
А. С. ЗАРИШНЯК, В. В. ІВАНІНА, О. П. СТІЛЕЦЬ, Н. С. ЗАЦЕРКОВНА,
Р. В. ІВАНІНА, М. С. ДАНЮК, Р. М. ШАПОВАЛЕНКО, Г. М. МАЗУР,
О. В. ШИКИРЯВА, К. Я. ГЕРАСИМЧУК, К. А. САВЧУК, Т. В. КОЛІБАБЧУК



ОПТИМІЗАЦІЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ЛІСОСТЕПУ ЗАЛЕЖНО ВІД АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Науково-методичні
рекомендації

КИЇВ
2025

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР І ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

**А. С. Заришняк, В. В. Іваніна, О. П. Стрілець, Н. С. Зацерковна,
Р. В. Іваніна, М. С. Данюк, Р. М. Шаповаленко, Г. М. Мазур,
О. В. Шикирява, К. Я. Герасимчук, К. А. Савчук, Т. В. Колібабчук**

**ОПТИМІЗАЦІЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ЛІСОСТЕПУ
ЗАЛЕЖНО ВІД АНТРОПОГЕННОГО
НАВАНТАЖЕННЯ**

Науково-методичні рекомендації

Київ 2025

УДК 631.452

<https://doi.org/10.47414/978-617-8706-18-0>

*Рекомендовано до опублікування вченою радою
Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН
(протокол № 20 від 20 листопада 2025 р.)*

Рецензенти:

В. А. Доронін, доктор с.-г. наук, професор;
О. Б. Хіврич, кандидат с.-г. наук, старший науковий співробітник
(Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН)

Заришняк А. С., Іваніна В. В., Стрілець О. П., Зацерковна Н. С., Іваніна Р. В., Данюк М. С., Шаповаленко Р. М., Мазур Г. М., Шикирява О. В., Герасимчук К. Я., Савчук К. А., Колібабчук Т. В. Оптимізація родючості ґрунтів Лісостепу залежно від антропогенного навантаження : науково-методичні рекомендації / НААН України, Ін-т біоенергет. культ. і цукр. буряків. Електрон. вид. Київ : ІБКіЦБ НААН, 2025. 19 с.

ISBN 978-617-8706-18-0 (PDF)

Викладено результати досліджень з встановлення ефективності альтернативних систем органо-мінерального удобрення чотириріпільних сівозмін в умовах достатнього зволоження Лісостепу України. Використання запропонованих рекомендацій виробництвом забезпечить відтворення природної родючості чорноземних ґрунтів в умовах чотириріпільних сівозмін та сприятиме отриманню сталих врожаїв сільськогосподарських культур за високого антропогенного навантаження на агроєкосистеми.

УДК 631.452
<https://doi.org/10.47414/978-617-8706-18-0>



Цей твір поширюється на умовах ліцензії CC BY-NC-SA 4.0 (Creative Commons «Attribution-NonCommercial-ShareAlike» 4.0 International)

ISBN 978-617-8706-18-0 (PDF)

© Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, 2025
© Колектив авторів, 2025

ЗМІСТ

Вступ	4
1. Принципи побудови сталих систем удобрення культур у сівозмінах	4
2. Природна родючість чорнозему вилугуваного залежно від удобрення і структури сівозмін	6
3. Вплив добрив і структури сівозмін на продуктивність буряків цукрових	13
4. Вплив добрив і структури сівозмін на врожайність пшениці озимої	17
Висновки	19

Вступ

Сучасне аграрне виробництво потребує технологій здатних забезпечити високу врожайність сільськогосподарських культур і збереження природної родючості ґрунтів. Ключовими чинниками вирішення цього питання є оптимізація структури сівозмін та система удобрення. Структура сівозмін повинна мати високу частку зерно-бобових культур і мінімальну частку просапних культур. Щодо системи удобрення, то вона має ґрунтуватися на заорюванні побічної продукції усіх сільськогосподарських культур у сівозміні і доповнюватися дозою мінеральних добрив, що відповідає виносу елементів живлення господарським врожаєм. Таке поєднання фактору сівозмін і удобрення наповнює ґрунт органічною речовиною, мінімізує винос елементів живлення із ґрунту, що є базисом інтенсивного гумусоутворення, збереження природної родючості ґрунтів, покращення фізико-хімічних, біологічних властивостей, формування цінної агрономічної структури ґрунту.

У сучасному виробництві найбільшу частку займають чотиріпільні сівозміни. У структурі сівозмін найчастіше відводиться просапним культурам 25 %, стільки ж зернобобовим культурам, а решту 50 % займає зернова група сільськогосподарських культур. Питання впливу сівозмін різної структури і систем удобрення на основі заорювання побічної продукції в умовах достатнього зволоження вивчені недостатньо, що і стало базисом для проведення цих досліджень.

1. Принципи побудови сталих систем удобрення культур у сівозмінах

Основи сталого землеробства, що передбачає збереження родючості ґрунтів, формують органо-мінеральні системи удобрення культур у сівозмінах.

Обов'язковим компонентом органо-мінеральних систем удобрення є внесення органічних добрив. У сучасному землеробстві, яке потерпає від гострого дефіциту гною, основним органічним добривом у сівозмінах є побічна продукція сільськогосподарських культур. За проведеними розрахунками заорювання усієї побічної продукції сільськогосподарських культур у ґрунт забезпечує його органічною речовиною в кількості 1,5–1,8 т/га у вуглецевому еквіваленті, що співставно внесенню на 1 га ріллі 6–8 тон гною. Це потужна органічна маса, яка у поєднанні з кореневими рештками та біологічним азотом зерно-бобових культур здатна формувати врівноважений баланс гумусу у ґрунті та зберігати його природну родючість.

Обсяги надходження органічної речовини у ґрунт залежать від врожайності культур та структури сівозмін. У зернових сівозмінах обсяги надходження органіки з побічною продукцією є максимальними, у зернобуракових сівозмінах органіки надходить менше, оскільки листкова маса буряків цукрових містить багато вологи.

На процеси збереження гумусу у ґрунті впливає також частка просапних культур у сівозмінах. Чим вона вища, тим інтенсивніше протікають процеси мінералізації гумусу, а його поповнення за рахунок гуміфікації побічної продукції не покриває втрати гумусу.

Заорювання побічної продукції на добриво істотно зменшує винос елементів живлення із ґрунту. До 40 % елементів живлення від біологічного виносу залишається у ґрунті і у процесі мінералізації органіки залучається в якості добрива для мінерального живлення наступної культури сівозміни. Це вкрай корисна практика, яка повинна враховуватись при визначенні доз внесення мінеральних добрив. Зазвичай заорювання побічної продукції на добриво дозволяє зменшити на 30 % дози внесення мінеральних добрив у сівозмінах, зберігаючи при цьому врівноважений їх баланс у ґрунті.

Ефективне застосування мінеральних добрив передбачає оптимізацію видів, форм, доз, способів і строків їх внесення.

За внесення на добриво побічної продукції основну дозу мінеральних добрив під окрему культуру розраховують балансово-розрахунковим методом, зменшуючи її величину на кількість надходження елементів живлення з побічною продукцією попередньої культури.

Фосфорно-калійні добрива вносять переважно (на 80–85 %) під основний обробіток ґрунту, азотні – максимально наближають до періоду інтенсивного використання їх рослинами, враховуючи умови зволоження. Основними прийомами внесення азотних добрив є: у передпосівну культувацію, під час сівби, ґрунтові та позакореневі підживлення. В умовах недостатнього зволоження рекомендується внесення азотних добрив під основний обробіток.

Ефективність удобрення значно залежить від видів і форм мінеральних добрив.

Фосфорні добрива класифікують за ступенем розчинності на водорозчинні, розчинні в слабких кислотах та важкорозчинні. Водорозчинні добрива до яких відносять суперфосфати (простий порошоквидний та гранульований, подвійний та потрійний суперфосфат) є найкращими видами фосфорних добрив для внесення в основне удобрення, припосівне та ґрунтове підживлення і придатні для використання на всіх типах ґрунтів.

Добрива розчинні у слабких кислотах (преципітат, фосфатшлак, томасшлак) та важкорозчинне добриво (фосфоритне борошно) рекомендується вносити тільки в основне удобрення з перевагою застосування на ґрунтах з підвищеною кислотністю.

Калійні добрива мають хорошу розчинність у воді і придатні для внесення в основне удобрення, припосівне та ґрунтове підживлення. Ефективнішим є використання концентрованих калійних добрив: калій хлористий (57–62 % K_2O), сульфат калію (48–54 % K_2O), 30 та 40 % калійна сіль, «Калимаг-30» (30–32 % K_2O).

Серед азотних добрив в основне удобрення краще вносити амідні (сечовина) та амонійні форми (сульфат амонію, безводний аміак, аміачну воду, КАС та ін.); у передпосівну культивуацію та ґрунтове підживлення – амонійну селітру; позакореневі підживлення – сечовину.

Комплексні добрива – амофос, діамфос, нітрофоска, нітроамофоска та ін. із-за високої ціни краще вносити невеликими дозами під час сівби та ґрунтове підживлення.

Внесення мінеральних добрив під час сівби ($N_{15-20}P_{15-20}K_{15-20}$) ефективним є на ґрунтах з низьким рівнем забезпечення елементами живлення, тоді як за середнього та підвищеного рівнів забезпечення потреба в підживленні відпадає.

За вирощування буряків цукрових в умовах недостатнього зволоження мінеральні добрива вносять під основний обробіток; достатнього зволоження – фосфорні і калійні під основний обробіток, азотні у передпосівну культивуацію та ґрунтове підживлення. Під зернові та зерно-бобові культури фосфорні і калійні вносять під основний обробіток, азотні у передпосівну культивуацію та позакореневе підживлення. Нині під усі культури сівозміни широко застосовують припосівне удобрення нітроамофоскою.

2. Природна родючість чорнозему вилугуваного залежно від удобрення та структури сівозміни

Вивчення динаміки вмісту гумусу в чорноземі вилугуваному на Уладово-Люлинецькій ДСС показало, що за тривалого внесення мінеральних добрив на 1 га сівозміни в дозі $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ на початок вегетації буряків цукрових в орному 0–30 см чорнозему вилугуваного містилось гумусу 3,93–3,98 %, підорному 30–50 см – 3,74–3,76 %. За передпопередників пшениці озимої горох – вико овес та ячмінь – горох вміст гумусу в орному шарі ґрунту був вищий – 3,95 % та 3,98 %, за попередників соя – соя зменшився на 0,02–0,05 %. Наявність у короткоротаційній сівозміні бобових культур сприяло гумусоутворенню у ґрунті (табл. 1).

Істотне зростання вмісту гумусу в чорноземі вилугуваному спостерігали за органо-мінеральних систем удобрення. Поєднане внесення у короткоротаційних $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція на 1 га ріллі забезпечило вміст гумусу в орному 0–30 см шарі у сівозміні з бобовими культурами горох – вико овес – 4,04 %, з культурами ячмінь – горох – 4,01 %, соя – соя – 4,01 %. Внесення органічних і мінеральних добрив підвищило вміст

гумусу у ґрунті порівняно з внесенням лише мінеральних добрив – на 0,06–0,08 %. Найвищого вмісту гумусу в орному і підорному шарах досягли у сівозміні горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – відповідно 4,04 % та 3,77 %.

Таблиця 1

Вплив сівозміни і системи удобрення на вміст гумусу у ґрунті в агроценозі буряків цукрових, % (УЛДСС, 2022–2024 рр.)

№ вар.	Внесено добрив 1 га сіво-зміни (фактор А)	Шар ґрунту, см	Гумус, %	
			сходи	збирання
Со́я – со́я – пшени́ця озима – бу́ряки цукрові (фактор Б)				
1	N _{48,8} P ₄₅ K ₅₅ – Фон	0–30	3,93	3,91
		30–50	3,74	3,74
2	Фон + ПП	0–30	4,01	4,02
		30–50	3,75	3,76
3	Фон + ПП + сидерат	0–30	4,03	4,05
		30–50	3,76	3,76
4	Фон + 10 т/га гною	0–30	4,04	4,05
		30–50	3,76	3,76
Ячмінь – горох – пшени́ця озима – бу́ряки цукрові				
5	N _{48,8} P ₄₅ K ₅₅ – Фон	0–30	3,95	3,92
		30–50	3,76	3,77
6	Фон + ПП	0–30	4,01	4,02
		30–50	3,76	3,76
7	Фон + ПП + сидерат	0–30	4,04	4,04
		30–50	3,77	3,77
8	Фон + 10 т/га гною	0–30	4,04	4,05
		30–50	3,76	3,76
Горох – вико-овес – пшени́ця озима – бу́ряки цукрові				
9	N _{48,8} P ₄₅ K ₅₅ – Фон	0–30	3,98	3,94
		30–50	3,76	3,75
10	Фон + ПП	0–30	4,04	4,04
		30–50	3,77	3,76
11	Фон + ПП + сидерат	0–30	4,06	4,07
		30–50	3,77	3,76
12	Фон + 10 т/га гною	0–30	4,06	4,08
		30–50	3,78	3,77
НІР _{0,05} фактор добрива			0,14	0,13
НІР _{0,05} фактор сівозміни			0,08	0,07
НІР _{0,05} загальна			0,23	0,21

Ефективною системою удобрення короткоротаційних сівозмін в умовах достатнього зволоження визначено поєднане внесення мінеральних добрив, побічної продукції та зеленої маси поживної сидеральної культури гірчиці білої. За внесення N_{48,8}P₄₅K₅₅ + побічна продукція + сидерат

на 1 га ріллі вміст гумусу в орному 0–30 см у сівозміні з бобовими культурами горох – вико овес – 4,06 %, з культурами ячмінь – горох – 4,04 %, соя – соя – 4,03 %. Внесення органічних і мінеральних добрив підвищило вміст гумусу у ґрунті порівняно з внесенням лише мінеральних добрив – на 0,08–0,10 %. Найвищого вмісту гумусу в орному і підорному шарах досягли у сівозміні горох – вико овес – пшениця озима – буряки цукрові – відповідно 4,06 % та 3,77 %. Вміст гумусу у шарі 0–30 см у сівозміні з культурами горох – вико овес був вищим порівняно з сівозмінами де передпосадниками були ячмінь – горох та соя – соя – на 0,02–0,03 %.

Застосування традиційної на основі гною орґано-мінеральної системи удобрення визначено співставним у відтворенні гумусу ґрунту порівняно з альтернативними орґано-мінеральним удобренням. За внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55} + 10$ т гною на 1 га ріллі вміст гумусу в орному 0–30 см у сівозміні з бобовими культурами горох – вико-овес – 4,06 %, з культурами ячмінь – горох – 4,04 %, соя – соя – 4,04 %. Внесення органічних і мінеральних добрив підвищило вміст гумусу у ґрунті порівняно з внесенням лише мінеральних добрив – на 0,08–0,11 %. Найвищого вмісту гумусу в орному і підорному шарах досягли у сівозміні горох – вико овес – пшениця озима – буряки цукрові – відповідно 4,06 % та 3,78 %. Вміст гумусу у шарі 0–30 см у сівозміні з культурами горох – вико-овес був незначно вищим порівняно з сівозмінами з культурами ячмінь – горох та соя – соя – на 0,02 %.

Встановлено низький рівень кореляційної залежності між вмістом гумусу у ґрунті та врожайністю буряків цукрових з коефіцієнтом детермінації $r^2 = 0,5279$ (рис. 1).

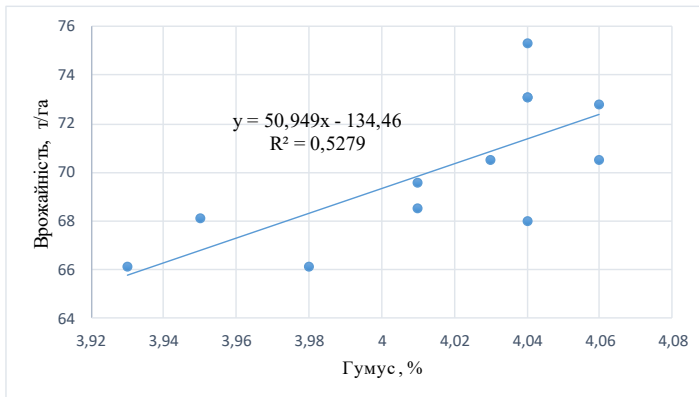


Рис. 1. Кореляційна залежність між вмістом гумусу у ґрунті та врожайністю буряків цукрових (УЛДСС, 2022–2024 рр.)

Отже, найвищого вмісту гумусу в чорноземі вилугуваному досягли у сівозміні горох – вико овес – пшениця озима – буряки цукрові за внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55} + 10$ т гною та $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція + сидерат на 1 га

ріллі: у шарі 0–30 см – 4,06 %, шарі 30–50 см – 3,78 % та 3,77 %. Традиційна та збагачена органікою альтернативна органо-мінеральні системи удобрення підвищили вміст гумусу порівняно з внесенням мінеральних добрив у шарі 0–30 см – на 0,08 %, 30–50 см – на 0,01–0,02 %.

Забезпеченість ґрунту рухомих фосфором в середньому за 2021–2024 роки залежала від структури сівозмін і та системи удобрення. За мінеральної системи удобрення ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ на 1 га ріллі) у сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові в агроценозі буряків цукрових на момент сходів в орному 0–30 см шарі містилось 155 мг/кг рухомих фосфатів, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 160, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 168 мг/кг ґрунту, у шарі 30–50 см – відповідно 142, 144 та 150 г/кг ґрунту. Найбільший вміст рухомого фосфору за мінеральної системи удобрення спостерігали у сівозміні горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові, де його вміст в орному шарі був вищий порівняно з сівозміною з ячменем – горохом на 8 мг/кг, соя – соя – на 13 мг/кг ґрунту (табл. 2).

За альтернативного органо-мінерального удобрення сівозмін ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція на 1 га ріллі) вміст рухомого фосфору у верхніх шарах ґрунту на початок вегетації підвищувався. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові в агроценозі буряків цукрових на момент сходів накопичувалось 177 мг/кг фосфору, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 182, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 166 мг/кг ґрунту, у шарі 30–50 см – відповідно 156, 156 та 160 мг/кг ґрунту. Найвищий вміст рухомого фосфору спостерігали у сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові, де його вміст в орному шарі був вищий порівняно з сівозміною з горох – вико-овес на 16 мг/кг, соя – соя – на 5 мг/кг ґрунту.

Включення до альтернативного органо-мінерального удобрення зеленої маси гірчиці білої ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція + сидерат на 1 га ріллі) значно посилило рухомість фосфатів у ґрунті і підвищило їх вміст порівняно з внесенням $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція на 1 га ріллі. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові в агроценозі буряків цукрових на момент сходів накопичувалось рухомого фосфору – 182 мг/кг, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 188 горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 172 мг/кг ґрунту, у шарі 30–50 см – відповідно 160, 156 та 156 г/кг ґрунту. Найвищий вміст рухомого фосфору спостерігали у сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові, де його вміст в орному шарі був вищий порівняно з сівозміною з горох – вико-овес на 17 мг/кг, соя – соя – на 6 мг/кг ґрунту.

Застосування традиційного органо-мінерального удобрення ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т/га гною на 1 га ріллі) підвищило вміст рухомого фосфору у ґрунті порівняно з альтернативними органо-мінеральними системами удобрення. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові в

агроценозі буряків цукрових на момент сходів накопичувалось рухомого фосфору – 190 мг/кг, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 195, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 186 мг/кг ґрунту, у шарі 30–50 см – відповідно 160, 160 та 159 г/кг ґрунту.

Таблиця 2

Вплив сівозмінні і системи удобрення на вміст елементів живлення у ґрунті в агроценозі буряків цукрових, мг/кг ґрунту (УЛДСС, 2021–2024 рр.)

№ вар.	Внесено добрив на 1 га сівозмінні (фактор А)	Шар ґрунту, см	P ₂ O ₅		K ₂ O	
			сходи	збирання	сходи	збирання
Со́я – со́я – пшени́ця озима – бу́ряки цукро́ві (фактор Б)						
1	N _{48,8} P ₄₅ K ₅₅ – Фон	0–30	155	144	102	90
		30–50	142	140	86	68
2	Фон + ПП	0–30	177	170	114	88
		30–50	156	140	83	60
3	Фон + ПП + сидерат	0–30	182	174	124	98
		30–50	160	150	107	72
4	Фон + 10 т/га гною	0–30	190	178	144	101
		30–50	160	148	90	70
Ячмі́нь – горо́х – пшени́ця озима – бу́ряки цукро́ві						
5	N _{48,8} P ₄₅ K ₅₅ – Фон	0–30	160	143	110	83
		30–50	144	136	81	64
6	Фон + ПП	0–30	182	166	118	102
		30–50	156	148	96	72
7	Фон + ПП + сидерат	0–30	188	170	122	90
		30–50	156	153	90	72
8	Фон + 10 т/га гною	0–30	195	170	134	85
		30–50	160	158	92	75
Горо́х – вико-ове́с – пшени́ця озима – бу́ряки цукро́ві						
9	N _{48,8} P ₄₅ K ₅₅ – Фон	0–30	168	140	105	88
		30–50	150	142	93	73
10	Фон + ПП	0–30	166	157	126	92
		30–50	160	144	97	80
11	Фон + ПП + сидерат	0–30	172	160	126	96
		30–50	156	142	102	84
12	Фон + 10 т/га гною	0–30	186	161	138	92
		30–50	159	150	94	82
НІР _{0,05} фактор добрива			7	6	4	3
НІР _{0,05} фактор сівозмінні			5	3	2	2
НІР _{0,05} загальна			12	10	7	6

Найвищий вміст рухомого фосфору спостерігали у сівозмінні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові, де його вміст в орному шарі був вищий порівняно з сівозмінною з горох – вико-овес на 9 мг/кг, со́я – со́я – на 5 мг/кг ґрунту.

Встановлено високу кореляційну залежність між вмістом рухомого фосфору у ґрунті та врожайністю буряків цукрових з коефіцієнтом детермінації $r^2 = 0,8128$ (рис. 2).

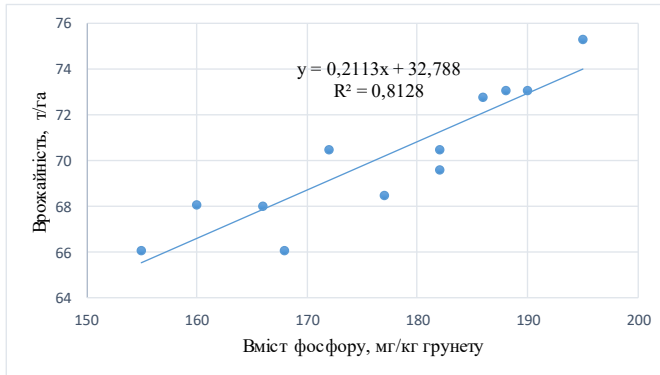


Рис. 2. Кореляційна залежність між вмістом рухомого фосфору у ґрунті та врожайністю буряків цукрових (УЛДСС, 2021–2024 рр.)

Отже, найкращі умови рухомого фонду сполук фосфору у ґрунті формувались за традиційного на основі гною органо-мінерального удобрення у сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові: у шарі 0–30 см – 195 мг/кг, шарі 30–50 см – 160, що порівняно з внесенням мінеральних добрив було вищим – відповідно на 35 і 16 мг/кг ґрунту.

Вміст рухомого калію в чорноземі вилугуваному залежав від системи удобрення та структури сівозмін. За мінеральної системи удобрення ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ на 1 га ріллі) у сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові в агроценозі буряків цукрових на момент сходів в орному 0–30 см шарі містилось 102 мг/кг рухомого калію, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 110, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 105 мг/кг, шарі 30–50 см – відповідно 86, 81 та 93 г/кг ґрунту. Найвищий вміст рухомого калію за мінеральної системи удобрення спостерігали у сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові, де його вміст в орному шарі був вищий порівняно з сівозміною з горох – вико-овес на 8 мг/кг, соя – соя – на 5 мг/кг ґрунту.

За альтернативного органо-мінерального удобрення сівозмін ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція на 1 га ріллі) вміст рухомого калію у ґрунті у його верхніх шарах на початок вегетації істотно підвищувався за рахунок рециркуляції. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові в агроценозі буряків цукрових на момент сходів накопичувалось 114 мг/кг калію, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 118, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 126 мг/кг ґрунту, у шарі 30–50 см – відповідно 83, 96 та 97 мг/кг ґрунту. Найвищий вміст рухомого калію за альтернативного органо-мінерального удобрення

спостерігали у сівозміні горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові, де його вміст в орному шарі був вищий порівняно з сівозміною з ячмінь – горох на 8 мг/кг, соя – соя – на 12 мг/кг ґрунту.

Включення до альтернативного органо-мінерального удобрення зеленої маси гірчиці білої ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція + сидерат на 1 га ріллі) сприяло подальшому зростанню вмісту рухомого калію у ґрунті за рахунок посиленої мобілізації. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові в агроценозі буряків цукрових на момент сходів накопичувалось 124 мг/кг калію, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 122, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 126 мг/кг ґрунту, у шарі 30–50 см – відповідно 107, 90 та 102 г/кг ґрунту. Найвищий вміст рухомого калію спостерігали у сівозміні горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові, де його вміст в орному шарі був вищий порівняно з сівозміною з ячмінь – горох на 4 мг/кг, соя – соя – на 2 мг/кг ґрунту.

Застосування традиційної органо-мінеральної системи ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т/га гною на 1 га ріллі) не мало істотних переваг у покращенні калійного живлення буряків цукрових порівняно з альтернативними органо-мінеральними системами удобрення. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові в агроценозі буряків цукрових на момент сходів накопичувалось рухомого калію – 144 мг/кг, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 134, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 138 мг/кг ґранту, у шарі 30–50 см – відповідно 90, 92 та 94 г/кг ґрунту. Найвищий вміст рухомого калію спостерігали у сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові, де його вміст в орному шарі був вищий порівняно з сівозміною з ячмінь – горох на 10 мг/кг, горох – вико-овес – на 6 мг/кг ґрунту.

Встановлено високу кореляційну залежність між вмістом рухомого калію у ґрунті та врожайністю буряків цукрових з коефіцієнтом детермінації $r^2 = 0,707$ (рис. 3).

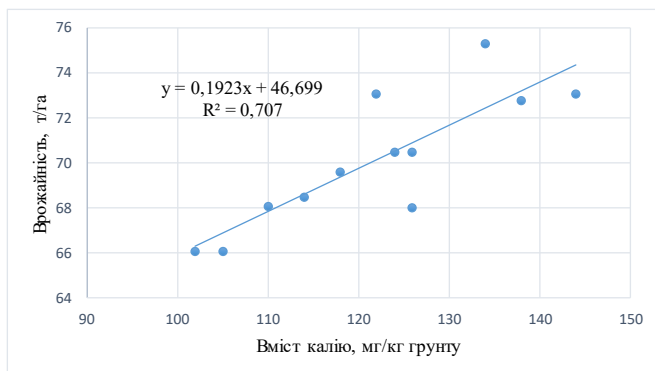


Рис. 3. Кореляційна залежність між вмістом рухомого калію у ґрунті та врожайністю буряків цукрових (УЛДСС, 2021–2024 рр.)

Отже, найкращі умови рухомого калію у ґрунті формувались за традиційного на основі гною органо-мінерального удобрення у сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові: у шарі 0–30 см – 144 мг/кг, шарі 30–50 см – 90 мг/кг ґрунту, що порівняно з внесенням мінеральних добрив було вищим – відповідно на 42 і 4 мг/кг ґрунту.

3. Вплив добрив та структури сівозміни на продуктивність буряків цукрових

В умовах достатнього зволоження на Уладово-Люлинецькій ДСС врожайність буряків цукрових на чорноземі вилугуваному залежала переважно від системи удобрення і неістотно залежала від структури сівозмін. У середньому за 2021–2025 роки врожайність буряків цукрових за мінеральної системи удобрення ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ на 1 га ріллі) у сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові становила 62,7 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 65,2 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 62,8 т/га з коливаннями по роках дослідження від 49,0 т/га у 2025 році у сівозміні з соєю до 74,6 т/га у 2024 році у сівозміні з ячменем – горохом (табл. 3).

Застосування альтернативного органо-мінерального удобрення сівозмін ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція на 1 га ріллі) неістотно підвищило врожайність буряків цукрових. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові врожайність буряків цукрових становила 65,5 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 66,9 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 64,7 т/га. Порівняно з мінеральним удобренням сівозмін врожайність буряків цукрових підвищилась – відповідно на 2,8; 1,7 та 1,9 т/га. У сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові врожайність була вища, ніж у сівозміні з соєю – на 1,4 т/га, з горохом – вико-вівсом – на 2,2 т/га.

Включення до альтернативного органо-мінерального удобрення зеленої маси гірчиці білої ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція + сидерат на 1 га ріллі) сприяло подальшому зростанню врожайності буряків цукрових. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові врожайність буряків цукрових становила 67,5 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 70,2 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 67,2 т/га. Порівняно з мінеральним удобренням сівозмін врожайність буряків цукрових підвищилась – відповідно на 4,8; 5,0 та 4,4 т/га. У сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові врожайність була вища, ніж у сівозміні з соєю та горохом – вико-вівсом – на 2,7 т/га.

Найвищої врожайності буряків цукрових у короткоротаційних сівозмінах досягли за традиційного органо-мінерального удобрення, коли вносили гній і мінеральні добрива в дозі $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т/га гною на 1 га ріллі. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові врожайність

буряків цукрових становила 69,8 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 72,3 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 69,8 т/га.

Таблиця 3

Продуктивність буряків цукрових залежно від структури сівозміни та системи удобрення (УЛДСС, 2021–2025 рр.)

№ вар.	Внесено добрив 1 га сівозміни (фактор А)	Врожайність, т/га	Цукристість, %	Збір цукру, т/га
Соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові (фактор Б)				
1	N _{48,8} P ₄₅ K ₅₅ – Фон	62,7	18,3	12,5
2	Фон + ПП	65,5	18,3	12,70
3	Фон + ПП + сидерат	67,5	18,4	13,10
4	Фон + 10 т/га гною	69,8	18,6	13,78
Ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові				
5	N _{48,8} P ₄₅ K ₅₅ – Фон	65,2	18,2	12,58
6	Фон + ПП	66,9	18,3	12,93
7	Фон + ПП + сидерат	70,2	18,3	13,58
8	Фон + 10 т/га гною	72,3	18,7	14,30
Горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові				
9	N _{48,8} P ₄₅ K ₅₅ – Фон	62,8	18,3	12,25
10	Фон + ПП	64,7	18,4	12,73
11	Фон + ПП + сидерат	67,2	18,4	13,13
12	Фон + 10 т/га гною	69,8	18,4	13,60
	НІР _{0,05} фактор добрива	2,4	0,2	
	НІР _{0,05} фактор сівозміни	1,2	0,1	
	НІР _{0,05} загальна	3,7	0,4	

Порівняно з мінеральним удобренням сівозмін врожайність буряків цукрових підвищилась – відповідно на 7,1; 7,1 та 7,0 т/га. У сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові врожайність була вища, ніж у сівозміні з соєю та горохом – вико-вівсом – на 2,5 т/га.

Отже, найвищу врожайність буряків цукрових отримали за застосування N_{48,8}P₄₅K₅₅ + побічна продукція + сидерат та N_{48,8}P₄₅K₅₅ + 10 т/га гною на 1 га ріллі у сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові: врожайність коренеплодів становила відповідно 70,2 та 72,3 з перевагою до фону мінеральних добрив на 5,0 та 7,1 т/га.

Цукристість коренеплодів у чотириріпільних зерно-бурякових сівозмінах більше залежала від удобрення і менше від типу сівозмін. У середньому за 2021–2025 роки цукристість коренеплодів за внесення N_{48,8}P₄₅K₅₅ на 1 га ріллі у сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові становила 18,3 %, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові –

18,2 %, горох – вико овес – пшениця озима – буряки цукрові – 18,3 % з коливаннями по роках дослідження від 17,0 % у 2025 році у сівозміні з ячменем – горохом до 19,2 % у 2021 році у сівозмінах з ячменем – горохом та соєю.

Застосування $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція на 1 га ріллі неістотно підвищило цукристість коренеплодів в усіх сівозмінах порівняно з мінеральним фоном – на 0,1 %. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові цукристість коренеплодів становила 18,3 %, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 18,3 %, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 18,4 %. Структура сівозмін не впливала на показник цукристості.

Включення до альтернативного органо-мінерального удобрення зеленої маси гірчиці білої ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція + сидерат на 1 га ріллі) зберігало цукристість коренеплодів на тому ж рівні. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові цукристість коренеплодів становила 18,4 %, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 18,3 %, горох – вико овес – пшениця озима – буряки цукрові – 18,4 %. Структура сівозмін не впливала на показник цукристості.

Найвищої цукристості коренеплодів у короткоротаційних сівозмінах досягли за традиційного органо-мінерального удобрення, коли вносили гній і мінеральні добрива в дозі $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т/га гною на 1 га ріллі. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові цукристість коренеплодів становила 18,6 %, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 18,7 %, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 18,4 %. Порівняно з мінеральним удобренням сівозмін цукристість коренеплодів підвищилась – відповідно на 0,3; 0,5 % та 0,1 %. У сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові врожайність була вища, ніж у сівозміні з соєю – на 0,1 %, з горохом – вико-вівсом – на 0,3 %.

Отже, найвищу цукристість коренеплодів отримали за застосування $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т/га гною на 1 га ріллі у сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 18,7 % з перевагою до фону мінеральних добрив на 0,5 %, до інших сівозмін – на 0,1–0,3 %.

Розрахунок збору цукру показав, що він залежав більше від удобрення і менше від структури сівозмін. У середньому за 2021–2025 рр. збір цукру за внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ на 1 га ріллі у сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові становила 12,5 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 12,58 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 12,25 т/га з коливаннями по роках дослідження від 11,7 т/га у 2022 році у сівозміні з ячменем – горохом до 13,7 % у 2024 році у цій же сівозміні.

Застосування $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція на 1 га ріллі підвищило збір цукру у сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові до 12,7 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – до 12,93 т/га, горох – вико овес – пшениця озима – буряки цукрові – до 12,73 т/га. Порів-

няно з мінеральним удобренням сівозмін збір цукру підвищився – відповідно на 0,2; 0,35 та 0,48 т/га. У сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові збір цукру був вищим, ніж у сівозміні з соєю – на 0,23 т/га, з горохом – вико-вівсом – на 0,20 т/га.

Включення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція + сидерат на 1 га ріллі сприяло подальшому зростанню збору цукру. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові врожайність збір цукру становив 13,10 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 13,58 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 13,13 т/га. Порівняно з мінеральним удобренням сівозмін збір цукру підвищився – відповідно на 0,6; 1,0 та 0,88 т/га. У сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові збір цукру був вищим, ніж у сівозміні з соєю – на 0,48 т/га, горохом – вико-вівсом – на 0,45 т/га.

Найвищий збір цукру у короткоротаційних сівозмінах досягли за традиційного органо-мінерального удобрення, коли вносили гній і мінеральні добрива в дозі $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т/га гною на 1 га ріллі. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові збір цукру становив 13,78 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 14,30 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 13,60 т/га. Порівняно з мінеральним удобренням сівозмін врожайність буряків цукрових підвищилась – відповідно на 1,28; 1,72 та 1,35 т/га. У сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові збір цукру був вищий, ніж у сівозміні з соєю – на 0,52 т/га, з горохом – вико-вівсом – на 0,70 т/га.

Встановлено низький рівень кореляційної залежності між вмістом гумусу у ґрунті та збором цукру з коефіцієнтом детермінації $r^2 = 0,4608$. Натомість високу кореляційну залежність встановлено між вмістом рухомого фосфору у ґрунті та збором цукру з коефіцієнтом детермінації $r^2 = 0,7516$, вмістом рухомого калію у ґрунті та збором цукру з коефіцієнтом детермінації $r^2 = 0,7072$ (рис. 4–6).

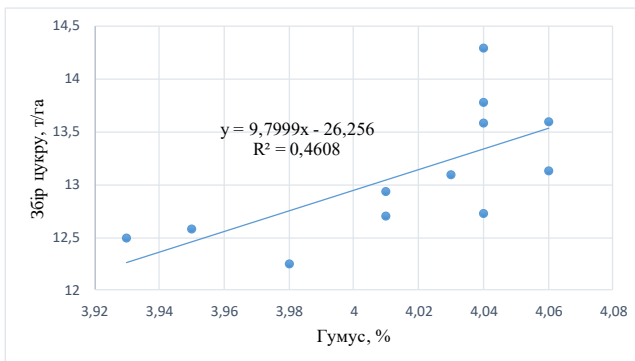


Рис. 4. Кореляційна залежність між вмістом гумусу у ґрунті та збором цукру (УЛДСС, 2022–2024 рр.)

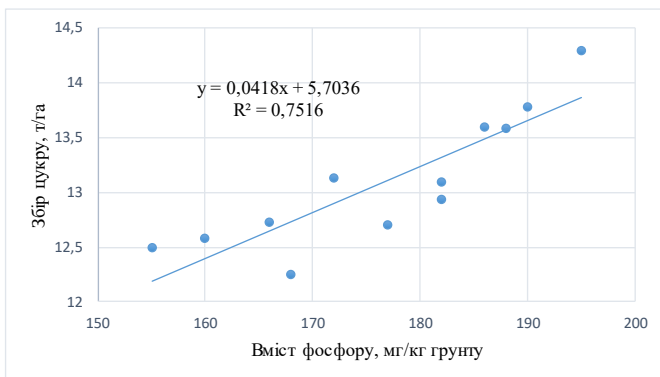


Рис. 5. Кореляційна залежність між вмістом рухомого фосфору у ґрунті та збором цукру (УЛДСС, 2021–2024 рр.)

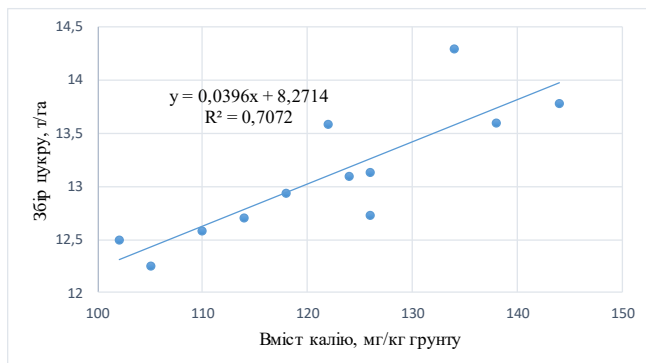


Рис. 6. Кореляційна залежність між вмістом рухомого калію у ґрунті та збором цукру (УЛДСС, 2021–2024 рр.)

Отже, найвищий збір цукру отримали за застосування $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція + сидерат та $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т/га гною на 1 га ріллі у сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові: збір цукру становив відповідно 13,58 та 14,30 з перевагою до фону мінеральних добрив на 1,0 та 1,72 т/га.

4. Вплив добрив та структури сівозміни на врожайність пшениці озимої

Застосування добрив і структура сівозмін істотно впливали на врожайність пшениці озимої. У середньому за 2021–2025 роки врожайність пшениці озимої за мінеральної системи удобрення ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ на 1 га

ріллі) у сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові становила 5,69 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 6,05 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 5,91 т/га з коливаннями по роках дослідження від 3,81 т/га у 2024 році у сівозміні з соєю до 7,15 т/га у 2025 році у сівозміні з ячменем – горохом (рис. 7).

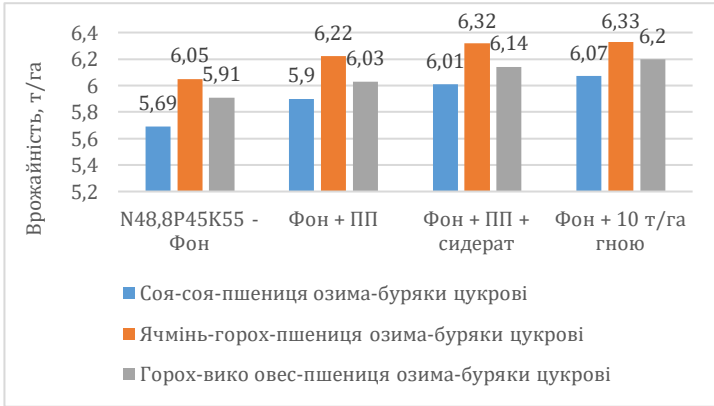


Рис. 7. Врожайність пшениці озимої залежно від структури сівозміни та удобрення (УЛДСС, 2021–2025 рр.)

Застосування альтернативного органо-мінерального удобрення сівозмін (N_{48,8}P₄₅K₅₅ + побічна продукція на 1 га ріллі) неістотно підвищило врожайність пшениці озимої. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові врожайність пшениці озимої становила 5,90 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 6,22 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 6,03 т/га. Порівняно з мінеральним удобренням сівозмін врожайність пшениці озимої підвищилась – відповідно на 0,21; 0,17 та 0,12 т/га. У сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові врожайність була вища, ніж із соєю – на 0,32 т/га, з горохом – вико-вівсом – на 0,19 т/га.

Включення до альтернативного органо-мінерального удобрення зеленої маси гірчиці білої (N_{48,8}P₄₅K₅₅ + побічна продукція + сидерат на 1 га ріллі) сприяло подальшому зростанню врожайності пшениці озимої. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові врожайність пшениці озимої становила 6,01 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 6,32 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 6,14 т/га. Порівняно з мінеральним удобренням сівозмін врожайність пшениці озимої підвищилась – відповідно на 0,32; 0,27 та 0,23 т/га. У сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові врожайність була вища, ніж у сівозміні з соєю – на 0,31 т/га, горохом – вико-вівсом – на 0,18 т/га.

Найвищої врожайності пшениці озимої у короткоротаційних сівозмінах досягли за традиційного органо-мінерального удобрення, коли вносили гній і мінеральні добрива в дозі $N_{48,8}P_{45}K_{55} + 10$ т/га гною на 1 га ріллі. У сівозміні соя – соя – пшениця озима – буряки цукрові врожайність пшениці озимої становила 6,07 т/га, ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові – 6,33 т/га, горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові – 6,20 т/га. Порівняно з мінеральним удобренням сівозмін врожайність пшениці озимої підвищилась – на 0,38; 0,28 та 0,29 т/га. У сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові врожайність була вища, ніж у сівозміні з соєю – на 0,26 т/га, з горохом – вико-вівсом – на 0,13 т/га.

Встановлено низький рівень кореляційної залежності між вмістом гумусу у ґрунті та врожайністю пшениці озимої з коефіцієнтом детермінації $r^2 = 0,4734$; вмістом рухомого фосфору у ґрунті та врожайністю пшениці озимої з коефіцієнтом детермінації $r^2 = 0,563$; вмістом рухомого калію у ґрунті та врожайністю пшениці озимої з коефіцієнтом детермінації $r^2 = 0,3932$.

Отже, найвищу врожайність пшениці озимої отримали за застосування $N_{48,8}P_{45}K_{55} +$ побічна продукція + сидерат та $N_{48,8}P_{45}K_{55} + 10$ т/га гною на 1 га ріллі у сівозміні ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові: врожайність становила відповідно 6,32 та 6,33 з перевагою до фону мінеральних добрив на 0,27 та 0,28 т/га.

Висновки

В умовах достатнього зволоження Уладово-Люлинецької ДСС (ГТК = 1,1–1,4) для досягнення сталості природної родючості чорнозему вилугуваного в умовах чотиріпільних зерно-бурякових сівозмін рекомендуються сівозміни горох – вико-овес – пшениця озима – буряки цукрові та ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові та застосовувати $N_{48,8}P_{45}K_{55} +$ побічна продукція + сидерат на 1 га ріллі: вміст гумусу у шарі 0–30 см – 4,06 %, шарі 30–50 см – 3,77 % з підвищенням вмісту гумусу до мінеральної системи у шарі 0–30 см – на 0,08 %, 30–50 см – на 0,02 %. Зазначена система удобрення формувала високий рівень забезпечення ґрунту рухомим фосфором та калієм – відповідно 195 та 144 мг/кг з підвищенням до мінеральної системи удобрення – на 35 та 42 мг/кг ґрунту.

В умовах гострого дефіциту гною для досягнення максимальної продуктивності буряків цукрових і пшениці озимої у чотиріпільних зерно-бурякових сівозмін рекомендується сівозміна ячмінь – горох – пшениця озима – буряки цукрові та застосування $N_{48,8}P_{45}K_{55} +$ побічна продукція + сидерат на 1 га ріллі: врожайність коренеплодів – 73,1 т/га, збір цукру – 13,58 т/га, врожайність пшениці озимої – 6,32 т/га. Зазначені системи удобрення збільшили збір цукру у сівозміні порівняно з мінеральною системою удобрення на 1,0 т/га, збір зерна – на 0,27 т/га.

Наукове видання

**А. С. Заришняк, В. В. Іваніна, О. П. Стрілець, Н. С. Зацерковна,
Р. В. Іваніна, М. С. Данюк, Р. М. Шаповаленко, Г. М. Мазур,
О. В. Шикирява, К. Я. Герасимчук, К. А. Савчук, Т. В. Колібабчук**

ОПТИМІЗАЦІЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ ЛІСОСТЕПУ ЗАЛЕЖНО ВІД АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Науково-методичні рекомендації

Електронне видання

Погоджено до опублікування 20.11.2025.

Формат: PDF. Гарнітура Cambria.

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

