, тоді як в Україні у такий спосіб господарюють лише на 1 % земель. За Національною економічною стратегією на період до 2030 р., площі земель з органічним статусом в Україні мають становити не менше як 1,26 млн га (3 %).

У Національній доповіді «Цілі Сталого Розвитку: Україна» передбачається збільшення площ земель органічного виробництва в АПК України до 3 млн га [36].

Уряди багатьох розвинених країн розробили системи стимулювання та заохочування виробників органічної продукції. У Німеччині обсяг державної підтримки сягає 750 євро/га, Нідерландах – 650, Франції – 900, а в Швейцарії до 970 євро/га [37; 38].

Органічне сільське господарство має екологічні переваги, сприяє скороченню викидів вуглекислого газу, закису азоту й метану, які сприяють глобальному потеплінню [39].

Оскільки органічне землеробство передбачає повну відмову від використання агрохімікатів, важливим чинником поліпшення фітосанітарного стану є правильне чергування культур у сівозмінах, що забезпечує пригнічення бур'янового ценозу та зниження шкодочинності спеціалізованих видів шкідників і хвороб.

В екологічно збалансованих сівозмінах необхідно після основних культур розширити площі проміжних посівів – післяукісних і післяжнивних, які збагачують ґрунт на органічну речовину, поліпшують його азотний режим та фітосанітарний стан, надійно захищають ґрунт від ерозії [40].

Виробництво органічної продукції є практичною реалізацією концепції сталого розвитку аграрного виробництва, що передбачає поєднання захисту довкілля, економічного зростання й соціального розвитку як взаємозалежних і взаємодоповнювальних елементів стратегічного розвитку держави, що гарантуватиме населенню високу якість продовольства як важливої складової продовольчої безпеки.

Позитивним зрушенням в розвитку органічного виробництва і ринку органічних продуктів в Україні є ухвалення Закону України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» від 03.09.2013, № 425–VII. У цьому законі було визначено права та обов'язки суб'єктів ринку органічної продукції, вимоги до органічного виробництва та органічних харчових продуктів [41].

Особливої актуальності набуває органічне виробництво сільськогосподарської продукції в Україні після прийняття Державної комплексної програми «Виробництво продуктів для дієтичного і дитячого харчування», чільне місце в якій відводиться зерновим, і, особливо, круп'яним культурам.

На думку вчених-аграріїв [42; 43], продуктивність зернових культур на 50 і більше відсотків залежить від забезпеченості рослин поживними речовинами.

Основною метою даної науково-дослідної роботи є дослідження впливу різних систем удобрення в зоні України на продуктивність короткоротаційних сівозмін за органічного виробництва сільськогосподарської продукції в умовах зміни клімату.

РОЗДІЛ II.

ВПЛИВ РІЗНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ НА УМІСТ ВОЛОГИ ТА АГРОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ҐРУНТУ

2.1. Уміст продуктивної вологи в ґрунті залежно від системи удобрення

Перед посівом сої, пшениці ярої, проса (сівозміна № 1) та сої, пшениці ярої, гречка (сівозміна № 2) на контролі (п. п. п.) і на варіантах, де на фоні побічної продукції попередника (п. п. п.) висівали сидерати та висівали сидерати і вносили рідке біодобриво «Біо-Гель» (у фазі повних сходів у нормі 1,5 л/га і у фазі цвітіння – 1,5 л/га) визначено вміст продуктивної вологи (табл. 2.1.1).

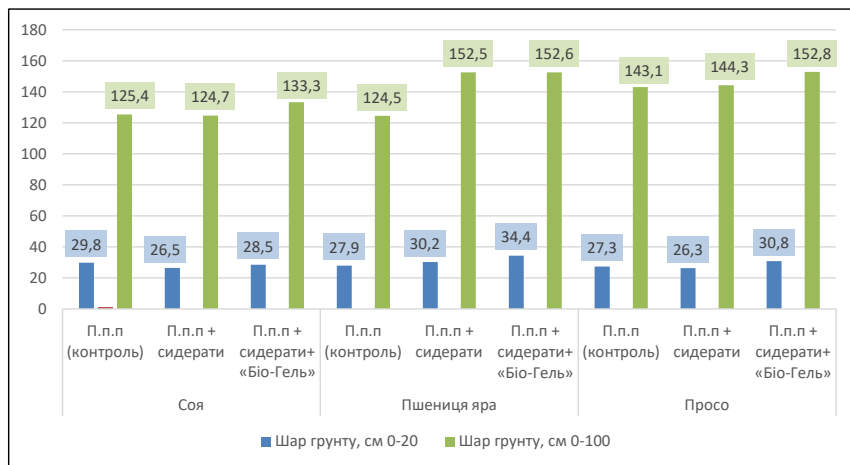


Рис. 1. Уміст продуктивної вологи в ґрунті перед посівом зернових культур сівозміни № 1, мм, середнє за 2021–2025 рр.

Уміст продуктивної вологи у 0–20 см шарі ґрунту під соєю (сівозміна № 1) на контрольному варіанті (п. п. п.) становила 29,8 мм, а на варіантах п. п. п. + сидерати та п. п. п. + сидерати + «Біо-Гель» – 26,5 та 28,5 мм, що на 3,3 і 1,3 мм або на 11,1 і 4,4 % було відповідно менше (рис. 1).

Таблиця 2.1.1. Уміст продуктивної вологи перед посівом зернових, зернобобових і круп'яних культур, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Системи удобрення	Шар ґрунту, см	
		0–20	0–100
Сівозміна № 1			
Соя	*П. п. п. (контроль)	29,8	125,4
	П. п. п. + сидерат	26,5	124,7
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	28,5	133,3
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	27,9	124,5
	П. п. п. + сидерат	30,2	152,5
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	34,4	152,6
Просо	П. п. п. (контроль)	27,3	143,1
	П. п. п. + сидерат	26,3	144,3
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	30,8	152,8
Сівозміна № 2			
Соя	П. п. п. (контроль)	30,2	123,8
	П. п. п. + сидерат	28,8	100,2
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	29,5	116,8
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	36,1	154,2
	П. п. п. + сидерат	33,6	142,0
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	32,0	146,9
Гречка	П. п. п. (контроль)	28,4	157,5
	П. п. п. + сидерат	30,1	144,8
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	27,7	140,5

****Примітка.** П. п. п. – побічна продукція попередника.*

У метровому шарі відмічали незначне зниження умісту продуктивної вологи (0,7 мм) за поєднання побічної продукції та сидерату порівняно з контролем (п. п. п.), а на варіанті комплексного застосування органічного удобрення (п. п. п. + сидерати + «Біо-Гель») – навпаки, уміст продуктивної вологи на 7,9 мм або на 6,3 % був вищим.

Максимальна кількість продуктивної вологи 152,6 і 152,8 мм, що на 28,1 і 9,7 мм, або на 22,6 та 6,8 % відповідно більше, ніж на контрольних варіантах, накопичувалася в метровому шарі ґрунту під пшеницею ярою та просом за внесення комплексу органічних добрив (п. п. п. + сидерати + «Біо-Гель»).

У сівозміні № 2 кількість продуктивної вологи під посівом сої у 0–20 см шарі ґрунту на контрольному варіанті (п. п. п.) становила 30,2 мм, а на

варіантах п. п. п. + сидерат та п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель» 28,8 і 29,5 мм відповідно.

Найвищий уміст продуктивної вологи 154,2 і 157,5 мм відповідно відмічали в 0–100 см шарі ґрунту під посівами пшениці ярої та гречки на контрольних варіантах (п. п. п.).

Тому, запасів продуктивної ґрунтової вологи у ґрунті на момент сходів у середньому за роки досліджень як у сівоzmіні № 1, так і в сівоzmіні № 2 було достатньо для з'явлення дружніх сходів, активного росту та розвитку всіх досліджуваних культур.

Уміст продуктивної вологи перед збиранням урожаю зерна пшениці ярої (сівоzmіна № 1) в шарі ґрунту 0–20 см становив лише 22,5 мм на контрольному варіанті (п. п. п.), 23,1 мм (п. п. п. + сидерат) і 21,5 мм за комплексного застосування органічних добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»), що на 5,4; 7,1 і 12,5 мм або на 24,0; 30,7 і 60,0 % було менше порівняно з весняними показниками (рис. 2).

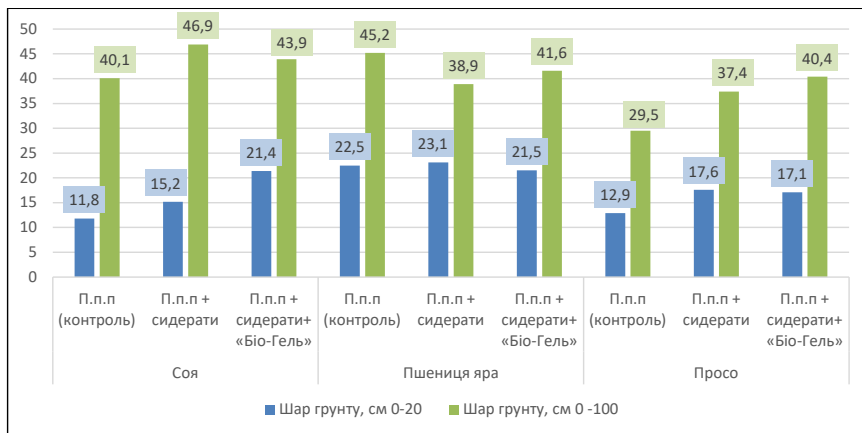


Рис. 2. Уміст продуктивної вологи в ґрунті перед збиранням урожаю зернових культур сівоzmіни № 1, мм, середнє за 2021–2025 рр.

Низький уміст продуктивної ґрунтової вологи перед збиранням урожаю пшениці відмічали і в метровому шарі, де вони становили 45,2 мм (контроль);

38,9 мм (п. п. п. + сидерат) і 41,6 мм (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»), що дуже сильно уступало весняним показникам – 124,5; 152,5 і 152,6 мм відповідно.

Найменше продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту 29,5 мм залишалося під посівами проса на контрольному варіанті, що майже у 4 рази менше весняних запасів (табл. 2.1.2).

Таблиця 2.1.2. Уміст продуктивної вологи перед збиранням урожаю зернових, зернобобових і круп'яних культур, мм, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Системи удобрення	Шар ґрунту, см	
		0–20	0–100
Сівозміна № 1			
Соя	*П. п. п. (контроль)	11,8	40,1
	П. п. п. + сидерат	15,2	46,9
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	21,4	43,9
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	22,5	45,2
	П. п. п. + сидерат	23,1	38,9
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	21,5	41,6
Просо	П. п. п. (контроль)	12,9	29,5
	П. п. п. + сидерат	17,6	37,4
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	17,1	40,4
Сівозміна № 2			
Соя	П. п. п. (контроль)	15,4	57,1
	П. п. п. + сидерат	15,4	64,9
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	17,4	68,7
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	21,3	46,8
	П. п. п. + сидерат	22,3	51,3
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	20,3	50,4
Гречка	П. п. п. (контроль)	16,3	54,3
	П. п. п. + сидерат	19,0	59,0
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	18,5	57,6

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

Різке зниження запасів продуктивної вологи в ґрунті перед збиранням урожаю спостерігали і під досліджуваними культурами сівозміни № 2.

Найменший уміст продуктивної вологи у 0–20 см шарі 15,4 і 16,3 мм відмічали під посівами сої та гречки на контрольних варіантах (п. п. п.).

Максимальну кількість продуктивної вологи за вегетаційний період 84,0; 99,2 і 108,0 мм витрачали рослини сої, пшениці ярої та проса за комплексного застосування п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель» (табл. 2.1.3).

Таблиця 2.1.3. Запаси та витрати продуктивної вологи на формування основної й побічної продукції з 0–100 см шару ґрунту, мм, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Запаси вологи в ґрунті, мм		Витрати вологи, мм	Випало опадів, мм	Загальні витрати вологи, мм
		перед посівом	в кінці вегетації			
Сівозміна № 1						
Соя	*П. п. п. (контроль)	117,9	43,0	74,9	221,5	296,4
	П. п. п. + сидерат	124,7	45,8	78,9	-/-	300,4
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	133,3	49,3	84,0	-/-	305,5
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	127,0	55,0	72,0	222,8	294,8
	П. п. п. + сидерат	148,0	55,4	92,6	-/-	315,4
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	152,6	53,4	99,2	-/-	322,0
Просо	П. п. п. (контроль)	143,1	58,6	84,5	227,1	311,6
	П. п. п. + сидерат	144,3	45,4	98,9	-/-	326,0
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	152,8	44,8	108,0	-/-	335,1
Сівозміна № 2						
Соя	П. п. п. (контроль)	113,8	41,1	72,7	221,5	294,2
	П. п. п. + сидерат	116,0	40,1	75,9	-/-	297,4
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	126,8	42,7	84,1	-/-	305,6
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	135,5	53,5	82,0	222,8	304,8
	П. п. п. + сидерат	148,9	56,5	92,4	-/-	315,2
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	154,0	52,0	102,0	-/-	324,8
Гречка	П. п. п. (контроль)	157,5	37,8	119,7	227,1	346,8
	П. п. п. + сидерат	154,8	32,2	122,6	-/-	349,7
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	160,5	30,4	130,1	-/-	357,2

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

Найменше вологи 72,0 і 74,9 мм витрачали рослини пшениці ярої та сої на контрольних варіантах.

Найвищі загальні витрати продуктивної вологи на формування основної й побічної продукції 335,1 і 322,0 мм були за комплексного застосування добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») у посівах проса та пшениці ярої, а

найменші – 294,8 і 296,4 мм під посівами пшениці ярої та сої на контрольних варіантах.

У сівозміні № 2 найбільше продуктивної вологи 130,1 і 102,0 мм витрачали рослини гречки та пшениці ярої за комплексного застосування органічних добрив.

Найменше продуктивної вологи 72,7 і 75,9 мм витрачали рослини сої на контрольному варіанті та за внесення п. п. п. + сидерат відповідно.

Найбільші загальні витрати вологи на формування основної й побічної продукції рослинами пшениці ярої 324,8 мм і рослинами гречки 357,2 мм відповідно відмічали за комплексного застосування добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»).

2.2. Вплив органічних добрив на уміст NPK в ґрунті

Відомо, що **азот** є одним із основних елементів, необхідних для життєдіяльності рослин. Він входить до складу білків, ферментів, нуклеїнових кислот, хлорофілу, вітамінів, алкалоїдів та інших сполук. Ступінь забезпеченості рослин доступним азотом визначається за вмістом його мінеральних форм (NH_4 , NO_3), а також легко- і лужногідролізованого азоту [40].

У період проведення сівби відібрали ґрунтові зразки для агрохімічного аналізу під усіма зерновими культурами. Найменший уміст нітратного азоту (NO_3) у шарі ґрунту 0–20 см 28,0 і 32,7 мг/кг ґрунту накопичувався під посівами пшениці ярої (сівозміна № 1) на контрольному варіанті та за внесення п. п. п. + сидерат відповідно (табл. 2.2.1). Максимальний уміст нітратного азоту в межах від 48,5 до 59,1 мг/кг ґрунту і від 43,4 до 51,1 мг/кг ґрунту накопичувався відповідно під посівами сої та проса (рис. 3).

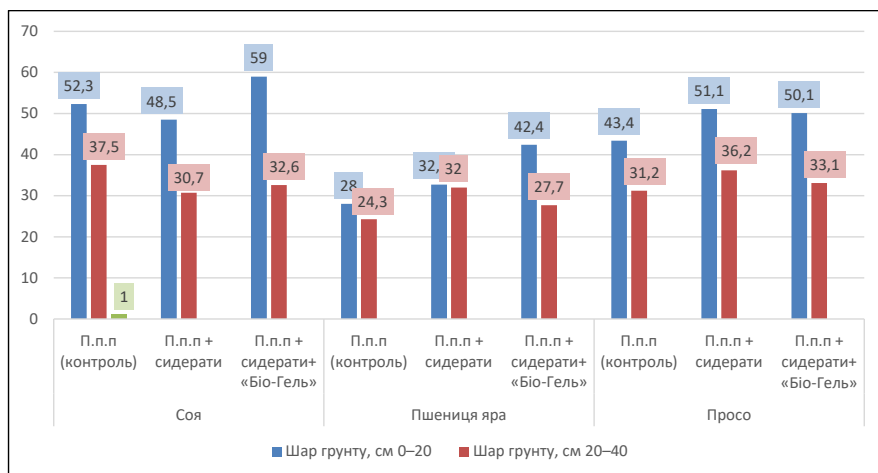


Рис. 3. Уміст нітратного азоту (NO_3) в ґрунті перед посівом зернових культур сівозміни № 1, мг/кг ґрунту, середнє за 2021–2025 рр.

Слід відмітити, що уміст нітратного азоту під посівами сої (сівозміна № 1) у 0–20 см шарі ґрунту на усіх варіантах удобрення був значно вищий, ніж уміст нітратного азоту під посівами пшениці ярої.

Таблиця 2.2.1. Уміст нітратного азоту (NO_3) в ґрунті перед посівом залежно від системи удобрення, мг/кг, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Шар ґрунту, см	
		0–20	20–40
Сівозміна № 1			
Соя	*П. п. п. (контроль)	52,3	37,5
	П. п. п. + сидерат	48,5	30,7
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	59,1	32,6
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	28,0	24,3
	П. п. п. + сидерат	32,7	32,0
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	42,4	27,7
Просо	П. п. п. (контроль)	43,4	31,2
	П. п. п. + сидерат	51,1	36,2
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	50,1	33,1
Сівозміна № 2			
Соя	П. п. п. (контроль)	51,5	25,2
	П. п. п. + сидерат	57,0	29,6
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	58,4	30,3
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	28,3	23,9
	П. п. п. + сидерат	40,5	28,7

	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	41,2	30,4
Гречка	П. п. п. (контроль)	33,7	27,1
	П. п. п. + сидерат	36,7	23,4
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	39,8	30,0
*Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.			

У сівозміні № 2 максимальний уміст нітратного азоту 58,4 мг/кг ґрунту у 0–20 см шарі відмічали під посівами сої за комплексного застосування п. п. + сидерат + «Біо-Гель».

Найбільше нітратного азоту перед збиранням урожаю (табл. 2.2.2) від 36,9 до 38,9 мг/кг ґрунту в шарі 0–20 см залишалося в ґрунті під посівами сої (сівозмінна № 1).

Таблиця 2.2.2. Уміст нітратного азоту (NO₃) в ґрунті перед збиранням урожаю залежно від системи удобрення, мг/кг, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Шар ґрунту, см	
		0–20	20–40
Сівозміна № 1			
Соя	*П. п. п. (контроль)	37,1	20,2
	П. п. п. + сидерат	36,9	22,4
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	38,9	24,1
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	10,9	8,4
	П. п. п. + сидерат	13,1	8,2
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	14,2	10,5
Просо	П. п. п. (контроль)	19,4	11,7
	П. п. п. + сидерат	17,1	11,6
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	21,4	11,5
Сівозміна № 2			
Соя	П. п. п. (контроль)	31,4	21,0
	П. п. п. + сидерат	33,1	19,1
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	33,8	22,6
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	11,7	10,3
	П. п. п. + сидерат	14,1	10,7
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	18,1	9,0
Гречка	П. п. п. (контроль)	20,9	13,4
	П. п. п. + сидерат	18,8	12,3
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	13,8	12,8
<i>*Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.</i>			

За комплексного застосування добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») у 0–20 см шарі найбільше нітратного азоту 38,9 мг/кг ґрунту залишилося під посівами сої, а найменше – від 10,9 до 14,2 мг/кг ґрунту, під посівами пшениці ярої (рис. 4).

Під посівами сої, (сівозміна № 2), уміст нітратного азоту в шарі 0–20 см на контрольному варіанті становив 31,4 мг/кг, на варіанті, де на фоні побічної продукції висівали сидерат – 33,1 і за комплексного застосування добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») – 33,8 мг/кг ґрунту, що на 2,4 мг/кг ґрунту більше, ніж на контролі (п. п. п.).

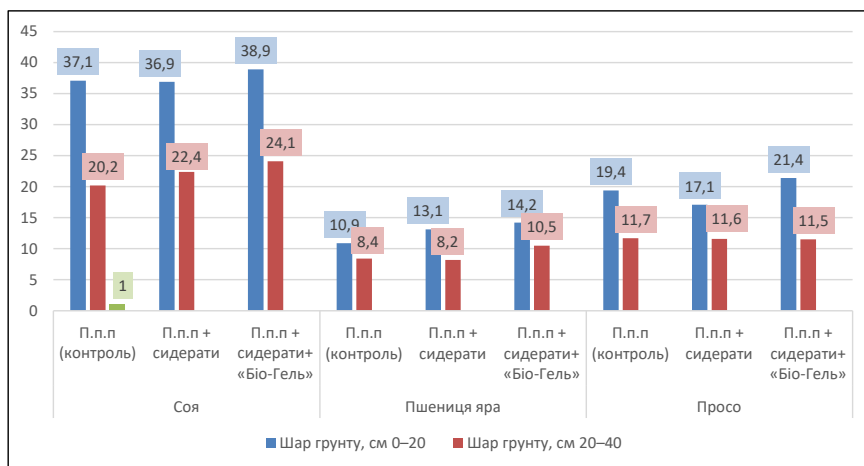


Рис. 4. Уміст нітратного азоту (NO_3) в ґрунті перед збиранням урожаю зернових культур сівозміни № 1, мг/кг ґрунту, середнє за 2021–2025 рр.

З поглибленням шару до 20–40 см уміст нітратного азоту знижувався як у першій, так і в другій сівозмінах не залежно від системи удобрення.

Фосфор входить до складу клітин людини, тварини, рослин і бактерій. Доведено, що життя без цього елемента неможливе. А також має велике значення в енергетичному обміні та в різних процесах обміну речовин у рослині. Фосфор необхідний для кращого засвоєння рослинами різних макро- та мікроелементів, а також азоту. Існує тісний зв'язок між азотним і фосфорним живленням. За нестачі фосфору в тканині рослин накопичується

нітратний азот і сповільнюється синтез білків. Нестача фосфору у період формування репродуктивних органів його в цей період затримує дозрівання рослин, знижує врожай і його якість.

Дослідженнями проведеними у 2021–2025 рр. виявлено, що на час сівби сої, пшениці ярої та проса в 0–20 см шарі ґрунту (сівозміна № 1) уміст сполук рухомого фосфору P_2O_5 знаходився в межах від 265,0 до 293,4 мг/кг ґрунту, що відповідає високому рівню забезпеченості (табл. 2.2.3).

Таблиця 2.2.3. Уміст сполук рухомого фосфору (P_2O_5) в ґрунті перед посівом залежно від системи удобрення, мг/кг, середнє за 2021–2025 рр.

поверхнім шаром ґрунту від системи удобрення, мг/кг, середня за 2021–2023 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Шар ґрунту, см	
		0–20	20–40
Сівозміна № 1			
Соя	*П. п. п. (контроль)	289,9	261,4
	П. п. п. + сидерат	281,9	244,1
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	273,9	212,4
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	293,4	266,9
	П. п. п. + сидерат	293,4	274,4
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	265,0	253,6
Просо	П. п. п. (контроль)	280,3	246,3
	П. п. п. + сидерат	291,5	264,4
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	284,1	213,9
Сівозміна № 2			
Соя	П. п. п. (контроль)	295,8	271,7
	П. п. п. + сидерат	326,7	304,6
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	264,6	207,3
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	287,0	265,0
	П. п. п. + сидерат	280,0	258,7
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	265,2	241,5
Гречка	П. п. п. (контроль)	274,4	270,0
	П. п. п. + сидерат	276,3	273,1
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	263,8	228,2

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

З поглибленням шару ґрунту до 20–40 см уміст рухомого фосфору знижувався і під посівами сої знаходився в межах від 212,4 до 261,4; пшениці ярої – 253,6–274,4; проса – 213,9–264,4 мг/кг ґрунту.

Найвищий уміст сполук рухомого фосфору P_2O_5 у шарі ґрунту 20–40 см 274,4 мг/кг ґрунту відмічали під посівами пшениці ярої за поєднання побічної продукції попередника і сидерату (п. п. п. + сидерат).

У сівозміні № 2 максимальний уміст сполук рухомого фосфору P_2O_5 у шарі 0–20 см 326,7 мг/кг ґрунту відмічали під посівами сої, де застосовували п. п. п. + сидерат.

Слід відмітити, що з поглибленням шару ґрунту до 20–40 см уміст сполук рухомого фосфору в ґрунті, як і в першій сівозміні, знижувався, але залишався високим від 207,3 до 304,6 мг/кг ґрунту.

Найбільше сполук рухомого фосфору (P_2O_5) перед збиранням урожаю у сівозміні № 1, залишалося в ґрунті під посівами проса (табл. 2.2.4).

На контрольному варіанті і за поєднання побічної продукції попередника із сидератом, уміст сполук рухомого фосфору в 0–20 см шарі становив 225,4 і 223,1 мг, що на 12,6 і 14,1 мг/кг ґрунту або на 5,6 і 6,3 % відповідно більше, ніж під посівами пшениці ярої на аналогічних варіантах.

Максимальний уміст сполук рухомого фосфору (P_2O_5) у шарі 0–20 см – 245,2 мг/кг ґрунту, що на 31,0 і 32,0 мг/кг ґрунту, або на 12,6 і 13,1 % відповідно більше, ніж його залишилося в ґрунті під посівами сої та пшениці ярої у сівозміні № 2 виявлено під посівами гречки на варіанті, де на фоні побічної продукції попередника застосовували післяжнивний сидерат.

Тому, уміст сполук рухомого фосфору перед збиранням урожаю дещо знижувався порівняно з показниками перед посівом, але залишався високим і в 0–20 см та 20–40 см шарах знаходився у межах від 205,8–225,4 та 167,4–214,4 мг/кг ґрунту (сівозмінна № 1) і від 209,3 до 245,2 та від 173,1 до 228,6 мг/кг ґрунту відповідно, під культурами сівозміни № 2, що відповідає високому забезпеченню рослин сполуками рухомого фосфору.

Таблиця 2.2.4. Уміст сполук рухомого фосфору (P_2O_5) в ґрунті перед збиранням урожаю залежно від системи удобрення, мг/кг, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Шар ґрунту, см	
		0–20	20–40
Сівозміна № 1			
Соя	*П. п. п. (контроль)	215,6	193,0
	П. п. п. + сидерат	218,7	175,0
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	206,7	182,7
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	212,6	207,0
	П. п. п. + сидерат	209,0	184,5
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	205,8	167,4
Просо	П. п. п. (контроль)	225,4	200,4
	П. п. п. + сидерат	223,1	214,4
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	212,8	178,9
Сівозміна № 2			
Соя	П. п. п. (контроль)	226,1	201,0
	П. п. п. + сидерат	213,2	204,6
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	209,3	173,1
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	218,4	208,9
	П. п. п. + сидерат	214,2	186,9
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	215,2	191,4
Гречка	П. п. п. (контроль)	230,0	228,6
	П. п. п. + сидерат	245,2	209,8
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	212,6	192,4

**Примітка .П. п. п. – побічна продукція попередника.*

Калій активно впливає на синтез вуглеводів та їх пересування до органів, що тримають їх у резерві, бере участь в інших біохімічних процесах, зокрема диханні. Рослини забезпечені калієм, краще переносять посуху та низьку температуру.

Максимальну кількість сполук рухомого калію (K_2O) від 166,4 до 188,4 мг/кг ґрунту відмічали під посівами пшениці ярої в шарі 0–20 см (табл. 2.2.5).

Таблиця 2.2.5. Уміст сполук рухомого калію (K₂O) в ґрунті перед посівом залежно від системи удобрення, мг/кг, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Шар ґрунту, см	
		0–20	20–40
Сівозміна № 1			
Соя	*П. п. п. (контроль)	152,5	77,2
	П. п. п. + сидерат	159,7	76,9
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	143,9	87,3
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	181,0	113,2
	П. п. п. + сидерат	188,4	110,2
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	166,4	80,4
Просо	П. п. п. (контроль)	138,2	78,7
	П. п. п. + сидерат	121,9	67,6
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	126,5	64,8
Сівозміна № 2			
Соя	П. п. п. (контроль)	172,0	92,0
	П. п. п. + сидерат	159,7	76,1
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	112,3	111,0
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	215,5	112,7
	П. п. п. + сидерат	146,6	86,8
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	153,9	96,0
Гречка	П. п. п. (контроль)	149,0	125,0
	П. п. п. + сидерат	139,9	107,0
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	144,3	78,0

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

Найменшими ці показники були під посівами проса і знаходились у межах від 121,9 до 138,2 мг/кг ґрунту.

Максимальний уміст сполук рухомого калію 215,5 і 172,0 мг/кг ґрунту в шарі 0–20 см відмічали у сівозміні № 2 під посівами пшениці ярої та сої на контрольних варіантах.

Найменший уміст сполук рухомого калію 112,3 і 139,9 мг/кг ґрунту в шарі 0–20 см відмічали під посівами сої на контролі (п. п. п.) і гречки – за внесення органічних добрив (п. п. п. + сидерат) відповідно.

У шарі ґрунту 20–40 см відмічається різке зниження умісту сполук рухомого калію (K₂O) на всіх культурах першої та другої сівозмін не залежно від системи органічного удобрення.

Максимальну кількість сполук рухомого калію (K_2O) в 0–20 см шарі ґрунту в межах від 166,4 до 188,4 мг/кг ґрунту перед збиранням урожаю (табл. 2.2.6) відмічали під посівами пшениці ярої (сівозміна № 1), а мінімальну – від 121,9 до 138,2 мг/кг ґрунту під посівами проса.

Таблиця 2.2.6. Уміст сполук рухомого калію (K_2O) в ґрунті перед збиранням урожаю, мг/кг, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Шар ґрунту, см	
		0–20	20–40
Сівозміна № 1			
Соя	*П. п. п. (контроль)	152,5	77,2
	П. п. п. + сидерат	159,7	76,9
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	143,9	87,3
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	181,0	113,2
	П. п. п. + сидерат	188,4	110,2
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	166,4	80,4
Просо	П. п. п. (контроль)	138,2	78,7
	П. п. п. + сидерат	121,9	67,6
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	126,5	64,8
Сівозміна № 2			
Соя	П. п. п. (контроль)	172,0	92,0
	П. п. п. + сидерат	159,7	76,1
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	112,3	111,0
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	185,5	112,7
	П. п. п. + сидерат	146,6	86,8
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	153,9	96,0
Гречка	П. п. п. (контроль)	149,0	125,0
	П. п. п. + сидерат	139,9	107,0
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	144,3	78,0

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

У сівозміні № 2 найвищий уміст сполук рухомого калію (K_2O) відмічали в шарі 0–20 см під посівами сої – 172,0 і пшениці ярої – 185,5 мг/кг ґрунту на контрольних варіантах (п. п. п.), а мінімальна кількість – 112,3 мг/кг ґрунту – під посівами сої за комплексного застосування органічних добрив.

З поглибленням шару ґрунту з 0–20 до 20–40 см уміст сполук рухомого калію (K_2O) знижувався під усіма культурами як першої, так і другої сівозмін, але залишався на рівні середнього і високого забезпечення.

З поглибленням шару ґрунту до 20–40 см уміст сполук рухомого калію (K_2O) знижувався на всіх варіантах дослідів, а найменше його залишалося під посівами проса та сої (сівозміна № 1), де уміст його становив лише 64,8– 78,7 та 76,9–87,3 мг/кг ґрунту відповідно, а в сівозміні № 2 – під посівами гречки та сої, де сполук рухомого калію залишалося в ґрунті 78,0 та 76,1 мг/кг ґрунту у варіанті комплексного застосування органічних добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») і поєднання побічної продукції попередника та сидерату (п. п. п. + сидерат).

2.3. Уміст гумусу в ґрунті за різних систем органічного удобрення

Уміст **гумусу** – найважливіший показник родючості та агроекологічного стану чорноземів.

Багато вчених присвятили значну увагу вивченню питання зміни гумусу за різних умов господарювання, дають повніші відповіді, що стосується зміни вмісту гумусу за різного використання [21–25].

Уміст гумусу в чорноземах типових малогумусних Лівобережного Лісостепу визначали в стаціонарному досліді з вивчення впливу різних систем удобрення на продуктивність зернових культур і родючість ґрунту за органічного виробництва сільськогосподарської продукції в умовах зміни клімату.

У середньому за 2021–2025 рр. найвищий уміст гумусу в ґрунті в 0–20 см шарі 3,36 і 3,33 % відмічали під посівами пшениці ярої за внесення п. п. п. + сидерат та комплексного застосування органічних добрив (п. п. п. + сидерати + «Біо-Гель»), а найменше гумусу було в ґрунті в шарі 0–20 см – 2,85 і 2,97 % під посівами проса на контрольному варіанті, де застосовували лише побічну продукцію попередника (солому пшениці ярої) і за використання сидерату (редька олійна) на фоні побічної продукції попередника (табл. 2.3.1).

Таблиця 2.3.1. Уміст гумусу в ґрунті перед посівом, %, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Шар ґрунту, см	
		0–20	20–40
Сівозміна № 1			
Соя	*П. п. п. (контроль)	3,15	2,71
	П. п. п. + сидерат	3,20	2,66
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	3,20	2,59
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	3,19	2,78
	П. п. п. + сидерат	3,36	2,76
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	3,33	2,69
Просо	П. п. п. (контроль)	2,85	2,49
	П. п. п. + сидерат	2,97	2,54
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	3,18	2,63
Сівозміна № 2			
Соя	П. п. п. (контроль)	3,17	2,70
	П. п. п. + сидерат	3,08	2,63
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	3,16	2,60
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	3,24	2,66
	П. п. п. + сидерат	3,23	2,81
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	3,31	2,90
Гречка	П. п. п. (контроль)	3,02	2,50
	П. п. п. + сидерат	2,96	2,66
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	3,03	2,70

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

Слід відмітити, що з поглиблення шару ґрунту з 0–20 до 20–40 см уміст гумусу зменшувався на всіх культурах першої та другої сівозмін не залежно від системи удобрення. Найменший уміст гумусу у шарі ґрунту 20–40 см 2,49 % відмічено під посівами проса на контрольному варіанті, де застосовували лише побічну продукцію попередника.

У сівозміні № 2 максимальна кількість гумусу 3,23 і 3,31 % у шарі 0–20 см накопичувалася під посівами сої за комплексного застосування п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель» (табл. 2.3.2).

У середньому за 2021–2025 рр. відмічається максимальний уміст гумусу в шарі 0–20 см – 3,31 % і в шарі ґрунту 20–40 см 2,90 % під посівами пшениці ярої за комплексного застосування органічних добрив.

2.4. Уміст мікроелементів і важких металів у чорноземі типовому залежно від системи удобрення

В Україні приділяють значну увагу вмісту важких металів у ґрунті, тому, що вони здатні нагромаджуватись і призводити до погіршення його властивостей [44–47].

За даними науковців частка мікроелементів і важких металів у ґрунті від валового вмісту становить 0,5–1,0 %, а кислоторозчинних форм – у 10–20 разів більше [48; 49].

За ведення органічного виробництва важливим є визначення вмісту як надмірної кількості важких металів, так і недостатньої забезпеченості ґрунту мікроелементами, що може впливати на якість продукції, здоров'я людини, відтворення і збереження родючості ґрунту.

У результаті проведених досліджень у середньому за 2021–2025 рр. виявлено, що уміст мікроелементів і важких металів в орному 0–20 та підорному 20–40 см шарах ґрунту за різних систем органічного удобрення зернових культур у короткоротаційних сівозмінах не перевищував ГДК (гранично допустима концентрація) і знаходився у межах фону (мідь, цинк, нікель, марганець, залізо) та слабкого рівня забруднення (свинець, кадмій), що дозволяє вирощувати зернобобові, зернові та круп'яні культури в умовах Лівобережного Лісостепу за органічного виробництва й отримувати екологічну безпечну рослинницьку продукцію.

Аналізи виконані у відділі агроєкології і аналітичних досліджень ННЦ «ІЗ НААН» за методами, що відповідають нормативній базі України, а саме ДСТУ 4770 (1,2,3,4,6,7,9)–2007 Якість ґрунту. Визначення вмісту рухомих сполук Mn, Zn, Cd, Fe, Cu, Ni, Pb в буферній ацетатно-амонійній витяжці [50–52].

2.5. Біологічна та целюлозоруйнівна активність ґрунту залежно від системи удобрення

У посівах пшениці ярої, сої, проса та гречки на всіх варіантах органічного удобрення проводили спостереження за біологічною та целюлозоруйнівною активністю мікроорганізмів в ґрунті (табл. 2.5.1).

Таблиця 2.5.1. Вплив різних систем удобрення на розкладання лляної тканини ґрунтовими мікроорганізмами, %, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Розкладання лляної тканини, %
Сівозміна № 1		
Соя	Контроль (п. п. п.)	20,4
	*П. п. п. + сидерат	21,9
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	26,0
Пшениця яра	Контроль (п. п. п.)	16,0
	П. п. п. + сидерат	18,2
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	20,5
Просо	Контроль (п. п. п.)	22,6
	П. п. п. + сидерат	22,8
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	21,6
Сівозміна № 2		
Соя	Контроль (п. п. п.)	22,5
	П. п. п. + сидерат	23,5
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	27,0
Пшениця яра	Контроль (п. п. п.)	18,4
	П. п. п. + сидерат	20,0
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	19,6
Гречка	Контроль (п. п. п.)	17,8
	П. п. п. + сидерат	17,0
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	19,1

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

Целюлозоруйнівну активність ґрунту визначали аплікаційним методом Мішустіна за допомогою лляної тканини, поміщеної в поверхневу 0–20 см

шарі ґрунту. Термін експозиції – 30 днів. За результатами досліджень, розкладання клітковини у поточному році залежало як від досліджуваних культур, так і від поживного посіву на фоні п.п.п сидератів і комплексного застосування добрив.

У середньому за 2021–2025 рр. найвищий показник розкладання лляного полотна 26,0 % , що на 5,6 % більше, ніж на контрольному варіанті відмічено в ґрунті під посівами сої у сівозміні № 1, а найнижчий показник – 16 % у ґрунті під посівами пшениці ярої на контролі, що на 4,5 % менше, ніж за комплексного застосування органічних добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»).

У сівозміні № 2 максимальний показник 27,0 % розкладання лляного полотна відмічали у посівах сої за внесення п. п. п. + сидерати + «Біо-Гель», а мінімальний – 17,0 % в посівах проса за внесення п. п. п. + сидерат і 17,8 % – на контрольному варіанті.

РОЗДІЛ III.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ БУР'ЯНОВОЇ РОСЛИННОСТІ В ОРГАНІЧНИХ АГРОЦЕНОЗАХ

Забезпечення виробників органічної продукції науково обґрунтованими, конкурентоздатними технологіями вирощування, адаптованими до умов регіону є актуальною проблемою в умовах сьогодення, головною метою якої є задоволення потреб населення якісними та екологічно безпечними харчовими продуктами та збереженням навколишнього природного середовища.

Агроекологічні проблеми спонукають науковців світу до пошуку альтернативних систем землеробства. Високорозвинуті країни вже кілька десятиліть йдуть шляхом біологізації та екологізації землеробства, тобто застосовують біологічне, біодинамічне, органічне та інші види систем землеробства.

Органічне ведення сільського господарства сприяє стійкому землеробству і збереженню біологічного різноманіття біоти [53].

Перехід на органічне виробництво за вимогами Міжнародної федерації органічного руху (IFOAM) передбачає спочатку свідому мінімізацію використання синтетичних хімічних речовин різноспрямованої дії на рослинний покрив та ґрунти, а потім повну відмову від штучно синтезованих засобів захисту сільськогосподарських посівів від шкідників, хвороб та бур'янів [40; 41].

Тому, органічне виробництво спрямовується на підтримку і відновлення здорового стану едафотопів (ґрунтів) та рослинних угруповань і базується на принципах співіснування природних та штучних екосистем [33].

Однак, з огляду на високу засміченість орних земель України насінням сегетальної рослинності та зачатками органів її вегетативного розмноження перехід на органічне виробництво стримується через вагомі герботогічні застереження [53].

Забур'яненість посівів завжди була і залишається й понині одним із найважливіших показників фітосанітарного стану агроценозу [54].

Головною передумовою появи в агроценозах небажаної сегетальної рослинності є висока потенційна забур'яненість орних земель [55].

За даними О. О. Іващенко [56], потенційна засміченість орного шару ґрунту (0–30 см) насінням бур'янів у різних ґрунтово-кліматичних зонах України в середньому становить: в зоні нестійкого зволоження 1,47 млрд шт./га, в зоні достатнього зволоження – 1,71 млрд шт./га, в зоні недостатнього зволоження – 1,14 млрд шт./га.

Забезпечення виробників органічної продукції науково обґрунтованими, конкурентоздатними сучасними технологіями вирощування сільськогосподарських культур, адаптованих до умов регіону є актуальною проблемою сьогодення. Особливо це стосується, насамперед, вирощування таких культур, як соя, пшениця яра, просо та гречка в короткоротаційних сівозмінах, адже вони є найпоширенішими харчовими продуктами.

Одним із вузьких місць органічного землеробства є контролювання шкідливих організмів, їх чисельності, інтенсивності розвитку та потенційні запаси, зокрема досить гостро стоїть питання щодо розробки ефективних заходів контролювання сегетальної рослинності в посівах сільськогосподарських культур. Забур'яненість посівів була і залишається й донині одним із найважливіших показників фітосанітарного стану агроценозу, які вивчені недостатньо, і, особливо, в умовах зміни клімату.

За результатами досліджень щодо встановлення ефективності застосування біодобрих з метою підвищення конкурентоспроможності сіяних ценозів із сегетальною рослинністю відмічено, що основними засмічувачами посівів пшениці ярої, сої, проса та гречки у 2025 р. були однорічні види бур'янів, такі як: просо куряче (*Echinochloa crus-galli* (L.) Roem. Et Schult.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), редька дика (*Raphanus raphanistrum* L.), щириця звичайна (*Amarantus retroflexus* L.).

Забур'яненість посівів усіх досліджуваних культур, внаслідок дощової погоди і підвищеної вологості ґрунту, була високою, але бур'яни були

низькорослі й сильно пригнічені (крім агроценозу сої) густостебельними і високорослими рослинами пшениці ярої, проса та гречки.

Таблиця 3.1. Забур'яненість посівів зернових культур у фазі повних сходів, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрєння	Кількість бур'янів, шт./м²					
		Всього	в т.ч.				
			просо куряче	мишій сизий	лобода біла	редька дика	щириця звичайна
Сівозміна № 1							
Соя	*П. п. п. (контроль)	194	107	59	15	7	6
	П. п. п. + сидерат	153	47	44	11	6	5
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	207	100	49	28	17	13
	П. п. п. + сидерат	141	68	34	17	10	12
Просо	П. п. п. (контроль)	114	56	27	14	8	9
	П. п. п. + сидерат	83	47	21	6	5	4
НІР 0,05 – забур'яненість посівів сої – 7,3; пшениці ярої – 7; проса – 3,5.							
Сівозміна № 2							
Соя	П. п. п. (контроль)	201	99	53	23	12	14
	П. п. п. + сидерат	163	82	36	18	14	13
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	207	102	49	26	15	15
	П. п. п. + сидерат	146	73	35	16	12	10
Гречка	П. п. п. (контроль)	116	56	33	13	8	6
	П. п. п. + сидерат	92	46	21	10	8	7
НІР 0,05 – забур'яненість посівів сої – 8,7; пшениці ярої – 8; гречки – 4,5.							

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

У середньому за 2021–2025 рр. найвищу забур'яненість посівів (табл. 3.1) зернових культур сівозмін № 1 відмічали у посівах сої та пшениці ярої на контрольних варіантах, де вона становила 194 та 207 шт./м² відповідно.

Приорювання поживного сидерату (редька олійна) на фоні побічної продукції попередника (подрібнена солома пшениці ярої) знижувало забур'яненість посівів сої на 41 шт./м², або на 21,1 %, а посівів пшениці ярої (подрібнені стебла сої) – на 66 шт./м² або на 31,9 % відповідно.

Сумісне внесення побічної продукції попередника і сидерату знижувало щільність забур'янення посівів сої (сівозміна № 2) на 38 шт./м², або на 18,9 % і становила 201 шт./м². Однорічні злакові бур'яни в посівах сої також домінували і на контролі (п. п. п.) сягали 152 шт./м², або 75,6 %, а за внесення п. п. п. + сидерат – 72,4 %.

У посівах проса у фазі повних сходів відмічали найменшу забур'яненість посівів, яка становила 114 шт./м² на контролі (п. п. п.) і 83 шт./м² за поєднання побічної продукції попередника і сидерату (п. п. п. + сидерат), що на 31 шт./м², або на 27,2 % меншу, ніж на контролі.

Після попередника пшениці ярої щільність бур'янів у посівах гречки на контрольному варіанті (п. п. п.) становила 116 шт./м², а застосування побічної продукції та сидерату знижувало забур'яненість посівів до 92 шт./м², або на 20,7 % (див. табл. 3.1).

У процесі росту та розвитку ценозу основних культур ріст бур'янів пригнічувався, а деяких призупинявся повністю і щільність їх перед збиранням урожаю досліджуваних культур значно знижувалася (табл. 3.2).

Найменшу засміченість посівів сої у першій сівозміні 68 шт./м², що на 50 шт./м², або 42,4 % менше, ніж на контролі (118 шт./м²) відмічали за комплексного застосування органічних добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»).

За комплексного застосування органічних добрив щільність забур'янення посівів пшениці ярої та проса знижувалась до 41 і 13 шт./м², або на 52,3 і 59,4 % відповідно менше, ніж на контрольних варіантах, де забур'яненість посівів становила 86 і 32 шт./м².

У посівах сої у сівозміні № 2 забур'яненість на контрольному варіанті сягала 125 шт./м², а за комплексного застосування органічних добрив знижувалась на 64 шт./м², або на 51,2 %. Найменше бур'янів було у посівах

гречки 18 шт./м², що на 51,2 % менше, ніж на контролі, де щільність бур'янів становила 44 шт./м².

Таблиця 3.2. Забур'яненість посівів зернових культур перед збиранням урожаю, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Кількість бур'янів, шт./м²						Суха маса бур'янів, г/м²
		Всього	в т.ч.					
			просо кураче	мишій сизий	лобода біла	редька дика	щириця звичайна	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сівозміна № 1								
Соя	*П. п. п. (контроль)	118	63	39	10	2	4	126,5
	П. п. п. + сидерат	94	53	28	7	3	3	92,4
	П. п. п. + «Біо-Гель»	91	50	31	6	2	2	87,1
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	68	38	21	5	1	3	48,3
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	86	41	33	5	4	3	84,2
	П. п. п. + сидерат	58	34	14	4	3	3	52,9
	П. п. п. + «Біо-Гель»	54	34	13	3	2	2	50,1
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	41	19	14	3	2	3	40,8
Просо	П. п. п. (контроль)	32	15	6	5	3	3	46,4
	П. п. п. + сидерат	21	9	7	3	1	1	32,0
	П. п. п. + «Біо-Гель»	20	8	6	3	1	2	29,5
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	13	6	4	2	-	1	21,7
НІР 0,05 – забур'яненість посівів сої – 11; пшениці ярої – 6,0; проса – 5,0.								
НІР 0,05 – суха маса бур'янів у посівах сої – 7,3; пшениці ярої – 7; проса – 3,5.								

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сівозміна № 2								
Соя	*П. п. п. (контроль)	125	73	36	8	3	5	145,5
	П. п. п. + сидерат	97	60	25	6	3	3	93,2
	П. п. п. + «Біо-Гель»	93	54	27	6	2	2	87,1
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	61	38	13	5	2	3	53,4
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	77	44	24	4	3	2	81,2
	П. п. п. + сидерат	52	28	15	5	2	2	54,1
	П.п.п.+« Біо-Гель»	51	25	18	6	1	1	51,4
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	38	18	12	3	2	3	37,6
Гречка	П. п. п. (контроль)	44	22	12	4	2	4	57,5
	П. п. п. + сидерат	29	16	8	3	1	1	36,8
	П. п. п. + «Біо-Гель»	24	11	7	3	2	1	32,6
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	18	7	6	3	1	2	25,1
НІР_{0,05} – забур'яненість посівів сої – 10; пшениці ярої – 7; гречки – 5,0. НІР_{0,05} – суха маса бур'янів у посівах сої – 5; пшениці ярої – 7; гречки – 5.								

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

Найменшу суху фітомасу 21,7 г/м², що на 24,7 г/м², або на 53,2 % менше, ніж на контрольному варіанті (п. п. п.) формували бур'яни в посівах проса (сівозміна №1) за комплексного застосування органічних добрив: п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель».

У посівах гречки за комплексного внесення органічних добрив відмічали дещо більшу суху фітомасу бур'янів, ніж у посівах проса 25,1 г/м², але на 43,7 % менше, ніж на контрольному варіанті, де суха фітомаса бур'янів сягала 57,5 г/м².

Слід відмітити, що внесення органічних добрив сприяло інтенсивному росту та підвищенню густоти рослин пшениці ярої, сої, проса та гречки, що й підвищувало фітоценотичні здібності рослин у зниженні щільності та сухої фітомаси бур'янів в агроценозах та підвищенню урожайності та якості зерна усіх досліджуваних культур.

РОЗДІЛ IV.

ВПЛИВ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ НА УРОЖАЙНІСТЬ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

Основними елементами продуктивності рослин, від яких залежить урожайність пшениці ярої, сої, проса та гречки є, насамперед, кількість продуктивних стебел і маса зерна у пробному снопі.

Максимальна кількість продуктивних стебел сої у сівозміні № 1 – 95 шт./м² формувалась за внесення п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель». Середня висота сої на цьому варіанті була на 17,6 см більшою, ніж висота рослин на контролі, де вона становили лише 65,9 см. Маса насіння сої становила 229,1 г/м², що на 69,7 г/м², або на 43,7 % більше, ніж на контролі (п. п. п.). Співвідношення маси насіння до маси соломи та корневих решток сої становило 1:3,5.

Маса зерна пшениці ярої та проса за комплексного внесення п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель» становила 523,5 та 362,4 г/м², що на 184,0 та 176,3 г/м², або на 53,9 та 94,7 % відповідно більше, ніж на контрольних варіантах. Висота рослин пшениці ярої та проса на варіантах комплексного застосування органічних добрив сягала 110,6 і 117,6 см, або на 25,5 і 18,8 см переважали висоту рослин контрольних варіантів. Співвідношення маси зерна до соломи і корневих решток пшениці ярої та проса становило 1:1,9 та 1:3,9 відповідно.

У сівозміні № 2 (табл. 4.1) маса зерна сої та пшениці ярої за комплексного внесення органічних добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») була дещо меншою, ніж у сівозміні № 1 і становила відповідно 216,1 та 485,3 г/м², що на 62,1 та 191,3 г/м², або на 40,3 і 65,1 % відповідно більше, ніж на контрольних варіантах. Висота рослин сої та пшениці ярої на варіантах комплексного застосування органічних добрив сягала 63,5 і 82,7 см, або на 16,4 і 17,1 см відповідно переважали висоту рослин контрольних варіантів.

Співвідношення маси зерна до соломи і корневих решток сої та пшениці ярої становило 1:3,74 та 1:1,99 відповідно.

Таблиця 4.1. Вплив різних систем удобрення на масу 1000 зерен, г, середнє за 2021–2025 рр.

Система удобрення	Культури сівозміни		
	соя	пшениця яра	просо
Сівозміна № 1			
*П. п. п. (контроль)	155,9	33,0	7,2
П. п. п. + сидерат	171,4	36,3	7,9
П. п. п. + «Біо-Гель»	173,0	37,3	7,9
П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	182,2	38,5	8,5
НІР_{0,05}	6,7	2,2	0,5
Сівозміна № 2			
Система удобрення	соя	пшениця яра	гречка
П. п. п. (контроль)	154,4	33,2	25,1
П. п. п. + сидерат	174,3	36,2	26,5
П. п. п. + «Біо-Гель»	175,2	37,1	26,7
П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	183,7	38,4	27,9
НІР_{0,05}	6,8	1,3	0,9

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

Маса зерна гречки на варіанті, де вносили п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель» становила 186,2 г/м², що на 58,2 г/м², або на 45,5 % більше, ніж на контролі. Співвідношення маси зерна до соломи і кореневих решток гречки становило 1:3,52.

Маса 1000 зерен є важливи елементом структури урожайності. Від кількості зерен в колосі та маси 1000 зерен залежить урожайність всіх сільськогосподарських культур.

Результати проведених досліджень у 2021–2025 рр. підтвердили парадигму прямої залежності маси 1000 зерен від системи удобрення (табл. 4.1).

На варіанті, де на фоні побічної продукції попередників поживно висівали сидерати (п. п. п. + сидерат), вносили біодобриво «Біо-Гель» (п. п. п.

+ «Біо-Гель») або добрива вносили в комплексі (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») маса 1000 зерен сої підвищувалась на 15,5, 17,1 та 26,3 г порівняно з контролем, де маса 1000 зерен становила 155,9 г; пшениці ярої та проса відповідно на 3,3, 4,3 і 5,3 г та 0,7, 0,7 і 1,3 г відповідно більше, ніж на контрольних варіантах, де маса 1000 зерен становила 33,0 і 7,2 г відповідно.

У сівозміні № 2 маса 1000 зерен сої та пшениці ярої на всіх варіантах удобрення була на 19,9; 20,8 і 29,3 г та на 3,0; 3,9 і 5,2 г більша, ніж на контрольних варіантах, де маса зерна становила 154,4 та 33,2 г відповідно.

Максимальна маса 1000 насінин гречки 27,9 г, що на 2,8 г, або на 11,2 % більше, ніж на контролі (25,1 г).

Аналізуючи показники урожайності та якості зерна зернобобових, зернових і круп'яних культур у середньому за 2021–2025 рр. виявлено, що системи органічного удобрення значною мірою впливали на ці показники (табл. 4.2).

Найвищу врожайність зерна пшениці ярої у середньому за 2021– 2025 рр. – 3,78 т/га (сівозміна № 1), що на 1,07 т/га, або на 39,5 % більше, ніж на контролі забезпечувало внесення п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель». На варіантах, де побічну продукцію попередників поєднували із сидератами або біодобривом приріст урожаю зерна становив відповідно 0,50 і 0,67 т/га, або на 18,5 і 24,7 % відповідно більше, ніж на контролі, де урожайність зерна становила 2,71 т/га.

Максимальну врожайність сої і проса у цій сівозміні 1,82 і 3,76 т/га, що на 0,7 т/га або на 42,2 % і 0,93 т/га, або 32,9 % відповідно більше, ніж на контрольних варіантах, де урожайність зерна становила 1,28 і 2,83 т/га забезпечувало внесення п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель».

Приріст урожаю насіння гречки 0,61 т/га, або 54,0 % до контролю (сівозміна № 2) забезпечило сумісне застосування п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель».

Таблиця 4.2. Вплив різних систем удобрення на урожайність, т/га, середнє за 2021–2025 рр.

Система удобрення	Культиури сівозміни		
	соя	пшениця яра	просо
Сівозміна № 1			
*П. п. п. (контроль)	1,28	2,71	2,83
П. п. п. + сидерат	1,57	3,21	3,30
П. п. п. + «Біо-Гель»	1,61	3,38	3,48
П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	1,82	3,78	3,76
НІР_{0,05}	0,09	0,26	0,11
Сівозміна № 2			
Система удобрення	соя	пшениця яра	гречка
П. п. п. (контроль)	1,30	2,47	1,13
П. п. п. + сидерат	1,59	2,99	1,38
П. п. п. + «Біо-Гель»	1,63	3,19	1,48
П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	1,83	3,62	1,74
НІР_{0,05}	0,07	0,23	0,09

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

За комплексного застосування органічних добрив урожайність насіння сої та пшениці ярої становила 1,83 і 3,62 т/га, що на 0,53 і 1,15 т/га, або на 40,8 і 46,6 % відповідно більше, ніж на контрольних варіантах.

Різні системи органічних добрив по-різному впливали і на якість насіння та збір протеїну з 1 га (табл. 4.3).

Уміст протеїну, білка, клейковини, жиру у зерні та збір протеїну з одного гектара пшениці ярої з контрольного варіанта (сівозміна № 1) був на 1,19; 1,09; 1,86 і 0,10 % та 0,19 т/га відповідно менший, ніж з варіанта, де на фоні побічної продукції попередника висівали сидерат, а в фазі повних сходів і цвітіння вносили «Біо-Гель» по 1,5 л/га.

Максимальний уміст протеїну в зерні сої 54,62 % та збір з 1 га 0,99 т, що на 0,32 т, або на 47,7 % більше, ніж на контролі, відмічали на варіанті комплексного застосування органічних добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»).

Таблиця 4.3. Вплив систем удобрення на якісні показники зернових культур, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Уміст у зерні, %				Збір протеїну, т/га
		протеїну	білка	клейковини	жиру	
1	2	3	4	5	6	7
Сівозміна № 1						
Соя	*П. п. п. (контроль)	52,31	31,70	7,02	15,19	0,67
	П. п. п. + сидерат	53,33	32,32	7,00	15,92	0,84
	П. п. п. + «Біо-Гель»	53,58	32,47	7,11	16,27	0,86
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	54,62	33,10	7,21	16,68	0,99
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	13,43	12,20	26,13	1,91	0,36
	П. п. п. + сидерат	13,95	12,68	26,18	1,91	0,45
	П. п. п. + «Біо-Гель»	14,10	12,82	25,13	1,91	0,48
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	14,62	13,29	27,99	2,01	0,55
Просо	П. п. п. (контроль)	12,09	11,01	4,97	4,15	0,34
	П. п. п. + сидерат	11,77	10,72	5,07	4,50	0,39
	П. п. п. + «Біо-Гель»	12,07	10,99	5,04	4,51	0,42
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	12,25	11,16	5,08	4,59	0,46
Сівозміна № 2						
Соя	П. п. п. (контроль)	47,86	30,68	6,90	14,95	0,66
	П. п. п. + сидерат	50,86	30,83	6,86	15,29	0,81
	П. п. п. + «Біо-Гель»	50,85	30,82	6,87	15,35	0,78
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	51,85	31,43	6,97	15,62	0,95
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	13,52	12,29	24,94	1,90	0,33
	П. п. п. + сидерат	12,93	11,75	25,22	1,87	0,37
	П. п. п. + «Біо-Гель»	13,05	11,86	25,70	1,89	0,42
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	13,16	11,96	25,87	1,95	0,48
Гречка	П. п. п. (контроль)	13,22	12,13	3,81	2,94	0,15
	П. п. п. + сидерат	13,58	12,46	3,92	2,97	0,19
	П. п. п. + «Біо-Гель»	13,45	12,34	4,21	3,03	0,20
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	13,98	12,83	4,81	3,03	0,24

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

За аналогічного удобрення отримано максимальний уміст протеїну і в насінні проса (12,25 %) та зерні пшениці ярої (14,62 %) і збір протеїну з одного гектара 0,46 і 0,55 т, що на 35,3 та 52,7 %, або на 0,12 та 0,19 т/га відповідно більше, ніж з контрольних варіантів.

У насінні сої за комплексного застосування органічного удобрення (сівозміна № 2) формувалося протеїну 51,85 %, білка 31,43 %, клейковини 6,97 % і 15,62 % жиру, що на 3,99; 0,75; 0,07; 0,67 % і 0,29 т/га відповідно більше, ніж на контролі, де застосовували лише побічну продукцію попередника.

У зерні пшениці ярої уміст протеїну, білка, клейковини, жиру та збір протеїну за комплексного застосування органічних добрив були дещо меншими, ніж у сівозміні № 1, і становили 11,58; 10,52; 23,00; 1,85 % і 0,56 т/га, що на 0,74; 0,73; 1,99; 0,05 % і 0,24 т/га відповідно більше, ніж на контролі. Внесення біодобрив на фоні побічної продукції попередників і сидератів (п. п. + сидерат + «Біо-Гель») підвищували також уміст протеїну до 13,98 %, білка – до 12,83, клейковини – до 4,81, жиру до – 3,03 % і збір протеїну – до 0,24 т/га у насінні гречки, що на 0,76; 0,70; 1,00; 0,09 % і 0,09 т/га відповідно більше, ніж на контролі (табл. 4.3).

РОЗДІЛ V.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЧНОГО УДОБРЕННЯ

Економічну ефективність різних систем органічного удобрення в посівах пшениці ярої, сої, проса та гречки (сівозміна № 1 і сівозміна № 2) розраховували у відділі економіки Національного наукового центру «Інститут землеробства Національної академії аграрних наук України» (табл. 5.1).

Таблиця 5.1. Вплив різних систем удобрення на економічні показники за вирощування зернових культур у сівозміні № 1, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Приріст урожаю, т/га	Вартість приросту урожаю, тис. грн	Затрати на біодобрива, обробіток ґрунту, тис. грн	Умовно чистий прибуток тис. грн/га	Рентабельність, %
Соя	*П. п. п. (контроль)	0	-	-	-	-
	П. п. п. + сидерат	0,31	7,13	3,00	4,13	138
	П. п. п. + «Біо-Гель»	0,33	7,59	3,45	4,14	120
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	0,58	13,34	6,45	6,89	107
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	0	-	-	-	-
	П. п. п. + сидерат	0,50	5,25	3,00	2,25	75
	П. п. п. + «Біо-Гель»	0,67	7,04	3,45	3,59	104
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	1,07	11,24	6,45	4,79	74
Просо	П. п. п. (контроль)	0	-	-	-	-
	П. п. п. + сидерат	0,47	7,99	3,00	4,99	166
	П. п. п. + «Біо-Гель»	0,65	11,05	3,45	7,60	220
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	0,93	15,81	6,45	9,36	145

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

Максимальний умовно чистий прибуток 9,36 і 6,89 тис. грн/га, за рівня рентабельності 145 і 107 %, отримали за вирощування проса і пшениці ярої у короткоротаційній сівозміні № 1 за комплексного застосування органічних добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»). Пшениця яра у цій сівозміні на аналогічному варіанті удобрення забезпечила умовно чистий прибуток 4,79 тис. грн/га, за рівня рентабельності 74 %.

Дещо менший умовно чистий прибуток 7,60 тис. грн/га, за рівня рентабельності 220 % забезпечила соя, яку вирощували у варіанті, де на фоні побічної продукції попередника вносили рідке біодобриво «Біо-Гель» в дозі 3,0 л/га (1,5 л/га у фазі повних сходів сої та 1,5 л/га – у фазі її цвітіння).

Найменший умовно чистий прибуток 2,46 і 2,98 тис. грн/га за рівня рентабельності 82 і 99 % отримали за вирощування пшениці ярої та сої у варіантах, де на фоні побічної продукції приорювали післяжнивний сидерат гірчицю білу (п. п. п. + сидерат).

Максимальний умовно чистий прибуток 13,68 тис. грн/га, за рівня рентабельності 213 % (сівозміна № 2) отримали за вирощування гречки за комплексного застосування органічного удобрення (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»). Значно менший умовно чистий прибуток 8,10 і 5,25 тис. грн/га, за рівня рентабельності 235 і 175 % забезпечило застосування рідкого біодобрива на фоні побічної продукції попередника (п. п. п. + «Біо-Гель») і приорювання поживного сидерату на фоні побічної продукції попередника (п. п. п. + сидерат) відповідно (табл. 5.2).

Найнижчі показники економічної ефективності 2,46 і 2,98 тис. грн/га за рівня рентабельності 82 і 99 % отримали за вирощування пшениці ярої та сої, де на фоні побічної продукції попередника (подрібнені стебла сої та гречки) приорювали післяжнивний сидерат (редька олійна).

Комплексне застосування органічного удобрення (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») у посівах пшениці ярої та сої забезпечили умовно чистий прибуток 5,63 і 5,97 тис. грн/га за рівня рентабельності 87 і 93 % відповідно.

Таблиця 5.2. Вплив різних систем удобрення на економічні показники за вирощування зернових культур у сівозміні № 2, середнє за 2021–2025 рр.

Культура сівозміни	Система удобрення	Приріст урожаю, т/га	Вартість приросту урожаю, тис. грн	Затрати на біодобрива, обробіток ґрунту, тис. грн	Умовно чистий прибуток, тис. грн/га	Рентабельність, %
Соя	*П. п. п. (контроль)	0	-	-	-	-
	П. п. п. + сидерат	0,26	5,98	3,00	2,98	99
	П. п. п. + «Біо-Гель»	0,31	7,13	3,45	3,68	107
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	0,54	12,42	6,45	5,97	93
Пшениця яра	П. п. п. (контроль)	0	-	-	-	-
	П. п. п. + сидерат	0,52	5,46	3,00	2,46	82
	П. п. п. + «Біо-Гель»	0,72	7,56	3,45	4,11	119
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	1,15	12,08	6,45	5,63	87
Гречка	П. п. п. (контроль)	0	-	-	-	-
	П. п. п. + сидерат	0,25	8,25	3,00	5,25	175
	П. п. п. + «Біо-Гель»	0,35	11,55	3,45	8,10	235
	П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	0,61	20,13	6,45	13,68	213

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

За основу розрахунків взяті ціни станом на 04.11.2025 р. (органічне виробництво зерна): для гречки – 33,0 тис. грн/т, проса – 17,0, сої – 23,0, пшениці ярої – 10,5 тис. грн/т.

РОЗДІЛ VI.

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ ЗА РІЗНИХ СИСТЕМ УДОБРЕННЯ

Аналіз показників біоенергетичної оцінки технологій вирощування зернових культур в органічних короткоротаційних сівозмінах за різних систем удобрення органічного спрямування наведено в табл. 6.1 і 6.2.

Таблиця 6.1. Показники енергетичної ефективності культур короткоротаційної сівозміни № 1 залежно від системи удобрення, середнє за 2021–2025 р.

Система удобрення	Урожайність, т/га	Енергомісткість врожаю, МДж/га	Сумарні енерговитрати, МДж/га	Кее
Соя				
*П. п. п. (контроль)	1,28	23170	10653	2,2
П. п. п. + сидерат	1,57	28420	11054	2,6
П. п. п. + «Біо-Гель»	1,61	29144	12055	2,4
П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	1,82	32945	12656	2,6
Пшениця яра				
П. п. п. (контроль)	2,71	44584	11011	4,0
П. п. п. + сидерат	3,21	52810	11856	4,5
П. п. п. + «Біо-Гель»	3,38	55607	12132	4,6
П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	3,78	62188	12553	5,0
Просо				
П. п. п. (контроль)	2,83	47946	9279	5,2
П. п. п. + сидерат	3,30	55909	9878	5,7
П. п. п. + «Біо-Гель»	3,48	58958	10221	5,8
П. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»	3,76	63702	10915	5,8

**Примітка. П. п. п. – побічна продукція попередника.*

Величина приходу енергії у варіантах дослідів знаходиться в прямій залежності від культури сівозміни та системи органічного удобрення.

У середньому за 2021–2025 рр. максимальний прихід енергії у сівозміні № 1 62188 і 63702 МДж/га виявлено за посіву пшениці ярої та проса за комплексного поєднання побічної продукції попередника (п. п. п.), сидерату та рідкого біодобрива («Біо-Гель») в дозі 3,0 л/га відповідно, а мінімальний у межах від 23170 до 32945 МДж/га за вирощування сої на всіх варіантах удобрення.

У сівозміні № 2 максимальний прихід енергії 59556 МДж/га, що на 2632 МДж/га менше, порівняно з показником у сівозміні № 1, відмічали у посівах пшениці ярої на аналогічному варіанті удобрення (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»). Мінімальний прихід енергії від 23000 до 29000 МДж/га відмічали за вирощування гречки.

Енергетична ефективність вирощування зернових культур в органічних короткоротаційних сівозмінах за різних систем удобрення оцінюється коефіцієнтом енергетичної ефективності (К_е).

У середньому за 2021–2025 рр. найбільший коефіцієнт енергетичної ефективності 5,8 (сівозміна № 1) і 4,7 (сівозміна № 2) відмічали за сівби проса та пшениці ярої у варіантах комплексного поєднання органічного удобрення (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»). Найменші показники К_е від 2,4 до 2,6 і від 2,3 до 2,7 одиниць у середньому за 2021–2025 рр. відмічали за вирощування сої в першій і другій сівозмінах та гречки відповідно.

Загалом вирощування зернових культур в органічних короткоротаційних сівозмінах за різних систем удобрення можна віднести до енергоощадних, оскільки коефіцієнт енергетичної ефективності (К_е) був більший за 1, не залежно від системи удобрення на всіх досліджуваних культурах.

Найвищі сумарні енерговитрати на виробництво зерна в розрахунок на 1 га збільшувалися із використанням добрив і найвищими були у середньому за 2021–2025 рр. за внесення комплексу п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель» й становили 10915–12656 МДж/га у 1-й і 9279–12656 МДж/га у 2-й сівозмінах.

Таблиця 6.2. Показники енергетичної ефективності культур короткоротаційної сівозміни № 2 залежно від системи удобрення, середнє за 2021–2025 р.

Система удобрення	Урожайність, т/га	Енергомiсткiсть врожаю, МДж/га	Сумарнi енерговитрати, МДж/га	Кее
Соя				
*П. п. п. (контроль)	1,30	23532	10653	2,2
П. п. п. + сидерат	1,59	28782	11054	2,6
П. п. п. + «Бiо-Гель»	1,63	29506	12055	2,4
П. п. п. + сидерат + «Бiо-Гель»	1,83	33126	12656	2,6
Пшениця яра				
П. п. п. (контроль)	2,47	40636	11011	3,7
П. п. п. + сидерат	2,99	49191	11856	4,1
П. п. п. + «Бiо-Гель»	3,19	52481	12132	4,3
П. п. п. + сидерат + «Бiо-Гель»	3,62	59556	12553	4,7
Гречка				
П. п. п. (контроль)	1,13	18883	9279	2,0
П. п. п. + сидерат	1,38	23000	9879	2,3
П. п. п. + «Бiо-Гель»	1,48	24667	10222	2,4
П. п. п. + сидерат + «Бiо-Гель»	1,74	29000	10915	2,7

**Примiтка. П. п. п. – побiчна продукцiя попередника.*

Тому, виявлено, що застосування рiзних систем удобрення в органiчних короткоротацiйних сiвозмiнах є ефективним i доцiльним, оскiльки значення коефiцiєнта бiоенергетичної ефективностi (Кее) в середньому за роки дослiджень (2021–2025 рр.) є високими в межах вiд 2,4 до 5,8 (сiвозмiна № 1) i вiд 2,3 до 4,7 (сiвозмiна № 2) i значно збiльшує накопичення енергiї в урожаї.

ВИСНОВКИ

Для агроформувань різних форм власності Лівобережного Лісостепу України теоретично обґрунтовано і розроблено дві короткоротаційні сівозміни: *соя – пшениця яра – просо* та *соя – пшениця яра – гречка*, які за різних систем органічного удобрення (*побічна продукція попередника, сидерат, біодобрива та їх поєднання*) з урахуванням існуючих тенденцій до зміни клімату, забезпечать стабільне підвищення виробництва високоліквідної екологічно безпечної продукції зернових, зернобобових і круп'яних культур за збереження та розширеного відтворення родючості чорноземних ґрунтів

1. У підзоні нестійкого зволоження Лісостепу України, на час сівби, максимальна кількість продуктивної вологи, в метровому шарі ґрунту, у середньому за 2021–2025 рр., накопичувалася під просом (сівозміна № 1) за внесення комплексу органічних добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») і становила 152,8 мм, що на 9,7 мм, або на 6,8 % більше, ніж на контрольному варіанті. У сівозміні № 2 уміст продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту за комплексного застосування органічного удобрення знаходився у межах від 116,8 (соя) до 146,9 мм (пшениця яра) і 140,5 мм (гречка), що було достатнім для з'явлення дружніх сходів, активного росту та розвитку усіх досліджуваних культур.

2. Найбільше продуктивної вологи (108,0 мм) на формування урожаю у сівозміні № 1 витрачали рослини проса за комплексного застосування добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»), а найменше (72,0 мм) – рослини пшениці ярої на контрольному варіанті. У сівозміні № 2 максимальні витрати продуктивної вологи 130,1 і 102,0 мм витрачали рослини гречки та пшениці ярої за комплексного застосування добрив, а мінімальні (72,7 мм) – рослини сої з контрольного варіанта.

3. Найменше нітратного азоту 28,0 і 24,3 мг/кг ґрунту накопичувалося в шарі ґрунту 0–20 і 20–40 см під посівами пшениці ярої. Максимальний уміст нітратного азоту у шарі 0–20 см 59,1 і 50,1 мг/кг ґрунту накопичувався під

посівами сої та проса. За комплексного застосування органічного удобрення у сівозміні № 2 найменший уміст нітратного азоту 28,3 і 33,7 мг/кг ґрунту виявлено у посівах пшениці ярої та гречки на контрольних варіантах, що відповідає дуже низькому рівню забезпеченості ґрунту нітратним азотом.

4. На час сівби сої, пшениці ярої та проса (сівозміна № 1) у шарі 0–20 см уміст сполук рухомого фосфору P_2O_5 знаходився у межах 265 мг/кг ґрунту (пшениця яра), 281,9 (соє), за внесення п. п. п. + сидерат і 280,3 мг/кг ґрунту у посівах проса на контрольному варіанті. З поглибленням шару ґрунту до 20–40 см уміст сполук рухомого фосфору знижувався і становив під посівами сої 212,4–261,4; пшениці ярої 253,6–274,4 і проса – 213,9–264,4 мг/кг ґрунту відповідно.

У сівозміні № 2 уміст сполук рухомого фосфору P_2O_5 у шарі 0–20 см був у межах від 263,8 до 326,7 мг/кг ґрунту, а в шарі 20–40 см він знижувався і знаходився в межах від 207,3 до 304,6 мг/кг ґрунту, що відповідає високому забезпеченню.

5. Найбільше сполук рухомого калію 293,4 і 291,5 мг/кг ґрунту в шарі 0–20 см формувалось під посівами пшениці ярої та проса (сівозміна № 1) за поєднання побічної продукції попередника і сидерату. За комплексного застосування органічних добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») ці показники були дещо меншими і становили 265,0 і 284,1 мг/кг ґрунту.

Найвищий уміст сполук рухомого калію перед посівом 268,0 і 235,2 мг/кг ґрунту в шарі 0–20 см (сівозміна № 2) відмічали під посівами сої і пшениці ярої за внесення побічної продукції попередника (контроль), а найменший – 192,8 і 195,3 мг/кг ґрунту – за комплексного внесення органічного удобрення (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») відповідно.

6. У середньому за 2021–2025 рр. найвищий уміст гумусу в ґрунті 3,36 і 3,33 % відмічали у шарі 0–20 см під посівами пшениці ярої (сівозміна № 1) за внесення п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель», а найменший – 2,85 %, під посівами проса на контрольному варіанті.

У сівозміні № 2 максимальна кількість гумусу 3,31 % накопичувалась у шарі 0–20 см під посівами пшениці ярої за внесення п. п. п. + сидерати + «Біо-Гель», а мінімальна – 2,96 % під посівами гречки за внесення п. п. п. + сидерат. З поглибленням шару ґрунту до 20–40 см уміст гумусу знижувався під усіма дослідними культурами не залежно від системи удобрення.

7. У середньому за 2021–2025 рр. найвищий показник розкладання лляного полотна 26,0 % (сівозміна № 1) і 27,0 % (сівозміна № 2), що на 5,6 і 4,5 % більше, ніж на контрольних варіантах відмічено в ґрунті під посівами сої за комплексного застосування органічних добрив.

8. Застосування післяжнивного сидерату (редька олійна) на фоні побічної продукції попередників знижувало забур'яненість посівів сої, пшениці ярої та проса (сівозміна № 1) у фазі повної стиглості зерна на 42,0; 56,1 та 61,5 % порівняно з контрольним варіантом (п. п. п.), де щільність бур'янів становила 162, 41 та 52 шт./м² відповідно.

У посівах пшениці ярої та гречки (сівозміна № 2) забур'яненість на контролі становила 48 та 59 шт./м², а за комплексного внесення добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») чисельність їх знижувалась на 58,3 та 61,0 % відповідно.

9. Комплексне застосування органічних добрив п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель» у середньому за 2021–2025 р. забезпечувало урожайність проса 3,76 т/га та гречки – 1,74 т/га, що на 32,9 і 54,0 % більше, ніж на контрольних варіантах, де урожайність не перевищувала 2,83 і 1,13 т/га відповідно. Урожайність сої та пшениці ярої на варіанті комплексного внесення органічних добрив становила 1,82 і 3,78 т/га (сівозміна № 1) та 1,83 і 3,62 т/га (сівозміна № 2), що на 54,0 і 39,5 та 30,1 і 46,6 % відповідно більше, ніж на контрольних варіантах, де застосовували лише побічну продукцію попередників.

10. Найвищий умовно чистий прибуток 9,36 і 6,89 тис. грн/га, за рівня 145 і 107 % отримали за вирощування проса і пшениці ярої у сівозміні № 1 за комплексного застосування органічних добрив (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель»). Соя у цій сівозміні на аналогічному варіанті удобрення забезпечила

умовно чистий прибуток на рівні 7,60 тис. грн/га за рентабельності 220 %. У сівозміні № 2 найвищий умовно чистий прибуток 13,68 тис. грн/га за рівня рентабельності 213 % забезпечило вирощування гречки на варіанті комплексного застосування органічних добрив (п. п. п. + сидерати + «Біо-Гель»). Умовно чистий прибуток 8,10 і 5,25 тис. грн/га за рівня рентабельності 235 і 175 % забезпечило застосування рідкого біодобрива на фоні побічної продукції попередника (п. п. п. + «Біо-Гель») і приорювання поживного сидерату на фоні побічної продукції попередника.

11. Найбільш ефективним за біоенергетичними показниками у середньому за 2021–2025 рр. було вирощування зернових культур в органічних короткоротаційних сівозмінах за комплексного внесення п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель». Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}) 5,8 (сівозміна № 1) і 4,7 (сівозміна № 2) отримали за сівби пшениці ярої та проса у варіантах комплексного застосування добрив, а мінімальні показники (K_{ee}) від 2,4 до 2,6 і від 2,3 до 2,7 одиниць відмічали за вирощування сої в першій і другій сівозмінах та гречки відповідно.

12. Розроблено та впроваджено у господарствах Лісостепу України дві 3-пільні органічні сівозміни (*соя – пшениця яра – просо* та *соя – пшениця яра – гречка*), які за комплексної системи удобрення (п. п. п. + сидерат + «Біо-Гель») забезпечили урожайність сої в межах 2,6–3,0 т/га, пшениці ярої – 4,2–4,6, проса – 3,8–4,0 і гречки 2,2 т/га, умовно чистого прибутку в межах від 4,2 до 7,0 тис. грн/га за рівня рентабельності 59–127 %.

Список літератури

1. Бойко П. І., Мартинюк І. В., Цимбал Я. С. Становлення сівозмінних принципів у системах землеробства. Вісник Аграрної науки. Київ. «Аграрна наука», 2021. С. 5–13.
2. Камінський В. Ф., Сайко В. Ф. Стратегія розвитку адаптивних систем землеробства і агротехнологій в Україні. Адаптивні системи землеробства і сучасні агротехнології – основа раціонального землекористування, збереження і відтворення родючості ґрунтів. Київ. ВП «Едельвейс», 2013. С. 5–24.
3. Наукові основи виробництва органічної продукції в Україні: монографія /за ред. Я. М. Гадзала, В. Ф. Камінського. Київ: Аграрна наука, 2016. 592 с.
4. Біологізація землеробства в Україні: реалії та перспективи: монографія / Іванишин В. В., Роїк М. В., Шувар І. А. та ін. Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2016. 284 с.
5. Постанова Ради (ЄС) від 29 червня 2007 р. №834/2007 стосовно органічного виробництва і маркування органічних продуктів, та скасування Постанови (ЄЕС) №2092/91.URL: <http://tradestandards.org/en/Standard.3.aspx>.
6. Наукові основи сучасних систем вітчизняного землеробства: Навчальний посібник / І. Д. Примака, І. В. Мартинюк, Ю. В. Федорук та ін. / за ред. І. Д. Примака. Вінниця: «ТВОРИ», 2022. 320 с.
7. Мартинюк І. В., Цимбал Я. С. Короткоротаційні сівозміни для агроформувань різних форм власності. *Агробізнес сьогодні*. 2021. №6 (445). С. 66–68.
8. Кобець М. І. Органічне землеробство в контексті сталого розвитку, 2004. 23 с.
9. URL: <https://ukr. Strepkonsans.com/difference-between-nitrification-and-denitrification> (дата звернення: 15.10.2024).
10. Балаєв А. Д., Демидов О. А. Використання соломи у відновленні родючості ґрунтів. Київ: ТОВ ЦП Компринт, 2016. 244 с.

11. Використання соломи – ефективні техніко–технологічні рішення: рекомендації. [Колектив авторів] за ред. Кравчука В. І. Міністерство агр. пол. та прод. України; УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2012. 75 с.

12. Ефективність застосування відновлювальних місцевих ресурсів за органічного землеробства. Е. Г. Дегодюк, М. М. Проненко, Ю. О. Ігнатенко та ін. Науково-методичні та науково-практичні рекомендації. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», 2020. 48 с.

13. Рекомендації щодо використання соломи, пожнивних решток і культивування сидеральних культур для підвищення та збереження родючості ґрунтів / [В. П. Ситник, М. Д. Безуглий, В. В. Адамчук та ін.]. Київ: ННЦ «ІМЕСГ», 2010. 36 с.

14. Сайко В. Ф. Використання на удобрення побічної продукції рослинництва: Зб. наук. праць Інституту землеробства. Київ: Спецвипуск, 2003. С.3– 9.

15. Лень О. І., Мартинюк І. В., Тоцький В. М. та ін. Наукові основи побудови вузькоспеціалізованих сівозмін з короткою ротацією адаптованих до ґрунтово-кліматичних та організаційно-економічних умов виробництва. Методичні рекомендації. Полтава, 2020. 56 с.

16. Бойко П. І., Коваленко Н. П. Науково-інноваційні аспекти сівозмін в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 5. С. 24–28.

17. Камінський В. Ф., Бойко П. І. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. *Вісник аграрної науки*. 2013. № 6. С. 5–9.

18. Єщенко В. О. Роль сівозмін у сучасному землеробстві. Міжвід. тем. наук. зб. «Землеробство». Київ: ВП «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 23–27.

19. Бойко П. І., Коваленко Н.П. Проблеми екологічно врівноважених сівозмін. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 8. С. 9–13.

20. Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Вінниця. П. П. «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.

21. Марчук І. У., Савчук А. В., Філонов Є. А. Добрива та їх використання: довідник. Київ. Арістей, 2010. 254 с.
22. Демиденко О. В. Рециркуляційне відновлення фізико-хімічних і агрофізичних властивостей у процесі ґрунтоутворення чорнозему типового Лівобережного Лісостепу. *Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2013. Вип. 1–2. С. 26–37.
23. Цюк О. А. Зміни поживного режиму в агрофітоценозі пшениці озимої залежно від систем основного обробітку. *Науковий вісник НУБіП України*. 2015. Вип. 210. Ч. 1. С. 156–161.
24. Доценко О. В. Гумусний стан чорнозему типового під впливом тривалого внесення добрив. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 12. С. 75–76.
25. Піковська О. В., Вітвіцька О. І. Вплив застосування соломи на показники родючості чорнозему типового. *Науковий вісник НУБіП України. Сер.: Агрономія*. 2016. Вип. 235. С. 160–166.
26. Балюк С., Носко Б., Скрильник Є. Сучасні проблеми біологічної деградації чорноземів і способи збереження їх родючості. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 94 (1). С. 11–17.
27. Камінський В. Органічне землеробство – шлях до продовольчої безпеки. *Віче*. 2014. № 9. С. 58–61.
28. Носко В. Л. Стан і розвиток органічного виробництва в Україні. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Сер.: Біологія, біотехнологія, екологія*. 2015. Вип. 214. С. 212–216.
29. Агроєкологія: навч. посіб. / О. Ф. Смаглій, А. Т. Кардашов, П. В. Литвак та ін. Київ: Вища освіта, 2016. 671 с.
30. Безус Р. М. Організаційно-економічні засади ефективного розвитку органічного агровиробництва: монограф. Дніпропетровськ: Вид-во «Лізунов Пресс», 2020. 380 с.
31. Мартинюк І. В., Цимбал Я. С., Савченко С. Д., Савченко Є. Д. Ефективність вирощування круп'яних культур у короткоротаційних

органічних сівозмiнах Лiвобережного Лiсостепу України. *Вiсник аграрної науки*. 2024. № 11. С. 5–10.

32. Заяць П. С., Пташник М. М., Брухаль Ф. Й., Цимбал Я. С. Особливостi фiтоценотичного взаємовпливу культурних та сегетальних видiв рослин в органiчних агроценозах. *Землеробство та рослинництво: теорiя i практика*. Вiнниця: ТОВ «ТВОРИ», 2024. Вип. 4 (14) – С. 5–13.

33. Мартинюк І. В., Цимбал Я. С. Вплив рiзних систем органiчного удобрення на продуктивнiсть зернових культур короткоротацiйної сiвозмини в умовах Лiсостепу. *Науково-iнформацiйний бюлетень завершених наукових розробок «Аграрна наука – виробництву»*, 2025. № 3. С. 6.

34. International Federation of Organic Agriculture. Movements. URL: <http://www.ifoam.bio/>.

35. Willer H. The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends, 2013. / H. Willer, J. Lernoud, L. Klicher. Bonn: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick and IFOAM–Organic International, 2013. 340 p.

36. Цiлi Сталого Розвитку: Україна. Нацiональна доповідь / Міністерство економічного розвитку i торгiвлi України. Київ, 2017. 176 с. URL: www.un.org.ua/images/SDGs_NationalReportUA_Web_1.pdf.

37. Капштик М. В. Нормативно-правове забезпечення органiчного виробництва в Україні: проблеми та перспективи. *Агроекологiчний журнал*. 2012. №1. С. 25–31.

38. Шкуратов О. І., Чудовська В. А., Вдовиченко А. В. Органiчне сiльське господарство: еколого-економічні iмперативи розвитку: монографія. Київ: ТОВ «Дiа», 2015. 248 с.

39. Милованов Є. В. Органiчне сiльське господарство: перспективи для України. Посiбник українського хлiбороба, 2019. С. 257–260.

40. Таргоня В. С., Новохацький М. Л. Бiологiзованi сiвозмини органiчних виробництв в рiзнорiвневих системах екологiчного землеробства. Органiчне

виробництво і продовольча безпека : матеріали VII Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Житомир, 23-24 травня 2019 р.). Житомир, 2019. С. 5–8.

41. Закон України «Про виробництво та обіг органічної сільськогосподарської продукції та сировини» від 03.09.2013, № 425–VII. Верховна Рада України. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/425-18>.

42. Кириченко В. В., Костромітін В. М., Колісник В. І. та ін. Агроекологічні проблеми удосконалення існуючих і розробки нових технологій вирощування польових культур. Агротехнологія польових культур: Збірник наукових праць Інституту НААН ім. В. Я. Юр'єва. Харків, 2009. С. 22–46.

43. Драган М. І., Грищенко Р. Є., Любчик О. Г. Круп'яний порятунок. *Farmer*, 2012. С. 42–43.

44. Буслаєва Н. Г., Клименко І. І., Довбаш Н. І. Вплив різних фонів важких металів на варіабельність рухомих форм поживних елементів. Агротехнології для сталого виробництва конкурентоспроможної продукції. Матеріали наук.-практ. конф. Молодих учених і спеціалістів. Чабани, 28–30 листопада 2012 р. Київ: Едельвейс, 2012. С. 54–55.

45. Малишева Л. Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території. Київ: Київський університет, 1998. 131 с.

46. Малишева Л. Л. Геохімія ландшафтів. Київ: Либідь, 2000. 470 с.

47. Макаренко Н. А. Контроль за вмістом важких металів у ґрунті. *Вісник аграрної науки*. 2001. № 4. С. 55–57.

48. Методика суцільного ґрунтово-агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України / за ред. О. О. Созінова, Б. С. Прістера. Київ, 1994. 35 с.

49. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище / Т. М. Мислива та ін.; за ред. Т. М. Мисливої. Житомир, 2011. 50 с.

50. Ткаченко М. А., Цимбал Я. С., Бойко П. І., Мартинюк І. В., Кудря С. О. Урожайність та продуктивність п'ятипільних сівозмін за органо-

мінеральної системи інтенсифікації в умовах Лівобережного Лісостепу України. Вісник аграрної науки. Київ: «Аграрна наука», 2023. № 3. С. 14–20.

51. Довідник міжнародних стандартів для органічного виробництва / за ред. М. В. Капштика, О. О. Котирло. Київ: СПД Горобець Г. С., 2007. 356 с.

52. Андрєєва Н. М., Купінець Л. Є. Органічне виробництво як складова механізму екологізації економіки та забезпечення продовольчої безпеки України. Житомир: «Полісся», 2014. С. 51–55.

53. Мойсейченко В. Ф., Єщенко В. О. Основи наукових досліджень в агрономії. Київ: Вища школа, 1994. 334 с.

54. Методика польових досліджень з контролювання забур'яненості посівів культур в органічному землеробстві. Коломієць М. В., Брухаль Ф. Й., Пташнік М. М., Красюк Л. М., Заяць П. С. Вінниця: ТОВ «Твори», 2020. 32 с.

55. Іващенко О. О., Кунак В. Д. Чому зростає потенційна засміченість полів?. *Захист рослин*. 1998. № 7. С. 24–25.

56. Іващенко О. О. Гербологія: Напрямки досліджень. *Захист рослин*. 2000. № 4. С. 3–4.

Наукове видання

МАРТИНЮК Іван Васильович
ЦИМБАЛ Ярослав Станіславович
ТАРАСЕНКО Олександра Андріївна
ЯКИМЕНКО Любов Петрівна
БАКУМОВА Марина Валеріївна
САВЧЕНКО Сергій Дмитрович
САВЧЕНКО Євген Дмитрович

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ І ФУНКЦІОНУВАННЯ
КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІН ЗА ВЕДЕННЯ
ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В УМОВАХ
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Підписано до друку 06.10.2025.
Формат 60х84/16. Папір офсетний.
Друк цифровий. Друк. арк. 3,7.
Умов. друк. арк. 3,4. Обл.-вид. арк. 2,1.
Наклад 100 прим. Зам. № 1293/5.

Видавець та виготовлювач ТОВ «ТВОРИ».
Свідцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 6188 від 18.05.2018 р.
21034, м. Вінниця, вул. Немирівське шосе, 62а.
Тел.: 0 (800) 33-00-90, (096) 97-30-934, (093) 89-13-852.
e-mail: info@tvoru.com.ua
<http://www.tvoru.com.ua>