

УДК 633.631.81:631.682

Вплив добрив на врожайність буряків цукрових та продуктивність чотирипільних сівозмін за недостатнього зволоження

 В. В. Іваніна*,  В. Б. Поплавський

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,
*e-mail: v_ivanina@ukr.net

Мета. Установити ефективність органо-мінеральних систем удобрення у зерно-бурякових сівозмінах, підвищити врожайність буряків цукрових та досягти максимальної кормової продуктивності сівозмін. **Методи.** Довготривалий польовий та аналітичний. **Результати.** Представлено дані досліджень щодо впливу систем традиційного та альтернативного органо-мінерального удобрення на врожайність буряків цукрових та кормову продуктивність сівозмін. Установлено, що добрива є визначальним фактором росту продуктивності і за посушливих умов вегетаційного періоду мали максимальний вплив, тоді як сівозміни впливали менш вагомо. **Висновки.** За недостатнього зволоження найвищої продуктивності буряків цукрових досягали у плодозмінній сівозміні за внесення побічна продукція + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни: врожайність коренеплодів – 32,6 т/га, цукристість – 18,1 %, збір цукру – 5,93 т/га. У просапній та зерно-просапній сівозмінах врожайність буряків цукрових була менша на 2,8 та 3,5 т/га, збір цукру – на 0,62 та 0,72 т/га. Порівняно з контролем без добрив системи органо-мінерального удобрення підвищили врожайність коренеплодів на 8,6–9,4 т/га, збір цукру – на 1,05–1,71 т/га. Найвищий збір цукру отримали за посушливих умов 2024 року: у плодозмінній сівозміні – 7,18–7,34 т/га, просапній – 5,82–6,18 т/га, зерно-просапній – 5,45–5,68 т/га. Застосування традиційних та альтернативних систем органо-мінерального удобрення у чотирипільних сівозмінах співставно впливало на кормову їх продуктивність. За внесення добрив найвищої кормової продуктивності досягали у просапній сівозміні – 6,61–6,72 т к. од./га зі зростанням до контролю без добрив – на 1,23–1,34 т к. од./га сівозміни.

Ключові слова: добрива; урожайність; збір цукру; продуктивність.

Вступ

В аграрному виробництві України буряки цукрові займають посівну площу понад 200 тис. га з врожайністю понад 45 т/га [1]. Підвищення врожайності буряків цукрових є запорукою збільшення стратегічних запасів цукру, а тому дослідження у цьому напрямі є актуальні і заслуговують на особливу увагу [2].

Зі зростанням потепління і посушливості клімату отримання високих врожаїв цієї культури знаходиться у зоні ризику, де система удобрення та оптимізація структури сівозмін є найдешевшими і найефективнішими засобами у досягненні поставлених цілей [3, 4]. Органо-мінеральна система удобрення є надійним фундаментом росту і розвитку сільськогосподарських культур в умовах посухи та їх високої продуктивності [5]. Завдяки комплексному впливу на ґрунт і рослину поєднане внесення органічних і мінеральних добрив формує сприятливе трофічне середовище у ґрунті, покращує його фізичні властивості та структуру, сприяє накопиченню, збереженню та ефективному використанню вологи рослинами [6, 7].

Як цитувати: Іваніна В. В., Поплавський В. Б. Вплив добрив на врожайність буряків цукрових та продуктивність чотирипільних сівозмін за недостатнього зволоження. *Новітні агротехнології*. 2025. Т. 13, № 3. <https://doi.org/10.47414/na.13.3.2025.341816>



© The Author(s) 2025. Published by Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS of Ukraine. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

В умовах сучасного виробництва, яке потерпає від нестачі гною, усе більшої актуальності набирають питання із застосування альтернативних джерел органіки, де найдешевшим є використання на добриво побічної продукції сільськогосподарських культур [8–10]. У сівозмiнах, які також зазнали значної трансформації актуальним є формування сприятливої їх структури, досягнення високої врожайності сільськогосподарських культур та їх кормової продуктивності [11].

Зазначений перелік питань потребує комплексних тривалих досліджень в умовах стаціонарних польових дослідів, що і стало підґрунтям для їх проведення на Веселоподільській дослідно-селекційній станції в умовах недостатнього зволоження.

Мета досліджень – установити ефективність органо-мінеральних систем удобрення у зерно-бурякових сівозмiнах, підвищити врожайність буряків цукрових та досягти максимальної кормової продуктивності сівозмiн.

Матеріали і методика досліджень

Дослідження проводили у 2022–2024 рр. на Веселоподільській дослідно-селекційній станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН у довготривалому польовому досліді. Ґрунт – чорнозем типовий слабкосолонцюватий, орний 0–30 см шар містить гумусу за Тюрнім – 4,6–4,8 %, рухомого фосфору за Мачигінім – 44–50 мг/кг ґрунту, рухомого калію за Чириковим – 114–122 мг/кг ґрунту. Площа посівної ділянки – 250 м², облікової – 100 м², повторність – чотириразова.

Буряки цукрові вирощували у чотирипільних сівозмiн. Плодозмінна сівозмiна: костриця + еспарцет – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий; просапна: кукурудза на силос – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий; зерно-просапна: пшениця озима – пшениця озима – буряки цукрові – горох.

Удобрення культур у сівозмiнах проводили за такою схемою: 1 – контроль (без добрив), 2 – 6,3 т/га гною + N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}, 3 – 6,3 т/га гною + побічна продукція + N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}, 4 – побічна продукція + N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6} на 1 га сівозмiнної площі. Гній ВРХ вносили під буряки цукрові в дозі 25 т/га, побічну продукцію – під усі культури сівозмiн. Мінеральні добрива вносили під пшеницю озиму та буряки цукрові: азот у формі сечовини, фосфор – простого суперфосфату, калій – калію хлористого. Еспарцет, кукурудзу на силос та ячмінь ярий вирощували за післядії добрив.

У досліді сіяли гібрид буряків цукрових ‘Булава’, сорт пшениці озимої ‘Есенія’, ячменю ярого ‘Аграрій’, гороху ‘Оплот’, еспарцету ‘Медино’, гібрид кукурудзи на силос ‘Серенада’. Сільськогосподарські культури вирощували з використанням загальноприйнятих агротехнік для зони Лівобережного Лісостепу України.

Біологічну врожайність сільськогосподарських культур у кормові одиниці переводили за довідником М. М. Карпусь [12].

Врожайність буряків цукрових визначали методом пробних ділянок з перерахунком на 1 га. Дані досліджень опрацьовували методом дисперсійного аналізу з використанням комп’ютерної програми Statistica 2010.

Визначення гідротермічного коефіцієнта Селянинова (ГТК) в умовах Веселоподільської ДСС показало, що погодні за період вегетації були неоднозначні: у 2022 році – спостерігались умови достатнього зволоження з ГТК – 1,30, у 2023 та 2024 роках середньо та сильно посушливі з ГТК – відповідно 0,72 та 0,46.

2022 рік був найбільш сприятливий для вирощування сільськогосподарських культур, температурний режим відповідав середньому багаторічному показнику, а кількість опадів була вища від норми. Проте розподіл опадів був нерівномірним упродовж вегетації, що створило у травні сильно посушливі погодні умови, червні та серпні – умови середньої посухи, натомість решта місяців відзначалась достатнім та надмірним рівнем зволоження (табл. 1).

Таблиця 1

Гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК) за вегетацію (ВПДСС, 2022–2024 рр.)

Рік	Місяці						За вегетацію
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
2022	2,34	0,46	0,71	1,06	0,84	2,36	1,30
2023	1,95	0,58	0,62	0,67	0,81	0,19	0,72
2024	0,99	0,17	1,24	0,13	0,07	0,26	0,45
Середнє багаторічне	1,07	1,27	0,96	0,94	0,67	1,20	0,99

У 2023 році вегетаційний період був середньо посушливим зі зменшенням показника ГТК до середнього багаторічного показника на 0,27. У травні, червні та липні – погодні умови були середньопосушливі, серпні – слабкопосушливі, вересні – дуже посушливі, тоді як у квітні – надмірно вологі.

У 2024 році погодні умови склались найбільш сухі і несприятливі для вирощування культур, а показник ГТК був меншим від середнього багаторічного показника на 0,54, або більше, ніж удвічі. У травні, липні, серпні та вересні погодні умови були дуже сильно посушливі, натомість у квітні та червні відповідали достатньому рівню вологозабезпечення.

Результати досліджень

Результати досліджень показали, що у короткоротаційних сівозмінах за недостатнього зволоження врожайність буряків цукрових залежала переважно від удобрення і менше від структури сівозмін. У середньому за 2022–2024 рр. на контролі без добрив врожайність буряків цукрових за попередника пшениці озимої у плодозмінній сівозміні становила 23,6 т/га, просапній – 22,3 т/га, зерно-просапній – 22,3 т/га. По роках дослідження найменша врожайність буряків цукрових була у просапній сівозміні у 2022 році – 16,9 т/га, а найвища у плодозмінній сівозміні у 2023 році – 26,9 т/га. Слід зазначити, що в умовах середньої посухи 2023 року врожайність буряків цукрових на контролі без добрив була вища, ніж за достатнього зволоження у 2022 році та сильної посухи вегетаційного періоду у 2024 році. При цьому в усіх типах чотирирічних сівозмін врожайність буряків цукрових у 2023 році була співставна в межах 26,6–26,9 т/га (табл. 2).

За застосування традиційної на основі гною органо-мінеральної системи удобрення з внесенням 6,3 т/га гною + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміні врожайність буряків цукрових у плодозмінній сівозміні становила 32,2 т/га, просапній – 29,4 т/га, зерно-просапній – 28,5 т/га. Порівняно з контролем без добрив традиційне органо-мінеральне удобрення підвищило врожайність коренеплодів – відповідно на 8,6; 7,1 та 6,2 т/га. У плодозмінній сівозміні врожайність буряків цукрових була незначно вища порівняно з просапною та зерно-просапною сівозмінами – відповідно на 2,8 та 3,7 т/га. По роках дослідження найвища врожайність буряків цукрових була у 2024 році у плодозмінній сівозміні – 39,9 т/га, а найменша у 2022 році у зерно-просапній сівозміні – 23,4 т/га.

Таблиця 2

Урожайність буряків цукрових залежно від удобрення і структури сівозмін, т/га
(ВПДСС, 2022–2024 рр.)

№ вар.	Внесено добрив на 1 га сівозміни (фактор А)	Роки			Середнє за 2022–2024 рр.
		2022	2023	2024	
Плодозмінна (костриця + еспарцет – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий) (фактор Б)					
9	Контроль (без добрив)	18,3	26,9	25,5	23,6
10	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	24,9	31,8	39,9	32,2
11	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	25,1	32,9	40,9	33,0
12	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	25,3	34,1	38,4	32,6
Просапна (кукурудза на силос – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий)					
27	Контроль (без добрив)	16,9	26,6	23,4	22,3
28	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	24,2	31,2	32,9	29,4
29	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	24,4	31,0	33,6	29,7
30	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	24,8	33,8	30,8	29,8
Зерно-просапна (пшениця озима – пшениця озима – буряки цукрові – горох)					
63	Контроль (без добрив)	17,8	26,7	22,3	22,3
64	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	23,4	30,6	31,6	28,5
65	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	24,6	37,0	30,8	30,8
66	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	24,1	33,0	30,2	29,1
HP _{0,05} (фактор А)		1,1	1,4	1,5	1,3
HP _{0,05} (фактор Б)		0,7	0,7	0,9	0,8
HP _{0,05} (фактор А + Б)		1,7	2,1	2,4	2,0

Застосування збагаченої на органічний компонент органо-мінеральної системи удобрення неістотно підвищило врожайність буряків цукрових порівняно з традиційним органо-мінеральним удобренням. За внесення 6,3 т/га гною + побічна продукція + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміні врожайність буряків цукрових у плодозмінній сівозміні становила 33,0 т/га, просапній – 29,7 т/га, зерно-просапній – 30,8 т/га, що в розрізі сівозмін було вищим порівняно з традиційним органо-мінеральним удобренням на 0,3–2,3 т/га. Порівняно з контролем без добрив зазначена система

удобрення підвищила врожайність буряків цукрових у вище зазначених сівозмін – відповідно на 9,4; 7,4 та 8,5 т/га. У плодозмінній сівозміні врожайність була незначно вища порівняно з просапною та зерно-просапною сівозмінами – відповідно на 3,3 та 2,2 т/га. По роках дослідження найвища врожайність буряків цукрових була у 2024 році у плодозмінній сівозміні – 40,9 т/га, а найменша у 2022 році у зерно-просапній сівозміні – 24,4 т/га.

Ефективною системою удобрення буряків цукрових у зерно-бурякових сівозмінах визначено внесення побічна продукція + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни. Альтернативне збагачене на азот удобрення буряків цукрових забезпечило врожайність коренеплодів у плодозмінній сівозміні 32,6 т/га, просапній – 29,8 т/га, зерно-просапній – 29,1 т/га. Порівняно з контролем без добрив врожайність буряків цукрових у плодозмінній сівозміні підвищилась – на 9,0 т/га, просапній – на 7,5 т/га, зерно-просапній – на 6,8 т/га. За альтернативного удобрення врожайність буряків цукрових у плодозмінній сівозміні була вища порівняно з просапною – на 2,8 т/га, зерно-просапною – на 3,5 т/га. Зазначена система удобрення не поступалась за ефективністю збагаченій на органічний компонент системі удобрення, коли додатково вносили 6,3 т/га гною на 1 га сівозміни. По роках дослідження найменша врожайність буряків цукрових була у 2024 році у зерно-просапній сівозміні за повторних посівів пшениці озимої – 38,4 т/га, а найвища у 2022 році у зерно-просапній сівозміні – 24,1 т/га.

Отже, в умовах недостатнього зволоження на чорноземі типовому слабкосолонцюватому врожайність буряків цукрових залежала переважно від застосування добрив. У плодозмінній сівозміні на тлі усіх органо-мінеральних систем удобрення врожайність буряків цукрових порівняно з просапною та зерно-просапною сівозмінами була вища на 2,8–3,3 та 2,2–3,7 т/га. Порівняно з контролем без добрив органо-мінеральні системи удобрення збільшили врожайність коренеплодів на 8,6–9,4 т/га, де жодна із систем удобрення не мала значних переваг.

Системи удобрення і структура сівозмін значно впливали на синтез і накопичення цукрів у коренеплодах буряків цукрових. У середньому за 2022–2024 рр. цукристість коренеплодів на контролі без добрив у плодозмінній сівозміні становила 17,9 %, просапній – 18,2 %, зерно-просапній – 17,9 %. По роках дослідження найменша цукристість коренеплодів була у плодозмінній сівозміні у 2023 році – 17,2 %, а найвища у просапній сівозміні у 2024 році – 18,8 %. В умовах сильної посухи вегетаційного періоду у 2024 році цукристість коренеплодів у контролі без добрив була найвища – 18,2–18,8 %, тоді як за достатнього зволоження у 2022 році – 17,7–18,1 %, середньої посухи у 2023 році – 17,2–18,0 %. Зростання посушливості погодних умов у 2024 році підвищило цукристість коренеплодів порівняно з 2022 та 2023 роками – на 0,5–0,7 та 0,8–1,0 % (табл. 3).

Таблиця 3

**Цукристість коренеплодів буряків цукрових залежно від удобрення і структури сівозмін, %
(ВПДСС, 2022–2024 рр.)**

№ вар.	Внесено добрив на 1 га сівозміни (фактор А)	Роки			Середнє за 2022–2024 рр.
		2022	2023	2024	
Плодозмінна (костриця + еспарцет – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий) (фактор Б)					
9	Контроль (без добрив)	18,1	17,2	18,5	17,9
10	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	17,0	17,4	18,4	17,6
11	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	18,2	17,0	18,1	17,8
12	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	17,7	18,0	18,7	18,1
Просапна (кукурудза на силос – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий)					
27	Контроль (без добрив)	17,8	18,0	18,8	18,2
28	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	18,0	17,5	18,5	18,0
29	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	17,6	17,2	18,4	17,7
30	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	17,9	16,8	18,9	17,9
Зерно-просапна (пшениця озима – пшениця озима – буряки цукрові – горох)					
63	Контроль (без добрив)	17,7	17,7	18,2	17,9
64	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	17,8	17,7	18,0	17,8
65	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	17,1	17,0	17,7	17,3
66	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	17,7	17,9	18,1	17,9
	НІР _{0,05} (фактор А)	0,3	0,2	0,2	0,3
	НІР _{0,05} (фактор Б)	0,2	0,4	0,2	0,2
	НІР _{0,05} (фактор А + Б)	0,5	0,6	0,4	0,5

Застосування 6,3 т/га гною + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміни знизило цукристість коренеплодів порівняно з контролем без добрив у плодозмінній сівозміні – на 0,3 %, просапній – на 0,2 %, зерно-

просапний – на 0,1 % за абсолютних величин – 17,6; 18,0 та 17,8 %. Найвища цукристість коренеплодів була у просапній сівоzmіні, а найменша у плодозмінній сівоzmіні. По роках дослідження найвища цукристість коренеплодів була у 2024 році у просапній сівоzmіні – 18,5 %, а найменша у 2022 році у плодозмінній сівоzmіні – 17,0 %.

За внесення 6,3 т/га гною + побічна продукція + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівоzmіні цукристість коренеплодів у плодозмінній сівоzmіні становила 17,8 %, просапний – 17,7 %, зерно-просапний – 17,3 %. Порівняно з традиційним органо-мінеральним удобренням у плодозмінній сівоzmіні цукристість коренеплодів підвищилась на 0,2 %, тоді як у просапній сівоzmіні зменшилась – на 0,3 %, зерно-просапний – на 0,5 %. У плодозмінній сівоzmіні цукристість коренеплодів була вища, ніж у просапній та зерно-просапній сівоzmінах. По роках дослідження найвища цукристість коренеплодів була у 2024 році у просапній сівоzmіні – 18,5 %, а найменша у 2023 році у плодозмінній та зерно-просапній сівоzmінах – 17,0 %.

Підвищення цукристості коренеплодів буряків цукрових забезпечило альтернативне органо-мінеральне удобрення сівоzmін. За внесення побічна продукція + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівоzmіні цукристість коренеплодів у плодозмінній сівоzmіні становила 18,1%, просапний та зерно-просапний – 17,9 %. Порівняно з традиційним органо-мінеральним удобренням у плодозмінній сівоzmіні цукристість коренеплодів підвищилась на 0,2%, зерно-просапний – на 0,1 %, тоді як у просапній сівоzmіні зменшилась – на 0,1 %. По роках дослідження найменша цукристість коренеплодів була у 2023 році у просапній сівоzmіні – 16,8 %, а найвища у цій же сівоzmіні у 2024 році – 18,9 %.

Отже, в умовах недостатнього зволоження на чорноземі типовому слабкосолонцюватому цукристість коренеплодів істотно зростала за посушливих умов вегетаційного періоду, незначно залежала від структури сівоzmін та зменшувалась за внесення добрив. За сильної посухи 2024 року цукристість коренеплодів була найвища: у плодозмінній сівоzmіні – 18,1–18,7 %, просапний – 18,4–18,9 %, зерно-просапний – 17,7–18,1 %. У середньому за 2022–2024 рр. найвища цукристість коренеплодів була у плодозмінній сівоzmіні за внесення побічна продукція + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівоzmіні – 18,1 %, тоді як у просапній та зерно-просапній сівоzmінах була менша на 0,2 %.

Застосування добрив у короткоротаційних сівоzmінах істотно підвищило збір цукру. У середньому за 2022–2024 рр. збір цукру на контролі без добрив у плодозмінній сівоzmіні становив 4,22 т/га, просапний – 4,07 т/га, зерно-просапний – 3,98 т/га. У плодозмінній сівоzmіні збір цукру був вищим, ніж у просапній сівоzmіні – на 0,15 т/га, зерно-просапний – на 0,24 т/га. По роках дослідження найменший збір цукру був у просапній сівоzmіні у 2022 році – 3,01 т/га, а найвищий у цій же сівоzmіні у 2023 році – 4,79 т/га (табл. 4).

Таблиця 4

**Збір цукру залежно від удобрення і структури сівоzmін, т/га
(ВПДСС, 2022–2024 рр.)**

№ вар.	Внесено добрив на 1 га сівозміни (фактор А)	Роки			Середнє за 2022–2024 рр.
		2022	2023	2024	
Плодозмінна (костриця + еспарцет – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий) (фактор Б)					
9	Контроль (без добрив)	3,31	4,63	4,71	4,22
10	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	4,23	5,53	7,34	5,70
11	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	4,57	5,59	7,40	5,85
12	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	4,48	6,14	7,18	5,93
Просапна (кукурудза на силос – пшениця озима – буряки цукрові – ячмінь ярий)					
27	Контроль (без добрив)	3,01	4,79	4,40	4,07
28	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	4,36	5,46	6,08	5,30
29	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	4,29	5,33	6,18	5,27
30	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	4,44	5,68	5,82	5,31
Зерно-просапна (пшениця озима – пшениця озима – буряки цукрові – горох)					
63	Контроль (без добрив)	3,15	4,73	4,05	3,98
64	6,3 т/га гною + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	4,16	5,42	5,68	5,09
65	6,3 т/га гною + побічна продукція + N _{33,6} P _{33,6} K _{33,6}	4,21	5,44	5,45	5,03
66	Побічна продукція + N _{46,4} P _{33,6} K _{33,6}	4,27	5,91	5,47	5,21

За застосування 6,3 т/га гною + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівоzmіні збір цукру у плодозмінній сівоzmіні становив 5,70 т/га, просапний – 5,30 т/га, зерно-просапний – 5,09 т/га. Порівняно з контролем без добрив традиційне органо-мінеральне удобрення підвищило збір цукру у вище зазначених сівоzmінах – відповідно на 1,48; 1,23 та 1,11 т/га. У плодозмінній сівоzmіні збір цукру був вищий

порівняно з просапною та зерно-просапною сівозмiнами – відповідно на 0,40 та 0,61 т/га. По роках дослідження найвищий збір цукру був у 2024 році у плодозмінній сівозміні – 7,34 т/га, а найменший у 2022 році у зерно-просапній сівозміні – 4,16 т/га.

Збагачена на органічний компонент органо-мінеральна система удобрення не мала істотних переваг за збором цукру порівняно з традиційним органо-мінеральним удобренням. За внесення 6,3 т/га гною + побічна продукція + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміні збір цукру у плодозмінній сівозміні становив 5,85 т/га, просапній – 5,27 т/га, зерно-просапній – 5,03 т/га. Порівняно з традиційним органо-мінеральним удобренням зазначена система удобрення незначно підвищила збір цукру лише у плодозмінній сівозміні – на 0,15 т/га і не впливала на збір цукру у просапній та зерно-просапній сівозмінах.

Слід зазначити, що у плодозмінній сівозміні збір цукру був вищим порівняно з просапною та зерно-просапною сівозмiнами – відповідно на 0,58 та 0,82 т/га. По роках дослідження найвищий збір цукру був у 2024 році у плодозмінній сівозміні – 7,40 т/га, а найменший у 2022 році у зерно-просапній сівозміні – 4,21 т/га.

Ефективною системою удобрення буряків цукрових у короткоротаційних зерно-бурякових сівозмінах визначено внесення побічна продукція + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміні. Альтернативна збагачена на азот система удобрення забезпечила збір цукру у плодозмінній сівозміні 5,93 т/га, просапній – 5,31 т/га, зерно-просапній – 5,21 т/га. Порівняно з контролем без добрив збір цукру у плодозмінній сівозміні підвищився – на 1,71 т/га, просапній – на 1,24 т/га, зерно-просапній – на 1,23 т/га. За альтернативного удобрення збір цукру у плодозмінній сівозміні був вищим порівняно з просапною – на 0,62 т/га, зерно-просапною – на 0,72 т/га. Зазначена система удобрення незначно переважала за продуктивністю традиційну та збагачену на азот органо-мінеральні системи удобрення за досягнення найвищих показників у плодозмінній сівозміні. По роках дослідження найвищий збір цукру був у 2024 році у плодозмінній сівозміні – 7,18 т/га, а найменший у 2022 році у зерно-просапній сівозміні – 4,27 т/га.

Отже, в умовах недостатнього зволоження на чорноземі типовому слабкосолонцювату збір цукру залежав від погодних умов року, системи удобрення і структури сівозмiн. За сильної посухи 2024 року збір цукру був найвищий: у плодозмінній сівозміні – 7,18–7,34 т/га, просапній – 5,82–6,18 т/га, зерно-просапній – 5,45–5,68 т/га. У середньому за 2022–2024 рр. найвищий збір цукру спостерігали у плодозмінній сівозміні за внесення побічна продукція + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміні – 5,93 т/га, тоді як у просапній та зерно-просапній сівозмінах він був меншим на 0,62 та 0,72 т/га.

Важливим показником ефективності застосування добрив у сівозмінах є кормова продуктивність сівозмiн. Результати досліджень показали, що у контролі без добрив найвищу продуктивність мала просапна сівозміна – 5,38 т к. од./га, нижчу і співставну між собою – плодозмінна і зерно-просапна сівозміні – 4,63 та 4,67 т к. од./га, відповідно. Просапна сівозміна в умовах недостатнього зволоження забезпечила зростання кормової продуктивності порівняно з плодозмінною та зерно-просапною сівозмiнами на 0,71–0,75 т к. од./га сівозміні (рисунок).

Істотне зростання продуктивності короткоротаційних сівозмiн в умовах недостатнього зволоження забезпечили органо-мінеральні системи удобрення. За традиційного удобрення з внесенням 6,3 т/га гною + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміні кормова продуктивність плодозмінної сівозміні порівняно з контролем без добрив підвищилась на 1,34 т к. од./га, просапної – на 1,23, зерно-просапної – на 1,08 за абсолютних величин 5,97; 6,61 та 5,75 т к. од./га сівозміні. Продуктивність просапної сівозміні була найвищою, переважаючи плодозмінну та зерно-просапну сівозміні на 0,64–0,86 т к. од./га сівозміні.

Застосування побічна продукція + $N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміні забезпечило продуктивність плодозмінної сівозміні – 6,08 т к. од./га, просапної – 6,72, зерно-просапної – 5,69 зі зростанням до контролю без добрив на 1,45; 1,34 та 1,02 т к. од./га сівозміні. Кормова продуктивність просапної сівозміні була найвища і переважала продуктивність плодозмінної та зерно-просапної сівозмiн на 0,64–1,03 т к. од./га сівозміні.

Збагачена на органічний компонент органо-мінеральна система удобрення не мала переваг щодо впливу на продуктивність сівозмiн порівняно з традиційним та альтернативним удобренням. За внесення 6,3 т/га гною + побічна продукція + $N_{33,6}P_{33,6}K_{33,6}$ на 1 га сівозміні кормова продуктивність плодозмінної сівозміні становила 6,10 т к. од./га, просапної – 6,71, зерно-просапної – 5,84 зі зростанням до контролю без добрив – на 1,47; 1,33 та 1,02 т к. од./га сівозміні.

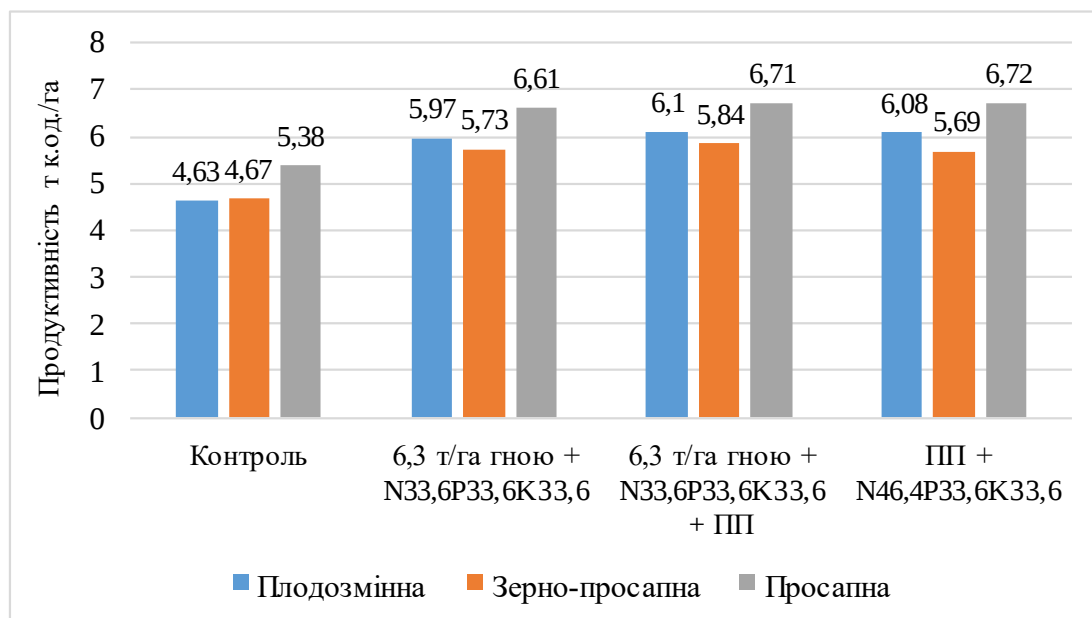


Рис. Продуктивність зерно-бурякових сівозмін залежно від удобрення, т к. од на 1 га сівозміни (ВПДСС, 2022–2024 рр.; ПП – побічна продукція)

Кормова продуктивність просапної сівозміни перевищувала продуктивність плодозмінної та зерно-просапної сівозмін на 0,61–0,87 т к. од./га сівозмін.

Висновки

1. За недостатнього зволоження (ВПДСС) врожайність буряків цукрових залежала переважно від удобрення і незначно залежала від структури сівозмін. За органо-мінеральних систем удобрення врожайність буряків цукрових у плодозмінній сівозміні порівняно з просапною та зерно-просапною сівозмінами була вища на 2,8–3,3 та 2,2–3,7 т/га. Порівняно з контролем без добрив органо-мінеральні системи удобрення підвищили врожайність коренеплодів на 8,6–9,4 т/га, де жодна із систем удобрення не мала значних переваг.

2. Цукристість коренеплодів істотно зростала за посушливих умов вегетаційного періоду, незначно залежала від структури сівозмін та зменшувалась за внесення добрив. За сильної посухи 2024 року цукристість коренеплодів була найвища: у плодозмінній сівозміні – 18,1–18,7 %, просапній – 18,4–18,9 %, зерно-просапній – 17,7–18,1 %. У середньому за 2022–2024 рр. найвищу цукристість коренеплодів спостерігали у плодозмінній сівозміні за внесення побічна продукція + N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6} на 1 га сівозміни – 18,1 %, тоді як у просапній та зерно-просапній сівозмінах вона була менша на 0,2 %.

3. Найвищий збір цукру на чорноземі типовому слабкосолонцювату отримали в умовах сильної посухи 2024 року: у плодозмінній сівозміні – 7,18–7,34 т/га, просапній – 5,82–6,18 т/га, зерно-просапній – 5,45–5,68 т/га. У середньому за 2022–2024 рр. найвищий збір цукру був у плодозмінній сівозміні за внесення побічна продукція + N_{46,4}P_{33,6}K_{33,6} на 1 га сівозміни – 5,93 т/га, тоді як у просапній та зерно-просапній сівозмінах він був меншим на 0,62 та 0,72 т/га.

4. Застосування традиційних та альтернативних органо-мінеральних систем удобрення у чотирипільних сівозмінах співставно впливало на кормову їх продуктивність. За органо-мінерального удобрення найвищої кормової продуктивності досягали у просапній сівозміні – 6,61–6,72 т к. од./га зі зростанням до контролю без добрив – на 1,23–1,34 т к. од./га сівозмін.

Використана література

1. Площі цукрових буряків за роки незалежності України скоротились більш ніж у п'ятеро, але врожайність зросла майже вдвічі. URL: <https://agrotimes.ua/agronomiya/ploshhi-czukrovyyh-buryakiv-za-roky-nezalezhnosti-ukrayiny-skorotylys-bilsh-nizh-upyatero-ale-vrozhajnist-zroslo-majzhe-vdvichi/>
2. Цвей Я. П., Недашківський А. І., Горобець Н. А. Продуктивність цукрових буряків в короткоротаційних сівозмінах. *Цукрові буряки*. 2003. № 5. С. 10–12.
3. Цвей Я. П., Карачка В. П., Петрова О. Т. Формування поживного режиму чорнозему від добрив у посівах цукрових буряків. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 12. С. 23–26.

4. Lori M., Symanczik S., Mäder M. et al. Distinct Nitrogen Provisioning From Organic Amendments in Soil as Influenced by Farming System and Water Regime. *Environment Science*. 2018. Vol. 4. P. 33–40. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00040>
5. Ahmad I., Ahmad B., Ali S. et al. Nutrients management strategies to improve yield and quality of sugar beet in semi-arid regions. *Journal of Plant Nutrition*. 2017. Vol. 40, Iss. 15. P. 2109–2115. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1267207>
6. Tarkalson D. D., Bjorneberg D. L., Lentz R. D. Effects of Manure History and Nitrogen Fertilizer Rate on Sugar Beet Production in the Northwest US. *Crop Forage and Turfgrass Management*. 2018. Vol. 4, Iss. 1. P. 138–146. <https://doi.org/10.2134/cftm2017.11.0083>
7. Hlisnikovsky L., Mensik L., Krizova K., Kunzova E. The Effect of Farmyard Manure and Mineral Fertilizers on Sugar Beet Beetroot and Top Yield and Soil Chemical Parameters. *Agronomy*. 2021. Vol. 11, Iss. 1. Article 133. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010133>
8. Сайко В. Ф. Використання на удобрення побічної продукції рослинництва в Україні. *Землеробство*. 2009. Вип. 81. С. 3–9.
9. Польовий В. М. Диференціація систем удобрення цукрових буряків залежно від господарсько-економічних умов їх вирощування. *Вісник аграрної науки*. 2005. № 10. С. 16–18.
10. Bagherzadeh A., Kalat S. M. N., Hajian J. Effects of Residual Wheat Straw and Nitrogen Fertilizer on Yield and Quality of Sugar Beet in a Semi-Arid Region. *Sugar Tech*. 2014. Vol. 16, Iss. 2. P. 189–194. <https://doi.org/10.1007/s12355-013-0253-6>
11. Безуглий М. Д., Заришняк А. С., Лісовий М. М., Седіло Г. М. Оптимізація основних ланок землеробства в західному регіоні України. *Вісник аграрної науки*. 2010. № 2. С. 5–10.
12. Карпусь М. М., Славов В. П., Лапа М. А. Деталізована поживність кормів зони Лісостепу України. Київ : Аграрна наука, 1995. 348 с.

References

1. Sugar beet areas have decreased more than fivefold over the years of Ukraine's independence, but yields have almost doubled. *Agrotimes.ua*. <https://agrotimes.ua/agronomiya/ploshhi-czukrovyyh-buryakiv-za-roky-nezalezhnosti-ukrayiny-skorotylys-bilsh-nizh-upyatero-ale-vrozhajnist-zroslo-majzhe-vdvichi>
2. Tsvey, Ya. P., Nedashkivskiy, A. I., & Gorobets, N. A. (2003). Productivity of sugar beets in short-rotation crop rotations. *Sugar Beet*, 5, 10–12. [In Ukrainian]
3. Tsvey, Ya. P., Karachka, V. P., & Petrova, O. T. (2008). Formation of nutrients regime of black soil as depends on fertilizers in sugar beet crops. *Bulletin of Agricultural Science*, 12, 23–26. [In Ukrainian]
4. Lori, M., Symanczik, S., Mäder, M., Efosa, N., Jaenicke, S., Buegger, F., Tresch, S., Goesmann, A., & Gattinger, A. (2018). Distinct Nitrogen Provisioning from Organic Amendments in Soil as Influenced by Farming System and Water Regime. *Environment Science*, 4, 33–40. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00040>
5. Ahmad, I., Ahmad, B., Ali, S., Kamran, M., Fang, H. Q., & Bilegjalgal, B. (2017). Nutrients management strategies to improve yield and quality of sugar beet in semi-arid regions. *Journal of Plant Nutrition*, 40(15), 2109–2115. <https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1267207>
6. Tarkalson, D. D., Bjorneberg, D. L., & Lentz, R. D. (2018). Effects of Manure History and Nitrogen Fertilizer Rate on Sugar Beet Production in the Northwest US. *Crop Forage and Turfgrass Management*, 4(1), 138–146. <https://doi.org/10.2134/cftm2017.11.0083>
7. Hlisnikovsky, L., Mensik, L., Krizova, K., & Kunzova, E. (2021). The Effect of Farmyard Manure and Mineral Fertilizers on Sugar Beet Beetroot and Top Yield and Soil Chemical Parameters. *Agronomy*, 11(1), Article 133. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010133>
8. Saiko, V. F. (2009). Fertilizing use of plant by-products in Ukraine. *Agriculture*, 81, 3–9. [In Ukrainian]
9. Poliovyi, V. M. (2005). Differentiation of sugar beet fertilization systems depending on economic and economic conditions of their cultivation. *Bulletin of Agricultural Science*, 10, 16–18. [In Ukrainian]
10. Bagherzadeh, A., Kalat, S. M. N., & Hajian, J. (2014). Effects of Residual Wheat Straw and Nitrogen Fertilizer on Yield and Quality of Sugar Beet in a Semi-Arid Region. *Sugar Tech*, 16(2), 189–194. <https://doi.org/10.1007/s12355-013-0253-6>
11. Bezugliy, M. D., Zaryshniak, A. S., Lisovyi, M. M., & Sedilo, H. M. (2010). Optimization of the main links of agriculture in the western region of Ukraine. *Bulletin of Agricultural Science*, 2, 5–10. [In Ukrainian]
12. Karpus M. M., Slavov V. P., & Lapa M. A. (1995). *Detailed nutrition of fodder in the forest-steppe zone of Ukraine*. Agrarna Nauka. [In Ukrainian]

UDC 633.631.81:631.682

Ivanina, V. V.*, & **Poplavskiy, V. B.** (2025). The effect of fertilisers on sugar beet yield and productivity in four-field crop rotations under insufficient moisture. *Advanced Agritechnologies*, 13(3). <https://doi.org/10.47414/na.13.3.2025.341816> [In Ukrainian]

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03141, Ukraine,
*e-mail: v_ivanina@ukr.net

Purpose. To establish the effectiveness of organic-mineral fertiliser systems in grain-beet crop rotations, increase sugar beet yield and achieve maximum forage productivity of crop rotations. **Methods.** Long-term field and analytical. **Results.** Research data on the influence of conventional and alternative organic-mineral fertiliser systems on sugar beet yield and forage productivity of crop rotations are presented. It was established that fertilisers are a determining factor in productivity increase and had the maximum impact under dry conditions of the growing season, while crop rotations had a less significant impact. **Conclusions.** Under insufficient moisture, the highest productivity of sugar beet was achieved in grass crop rotation with the application of by-products + $N_{46.4}P_{33.6}K_{33.6}$ per 1 ha of crop rotation, specifically root yield of 32.6 t/ha, sugar content of 18.1%, and sugar yield of 5.93 t/ha. In row-row and grain-row crop rotations, the productivity of sugar beet was lower by 2.8 and 3.5 t/ha and sugar yield by 0.62 and 0.72 t/ha, respectively. Compared to the control without fertilisers, the organic-mineral fertiliser systems increased the yield of roots by 8.6–9.4 t/ha, the sugar yield by 1.05–1.71 t/ha. The highest sugar yield was obtained under dry conditions in 2024: in the grass crop rotation 7.18–7.34 t/ha, in the row-row crop rotation 5.82–6.18 t/ha, and in the grain-row crop rotation 5.45–5.68 t/ha. The use of traditional and alternative organic-mineral fertiliser systems in four-field crop rotations had a comparable effect on their forage productivity. With fertiliser application, the highest forage productivity was achieved in row-row crop rotation, ranging between 6.61 and 6.72 t/ha with an increase compared to the control without fertilisers by 1.23–1.34 t/ha.

Keywords: fertilisers; yield; sugar yield; productivity.

Надійшла / Received 14.09.2025
Погоджено до друку / Accepted 22.10.2025