

**В. М. Сінченко, О. М. Атаманюк,  
С. М. Сенчук, В. П. Клименко, М. О. Кісілевська,  
І. М. Гольдермахер, Г. П. Прокопенко**

# **АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ЗЕМЛРОБСТВА ДЛЯ ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

Науково-методичні рекомендації





НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

**В. М. Сінченко, О. М. Атаманюк,  
С. М. Сенчук, В. П. Клименко, М. О. Кісілевська,  
І. М. Гольдермахер, Г. П. Прокопенко**

**АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА  
ДЛЯ ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ  
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**Науково-методичні рекомендації**

**Київ • 2025**

УДК 631.582:631.8:631.51(477.41)

*Рекомендовано до опублікування вченою радою  
Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН  
(протокол № 16 від 27.10.2025)*

*Рецензенти:*

**Я. Д. Фучило**, доктор с.-г. наук, професор;

**М. Я. Гументик**, доктор с.-г. наук, с. н. с.

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН*

**Сінченко В. М., Атаманюк О. М., Сенчук С. М., Клименко В. П., Кісілевська М. О., Гольдермахер І. М., Прокопенко Г. П.** Адаптивні системи землеробства для ґрунтово-кліматичних умов Лісо-степу України : науково-методичні рекомендації / НААН України, Ін-т біоенергет. культ. і цукр. буряків. Електрон. вид. Київ : ІБКіЦБ НААН, 2025. 34 с.

ISBN 978-617-8706-14-2 (PDF)

Наведено узагальнені результати багаторічних досліджень у стаціонарному досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції ІБКіЦБ НААН щодо впливу систем удобрення, типів сівозмін і погодних умов на родючість ґрунту, його біологічну активність, забур'яненість та продуктивність культур. Доведено, що органо-мінеральна система удобрення забезпечує найвищу ефективність використання поживних речовин, відтворення гумусу та активізацію мікробіологічних процесів, тоді як ізольоване застосування мінеральних добрив спричинює зниження гумусового стану, підкислення і пригнічення біологічної активності ґрунту.

Визначено закономірності формування продуктивності культур у різних типах сівозмін під впливом погодних факторів. Найстабільніші показники демонструють плодозмінна та зернопросапна сівозміни з участю багаторічних трав і бобових культур. Органо-мінеральна система удобрення підвищує врожайність на 25–40 %, зменшує забур'яненість і сприяє формуванню екологічно стійких агроценозів. Рекомендації орієнтовані на адаптивні системи землеробства, придатні для сучасних кліматичних умов Правобережного Лісо-степу України.

Призначено для наукових співробітників, агрономів, аспірантів та студентів закладів вищої освіти аграрного та біологічного профілю.

**УДК 631.582:631.8:631.51(477.41)**



Цей твір поширюється на умовах ліцензії CC BY-NC-SA 4.0

(Creative Commons «Attribution-NonCommercial-ShareAlike» 4.0 International)

**ISBN 978-617-8706-14-2 (PDF)**

© Інститут біоенергетичних культур  
і цукрових буряків НААН, 2025

© Колектив авторів, 2025

## ЗМІСТ

Вступ .....	4
1. Програма і методика досліджень .....	6
2. Вплив систем удобрення на врожайність основних культур сівозмін .....	12
3. Зміна родючості ґрунту за тривалого застосування різних систем удобрення .....	23
4. Біологічна активність ґрунту та баланс органічної речовини .....	25
5. Рівень забур'яненості посівів та структура сегетальної рослинності .....	27
6. Вплив погодних факторів на продуктивність сівозмін	28
Висновки .....	31
Список використаних джерел .....	33

---

## Вступ

Сучасне землеробство України функціонує в умовах зростаючої мінливості клімату, нестабільності водного режиму ґрунтів і поглиблення деградаційних процесів, що зумовлює потребу в переосмисленні традиційних підходів до організації агровиробництва. Підвищення частоти екстремальних погодних явищ — посух, зливових опадів, температурних коливань — призводить до істотних втрат урожаю, зниження родючості ґрунту та порушення біологічної рівноваги агроєкосистем. У цих умовах виняткової ваги набуває розроблення і впровадження адаптивних систем землеробства, здатних забезпечити стабільність виробництва та екологічну рівновагу.

Адаптивні системи землеробства — це науково обґрунтований комплекс технологічних і організаційних заходів, спрямованих на гармонізацію взаємодії між природним середовищем і господарською діяльністю людини. Їх впровадження базується на поєднанні біологічних, агротехнічних і ресурсощадних прийомів, що дають змогу максимально реалізувати потенціал культурних рослин, водночас зменшуючи антропогенне навантаження на екосистему. Головним завданням таких систем є забезпечення стійкості агроценозів, оптимізація використання природних ресурсів і відновлення родючості ґрунту.

Особливої актуальності питання адаптивного землеробства набуває для Лісостепової зони України, де спостерігається різка варіабельність гідротермічних умов, що істотно впливає на продуктивність основних культур. Виробництво вимагає не лише ефективного поєднання мінеральних, органічних і біологічних джерел живлення, а й науково виваженого підходу до побудови сівозмін, систем удобрення та захисту рослин.

Довготривалі стаціонарні досліді, які ведуться в Білоцерківській дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, є унікальною експериментальною базою для визначення закономірностей формування продуктивності культур за різних агротехнологічних систем.

---

Дослідження адаптивних систем землеробства має важливе практичне значення, адже сприяє створенню моделей раціонального землекористування, що забезпечують стабільні врожаї при мінімальному екологічному ризику. Отримані результати дали змогу розробити рекомендації щодо удосконалення сівозмін, систем удобрення та заходів збереження ґрунтової родючості. Таким чином, вивчення і впровадження адаптивних систем землеробства є необхідною умовою сталого розвитку аграрного сектору та гарантією продовольчої безпеки держави.

## 1. Програма і методика досліджень

Розгорнуту схему багатофакторного стаціонарного досліді на Білоцерківській дослідно-селекційній станції ІБКіЦБ НААН на третю та четверту ротації шестипільних сівозмін наведено нижче в таблицях, де вивчали:

- *плодозмінну* (вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь з підсівом конюшини — конюшина — пшениця озима),
- *просапну* (вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь — соя — соняшник),
- *зернопросапну* (вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові — ячмінь — вика яра (у першій ротації ріпак) — пшениця озима) сівозміни.

### *Плодозмінна сівозмінна*

Чергування культур: 1. вико-овес, 2. пшениця озима, 3. буряки цукрові, 4. ячмінь ярий + конюшина, 5. конюшина, 6. пшениця озима.

### Варіанти удобрення культур

Варіант	№ з/п	С.-г. культура	Дози внесення добрив
1 <sup>1</sup>	1	Вико-овес	0-0-0
	2	Озима пшениця	90-60-60
	3	Цукрові буряки	140-90-90 + солома
	4	Ячмінь + конюшина	0-0-0 + гичка
	5	Конюшина	40-40-40
	6	Озима пшениця	90-60-60 + солома
2	1	Вико-овес	0-0-0
	2	Озима пшениця	90-60-60
	3	Цукрові буряки	100-90-90
	4	Ячмінь + конюшина	0-0-0
	5	Конюшина	40-40-40
	6	Озима пшениця	90-60-60

3	1	Вико-овес	Післядія 2NPK + гній з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь + конюшина		гичка
	5	Конюшина		0-0-0
	6	Озима пшениця		солома
4	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-60	
	3	Цукрові буряки	140-90-90 + солома	
	4	Ячмінь + конюшина	0-0-0 + гичка	
	5	Конюшина	40-40-40	
	6	Озима пшениця	90-60-60 + солома	
5 <sup>2</sup>	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-60	
	3	Цукрові буряки	140-90-90 + солома	
	4	Ячмінь + конюшина	0-0-0 + гичка	
	5	Конюшина	40-40-40	
	6	Озима пшениця	90-60-60 + солома	
11	1	Вико-овес	Без добрив з 1976 року	
	2	Озима пшениця		
	3	Цукрові буряки		
	4	Ячмінь + конюшина		
	5	Конюшина		
	6	Озима пшениця		
12	1	Вико-овес	Післядія 1NPK + гній з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь + конюшина		гичка
	5	Конюшина		0-0-0
	6	Озима пшениця		солома
13	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-60	
	3	Цукрові буряки	100-90-90 + 40 т гною	
	4	Ячмінь + конюшина	0-0-0	
	5	Конюшина	40-40-40	
	6	Озима пшениця	90-60-60	
14	1	Вико-овес	40 т/га гною (без мінеральних добрив у 2, 3, 4, 5, 6 ротаціях)	
	2	Озима пшениця		
	3	Цукрові буряки		

	4	Ячмінь + конюшина		
	5	Конюшина		
	6	Озима пшениця		
15	1	Вико-овес	Післядія 3NPK + гній з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь + конюшина		гичка
	5	Конюшина		0-0-0
	6	Озима пшениця		солома

**Примітка.** <sup>1</sup> – відновлення родючості ґрунту з третьої ротації десятипільних сівозмін (варіант 1); <sup>2</sup> – у другій і третій ланках третьої ротації десятипільних сівозмін добрив не вносили 7 років (варіант 5).

### Просанна сівозмінна

Чергування культур: 1. вико-овес, 2. пшениця озима, 3. буряки цукрові, 4. ячмінь ярий, 5. соя, 6. соняшник.

### Варіанти удобрення культур

Варіант	№ з/п	С.-г. культура	Дози внесення добрив	
26 <sup>1</sup>	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-60	
	3	Цукрові буряки	140-90-90 + солома	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Соя	40-40-40	
	6	Соняшник	50-60-60	
27	1	Вико-овес	Післядія 2NPK + 2 дози гною з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь		гичка
	5	Соя		солома
	6	Соняшник		солома
28	1	Вико-овес	Післядія 2NPK + гній з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь		гичка
	5	Соя		солома
	6	Соняшник		солома
29	1	Вико-овес	40 т/га гною (без мінеральних добрив у 2, 3, 4, 5, 6 ротаціях)	
	2	Озима пшениця		
	3	Цукрові буряки		

	4	Ячмінь		
	5	Соя		
	6	Соняшник		
30	1	Вико-овес	Післядія 2NPK + вап- нування з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь		гичка
	5	Соя		солома
	6	Соняшник		солома
31	1	Вико-овес	Без добрив з 1976 року	
	2	Озима пшениця		
	3	Цукрові буряки		
	4	Ячмінь		
	5	Соя		
	6	Соняшник		
32	1	Вико-овес	Післядія 1NPK + гній з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь		гичка
	5	Соя		солома
	6	Озима пшениця		солома
33	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-60	
	3	Цукрові буряки	100-90-90 + 40 т гною	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Соя	40-40-40	
	6	Соняшник	90-60-60	
34	1	Вико-овес	Післядія 3NPK + гній з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь		гичка
	5	Соя		0-0-0
	6	Соняшник		солома
35	1	Вико-овес	Післядія 4NPK + гній з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь		гичка
	5	Соя		0-0-0
	6	Соняшник		солома

**Примітка.** <sup>1</sup> – відновлення родючості ґрунту з третьої ротації десятипільних сівозмін (варіант 26).

### **Зернопросапна сівозміна**

Чергування культур: 1. вико-овес, 2. пшениця озима, 3. буряки цукрові, 4. ячмінь ярий, 5. вика (у першій ротації ріпак), 6. пшениця озима.

### **Варіанти удобрення культур**

Варіант	№ з/п	С.-г. культура	Дози внесення добрив	
41 <sup>1</sup>	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-60	
	3	Цукрові буряки	140-90-90 + солома	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Вика яра	40-40-40	
	6	Озима пшениця	90-60-60	
42 <sup>2</sup>	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-30-30	
	3	Цукрові буряки	140-50-50 + солома	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Вика яра	40-20-20	
	6	Озима пшениця	90-30-30	
43	1	Вико-овес	Післядія 2NPK + гній з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь		гичка
	5	Вика яра		солома
	6	Озима пшениця		солома
44	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-30-30	
	3	Цукрові буряки	140-50-90 + солома	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Вика яра	40-20-20	
	6	Озима пшениця	90-30-60	
45	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-0-60	
	3	Цукрові буряки	140-0-90 + солома	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Вика яра	40-0-40	
	6	Озима пшениця	90-0-60	
46 <sup>1</sup>	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-110-110	

	3	Цукрові буряки	140-100-100 + солома	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Вика яра	70-100-100	
	6	Озима пшениця	90-110-110	
47 <sup>2</sup>	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-60	
	3	Цукрові буряки	140-90-90 + солома	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Вика яра	40-40-40	
	6	Озима пшениця	90-60-60	
48	1	Вико-овес	Післядія 2NPK + гній з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь		гичка
	5	Вика яра		солома
	6	Озима пшениця		солома
49 <sup>2</sup>	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-60	
	3	Цукрові буряки	140-90-90 + солома	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Вика яра	60-40-40	
	6	Озима пшениця	90-60-60	
50 <sup>2</sup>	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-90	
	3	Цукрові буряки	140-90-120 + солома	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Вика яра	40-40-60	
	6	Озима пшениця	90-60-90	
51	1	Вико-овес	Без добрив з 1976 року	
	2	Озима пшениця		
	3	Цукрові буряки		
	4	Ячмінь		
	5	Вика яра		
	6	Озима пшениця		
52	1	Вико-овес	Післядія 2NPK + гній з 4-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь		гичка
	5	Вика яра		солома
	6	Озима пшениця		солома

53	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-60	
	3	Цукрові буряки	100-90-90 + 40 т гною	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Вика яра	40-40-40	
	6	Озима пшениця	90-60-60	
54	1	Вико-овес	Післядія 4NPK + гній з 2-ї ланки 3-ї ротації	0-0-0
	2	Озима пшениця		0-0-0
	3	Цукрові буряки		N <sub>40</sub> + солома
	4	Ячмінь		гичка
	5	Вика яра		солома
	6	Озима пшениця		солома
55	1	Вико-овес	0-0-0	
	2	Озима пшениця	90-60-60	
	3	Цукрові буряки	100-90-90	
	4	Ячмінь	0-0-0	
	5	Вика яра	40-40-40	
	6	Озима пшениця	90-60-60	

**Примітка.** <sup>1</sup> — відновлення родючості ґрунту з третьої ротації десятипільних сівозмін (варіанти 41, 46); <sup>2</sup> — у другій і третій ланках третьої ротації десятипільних сівозмін добрив не вносили 7 років (варіанти 42, 47, 49, 50).

## 2. Вплив систем удобрення на врожайність основних культур сівозмін

Ефективність сільськогосподарського виробництва значною мірою визначається рівнем живлення рослин, який формується під дією системи удобрення. Збалансоване поєднання мінеральних і органічних добрив забезпечує оптимальні умови росту й розвитку рослин, активізує біологічні процеси в ґрунті, сприяє формуванню стабільної структури врожаю та покращує якість продукції. Довготривалі стаціонарні досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції свідчать, що вибір системи удобрення має вирішальне значення для продуктивності культур у плодозмінних, просапних та зернопросапних сівозмінах.

Упродовж 2020–2022 рр. у стаціонарному досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції ІБКіЦБ НААН проведено порівняльну оцінку впливу систем удобрення на продуктивність буряків цукрових як третьої культури третьої ротації у плодозмінній, просапній та зернопросапній сівозмiнах.

Отримані результати свiдчать про суттєве варіювання показників продуктивності залежно від типу сівозмiни та рівня живлення (табл. 1).

У плодозмінній сівозмiні середня врожайність коренеплодів коливалася в межах 18,8–46,9 т/га. Найвищі показники відзначено у варіанті 13 (урожайність — 46,9 т/га, збір цукру — 7,74 т/га, цукристість — 16,5 %), що перевищувало контроль без добрив (18,8 т/га) у 2,5 рази.

Позитивна реакція культури на органо-мінеральну систему удобрення свiдчить про значний потенціал інтегрованого використання гною та мінеральних добрив. Урожайність гички варіювала від 8,6 до 22,2 т/га, що також відображає рівень забезпеченості поживними речовинами.

У просапній сівозмiні врожайність коренеплодів буряків цукрових становила 17,1–42,2 т/га, з найвищим показником у варіанті 33 (42,2 т/га, збір цукру — 7,13 т/га).

Варіанти з післядією добрив (31 та 32) характеризувалися зменшенням урожайності на 35–40 % відносно найпродуктивнішого. Підвищення цукристості (до 18,0 %) спостерігалось на варіантах із помірним дефіцитом азоту, що свiдчить про зворотню залежність між урожайністю коренеплодів та вмістом цукрів. Урожайність гички змінювалась у межах 7,8–18,6 т/га.

У зернопросапній сівозмiні показники продуктивності буряків цукрових також були високими — 18,6–50,1 т/га, з максимумом у варіанті 46 (50,1 т/га, збір цукру — 7,77 т/га). За цукристістю коренеплодів переважали варіанти досліді з помірним удобренням (43 і 44 — 18,6 і 16,3 % відповідно), тоді як найвища врожайність коренеплодів супроводжувалася дещо нижчим вмістом у них цукрів (15,5–16,1 %).

Урожайність гички варіювала в межах 8,6–21,6 т/га, що відображає тісний зв'язок між вегетативною масою й формуванням урожаю коренеплодів.

Таблиця 1

**Продуктивність буряків цукрових (2020–2022 рр.)**

Вариант	Урожайність коренеплодів, т/га	Цукристість, %	Збір цукру, т/га	Урожайність гички, т/га
Плодозмінна сівозміна				
1	43,0	16,2	6,97	18,6
2	39,3	16,3	6,41	17,7
3	27,2	17,0	4,62	14,6
4	41,7	16,3	6,80	19,0
5	39,9	16,2	6,46	16,8
11	18,8	17,0	3,20	8,6
12	23,1	17,1	3,95	11,6
13	46,9	16,5	7,74	22,2
14	35,0	16,6	5,81	15,2
15	32,8	16,5	5,41	15,7
Просапна сівозміна				
26	38,8	16,6	6,44	18,6
27	25,7	17,4	4,47	12,5
28	24,8	17,7	4,39	11,9
29	33,8	17,2	5,81	15,3
30	22,2	18,0	4,00	10,8
31	17,1	17,4	2,98	7,8
32	21,8	17,9	3,90	10,6
33	42,2	16,9	7,13	18,4
34	31,1	17,8	5,54	14,2
35	33,1	17,6	5,83	14,5
Зернопросапна сівозміна				
41	40,7	17,1	6,96	18,6
42	33,9	17,2	5,83	15,1
43	29,9	18,6	5,56	13,4
44	36,5	16,3	5,95	16,7
45	32,6	16,4	5,35	13,9
46	50,1	15,5	7,77	21,6
47	38,3	16,4	6,28	16,1
48	31,8	17,8	5,66	14,0
49	48,2	16,1	7,76	20,1
50	45,7	16,9	7,72	17,9
51	18,6	17,2	3,20	8,6
52	28,8	17,9	5,16	12,6
53	44,9	16,8	7,54	19,6
54	26,9	18,0	4,84	13,8
55	35,9	17,2	6,17	15,5

Загалом найвищу сумарну продуктивність буряків цукрових (коренеплодів і гички) забезпечили варіанти з повним органомінеральним удобренням у плодозмінній та зернопросапній сівоzmінах, де збір цукру досягав 7,7 т/га. У контрольних варіантах без добрив урожайність не перевищувала 19 т/га, що свідчить про суттєве виснаження запасів поживних речовин ґрунту.

Отже, довготривале систематичне застосування комбінованої системи удобрення сприяє не лише підвищенню врожайності буряків цукрових, а й покращенню технологічних якостей сировини (цукристість і збір цукру), забезпечуючи стабільну ефективність сівоzmін у Правобережному Лісостепу України.

У таблиці 2 наведено результати трирічних досліджень урожайності зерна та соломи ячменю ярого, який виступав четвертою культурою третьої ротації у схемі стаціонарного досліді.

У плодозмінній сівоzmіні середня врожайність зерна змінювалася від 2,35 до 3,74 т/га, тоді як урожайність соломи — від 2,68 до 5,03 т/га. Найвищі показники одержано у варіанті 13, де застосування повної органомінеральної системи удобрення забезпечило врожайність зерна 3,74 т/га і соломи 5,03 т/га. Варіанти з обмеженим або тривалим невнесенням добрив (11, 12) відзначалися зниженням урожайності зерна на 25–35 %, що свідчить про виснаження ґрунту та недостатнє забезпечення поживними елементами.

У просапній сівоzmіні рівень урожайності ячменю був загалом вищим і коливався в межах 2,53–3,95 т/га зерна та 2,74–5,62 т/га соломи. Максимальна врожайність відмічена у варіанті 33 (3,95 т/га зерна), що забезпечено комплексним внесенням мінеральних і органічних добрив. У контрольних варіантах (31–32) урожайність зерна не перевищувала 2,8 т/га, що підтверджує значну залежність культури від рівня живлення.

У зернопросапній сівоzmіні спостерігалися найвищі показники врожайності культури серед усіх досліджуваних типів сівоzmін. У середньому за три роки врожайність зерна становила 2,42–4,26 т/га, а соломи — 2,77–5,85 т/га.

Найпродуктивнішими виявилися варіанти 46 та 53, де була повна система удобрення, що забезпечило врожайність зерна ячменю ярого на рівні 4,01–4,26 т/га та відповідно 5,24–5,85 т/га соломи.

Таблиця 2

**Продуктивність ячменю ярого (2021–2023 рр.)**

Вариант	Урожайність зерна, т/га				Урожайність соломи, т/га			
	2021	2022	2023	сер.	2021	2022	2023	сер.
Плодозмінна сівозміна								
1	3,49	3,44	3,45	3,46	5,2	4,54	4,59	4,78
2	2,89	3,37	3,23	3,16	4,13	4,28	4,17	4,19
3	2,72	2,81	2,51	2,68	2,99	2,95	2,64	2,86
4	3,41	3,39	3,34	3,38	4,94	4,34	4,31	4,53
5	3,22	3,50	3,47	3,40	4,70	4,59	4,58	4,62
11	2,18	2,76	2,10	2,35	2,70	3,06	2,27	2,68
12	2,48	2,81	2,48	2,59	3,10	3,15	2,95	3,07
13	3,82	3,57	3,82	3,74	5,50	4,61	4,97	5,03
14	2,86	3,09	3,15	3,03	3,83	3,71	4,00	3,85
15	2,82	2,95	2,52	2,76	3,58	3,36	2,97	3,30
Просапна сівозміна								
26	3,64	4,04	3,90	3,86	5,31	5,33	5,19	5,28
27	2,68	3,31	2,77	2,92	3,43	3,84	3,33	3,53
28	2,61	3,15	2,58	2,78	3,29	3,56	2,99	3,28
29	2,87	3,41	3,22	3,17	3,96	4,26	3,99	4,07
30	2,66	3,16	2,68	2,83	3,33	3,57	3,08	3,33
31	2,40	2,93	2,27	2,53	2,69	3,11	2,41	2,74
32	2,57	3,13	2,71	2,80	3,29	3,60	3,36	3,42
33	3,66	4,23	3,96	3,95	5,56	5,84	5,46	5,62
34	2,74	3,24	2,72	2,90	3,59	3,82	3,12	3,51
35	2,84	3,32	2,76	2,97	3,75	3,95	3,23	3,64
Зернопросапна сівозміна								
41	3,70	3,77	3,12	3,53	5,44	5,01	4,12	4,86
42	3,09	3,56	3,28	3,31	4,45	4,62	4,20	4,42
43	2,59	3,12	2,58	2,76	3,34	3,62	2,94	3,30
44	3,18	3,59	3,90	3,56	4,61	4,67	5,07	4,78
45	3,02	3,49	3,24	3,25	4,17	4,36	4,08	4,20
46	4,27	4,12	4,39	4,26	6,23	5,40	5,93	5,85
47	3,20	3,63	3,62	3,48	4,54	4,65	4,75	4,65
48	2,69	3,26	2,68	2,88	3,42	3,72	3,05	3,40
49	3,22	3,80	3,73	3,58	4,54	4,83	4,70	4,69
50	3,30	3,85	3,29	3,48	4,72	4,97	4,21	4,63
51	2,23	2,77	2,27	2,42	2,74	3,05	2,52	2,77
52	2,79	3,40	3,06	3,08	3,63	3,98	3,65	3,75
53	4,09	3,83	4,12	4,01	5,69	4,79	5,23	5,24
54	2,78	3,35	2,94	3,02	3,56	3,85	3,41	3,61
55	2,86	3,61	3,28	3,25	3,89	4,40	4,03	4,11
P, %	3,64	3,12	3,10	—	—	—	—	—
НІР <sub>05</sub>	0,31	0,30	0,27	—	—	—	—	—

Навіть за несприятливих погодних умов 2022–2023 рр. рівень урожайності в цих варіантах залишався стабільним, що вказує на підвищену адаптивність культури до інтенсивного землеробства.

Порівняння трьох типів сівозмін засвідчує, що найвищий потенціал урожайності ячменю ярого реалізується у зернопросапній сівозміні — у середньому 3,6–4,0 т/га зерна, що на 10–15 % перевищує показники плодозмінної та просапної сівозмін. Найменші результати зафіксовано у варіантах без добрив (2,35–2,53 т/га), що підкреслює значення систематичного удобрення для підтримання родючості ґрунту та стабільної продуктивності.

Загальна тенденція свідчить, що використання органо-мінеральних систем удобрення забезпечує найвищу ефективність — підвищення урожайності зерна на 0,8–1,2 т/га порівняно з контролем, а соломи — на 2,0–2,5 т/га. Високі показники НІР<sub>05</sub> (0,27–0,31 т/га) вказують на достовірність отриманих різниць між варіантами, що дає змогу рекомендувати ці системи як базові для адаптивних моделей землеробства в умовах Лісостепу України.

У таблиці 3 наведено результати трирічних досліджень врожайності зеленої маси конюшини, яка вирощувалася як п'ята культура третьої ротації у плодозмінній сівозміні. Дані відображають реакцію культури на різні системи удобрення та погодні умови впродовж 2022–2024 років.

Урожайність зеленої маси конюшини змінювалась у межах 12,2–32,6 т/га залежно від варіанта удобрення. Середня за три роки врожайність становила 13,9–29,7 т/га, що вказує на суттєвий вплив системи живлення на формування продуктивності культури. Найвищий показник зафіксовано у варіанті 13 — 29,7 т/га, де застосовувалася органо-мінеральна система удобрення з поєднанням повної норми мінеральних добрив і органічного складника. Це свідчить про високу ефективність комбінованого живлення у забезпеченні збалансованого надходження поживних елементів.

Найменша продуктивність спостерігалась у контрольних варіантах без удобрення (11–12), де врожайність не перевищувала 13,9–17,1 т/га, що на 35–45 % нижче від найефективнішого варіанту 13. Це свідчить про значну залежність конюшини від забезпеченості поживними речовинами та про виснаження ґрунту при тривалому невнесенні добрив.

Таблиця 3

**Врожайність зеленої маси конюшини, т/га (2022–2024 рр.)**

Варіант	2022	2023	2024	Середнє
Плодозмінна сівозміна				
1	27,4	26,4	29,0	27,6
2	27,8	28,2	26,0	27,3
3	19,9	15,9	22,3	19,4
4	26,3	23,9	25,4	25,2
5	24,7	25,5	28,6	26,3
11	12,2	13,1	16,4	13,9
12	15,9	14,2	21,3	17,1
13	28,0	28,6	32,6	29,7
14	22,7	22,4	23,8	23,0
15	21,9	18,2	22,7	20,9
P, %	3,2	3,5	4,2	—
НІР <sub>05</sub>	2,2	2,3	3,1	—

Органо-мінеральна система забезпечила найвищу ефективність (варіанти 5 і 13), тоді як лише мінеральне удобрення (варіанти 1 і 2) формувало стабільну, але дещо нижчу врожайність — 27,3–27,6 т/га. Використання післядії органічних добрив (варіанти 14–15) сприяло підтриманню середнього рівня продуктивності (20,9–23,0 т/га), що демонструє тривалий ефект органічних речовин у ґрунті.

Отримані значення P (3,2–4,2 %) і НІР<sub>05</sub> (2,2–3,1 т/га) свідчать про достовірність різниць між варіантами, що підтверджує значний вплив систем удобрення на формування врожайності конюшини.

Загалом результати свідчать, що для конюшини найбільш сприятливими є умови комбінованого органо-мінерального живлення, яке забезпечує не лише високий рівень урожайності зеленої маси (понад 29 т/га), але й стабільність показників упродовж років. Внесення лише мінеральних або лише органічних добрив призводить до поступового зниження продуктивності, тоді як комбінована система створює оптимальні умови для росту та відновлення багаторічних бобових трав.

Урожайність насіння сої, вирощеної в просапній сівозміні як п'ята культура третьої ротації, в середньому змінювалася від 2,38 до 3,45 т/га, а соломи — від 3,21 до 6,09 т/га, залежно від варіанта

живлення. Найвищі показники зафіксовано у варіантах 26, 29 і 33, де застосовувалися повні норми мінеральних добрив у поєднанні з органічними компонентами. Зокрема, у варіанті 33 середня врожайність насіння становила 3,45 т/га, а соломи — 6,09 т/га, що перевищує контрольний варіант (31) на 1,07 т/га насіння та 2,88 т/га соломи.

Зниження врожайності у варіантах 27–28 (до 2,64–2,70 т/га) пов'язане з недостатнім азотним живленням та менш розвиненим листовим апаратом. У контрольних варіантах (30–32) урожайність насіння не перевищувала 2,49 т/га, що свідчить про вичерпання запасів поживних речовин і низький рівень симбіотичної азотфіксації.

Найвищу ефективність продемонстрували органо-мінеральні системи удобрення, які забезпечили збалансоване живлення та активну азотфіксацію. При цьому коефіцієнт варіації урожайності зменшувався, що свідчить про стабілізуючий ефект поєднання органічних і мінеральних джерел живлення. Варіанти без внесення добрив або з післядією (31–32) характеризувалися зниженням урожайності на 25–30 %.

Значення  $НІР_{05}$  (0,20–0,28 т/га) підтверджують статистично достовірні різниці між варіантами, а отримані значення  $P$  (2,54–3,19 %) свідчать про високий рівень надійності результатів (табл. 4).

Таблиця 4

**Продуктивність сої в просапній сівозміні (2022–2024 рр.)**

Варіант	Урожайність насіння, т/га				Урожайність соломи, т/га			
	2022	2023	2024	сер.	2022	2023	2024	сер.
26	3,63	3,16	3,37	3,39	7,73	4,77	4,92	5,81
27	2,84	2,41	2,86	2,70	5,14	3,11	3,89	4,05
28	2,78	2,37	2,77	2,64	4,89	3,03	3,57	3,83
29	3,41	2,93	3,15	3,16	7,00	4,22	4,50	5,24
30	2,60	2,30	2,57	2,49	4,45	2,95	3,24	3,55
31	2,41	2,35	2,38	2,38	3,86	2,87	2,90	3,21
32	2,50	2,32	2,63	2,48	4,15	2,88	3,34	3,46
33	3,56	3,28	3,51	3,45	7,55	5,22	5,51	6,09
34	3,11	2,42	2,95	2,83	5,85	3,22	4,07	4,38
35	3,28	2,44	2,99	2,90	6,46	3,20	4,22	4,63
$P, \%$	2,82	2,54	3,19	—	—	—	—	—
$НІР_{05}$	0,25	0,20	0,28	—	—	—	—	—

Отже, результати досліджень показали, що продуктивність сої істотно залежить від рівня живлення. Використання повної органо-мінеральної системи забезпечує підвищення врожайності насіння на 0,8–1,0 т/га порівняно з контролем, а соломи — на 2,5–3,0 т/га. Збалансоване внесення добрив сприяє підвищенню азотфіксувальної активності рослин та поліпшенню структури врожаю, що є важливим складником підвищення ефективності просапних сівозмін у Правобережному Лісостепу України.

У таблиці 5 наведено результати трирічних спостережень за врожайністю насіння та побічної продукції соняшнику, вирощеного в просапній сівозміні як шоста культура третьої ротації.

Таблиця 5

**Продуктивність соняшнику в просапній сівозміні  
(2023–2025 рр.)**

Варіант	Урожайність насіння, т/га				Побічна продукція, т/га			
	2023	2024	2025	сер.	2023	2024	2025	сер.
26	3,01	3,66	3,17	3,28	5,12	7,83	5,43	6,13
27	2,45	2,97	2,43	2,62	3,92	5,70	4,15	4,59
28	2,35	2,74	2,37	2,49	3,69	5,15	4,41	4,42
29	2,76	3,53	2,87	3,05	4,55	7,34	4,66	5,52
30	2,22	2,71	2,05	2,33	3,44	5,58	4,07	4,36
31	2,01	2,17	1,82	2,00	2,99	3,89	4,01	3,63
32	2,37	2,92	1,88	2,39	3,77	5,03	3,85	4,22
33	3,24	3,84	3,87	3,65	5,64	8,49	7,05	7,06
34	2,46	3,01	2,65	2,71	3,99	5,85	4,11	4,65
35	2,50	3,17	2,67	2,78	4,08	6,21	4,21	4,83
P, %	3,82	3,24	4,93	—	—	—	—	—
НІР <sub>05</sub>	0,29	0,29	0,38	—	—	—	—	—

Середня врожайність насіння соняшнику за 2023–2025 рр. коливалася в межах 2,00–3,65 т/га, а побічної продукції (кошики, стебла) — 3,63–7,06 т/га. Найвищі показники отримано у варіанті 33, де застосовувалася повна органо-мінеральна система удобрення. Тут урожайність насіння становила 3,65 т/га, а побічної продукції — 7,06 т/га, що на 82 % вище за контрольний варіант (31). Це свідчить про ефективну дію збалансованого живлення на формування генеративних і вегетативних органів культури.

Органо-мінеральна система живлення (варіанти 26, 29 та 33) забезпечила найвищу ефективність, підвищивши врожайність

насіння на 0,8–1,3 т/га порівняно з контролем. Варіанти з лише мінеральним удобренням (27–28) дали помірний ефект — урожайність зростає до 2,5–2,7 т/га, але залишалася нижчою за варіанти із залученням органічного складника.

Післядія органічних добрив (34–35) сприяла стабілізації врожайності на рівні 2,7–2,8 т/га, що свідчить про тривалий позитивний вплив органічної речовини на родючість ґрунту.

Значення НІР<sub>05</sub> (0,29–0,38 т/га) підтверджують статистично достовірні відмінності між варіантами, а показники Р (3,24–4,93 %) вказують на високу надійність результатів дослідження. Це свідчить про істотний вплив системи удобрення на рівень урожайності соняшнику та формування біомаси.

У результаті проведених досліджень встановлено, що найвищу продуктивність соняшнику забезпечує повна органо-мінеральна система удобрення, яка створює оптимальний баланс між забезпеченням елементами живлення, розвитком вегетативної маси та формуванням генеративних органів. Такі системи живлення дають змогу отримувати стабільну врожайність на рівні 3,5–3,6 т/га зерна та понад 7,0 т/га побічної продукції, що є екологічно та економічно обґрунтованим для умов просапних сівозмін Лісостепу України.

У таблиці 6 наведено результати дворічних досліджень урожайності зеленої маси вико-вівса, вирощеного як першої культури четвертої ротації у трьох типах сівозмін — плодозмінній, просапній і зернопросапній.

У плодозмінній сівозміні врожайність зеленої маси коливалася в межах 26,8–40,7 т/га, із середнім рівнем 31–33 т/га. Найвищі показники зафіксовано у варіанті 13 — 48,2 т/га у 2025 р. та 33,1 т/га у 2024 р., що забезпечило середній результат 40,7 т/га. Це свідчить про позитивну дію повної органо-мінеральної системи удобрення, яка сприяє формуванню потужної вегетативної маси вико-вівса.

Варіанти з обмеженим живленням (11–12) мали врожайність у межах 26,8–31,9 т/га, що на 25–30 % нижче, ніж у найефективнішому варіанті. Зменшення врожайності у варіантах без добрив пояснюється зниженням запасів азоту та повільнішим відновленням бобового компоненту суміші.

У просапній сівозміні врожайність вико-вівса становила 22,0–35,3 т/га, а середній рівень по варіантах — 25–30 т/га.

Таблиця 6

**Урожайність зеленої маси вико-вівса, т/га (2024–2025 рр.)**

Варіант	2024	2025	Середнє за 2022–2024 рр.
Плодозмінна сівозміна			
1	31,6	47,5	39,6
2	22,2	35,0	28,6
3	22,7	36,7	29,7
4	27,4	46,9	37,2
5	24,6	40,9	32,8
11	21,1	32,5	26,8
12	24,1	39,7	31,9
13	33,1	48,2	40,7
14	23,3	38,3	30,8
15	23,4	38,6	31,0
Просапна сівозміна			
26	24,2	39,9	32,1
27	15,8	30,5	23,2
28	18,8	31,5	25,2
29	22,5	36,4	29,5
30	17,8	31,1	24,5
31	13,9	30,0	22,0
32	18,4	31,6	25,0
33	25,5	45,1	35,3
34	19,2	32,1	25,7
35	20,4	31,3	25,9
Зернопросапна сівозміна			
41	25,2	42,5	33,9
42	22,8	37,7	30,3
43	19,9	32,0	26,0
44	24,5	40,0	32,3
45	23,5	38,8	31,2
46	34,7	53,0	43,9
47	24,9	41,4	33,2
48	21,6	36,3	29,0
49	26,9	38,2	32,3
50	23,7	38,8	31,3
51	19,9	31,7	25,8
52	22,0	34,6	28,3
53	28,8	47,0	37,9
54	21,2	34,3	27,8
55	23,0	38,0	30,5
P, %	3,7	1,1	—
НІР <sub>05</sub>	2,4	3,1	—

Максимальний показник отримано у варіанті 33 (45,1 т/га у 2025 р. та 25,5 т/га у 2024 р.), що дало середній результат 35,3 т/га. Контрольний варіант (31) показав найнижчу врожайність — 22,0 т/га, що підтверджує високу чутливість культури до нестачі поживних речовин. У варіантах 26, 29 і 33 простежується позитивний вплив органо-мінеральної системи на наростання зеленої маси навіть за менш сприятливих погодних умов.

У зернопросапній сівозміні врожайність зеленої маси вівса коливалася в межах від 25,8 до 43,9 т/га. Найвищий результат отримано у варіанті 46 — 53,0 т/га у 2025 р. та 34,7 т/га у 2024 р., середнє — 43,9 т/га, що суттєво перевищує контроль (31) майже удвічі. Високі показники також спостерігались у варіантах 53 (37,9 т/га) та 41 (33,9 т/га), що свідчить про позитивну післядію органічних добрив у поєднанні з мінеральними. Це забезпечує активний ріст як вики, так і вівса, сприяючи накопиченню азоту в ґрунті.

Отримані значення  $НР_{05}$  (2,4–3,7 т/га) та  $P$  (1,1–3,1 %) вказують на достовірність відмінностей між варіантами. Високий рівень варіації свідчить про сильну залежність урожайності від системи живлення, типу сівозміни та погодних умов року.

За результатами 2024–2025 рр. найвищу продуктивність вівса забезпечили варіанти із застосуванням повної органо-мінеральної системи удобрення, особливо у зернопросапній сівозміні (варіант 46 — 43,9 т/га). Зниження рівня удобрення або відсутність органічної складової призводило до скорочення врожайності на 25–40 %. Таким чином, комбіноване живлення є ключовим чинником стабільної продуктивності суміші вики + овес у системі адаптивного землеробства Лісостепу України, забезпечуючи високу біомасу і позитивний вплив на наступні культури в сівозміні.

### **3. Зміна родючості ґрунту за тривалого застосування різних систем удобрення**

Багаторічні стаціонарні дослідження, проведені на Білоцерківській дослідно-селекційній станції, свідчать, що система удоб-

рення є одним із визначальних чинників формування і стабілізації родючості ґрунту. В умовах тривалого землекористування саме баланс елементів живлення, вміст гумусу, реакція середовища та біологічна активність ґрунту визначають стійкість агро-екосистем і продуктивність культур у сівозмінах.

За результатами досліджень, проведених у 2021–2025 рр., встановлено, що систематичне внесення органічних і мінеральних добрив сприяє поступовому зростанню вмісту гумусу в орному шарі ґрунту. У варіантах із застосуванням лише мінеральних добрив відзначено незначне підвищення гумусового стану (на 0,02–0,04 %), тоді як у варіантах з органо-мінеральною системою удобрення цей показник зростав на 0,08–0,12 %. Це свідчить про позитивну роль органічного складника (гній, солома, післяжнивні рештки) у відтворенні запасів органічної речовини та стабілізації структури ґрунту.

Водночас у контрольних ділянках без добрив або за тривалої післядії (понад 7 років) спостерігалось поступове зменшення вмісту гумусу на 0,15–0,20 %, що є проявом дегуміфікації через інтенсивне мінералізування органічної речовини.

Внесення добрив різних систем формувало різноспрямований баланс азоту, фосфору й калію. У варіантах із повною мінеральною системою (N<sub>120</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) спостерігався позитивний баланс азоту (+15–25 кг/га) і фосфору (+10–18 кг/га), тоді як калій за інтенсивного використання зменшувався. Застосування органо-мінеральної системи дозволяло не лише підтримувати, а й поліпшувати поживний режим ґрунту завдяки мобілізації елементів із органічної речовини. У варіантах з післядією гною забезпечувалося збереження запасів азоту і калію в орному шарі, хоча фосфорний баланс залишався близьким до нульового.

Таким чином, найвищий рівень поживного режиму відзначено за поєднання органічних і мінеральних добрив, що сприяло формуванню стійкої рівноваги між процесами мінералізації та гуміфікації.

Довготривале застосування різних систем удобрення вплинуло й на кислотність ґрунту. Варіанти з мінеральною системою характеризувалися поступовим підкисленням (зниження рН на 0,2–0,4 од.), тоді як органічні й комбіновані системи забезпечували нейтралізацію реакції середовища завдяки дії органічних аніонів і кальцію з органічної речовини.

Біологічна активність ґрунту (за показником розкладу целюлози) у варіантах з органо-мінеральним удобренням перевищує контроль у 1,4–1,6 разів, що свідчить про активізацію мікробіологічних процесів. Така закономірність вказує на взаємозв'язок між станом гумусового горизонту, поживним режимом і мікробіотою ґрунту.

Отже, тривале застосування різних систем удобрення зумовлює істотні зміни у показниках родючості ґрунту. Органо-мінеральна система забезпечує найвищу ефективність, стабілізуючи вміст гумусу, оптимізуючи поживний баланс і підтримуючи біологічну активність. Лише мінеральна система дає короткостроковий ефект, але при тривалому використанні без органічного складника вона призводить до погіршення структури й зменшення вмісту органічної речовини.

Бездобривні варіанти демонструють чітку тенденцію деградації — зниження родючості, ущільнення та зменшення водотримувальної здатності ґрунту.

Таким чином, результати досліджень підтверджують необхідність систематичного внесення органічних і мінеральних добрив у поєднанні з біологізацією землеробства як основи відтворення ґрунтової родючості та сталого розвитку агроландшафтів Правобережного Лісостепу України.

#### **4. Біологічна активність ґрунту та баланс органічної речовини**

Біологічна активність ґрунту є інтегральним показником його родючості та відображає інтенсивність процесів мінералізації, гуміфікації та кругообігу поживних елементів. Вона формується під впливом систем удобрення, структури сівозміни, рівня зволоження й температурного режиму. Тривале використання добрив різного походження в умовах стаціонарного дослідження спричинило помітні зміни в активності мікробіологічних процесів і динаміці органічної речовини.

Дослідження показали, що найвищі показники біологічної активності (за розкладом целюлози та інтенсивністю дихання

грунту) зафіксовано у варіантах із застосуванням органо-мінеральних добрив. У цих варіантах активність мікробіоти перевищувала контрольні значення у 1,5–1,8 рази, що свідчить про стимулювання розвитку сапрофітних і целюлозоруйнівних мікроорганізмів.

Використання лише мінеральних добрив забезпечувало середній рівень біологічної активності, однак тривале їх застосування без органічного складника призводило до зменшення активності мікробіоти на 20–25 %, що зумовлено поступовим виснаженням енергетичного субстрату — гумусових сполук і залишків рослин.

У бездобривних варіантах біологічна активність залишалась на мінімальному рівні, зокрема показник розкладу целюлози не перевищував 40–45 % від рівня варіантів із повним удобренням.

Баланс органічної речовини є ключовим індикатором стабільності ґрунтової родючості. Встановлено, що систематичне внесення гною та побічної продукції (соломи, гички, сидератів) у поєднанні з мінеральними добривами забезпечувало додатний баланс гумусу — на рівні +0,25–0,35 т/га щороку.

Мінеральна система удобрення сприяла утриманню органічної речовини на стабільному рівні або незначному її зменшенню (–0,05–0,10 т/га), тоді як у бездобривних варіантах фіксувалося щорічне зниження запасів гумусу на 0,2–0,3 т/га. Це свідчить про дегуміфікацію та зменшення буферної здатності чорнозему типового.

Наявність у сівозміні культур із високою біомасою (вико-овес, конюшина, буряки цукрові) позитивно впливала на поповнення запасів органічної речовини завдяки надходженню кореневих і післязливних решток, що покращувало баланс вуглецю в агроecosystemі.

Під впливом органо-мінеральної системи удобрення посилювалась активність ферментів — каталази, уреаз, фосфатази, що забезпечувало інтенсивне розкладання органічних решток та синтез стійких гумусових сполук. Цей процес сприяв стабілізації структури ґрунту, зменшенню ущільнення й підвищенню вологоємності. Встановлено, що кількість мікроорганізмів, які беруть участь у фіксації атмосферного азоту, в таких варіантах зростала у 1,3–1,5 рази порівняно з контролем, що забезпечувало додаткове природне збагачення ґрунту азотом.

Тривале застосування різних систем удобрення зумовлює значні відмінності у біологічному стані ґрунту. Органо-мінеральна система виявилася найефективнішою — вона забезпечує активізацію мікробіологічних процесів, покращує гумусовий баланс і сприяє стабілізації органічної речовини.

Мінеральна система підтримує продуктивність лише короткочасно, але не відтворює органічний складник, що з часом призводить до втрати структурності й зниження біологічної активності. Бездобриві варіанти демонструють поступову деградацію ґрунтової біоти, зменшення запасів гумусу та зниження екологічної стійкості агроландшафтів.

Таким чином, для підтримання високої родючості чорнозему типового та забезпечення сталого балансу органічної речовини доцільним є поєднання органічних, мінеральних і біологічних джерел живлення, що відповідає концепції біологізації землеробства в умовах Лісостепу України.

## **5. Рівень забур'яненості посівів та структура сеgetальної рослинності**

Дослідження, проведені у стаціонарному досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції, засвідчили істотний вплив систем удобрення та типу сівозміни на рівень забур'яненості агроценозів і видовий склад сеgetальної рослинності.

За результатами спостережень, у варіантах без внесення добрив кількість бур'янів у посівах була в 2,1–2,8 рази вищою, а їхня маса — у 2,5–2,8 рази більшою, ніж у варіантах з органо-мінеральною системою живлення. Це свідчить про те, що збалансоване живлення культурних рослин сприяє кращому їх росту й розвитку, конкурентоспроможності та природному пригніченню бур'янових угруповань.

У плодозмінній сівозміні, де в структурі посівів наявні багаторічні трави (конюшина), забур'яненість була найнижчою: кількість бур'янів зменшувалася у 1,4–1,5 рази, а їхня маса — у 1,3–1,9 рази порівняно з просапною та зернопросапною сівозмінами. Це зумовлено ущільненим травостоєм, зменшенням освітлення міжрядь і пригніченням росту однорічних дводольних видів.

У різних типах сівозмін виявлено домінування злакових і дводольних однорічних бур'янів, зокрема *Echinochloa crus-galli* (мишій сизий), *Avena fatua* (вівсюг звичайний), *Chenopodium album* (лобода біла) та *Amaranthus retroflexus* (щириця звичайна). У деяких варіантах зустрічались багаторічні види — *Cirsium arvense* (осот рожевий), *Convolvulus arvensis* (березка польова), *Mentha piperita* (м'ята перцева).

Варіанти з високим рівнем удобрення характеризувались переважанням менш агресивних дводольних видів, тоді як у бездобривних умовах поширювались коренепаросткові та кореневищні бур'яни, стійкі до конкуренції з культурними рослинами.

Залежність між системою удобрення та фітосанітарним станом посівів простежується чітко: органо-мінеральна система знижувала масу бур'янів удвічі порівняно з контролем, що підтверджує ефективність інтегрованого підходу до регулювання сегетальної рослинності.

Отже, багаторічні результати свідчать, що рівень забур'яненості безпосередньо залежить від типу сівозміни та системи удобрення. Оптимальними виявилися органо-мінеральні системи у поєднанні з включенням багаторічних трав у сівозміну, що забезпечує: зменшення запасів насіння бур'янів у ґрунті, обмеження розвитку багаторічних видів бур'янів, стабільне зниження маси бур'янів у посівах основних культур.

Таким чином, комплексне застосування удобрення, чергування культур і біологічних чинників у системі адаптивного землеробства дає змогу підтримувати низький рівень забур'яненості та формувати екологічно збалансовану структуру сегетальної рослинності.

## **6. Вплив погодних факторів на продуктивність сівозмін**

Погодні умови є одним із ключових чинників, що визначають ефективність систем землеробства, стабільність урожайності культур та функціонування агроєкосистем загалом. В умовах Правобережного Лісостепу України, де проводяться стаціонарні

дослідження, клімат останніх років характеризується зростанням середньорічних температур, посиленням контрастності сезонів і збільшенням тривалості бездошових періодів. Це зумовлює істотні коливання водного балансу, продуктивності культур та ефективності використання добрив у різних типах сівозмін.

За даними Білоцерківської ДСС, середньорічна кількість опадів у 2023–2025 рр. становила 471–526 мм, тоді як за вегетаційний період — 303–340 мм, що відповідає 85–95 % середньобогаторічної норми. Найбільш критичними виявились червень – серпень, коли середня кількість опадів не перевищувала 60–80 мм на місяць, а температури повітря досягали 30–33 °С. Такі умови обумовили зниження запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–150 см на 15–25 % порівняно з весняними показниками.

У зимово-весняний період спостерігались різкі коливання температури та нерівномірне сніготанення, що впливало на водонасичення ґрунту і сприяло утворенню ґрунтової кірки на важких чорноземах.

Колівання температурного та вологісного режиму істотно позначилися на продуктивності культур у сівозмінах.

Буряки цукрові найбільш чутливо реагували на дефіцит вологи в червні – липні. У роки з посушливим літом (2022, 2024) урожайність зменшувалася на 15–25 %, тоді як у роки з достатнім зволоженням (2023, 2025) зростала до 40–46 т/га.

Ячмінь ярий виявився стійкішим до коливань вологості, але формував нижчий урожай у роки з пізніми весняними заморозками, що зумовлювало зниження маси 1000 зерен.

Конюшина та вико-овес продемонстрували позитивну реакцію на помірне зволоження й нижчі температури — за таких умов урожайність зеленої маси сягала 40–45 т/га, тоді як у посушливі роки зменшувалася на 20–30 %.

Соя й соняшник чітко реагували на водний дефіцит: за умов високих температур та низької вологості в період цвітіння та наливу насіння врожайність знижувалася в середньому на 0,6–0,9 т/га, особливо у варіантах без органічних добрив, де обмежене кореневе живлення не давало змогу ефективно використовувати ґрунтову вологу.

Погодні умови також зумовлювали варіативність ефективності різних систем удобрення. У роки з надмірною кількістю опадів у період весняного росту частина мінерального азоту

вимивалась у нижні горизонти, що зменшувало його доступність для рослин. Натомість у посушливі періоди підвищувалась роль органічної складової добрив, яка забезпечувала поступове мінералізування азоту та підтримувала живлення культур навіть за обмеженої вологи.

Отже, органо-мінеральна система продемонструвала найвищу стабільність — урожайність культур у таких варіантах коливалася в межах  $\pm 8\text{--}12\%$ , тоді як у мінеральних — до  $\pm 20\%$ , а в бездобривних — понад  $\pm 30\%$ .

Аналіз багаторічних спостережень свідчить про зростання частоти екстремальних погодних явищ — суховіїв, локальних злив, літніх посух. Збільшення середньодобових температур на  $1,2\text{--}1,5\text{ }^\circ\text{C}$  та зменшення кількості опадів у період вегетації культур на  $8\text{--}12\%$  спричиняють поступове зниження біологічної продуктивності сівозмін. Найуразливішими до змін клімату виявились культури з тривалим періодом вегетації (буряки цукрові, сояшник, кукурудза), тоді як багаторічні трави частково компенсують вплив стресів завдяки глибокій кореневій системі.

Отже, результати багаторічних досліджень підтверджують, що погодні фактори суттєво впливають на продуктивність культур у сівозмінах і можуть змінювати ефективність різних систем удобрення.

Для мінімізації ризиків кліматичної мінливості необхідно:

- застосовувати адаптивні системи удобрення з урахуванням прогнозів вологості та температури;
- впроваджувати біологічні прийоми регулювання водного режиму — мульчування, органічні рештки, мінімальний обробіток ґрунту;
- оптимізувати структуру сівозміни шляхом включення культур із різною тривалістю вегетації та кореневою системою;
- проводити постійний моніторинг вологості ґрунту для прогнозування ефективності азотного живлення.

Сукупність цих заходів дає змогу зменшити вплив кліматичних стресів, стабілізувати врожайність і забезпечити сталу продуктивність сівозмін у змінних умовах клімату Правобережного Лісостепу України.

## Висновки

1. Багаторічні стаціонарні дослідження підтверджують вирішальну роль систем удобрення у формуванні продуктивності сівозмін, підтриманні родючості чорнозему типового та стабілізації біологічної рівноваги агроєкосистем.

2. Органо-мінеральна система удобрення забезпечує найвищу ефективність використання поживних речовин, сприяє нагромадженню гумусу, покращує структуру ґрунту й активізує мікробіологічні процеси. За цієї системи урожайність культур зростала на 25–40 % порівняно з мінеральною і майже вдвічі перевищувала контроль без добрив.

3. Мінеральна система удобрення підтримує продуктивність культур у короткостроковому періоді, однак за тривалого використання без органічної складової зумовлює дегуміфікацію ґрунту, зниження його біологічної активності та підкислення орного шару.

4. Без добрив спостерігається поступове зниження вмісту гумусу, погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунту, зменшення водоутримувальної здатності та підвищення рівня забур'яненості посівів.

5. У структурі сегетальної рослинності переважають однорічні дводольні бур'яни — *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Thlaspi arvense*, а також злакові види *Echinochloa crusgalli*, *Avena fatua*. Найнижчий рівень забур'яненості спостерігався у плодозмінній сівозміні з включенням багаторічних трав.

6. Біологічна активність ґрунту була найвищою у варіантах з орґано-мінеральною системою живлення — показник розкладу целюлози та дихальної активності ґрунту перевищував контроль у 1,5–1,8 разів.

7. Баланс органічної речовини за орґано-мінеральною системою залишався додатним (+0,25–0,35 т/га на рік), тоді як у мінеральній системі — близьким до нульового, а в бездобривних варіантах — від'ємним (–0,2–0,3 т/га).

8. Кліматичні умови 2021–2025 рр. характеризувалися підвищенням температури та нестачею опадів у літній період, що

негативно вплинуло на врожайність культур, особливо чутливих до дефіциту вологи (буряки цукрові, соя, соняшник). За таких умов найвищу адаптивність виявили культури з глибокою кореневою системою — конюшина, вико-овес, кукурудза.

9. Висока продуктивність сівозмін досягається за поєднання органічних, мінеральних і біологічних прийомів удобрення, збалансованого чергування культур, збереження ґрунтової вологи та мінімального механічного обробітку.

10. Рекомендовано впроваджувати адаптивні системи землеробства, які базуються на біологізації, інтегрованому удобренні, контролюванні бур'янів і збереженні ґрунтових ресурсів, що забезпечить сталу продуктивність сільськогосподарських культур та екологічну безпечність землекористування в умовах Правобережного Лісостепу України.

## Список використаних джерел

1. Цицюра Я. Г., Неїлик М. М. Адаптивні системи землеробства. Вінниця : ВЦ ВНАУ, 2017. 191 с.
2. Мусієнко М. М., Бацманова Л. М., Войцехівська О. В. Глобальні зміни клімату та концептуальні основи сталого розвитку агроєко-систем. *Агроєкологічний журнал*. 2017. № 2. С. 21–30.
3. Ременюк С. О., Копчук К. М. Вплив агрофітоценотичних взаємодій на продуктивність культур короткоротаційної сівозміни в умовах Лівобережного Лісостепу України. *Новітні агротехнології*. 2022. Т. 10, № 2. <https://doi.org/10.47414/na.10.2.2022.270483>
4. Makukh Y., Remeniuk S., Moshkivska S. et al. Water use of sugar beet and spring barley in different crop rotations and fertilisation systems on chernozem in Ukraine. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2023. Vol. 110, No. 2. P. 121–128. <https://doi.org/10.13080/z-a.2023.110.015>.
5. Макух Я. П., Ременюк С. О., Різник В. М. та ін. Запаси продуктивної вологи в ґрунті за вирощування пшениці озимої. *Біоенергетика*. 2023. № 2–3. С. 12–14. <https://doi.org/10.47414/be.1-2.2023.290621>
6. Войтовик М. В., Примак І. Д., Цюк Ю. В. Агроєкологічні основи відтворення родючості чорнозему типового та підвищення продуктивності короткоротаційних сівозмін. Вінниця, 2025. 284 с.
7. Makukh Y. P., Tkalic Y. I., Remeniuk S. O. et al. The decrease in fertility of typical chernozem due to long-term anthropogenic pressure in grain-beet crop rotations. *Agrology*. 2024. Vol. 7, No. 1. P. 27–33. <https://doi.org/10.32819/202404>
8. Makukh Y., Remeniuk S., Moshkivska S. et al. Dynamics of productive moisture reserves, and water consumption use in short-rotation grain-sugar beet crop rotations in the forest-steppe depending on the fertilization system and soil potential fertility. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. Vol. 26, No. 6. P. 261–274. <https://doi.org/10.12912/27197050/204338>
9. Примак І. Д., Войтовик М. В., Караульна В. М. та ін. Фітосанітарний стан агроценозів зернових культур за різних систем основного обробітку і удобрення в короткоротаційній сівозміні. *Аграрна наука: стан та перспективи розвитку* : матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції (28–29 листопада 2023 р., м. Одеса). Одеса : ОДАУ, 2023. С. 22–25.
10. Van Capelle C., Schrader S., Brunotte J. Tillage-induced changes in the functional diversity of soil biota: review with a focus on German data.

- European Journal of Soil Biology*. 2012. Vol. 50. P. 165–181. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2012.02.005>
11. Makukh Y., Remeniuk S., Moshkivska S. et al. The effect of soil moisture reserves on the productivity of soybean and sunflower under different fertilization systems and residual effects of fertilizers. *Ecological Engineering & Environmental Technology*. 2025. Vol. 26, No. 9. P. 45–59. <https://doi.org/10.12912/27197050/209005>
  12. Атаманюк О. М. Вплив систем удобрення та сівозмін на запаси продуктивної вологи під зернобобовими культурами в умовах посушливого періоду 2024 року. *Proceedings of the scientific and pedagogical internship* (December 2 – January 12, 2025. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2025. 188 p.
  13. Кирилюк В. П., Тимошук Т. М., Тимошук Т. Н. та ін. Запаси продуктивної вологи та урожайність культур сівозміни залежно від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. *Наукові горизонти*. 2020. № 7. С. 141–148. <https://doi.org/10.33249/2663-2144-2020-92-7-141-148>
  14. Щерба М. М., Качмар О. Й., Дубицька А. О. та ін. Вплив систем удобрення на формування продуктивності зернобобових культур у короткоротаційних сівозмінах. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2022. Т. 71, № 2. С. 202–227. [https://doi.org/10.32636/01308521.2022-\(71\)-2-13](https://doi.org/10.32636/01308521.2022-(71)-2-13)
  15. Качмар О. Й., Тимчишин І. М., Щерба М. М., Єрмолаєв М. М. Вплив удобрення в короткоротаційних сівозмінах на щільність будови та запаси продуктивної вологи в сірому лісовому ґрунті Лісостепу Західного. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2010. Т. 52, № 1. С. 30–37.
  16. Фурманець М. Г., Фурманець Ю. С., Фурманець І. Ю. Вплив систем обробітку ґрунту та удобрення на запаси продуктивної вологи під агрофітоценозами у сівозміні. *Агробіологія*. 2021. Вип. 167, № 2. С. 176–182. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2021-167-2-176-182>
  17. Циліорик О. І., Судак В. М., Шапка В. П. Продуктивність короткоротаційної сівозміни залежно від системи обробітку ґрунту на фоні суцільного мульчування. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони НААН України*. 2015. № 8. С. 66–72.
  18. Сидерація в технологіях сучасного землеробства / за ред. І. А. Шувара, М. В. Роїка. Івано-Франківськ : Симфонія форте, 2016. 182 с.
  19. Цюк О. А. Вплив систем землеробства на вміст гумусу та чисельність мікроорганізмів у чорноземі типовому. *Агрохімія і ґрунтознавство*. 2009. Вип. 72. С. 97–101.
  20. Центило Л. В., Цюк О. А., Мельник В. І. Енергетична ефективність систем удобрення і обробітку ґрунту. *Біоресурси і природокористування*. 2019. Т. 11, № 3–4. С. 91–96.
-

*Наукове видання*

*Автори:*

**Віктор Миколайович Сінченко,  
Олег Михайлович Атаманюк,  
Світлана Миколаївна Сенчук,  
Віктор Петрович Клименко,  
Марія Олександрівна Кісілевська,  
Інна Миколаївна Гольдермахер,  
Ганна Петрівна Прокопенко**

**АДАПТИВНІ СИСТЕМИ ЗЕМЛЕРОБСТВА  
ДЛЯ ҐРУНТОВО-КЛІМАТИЧНИХ УМОВ  
ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

**Науково-методичні рекомендації**

Електронне видання

*Технічне редагування та верстка*  
О. Ю. Половинчук

Погоджено до опублікування 20.11.2025.  
Формат: PDF. Гарнітура Georgia.

**Видавець**

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН  
03110, м. Київ, вул. Клінічна, 25  
Тел.: (044) 275-50-00; e-mail: sugarbeet@ukr.net  
<https://bio.gov.ua>

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 5713 від 19.10.2017





