








## АГРОНОМІЯ

УДК 633.63:631.559:631.582/.8

**Врожайність буряків цукрових залежно від удобрення та структури сівозмін****Прокоп'юк Т.П.** , **Лозінський М.В.** , **Грабовський М.Б.** ,  
**Філіцька О.О.** , **Самойлик М.О.** , **Федорук Ю.В.** *Білоцерківський національний аграрний університет* Прокоп'юк Т.П. E-mail: Simakovatanya@ukr.net

Прокоп'юк Т.П., Лозінський М.В., Грабовський М.Б., Філіцька О.О., Самойлик М.О., Федорук Ю.В. Врожайність буряків цукрових залежно від удобрення та структури сівозмін. «Агробіологія», 2026. № 1. С. 159–166.

Prokopiuk T., Lozinskyi M., Hrabovskyi M., Filitska O., Samoilyk M., Fedoruk Yu. Sugar beet productivity depending on fertilization and crop rotation structure. «Agrobiology», 2026. no. 1, pp. 159–166.

Рукопис отримано: 02.03.2026 р.

Прийнято: 17.03.2026 р.

Затверджено до друку: 19.05.2026 р.

doi: 10.33245/2310-9270-2026-203-1-159-166

ISSN 2310-9270

У зв'язку із збільшенням населення, несприятливим впливом на онтогенез польових культур глобальних кліматичних змін підвищується актуальність забезпечення зростання та стабільності виробництва сільськогосподарської продукції. Оптимізація систем удобрення та раціоналізація структури сівозмін є ключовими чинниками формування родючості ґрунту, підтримання стабільності ґрунтових процесів, а також створення сприятливих умов водного режиму і мінерального живлення рослин. Буряк цукровий є сівозмінотворною культурою, тому дослідження особливостей його удобрення та оптимізації сівозмін набуває важливого значення для досягнення високих стабільних показників урожайності і якості продукції.

Метою досліджень було встановлення впливу добрив і структури сівозмін на врожайність та винос елементів живлення буряком цукровим. У статті наведено урожайність буряків цукрових впродовж 2022–2024 рр. у плодозмінній, зернопросапній і просапній сівозмінах стаціонарного польового досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції, закладеному у 1976 році. У досліді застосовували мінеральну та органо-мінеральні системи удобрення. Технологія вирощування сільськогосподарських культур – загальноприйнята для зони Правобережного Лісостепу України.

Представлено результати досліджень щодо впливу структури сівозмін і систем удобрення на врожайність буряків цукрових та винос елементів живлення із ґрунту. Встановлено, що у зернопросапній сівозміні за застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобрення досягли найвищої врожайності буряків цукрових, які найбільше виносять із ґрунту калію, що потребує підвищеної уваги до внесення калійних добрив. На контролі без добрив врожайність буряків цукрових була вищою у плодозмінній сівозміні, порівняно із зернопросапною – на 0,20 т/га, просапною – на 1,7 т/га. Найбільшу врожайність буряків цукрових у зернопросапній сівозміні забезпечило внесення  $N_{53}P_{42}K_{42}$  + побічна продукція – 48,2 т/га, що перевищило контроль без добрив на 29,6 т/га. Зокрема у сівозмінах ефективною визначено традиційну органо-мінеральну систему удобрення ( $N_{53}P_{42}K_{42}$  + 6,7 т/га), за якої врожайність буряків цукрових становила: плодозмінна сівозміна – 46,2 т/га, зернопросапна – 42,2 т/га, перевищуючи контроль на 28,1; 26,3 і 25,1 т/га відповідно. На контролі без добрив буряк цукровий виносив із ґрунту в досліджуваних сівозмінах: азоту – 68–74 кг/га, фосфору – 21–23 кг/га, калію – 82–89 кг/га. Застосування добрив збільшило винос азоту – на 56–114 кг/га, фосфору – 21–36 кг/га, калію – 78–138 кг/га.

**Ключові слова:** буряк цукровий, врожайність, елементи живлення, винос, добрива, сівозміна.

**Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень.** Буряк цукровий (*Beta vulgaris* L.) належить до родини *Chenopodiaceae*, і має велике народногосподарське значення як харчова стратегічна культура [1], оскільки коренеплоди містять високу концентрацію сахарози і використовуються для виготовлення цукру [2, 3], що забезпечує близько 30 % його світового виробництва. Крім цього, він є джерелом біоетанолу, біометану і кормів для тварин. Найважливішою агрономічною ознакою буряків, що використовують для виробництва цукру, є їх відновлювальна вихідна кількість цукру, яка здебільшого залежить від умов навколишнього середовища і генотипу [4].

В Україні виробництво цукру останніми десятиріччями перетворилося з експортно-стратегічної галузі економіки на дотаційну. Зокрема, посівні площі під буряками цукровими за 2000–2021 рр. зменшилися в 4,02 рази – з 855,6 тис. га у 2000 р. до 212,6 тис. га – 2021 р. [3] і 220,0 тис. га – 2023 р. [1]. Водночас валові збори коренеплодів зменшилися лише в 1,34 рази – із 13 198,8 тис. т у 2000 р. до 9 834,6 тис. т – 2021 р. Тобто завдяки збільшенню врожайності коренеплодів буряків цукрових спостерігається менш стрімке скорочення валових зборів, порівняно із площами посівів [3]. Однак, нераціональне використання ґрунтів, порушення сівозмін, скорочення площ під багаторічними травами і бобовими культурами, а також несприятливі кліматичні умови призводять до зниження родючості чорнозему [5]. Враховуючи наведене вище, постала потреба в удосконаленні технології вирощування буряків цукрових [6].

Буряк цукровий – дуже вимоглива до попередників культура, тому розміщення їх у сівозміні є вагомим чинником підвищення продуктивності. Виявлено, що буряки цукрові формують більші врожаї не лише у разі розміщення їх у сівозміні після кращих попередників, а також за умови достатнього забезпечення рослин вологою і елементами мінерального живлення, на чистих від бур'янів полях. В умовах нестійкого зволоження Лівобережного Лісостепу України на чорноземі типовому встановлено, що за вирощування буряків цукрових після пшениці озимої, у 6–8-пільних сівозмінах, урожайність коренеплодів становила 50,86–53,21 т/га, а збір цукру – 13,5–13,7 т/га. Водночас буряки цукрові – важливий попередник для багатьох інших сільськогосподарських культур, забезпечуючи значне підвищення загальної продуктивності польових сівозмін [7].

У сучасних технологіях вирощування буряків цукрових застосування добрив забезпечує найбільший приріст урожайності серед усіх елементів технологій вирощування. За внесення добрив у ґрунт формується сприятливе середовище, підвищується вміст поживних речовин і створюються умови для достатнього мінерального живлення рослин [8]. Без застосування мінеральних чи органічних добрив вміст гумусу поступово знижується. Внесення органічних та органо-мінеральних добрив сприяє збільшенню чисельності мікроорганізмів, що беруть участь у синтезі гумусових речовин. Для підтримки високої біохімічної активності ґрунтів та їх біогенних властивостей, а отже, і для отримання стабільних урожаїв сільськогосподарських культур, рекомендується поєднання органічних і мінеральних добрив. Розкладання неспецифічних органічних сполук і синтез гумусових речовин прискорює систематичне внесення гною [9].

Встановлено, що за органо-мінеральної системи удобрення врожайність коренеплодів буряку цукрового в середньому за три роки становила 41,9–48,5 т/га і перевищила контроль на 9,2–15,8 т/га, залежно від доз добрив. Найбільша врожайність коренеплодів сформувалась за органо-мінеральної системи удобрення, де перевищення до контролю становило 13,2–20,4 т/га [10].

За останні два десятиліття застосування гною різко скоротилось. Зокрема, на один гектар ріллі сьогодні вносять лише 0,5–0,8 т гною, що у 15–20 разів менше, ніж у 1990 р. За таких умов висока врожайність сільськогосподарських культур досягається переважно через мінералізацію гумусу та зменшення валових запасів елементів живлення у ґрунті. Таке виробництво є нестабільним і у недалекій перспективі призведе до зменшення врожайності польових культур. Основою стабільного вирощування буряків цукрових можуть стати альтернативні органо-мінеральні системи удобрення, де на добриво використовується побічна продукція сільськогосподарських культур та зелена маса проміжних сидератів. Поєднання зазначених органічних добрив та оптимізація доз внесення мінеральних добрив здатні забезпечити ґрунт необхідною кількістю органічної речовини та створити умови достатнього мінерального живлення для отримання високих урожаїв буряків цукрових [11].

За умов гострого дефіциту органічних добрив використання побічної продукції є ефективним агрохімічним заходом, здатним забезпечити високу врожайність польових

культур. Ефективність альтернативних органо-мінеральних систем удобрення залежить від інтенсивності процесів мінералізації органічної речовини в ґрунті, збалансованості поживного середовища за макро- і мікроелементами, їх спроможності забезпечити рослини елементами живлення в найкритичніші фази росту і розвитку. Поєднане внесення органічних і мінеральних добрив позитивно впливає на показники родючості ґрунту, наповнює його органічною речовиною, формує поліпшену агрономічну структуру ґрунту, зменшує непродуктивні втрати вологи, створює сприятливе трофічне середовище для ефективного використання елементів живлення рослинами [12]. Солома пшениці озимої – найбільш дешево джерело органіки, яка за сприятливого поєднання з мінеральними добривами може бути ефективним засобом впливу на врожайність та технологічну якість коренеплодів буряків цукрових. За результатами досліджень М.С. Данюка [13], застосування соломи в поєднанні з мінеральними добривами  $N_{90}P_{90}K_{90}$  сприяло зростанню врожайності коренеплодів до 49,9 т/га з перевищенням контролю без добрив на 8,7 т/га.

Удобрення буряків цукрових суттєво впливає на формування врожаю та якість коренеплодів. Азот як один з основних елементів живлення відіграє особливе значення для рослин, оскільки він є невід'ємною частиною білків, із яких утворюються протоплазма, клітини та рослинні тканини. Крім того, він є основним елементом для збільшення врожаю у рослинництві. Буряк цукровий потребує багато азоту, проте надмірна кількість азотних добрив негативно впливає на вміст мелясоутворювальних речовин і, насамперед, альфамінокислот [14].

Фосфор – складова частина нуклеотидів, нуклеїнових кислот, фітину, поліфосфатів, тобто сполук, що беруть участь у процесах дихання, фотосинтезу, біосинтезі складних вуглеводів [15]. Він має велике значення в енергетичному обміні, оскільки входить до складу сполук, які акумулюють багато енергії. Фосфор підвищує стійкість рослин до деяких грибкових захворювань. Буряки цукрові використовують фосфор рівномірно впродовж усієї вегетації [16].

Буряки цукрові нагромаджують багато вуглеводів, тому потребують великої кількості калію, який активує роботу ферментів, збільшує надходження води в клітини, підвищуючи посухостійкість рослин, регулює фотосинтетичну активність рослин через активізацію переносу фосфатних груп у процесі фотофос-

форилування. Вирощування буряків цукрових на високих фонах калійних добрив підвищує стійкість рослин до захворювань, сприяє нагромадженню у коренеплодах більшої кількості цукру [17]. Недостатність калію призводить до зменшення коренеплодів, зниження цукристості, втрати якості під час зберігання [18].

Інтенсивність використання поживних речовин із ґрунту визначається показником виводу елементів живлення врожаєм [19]. За різними джерелами, на формування 1 т основної продукції буряк цукровий сумарно виносить з ґрунту 4,7–5,6 кг азоту, 1,7–2,1 кг фосфору, 6,0–7,0 кг калію [20–22].

За даними О.І. Присяжнюка, С.С. Шульги [23], буряки цукрові на формування врожаю коренеплодів витрачали 90,2 кг/га азоту, 15,1 кг/га фосфору та 75,6 кг/га калію. Застосування органічних добрив нової формуляції сприяло не лише формуванню високого врожаю коренеплодів буряків цукрових, а й значному виводу макроелементів із ґрунту. Зокрема, за внесення 400 кг/га Леонардиту з урожаєм виносилось 94,8 кг азоту, 16,1 кг фосфору і 79,9 кг/га калію, що перевищило неудобренений контроль на 17,1; 3,1 та 14,7 кг відповідно.

**Мета дослідження** – дослідити вплив добрив і структури сівозмін на врожайність та виводу елементів живлення буряком цукровим.

**Матеріал і методи дослідження.** Дослідження проводили впродовж 2022–2024 рр. у стаціонарному польовому досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції, закладеному у 1976 році. Ґрунтова відміна – чорнозем вилугуваний середньосуглинковий, із вмістом в орному (0–30 см) шарі ґрунту гумусу – 3,1–3,3 % (за Тюрнімом); рухомого фосфору – 128–136 і калію 77–84 мг/кг ґрунту (за Чиріковим). Загальна площа ділянки – 228 м<sup>2</sup>, облікова – 100 м<sup>2</sup>, повторність триразова.

Досліджували буряк цукровий у трьох сівозмінах: плодозмінна з чергуванням культур: вико-овес, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь ярий з підсівом конюшини, конюшина, пшениця озима; зернопросапна: вико-овес, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь ярий, вика яра, пшениця озима; просапна: вико-овес, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь ярий, соя, соняшник. Технологія вирощування сільськогосподарських культур – загальноприйнята для зони Правобережного Лісостепу України.

У досліді застосовували мінеральну та органо-мінеральну системи удобрення. Під оранку вносили азотні добрива у формі сечовини  $CO(NH_2)_2$ , фосфорні – простого суперфосфату  $H_6CaO_8P_2^{2+}$ , калійні – калію

хлористого КСl. З органічних добрив застосовували напіврозкладений гній ВРХ і побічну продукцію сільськогосподарських культур.

Винос елементів живлення визначали розрахунковим методом із використанням усереднених даних їх вмісту у складових урожаю сільськогосподарських культур, отриманих експериментальним способом.

**Результати дослідження та обговорення.** Буряки цукрові є надзвичайно чутливими до дефіциту елементів живлення у ґрунті, а рівень їх фактичної врожайності відображає стан як природної, так і ефективної родючості ґрунту. Проведені нами дослідження у зерно-бурякових сівозмінках різної структури, засвідчили значну диференціацію врожайності буряків, залежно від системи удобрення та типу сівозміни. У контрольному варіанті, де впродовж 50 років не застосовували добрив, урожайність коренеплодів була низька і становила у плодозмінній сівозміні – 18,8 т/га, зернопросапній – 18,6 т/га, просапній – 17,1 т/га. Збільшення частки просапних культур у сівозміні призвело до зниження урожайності буряків цукрових на 0,2 і 1,7 т/га (табл. 1).

Застосування мінеральних добрив  $N_{53}P_{42}K_{42}$  сприяло збагаченню ґрунту поживними елементами і забезпечило зростання урожайності буряків цукрових. Зокрема, у порівнянні з контролем без добрив, урожайність коренеплодів за мінеральної системи удобрення збільшилася у: плодозмінній сівозміні на 20,5 т/га, зернопросапній – на 17,3 т/га, за абсолютних показників 39,3 та 35,9 т/га відповідно. Включення багаторічних бобових трав у плодозмінну сівозміну створювало більш сприятливий азотний фон, покращуючи живлення рослин, і забезпечило приріст урожайності буряків цукрових на 3,4 т/га, порівняно із зернопросапною.

Найбільшу врожайність буряків цукрових досягли за традиційної системи удобрення

у поєднанні з 6,7 т/га гною. За такої системи удобрення врожайність у плодозмінній сівозміні становила 46,9 т/га, зернопросапній – 44,9 т/га, просапній – 42,2 т/га, перевищуючи контроль на 28,1; 26,3 та 25,1 т/га відповідно.

За тривалого застосування альтернативної орґано-мінеральної системи удобрення  $N_{53}P_{42}K_{42}$  + побічна продукція врожайність коренеплодів у плодозмінній сівозміні становила 41,7 т/га, зернопросапній – 48,2 т/га, просапній – 38,8 т/га, перевищуючи контроль на 22,9; 29,6 і 21,7 т/га відповідно. Найбільша врожайність сформувалась у зернопросапній сівозміні, перевищивши показники плодозмінної на 6,5 т/га і просапної – 9,4 т/га. На нашу думку, більший обсяг надходження орґанічної речовини з побічною продукцією та ефективна рециркуляція елементів живлення у зернопросапній сівозміні створили більш оптимальні умови для формування урожайності буряків цукрових.

У разі залишення побічної продукції сільськогосподарських культур на полі, винос елементів живлення із ґрунту розраховується на товарний врожай. На контролі без добрив буряк цукровий виносив із ґрунту: азоту – 68–74 кг/га; фосфору – 21–23 кг/га; калію – 82–89 кг/га. Встановлено, що винос рослинами калію переважав азотне споживання у 1,20–1,22 рази, а фосфорне – 3,87–3,90 рази. Калій є ключовим елементом для формування коренеплодів, накопичення цукру і регуляції водного балансу. За достатнього забезпечення калієм буряк цукровий формує глибоку і розгалужену кореневу систему, через яку активно використовує калій, навіть, із важкодоступних форм. У просапній сівозміні винос калію був менший на 7 кг/га ніж у плодозмінній і зернопросапній, що було спричинено меншою врожайністю коренеплодів (табл. 2).

Таблиця 1 – Врожайність (т/га) буряків цукрових, залежно від структури сівозміни і удобрення, середнє за 2022–2024 рр.

Внесено добрив, кг/га сівозміни (фактор Б)	Урожайність, т/га		
	Сівозміна (фактор А)		
	плодозмінна	зернопросапна	просапна
Без добрив (контроль)	18,8	18,6	17,1
$N_{53}P_{42}K_{42}$	39,3	35,9	-
$N_{53}P_{42}K_{42}$ + 6,7 т/га напіврозкладеного гною ВРХ	46,9	44,9	42,2
$N_{53}P_{42}K_{42}$ + побічна продукція	41,7	48,2	38,8
НІР <sub>05</sub> (фактор А)		0,72	
НІР <sub>05</sub> (фактор Б)		0,83	
НІР <sub>05</sub> (фактор А+Б)		1,43	

Таблиця 2 – Винос елементів живлення (кг/га) товарним врожаєм буряку цукрового, залежно від сівозміни і удобрення, середнє за 2022–2024 рр.

Внесено добрив, кг на 1 га сівозміни, (фактор Б)	Елементи живлення	Сівозміна (фактор А)		
		плодозмінна	зернопросапна	просапна
Без добрив (контроль)	N	74	73	68
	P	23	23	21
	K	89	89	82
$N_{53}P_{42}K_{42}$	N	155	139	-
	P	49	44	-
	K	187	167	-
$N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$ т/га напіврозкладеного гною ВРХ	N	188	176	164
	P	59	55	52
	K	227	212	198
$N_{53}P_{42}K_{42}$ + побічна продукція	N	166	184	157
	P	52	58	49
	K	201	221	188

За внесення мінеральних добрив  $N_{53}P_{42}K_{42}$  обсяги виносу азоту, порівняно з контролем, у плодозмінній і зернопросапній сівозмінах, зросли на 81 і 66 кг/га, фосфору – 26 і 21, калію – 98 і 78 кг/га відповідно. У складі виносу елементів живлення аналогічно, як на варіанті без удобрення, значно переважав калій, найбільший винос якого виявили у плодозмінній сівозміні – 187 кг/га.

Максимальний винос елементів живлення із ґрунту встановили у плодозмінній сівозміні за внесення  $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$  т/га гною: азоту – 188, фосфору – 59, калію – 227 кг/га. У зернопросапній та просапній сівозмінах винос азоту був меншим ніж у плодозмінній – на 12 і 24 кг/га, фосфору – 4 і 7 кг/га, калію – 15 і 29 кг/га відповідно.

Також значні обсяги виносу елементів живлення з перевагою споживання калію виявили за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення  $N_{53}P_{42}K_{42}$  + побічна продукція: азоту 157–184 кг/га, фосфору – 49–58, калію – 188–221 кг/га. У зернопросапній сівозміні винос елементів живлення був більшим, ніж у плодозмінній і просапній на: азоту – 18 і 27 кг/га, фосфору – 6 і 9, калію – 20 і 33 кг/га відповідно.

Отже, максимальна врожайність буряків цукрових (48,2 т/га) формувалась у зернопросапній сівозміні за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення. Також високі показники врожайності буряків цукрових (46,9 т/га) спостерігали у плодозмінній сівозміні за традиційної органо-мінеральної сис-

теми удобрення  $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$  т/га напіврозкладеного ВРХ гною.

В умовах Веселоподільської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН максимальну урожайність буряків цукрових – 4,97 т/га отримали у плодозмінній сівозміні за внесення на 1 га ріллі 6,25 т гною +  $N_{45}P_{60}K_{45}$  [24].

**Висновки.** Вирощування буряків цукрових у плодозмінній сівозміні визначено значно продуктивнішим, ніж у зернопросапній та просапній. Зокрема, на контролі без добрив врожайність була вищою у плодозмінній сівозміні, порівняно із зернопросапною – на 0,20 т/га, а просапною – на 1,7 т/га.

Найбільшу врожайність буряків цукрових у зернопросапній сівозміні забезпечило внесення  $N_{53}P_{42}K_{42}$  + побічна продукція на 1 га ріллі – 48,2 т/га, перевищивши контроль без добрив на 29,6 т/га. Також у розрізі сівозмін ефективною визначено традиційну органо-мінеральну систему удобрення ( $N_{53}P_{42}K_{42} + 6,7$  т гною/га), за якої врожайність буряків цукрових становила: плодозмінна сівозміна – 46,2 т/га, зернопросапна – 44,9; просапна – 42,2 т/га, з перевищенням контролю без добрив на 28,1 т/га; 26,3 і 25,1 т/га відповідно.

Буряк цукровий із товарним врожаєм на контролі без добрив виносив із ґрунту азоту у розрізі сівозмін 68–74 кг/га, фосфору – 21–23, калію – 82–89 кг/га. Застосування добрив збільшило винос азоту – на 56–114 кг/га, фосфору – 21–36, калію – 78–138 кг/га.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Drobotko A., Sharata N., Markova N., Kachanova T. The influence of different fertilization regimes on the yield and nutrient content of the sugar beet crop. *Scientific Horizons*. 2023. Vol. 26. No 11. P. 134–144. DOI: 10.48077/scihor11.2023.134
2. Sugar beet cultivation in the tropics and subtropics: challenges and opportunities / M. Tayyab et al. *Agronomy*. 2023. Vol. 13. No 5. 1213 p. DOI: 10.3390/agronomy13051213
3. Потапов А.В., Грабовський М.Б. Формування врожайності та технологічних показників якості буряків цукрових залежно від систем фунгіцидного захисту та мікродобрив. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2023. № 38. С. 40–50. DOI: 10.37406/2706-9052-2023-1.6
4. Potassium deficiency reduces sugar yield in sugar beet through decreased growth of young plants / H. Füllgrabe et al. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 2022. Vol. 185. No 5. P. 545–553. DOI: 10.1002/jpln.202200064
5. Better management of soil fertility in the southern steppe zone of Ukraine / V. Gamajunova et al. *Soils under stress: more work for soil science in Ukraine*. 2021. P. 163–171. DOI: 10.1007/978-3-030-68394-8\_16
6. Господаренко Г.М., Мартинюк А.Т. Водотримувальна здатність буряку цукрового залежно від удобрення. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2020. № 1. С. 72–81. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-97-1-72-81.
7. Гангур В.В., Філоненко В.С. Урожайність та якість коренеплодів буряків цукрових за вирощування у сівозмінах з короткою ротацією. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 22–25. DOI: 10.31210/spi2023.26.03.04
8. Іваніна В., Поплавський В. Вплив соломи та глибини обробки ґрунту на вологозабезпечення та врожайність буряків цукрових. *Вісник аграрної науки*. 2025. Т. 103. № 12. С. 5–11. DOI: 10.31073/agrovisnyk202512-01
9. Сиромятников Ю. Вплив технологічних заходів на структурно-агрегатний склад ґрунту при вирощуванні буряку цукрового. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 101 (11). С. 60–66. DOI: 10.31073/agrovisnyk202311-08
10. Мартинюк А.Т., Господаренко Г.М., Любич В.В., Стасіневич О.Ю. Формування площі листової поверхні та врожайності буряку цукрового залежно від удобрення в Правобережному Лісостепу. *Збірник наукових праць Уманського національного університету*. 2024. № 104 (1). С. 249–257. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-104-1-257-265
11. Іваніна В.В., Гурська В.М. Вплив традиційних та альтернативних систем удобрення на продуктивність буряків цукрових. *Новітні агротехнології*. 2024. Т. 12. № 1. DOI: 10.47414/na.12.1.2024.296414
12. Іваніна В., Данюк М. Вплив альтернативних систем удобрення на фонд мінерального азоту ґрунту та продуктивність буряків цукрових. *Вісник аграрної науки*. 2022. Т. 100. № 10. С. 5–11. DOI: 10.31073/agrovisnyk202210-01
13. Данюк М.С. Альтернатива удобрення – запорука сталих врожаїв буряків цукрових. *Тенденції та виклики сучасної аграрної науки: теорія і практика: матеріали III міжнародної наукової інтернет-конференції*. Київ: НУБіП України, 2021. С. 89–90.
14. Efficiency and management of nitrogen fertilization in sugar beet as spring crop: a review / I. Varga et al. *Nitrogen*. 2022. No 3 (2). P. 170–185. DOI: 10.3390/nitrogen3020013
15. The Role of phosphorus-potassium nutrition in synchronizing flowering and accelerating generation turnover in sugar beet / A.Y. Kroupina et al. *International Journal of Plant Biology*. 2026. No 17 (1). 5 p. DOI: 10.3390/ijpb17010005
16. Ali A.M., Mahdy A.Y., Al-Sayed H.M., Bayomi K.M. Phosphorus sources and sheep manure fertilization for soil properties enhancement and sugar beet yield. *Gesunde Pflanzen*. 2023. Vol. 75. No 6. P. 2785–2795. DOI: 10.1007/s10343-023-00908-2
17. Potassium determines sugar beets' yield and sugar content under drip irrigation condition / X. Xie et al. *Sustainability*. 2022. Vol. 14. No 9. 12520 p. DOI: 10.3390/su141912520
18. Іваніна В.В., Табачук О.О. Продуктивність буряка цукрового за альтернативного органіко-мінерального удобрення. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2023. № 3. С. 29–36. DOI: 10.54651/agri.2023.03.04
19. Горлінський О. Вплив системи удобрення на урожайність буряку цукрового. *Збірник студентських наукових праць*. Сільськогосподарської науки. 2022. № 3 (7). С. 59–64.
20. Лук'янюк М.О., Барановський О.М., Бобер О.В. Азот для цукрових буряків. *Агроном*. 2021. № 11. URL: <https://www.agronom.com.ua/azot-dlya-tsukrovyyh-buryakiv/>
21. Господаренко Г.М., Мартинюк А.Т., Любич В.В. Формування продуктивності буряку цукрового за різного удобрення на чорноземі опідзоленому. *Збірник наукових праць Уманського НУС*. 2023. Вип. 101. Ч. 1. С. 46–55. DOI: 10.32782/2415-8240-2022-101-1-46-55.
22. Іваніна В.В., Табачук О.О. Винос та баланс елементів живлення в агроценозі буряків цукрових за біологізації та осучаснення систем удобрення. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11. № 1. DOI: 10.47414/na.11.1.2023.284671
23. Присяжнюк О.І., Шульга С.С. Оцінка засвоєння буряками цукровими елементів живлення як фактору реалізації біологічного потенціалу культури. *Новітні агротехнології*. 2023. Т. 11. № 2. DOI: 10.47414/na.11.2.2023.285908
24. Тищенко М.В., Філоненко С.В. Вплив системи удобрення цукрових буряків на продуктивність короткоротаційної плодозмінної сівозміни. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2019. № 3. С. 11–17. DOI: 10.31210/visnyk2019.03.01

## REFERENCES

1. Drobitko, A., Sharata, N., Markova, N., Kachanova, T. (2023). The influence of different fertilization regimes on the yield and nutrient content of the sugar beet crop. *Scientific Horizons*. Vol. 26, no. 11, pp. 134–144. DOI: 10.48077/scihor11.2023.134
2. Tayyab, M., Wakeel, A., Mubarak, M.U., Artyszak, A., Ali, S., Hakki, E.E., Ishfaq, M. (2023). Sugar beet cultivation in the tropics and subtropics: challenges and opportunities. *Agronomy*. Vol. 13, no. 5, 1213 p. DOI: 10.3390/agronomy13051213
3. Potapov, A.V., Hrabovskyi, M.B. (2023). Formuvannya vrozhaivosti ta tekhnolohichnykh pokaznykiv yakosti buriakiv tsukrovyykh zalezchno vid system funhitsyidnoho zakhystu ta mikrodobryv [Formation of yield and technological quality indicators of sugar beet depends on fungicide protection systems and microfertilizer]. *Podilskyi visnyk: silske hospodarstvo, tekhnika, ekonomika* [Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics]. no. 38, pp. 40–50. DOI: 10.37406/2706-9052-2023-1.6
4. Füllgrabe, H., Claassen, N., Hilmer, R., Koch, H.J., Dittert, K., Kreszies, T. (2022). Potassium deficiency reduces sugar yield in sugar beet through decreased growth of young plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. Vol. 185, no. 5, pp. 545–553. DOI: 10.1002/jpln.202200064
5. Gamajunova, V., Panfilova, A., Kovalenko, O., Khonenko, L., Baklanova, T., Sydiakina, O. (2021). Better management of soil fertility in the southern steppe zone of Ukraine. *Soils under stress: more work for soil science in Ukraine*. pp. 163–171. DOI: 10.1007/978-3-030-68394-8\_16
6. Hospodarenko, H.M., Martyniuk, A.T. (2020). Vodotrymuvalna zdanist buriaku tsukrovoho zalezchno vid udobrennia [Water-holding capacity of sugar beet depending on fertilizers]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu* [Collected Works of Uman National University of Horticulture]. no. 1, pp. 72–81. DOI: 10.31395/2415-8240-2020-97-1-72-81.
7. Hanhur, V.V., Filonenko, V.S. (2023). Urozhaivist ta yakist koreneplodiv buriakiv tsukrovyykh za vyroshchuvannya u sivozminakh z korotkoiu rotatsiieiu [Yield and quality of root fruits of sugar beet when grown in crop rotation with short rotation]. *Scientific Progress & Innovations*. no. 26 (3), pp. 22–25. DOI: 10.31210/spi2023.26.03.04
8. Ivanina, V., Poplavskyi, V. (2025). Vplyv solomy ta hlybyny obrobky gruntu na volohozabezpechennia ta vrozhaivist buriakiv tsukrovyykh [The influence of straw and soil cultivation depth on water supply and sugar beet yield]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 103, no. 12, pp. 5–11. DOI: 10.31073/agrovisnyk202512-01
9. Syromiatnykov, Yu. (2023). Vplyv tekhnolohichnykh zakhodiv na strukturno-ahrehatnyi sklad gruntu pry vyroshchuvanni buriaku tsukrovoho [The influence of technological measures on the structural and aggregate composition of the soil during the cultivation of sugar beet]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. no. 101 (11), pp. 60–66. DOI: 10.31073/agrovisnyk202311-08
10. Martyniuk, A.T., Hospodarenko, H.M., Liubych, V.V., Stasinievych, O.Yu. (2024). Formuvannya ploshchi lystkovoї poverkhni ta vrozhaivosti buriaku tsukrovoho zalezchno vid udobrennia v Pravoberezhnomu Lisostepu [Leaf area development and sugar beet yield under fertilization in the Right-Bank Forest-Steppe]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu* [Collected Works of Uman National University of Horticulture]. no. 104 (1), pp. 249–257. DOI: 10.32782/2415-8240-2024-104-1-257-265
11. Ivanina, V.V., Hurska, V.M. (2024). Vplyv tradytsiinykh ta alternatyvnykh system udobrennia na produktyvnist buriakiv tsukrovyykh [The influence of traditional and alternative fertilization systems on the productivity of sugar beet]. *Novitni ahrotekhnolohii* [Advanced Agritechnologies]. Vol. 12, no. 1. DOI: 10.47414/na.12.1.2024.296414
12. Ivanina, V., Daniuk, M. (2022). Vplyv alternatyvnykh system udobrennia na fond mineralnoho azotu gruntu ta produktyvnist buriakiv tsukrovyykh [Influence of alternative fertilizer systems on the mineral nitrogen fund of the soil and the productivity of sugar beet]. *Visnyk ahrarnoi nauky* [Bulletin of Agricultural Science]. Vol. 100, no. 10, pp. 5–11. DOI: 10.31073/agrovisnyk202210-01
13. Daniuk, M.S. (2021). Alternatyva udobrennia – zaporuka stalykh vrozhaiv buriakiv tsukrovyykh [Alternative fertilisation – the key to stable sugar beet yields]. *Tendentsii ta vyklyky suchasnoi ahrarnoi nauky: teoriia i praktyka* [Trends and challenges of modern agricultural science: theory and practice]. Kyiv, NUBIP, pp. 89–90.
14. Varga, I., Jović, J., Rastija, M., Markulj Kulundžić, A., Zebec, V., Lončarić, Z., Antunović, M. (2022). Efficiency and management of nitrogen fertilization in sugar beet as spring crop: a review. *Nitrogen*. no. 3 (2), pp. 170–185. DOI: 10.3390/nitrogen3020013
15. Kroupina, A.Y., Kroupin, P.Y., Polyakova, M.N., Alkubesi, M., Ulyanova, A.A., Ulyanov, D.S., Divashuk, M.G. (2026). The Role of phosphorus-potassium nutrition in synchronizing flowering and accelerating generation turnover in sugar beet. *International Journal of Plant Biology*. no. 17 (1), 5 p. DOI: 10.3390/ijpb17010005
16. Ali, A.M., Mahdy, A.Y., Al-Sayed, H.M., Bayomi, K.M. (2023). Phosphorus sources and sheep manure fertilization for soil properties enhancement and sugar beet yield. *Gesunde Pflanzen*. Vol. 75, no. 6, pp. 2785–2795. DOI: 10.1007/s10343-023-00908-2
17. Xie, X., Zhu, Q., Xu, Y., Ma, X., Ding, F., Li, G. (2022). Potassium determines sugar beets' yield and sugar content under drip irrigation condition. *Sustainability*. Vol. 14, no. 9, pp. 12520. DOI: 10.3390/su141912520
18. Ivanina, V.V., Tabachuk, O.O. (2023). Produktyvnist buriaka tsukrovoho za alternatyvnoho orhano-mineralnoho udobrennia [Productivity of sugar beet under alternative organic-mineral fertilization]. *Zemlerobstvo ta roslinnytstvo: teoriia i praktyka* [Agriculture and plant sciences: theory and practice]. no. 3, pp. 29–36. DOI: 10.54651/agri.2023.03.04
19. Horlinskyi, O. (2022). Vplyv systemy udobrennia na urozhaivist buriaku tsukrovoho [The impact

of fertilisation systems on sugar beet yields]. Zbirnyk studentskykh naukovykh prats. Silskohospodarski nauky [Collection of student research papers. Agricultural sciences]. no. 3(7), pp. 59–64.

20. Lukianiuk, M.O., Baranovskyi, O.M., Bober, O.V. (2021). Azot dlia tsukrovyykh buriakiv [Nitrogen for sugar beet]. Ahronom [Agronomist]. no. 11. Available at: <https://www.agronom.com.ua/azot-dlya-tsukrovyyh-buriakiv/>

21. Hospodarenko, H.M., Martyniuk, A.T., Liubych, V.V. (2023). Formuvannya produktyvnosti buriaku tsukrovoho za riznoho udobrennia na chornozemi opidzolenomu [Formation of sugar beet productivity on podzolic black soil under different fertilizers]. Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu [Collected Works of Uman National University of Horticulture]. Vol. 101, no. 1, pp. 46–55. DOI: 10.32782/2415-8240-2022-101-1-46-55.

22. Ivanina, V.V., Tabachuk, O.O. (2023). Vynos ta balans elementiv zhyvlennia v ahrotsenozii buriakiv tsukrovyykh za biolohizatsii ta osuchasnennia system udobrennia [Removal and balance of nutrients in the agrocenosis of sugar beet under biologization and modernization of the fertilization system]. Novitni ahrotekhnolohii [Advanced Agritechnologies]. Vol. 11, no. 1. DOI: 10.47414/na.11.1.2023.284671

23. Prysiashniuk, O.I., Shulha, S.S. (2023). Otsinka zasvoiennia buriakamy tsukrovymy elementiv zhyvlennia yak faktor realizatsii biolohichnoho potentsialu kultury [Assessment of nutrient uptake by sugar beet as a factor of the crop biological potential realization]. Novitni ahrotekhnolohii [Advanced Agritechnologies]. Vol. 11, no. 2. DOI: 10.47414/na.11.2.2023.285908

24. Tyshchenko, M.V., Filonenko, S.V. (2019). Vplyv systemy udobrennia tsukrovyykh buriakiv na produktyvnist korotkorotatsiinoi plodozminnoi sivozminy [The influence of sugar beet fertilization system on the productivity of short-term rotation of crop succession]. Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii [Scientific Progress & Innovations]. no. 3, pp. 11–17. DOI: 10.31210/visnyk2019.03.01

#### Sugar beet productivity depending on fertilization and crop rotation structure

Prokopiuk T., Lozinskyi M., Hrabovskyi M., Filitska O., Samoilyk M., Fedoruk Yu.

Due to population growth and the adverse impact of global climate change on crop ontogenesis, ensuring the growth and stability of agricultural production

is becoming increasingly important. Optimization of fertilization systems and rational crop rotation design are key factors in maintaining soil fertility, ensuring the stability of soil processes, and creating favorable conditions for plant water regime and mineral nutrition. Sugar beet is a rotation-dependent crop; therefore, research into its fertilization requirements and crop rotation optimization is essential for achieving high and stable yields and product quality.

The aim of the study was to determine the effect of fertilizers and crop rotation structure on sugar beet yield and nutrient uptake. The article presents sugar beet yields for 2022–2024 in crop rotation, grain-row, and row crop systems in a long-term stationary field experiment at the Bila Tserkva Research and Breeding Station, established in 1976. Mineral and organo-mineral fertilization systems were applied. Crop management practices were generally accepted for the Right-Bank Forest-Steppe zone of Ukraine.

The results demonstrate the influence of crop rotation structure and fertilization systems on sugar beet yield and nutrient removal from the soil. It was found that in grain-row crop rotation, the use of an alternative organo-mineral fertilization system resulted in the highest sugar beet yields and the greatest potassium removal from the soil, indicating the need for increased attention to potassium fertilization.

In the control (no fertilizers), sugar beet yield was higher in crop rotation compared to grain-row crop rotation by 0.20 t/ha and compared to row crop rotation by 1.7 t/ha. The highest yield in grain-row crop rotation was obtained with  $N_{53}P_{42}K_{42}$  + by-products (48.2 t/ha), exceeding the control by 29.6 t/ha.

At the same time, the traditional organo-mineral fertilization system ( $N_{53}P_{42}K_{42}$  + 6.7 t/ha of organic matter) proved effective across crop rotations, ensuring sugar beet yields of 46.2 t/ha in crop rotation and 42.2 t/ha in grain-row crop rotation, exceeding the control by 28.1, 26.3, and 25.1 t/ha, respectively.

In the unfertilized control, sugar beet removed from the soil in the studied crop rotations: 68–74 kg/ha of nitrogen, 21–23 kg/ha of phosphorus and 82–89 kg/ha of potassium. The application of fertilizers increased nutrient removal by 56–114 kg/ha for nitrogen, 21–36 kg/ha for phosphorus, and 78–138 kg/ha for potassium.

**Key words:** sugar beet, yield, nutrients, removal, fertilisers, crop rotation.



Copyright: Прокоп'юк Т.П. та ін. © This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.



#### ORCID iD:

Прокоп'юк Т.П.  
Лозінський М.В.  
Грабовський М.Б.  
Філіцька О.О.  
Самойлик М.О.  
Федорук Ю.В.

<https://orcid.org/0009-0005-7008-1656>  
<https://orcid.org/0000-0002-6078-3209>  
<https://orcid.org/0000-0002-8494-7896>  
<https://orcid.org/0000-0003-1544-0845>  
<https://orcid.org/0000-0001-8576-5368>  
<https://orcid.org/0000-0003-3921-7955>