



Землеробство, грунтознавство, агрохімія

УДК 633.63:631.82:
631.86.874

© 2023

ВПЛИВ УДОБРЕННЯ НА ВИКОРИСТАННЯ ВОЛОГИ ҐРУНТУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ У КОРОТКОРОТАЦІЙНИХ СІВОЗМІНАХ

В.В. Іваніна¹, О.О. Табачук²

*¹доктор сільськогосподарських наук
Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН
вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна
e-mail: ¹v_ivanina@ukr.net, ²oxana_halaburda@ukr.net
ORCID: ¹0000-0002-9471-114X, ²0009-0000-1446-0233*

Надійшла 19.05.2023

Мета. Сформувані умови сталого вологозабезпечення та досягти високої продуктивності буряків цукрових у короткоротаційних сівозмінах шляхом оптимізації їх структури та системи удобрення. **Методи.** Довготривалий польовий — для встановлення впливу добрив на врожайність і технологічну якість коренеплодів буряків цукрових; термостатично-ваговий — для визначення вмісту вологи у зразках ґрунту; розрахунковий — для визначення запасів вологи в шарі ґрунту 1,5 м на початок і закінчення вегетації та використання вологи рослинами буряків цукрових. **Результати.** Наведено результати досліджень щодо впливу органо-мінеральних систем удобрення на вологозабезпеченість ґрунту та біологічну продуктивність буряків цукрових у короткоротаційних зерно-бурякових сівозмінах. Виявлено, що на початок вегетації буряків цукрових у сівозмінах в шарі ґрунту 1,5 м накопичувались великі запаси продуктивної вологи на 1 га — 225–270 мм. Структура сівозміни значніше впливала на вологозабезпечення ґрунту, ніж система удобрення. За мінеральної системи удобрення ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ на 1 га сівозміни) запаси вологи в шарі ґрунту 1,5 м на 1 га у сівозмінах з попередниками ячмінь — горох та горох — вико-овес були вищі, ніж у сівозміні з двома полями сої, на 25–38 мм. За поєднаного внесення органічних і мінеральних добрив запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 1,5 м на початок вегетації буряків цукрових на 1 га збільшилися на 5–27 мм порівняно з мінеральною системою удобрення. Встановлено, що найефективніше вологу ґрунту буряки цукрові використовували за поєднаного внесення мінеральних добрив, побічної продукції та зеленої маси проміжної сидеральної культури гірчиці білої в сівозмінах ячмінь — горох — пшениця озима — буряки цукрові та соя — соя — пшениця озима — буряки

цукрові. Виявлено, що найвищу біологічну продуктивність буряків цукрових у короткоротаційних зерно-бурякових сівозмінах в умовах достатнього зволоження забезпечило внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція на 1 га сівозміни; при цьому структура сівозмін меншою мірою впливала на показники продуктивності. **Висновки.** У сівозмінах з ячменем — горохом та горохом — вико-вівсом запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 1,5 м на початок вегетації були на 15–17 мм вищі, ніж у сівозміні із соєю. Внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція у сівозмінах ячмінь — горох — пшениця озима — буряки цукрові та соя — соя — пшениця озима — буряки цукрові забезпечило найменші витрати вологи на формування біологічного врожаю буряків цукрових — 305 м³/т зі зменшенням до фону мінеральних добрив на 24–31 м³. Найвищої біологічної продуктивності буряків цукрових досягнуто в сівозміні ячмінь — горох — пшениця озима — буряки цукрові за внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція на 1 га сівозміни: збір цукру — 13,2 т/га з перевищенням фону мінеральних добрив на 1,8 т/га; аналогічні варіанти в сівозмінах із соєю та горохом — вико-вівсом — на 0,6 т/га.

Ключові слова: вологозабезпечення, сівозміна, буряк цукровий, продуктивність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202308-01>

Оптимізація структури сівозмін та системи удобрення — найдієвіший засіб впливу на продуктивність буряків цукрових [1]. Отримання сталого врожаю буряків цукрових за тотального дефіциту гною та аридизації клімату потребує впровадження альтернативних органо-мінеральних систем удобрення, що передбачають використання як добрива побічної продукції сільськогосподарських культур, за умови достатнього зволоження — заробляння у ґрунт зеленої маси проміжних сидеральних культур [2, 3]. Збагачення ґрунту органічним компонентом сприяє утворенню гумусу, стабілізації структури ґрунту, покращенню поживного та водного режимів, створенню умов для забезпечення рослин достатньою кількістю вологи і поживних речовин упродовж вегетації [4, 5].

В умовах зростаючої посушливості клімату заходи, що спрямовані на збереження ґрунтової вологи та оптимізацію поживного режиму, є базовими для отримання високих і сталих врожаїв у тривалій перспективі [6, 7].

Особливої актуальності питання сталості вирощування буряків цукрових набувають з переходом до короткоротаційних сівозмін. Відсутність багаторічних бобових трав та мінімалізація внесення гною в сівозмінах

з короткою ротацією потребують агрохімічних заходів, які сприятимуть підвищенню вмісту органічної речовини ґрунту та мобільності елементів живлення, збільшенню запасів ґрунтової вологи, що в сукупності сформує сприятливе трофічне середовище для стабільного вирощування буряків цукрових [8, 9]. Ефективність зазначених заходів залежатиме від ґрунтово-кліматичних умов, отже, дослідження з цієї тематики є актуальними щодо бурякосіяння [10].

Мета досліджень — сформулювати умови сталого вологозабезпечення та досягти високої продуктивності буряків цукрових у короткоротаційних сівозмінах шляхом оптимізації їх структури та системи удобрення.

Матеріали і методи досліджень. Наукові дослідження проводили у довготривалому (2019–2022 рр.) польовому досліді на чорноземі опідзоленому (вилугуваному) Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН.

Площа посівної ділянки становила 200 м², облікової — 100 м². Розміщення варіантів у досліді — систематичне послідовне, повторність 3-разова.

Ґрунт дослідного поля — чорнозем опідзолений легкосуглинковий; агрохімічна та

фізико-хімічна характеристики шару ґрунту 0–30 см такі: рН сольове — 6,0–6,3; N_r за Каппеном — 1,12–1,28 мг-екв. на 100 г ґрунту; сумарні увібрані основи за Каппеном–Гільковіцем — 24,2–27,5 мг-екв. на 100 г ґрунту; частка вмісту гумусу за Тюрнімом — 3,9–4,1%; вміст лужногідролізованого азоту — 119–128 мг на 1 кг ґрунту, рухомого фосфору та калію за Чиріковим — відповідно 161–174 мг і 67–86 мг на 1 кг ґрунту.

У дослідях сіяли гібрид буряків цукрових Борута фірми Hilleshög (Німеччина). Потенційна врожайність цього гібрида — 100 т/га; відзначається інтенсивним стартовим зростанням та високою технологічністю при збиранні; стійкий до ризоманії та церкоспорозу. Мінеральні добрива вносили восени під оранку: амонійну селітру (34,5% N), суперфосфат простий гранульований (19,5% P_2O_5) та калій хлористий (60% K_2O). Після пшениці озимої сіяли поживну сидеральну культуру — гірчицю білу. За 2019–2022 рр. урожайність зеленої маси становила в середньому 17,7 т/га. Агротехніка вирощування буряків цукрових відповідала загальноприйнятій українській інтенсивній технології для зони Лісостепу.

Для визначення запасів продуктивної вологи зразки ґрунту відбирали до глибини 1,5 м з інтервалом 10 см. Після висушування впродовж 6 год за температури 120 °C визначали вміст вологи у ґрунтових зразках та розраховували запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 1,5 м.

Збирання і облік урожаю здійснювали методом пробних ділянок з подальшим зважуванням і перерахунком на площу 1 га. Результати досліджень опрацьовували методом дисперсійного та кореляційного аналізу.

Результати досліджень. Згідно з результатами досліджень упродовж 2019–2022 рр. на початок вегетації буряків цукрових у шарі ґрунту 1,5 м накопичувалися великі запаси продуктивної вологи — 225–270 мм. За внесення мінеральних добрив ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ на 1 га сівозміни) у сівозмінах з попередниками ячмінь — горох та горох — вико-овес запаси вологи в шарі ґрунту 1,5 м були вищі, ніж у сівозміні з двома полями сої, на 25–38 мм/га (табл. 1).

За поєднаного внесення мінеральних добрив і побічної продукції ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ +

+ побічна продукція на 1 га сівозміни) зазначена закономірність зберігалась: запаси вологи в шарі ґрунту 1,5 м у сівозміні з попередниками ячмінь — горох — 268 мм, горох — вико-овес — 266 мм, тоді як у сівозміні із соєю — 251 мм. З попередником соєю за альтернативної органо-мінеральної системи удобрення запаси вологи в шарі ґрунту 1,5 м на початок вегетації буряків цукрових порівняно з попередниками ячмінь — горох та горох — вико-овес зменшилися на 15–17 мм. За поєднаного внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція та $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т гною на 1 га сівозміни запаси продуктивної вологи в шарі 1,5 м ґрунту були порівнянні з варіантом, коли заробляли тільки побічну продукцію.

На період збирання врожаю запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 1,5 м за мінеральної системи удобрення в сівозміні з ячменем — горохом становили 82 мм, горохом — вико-вівсом — 74, соєю — 73 мм; за альтернативних органо-мінеральних систем удобрення — відповідно 73–75 мм, 72–75 та 65–68 мм, тобто, як за мінеральної системи удобрення. Зменшення запасів вологи у ґрунті наприкінці вегетації є наслідком використання вологи рослинами та непродуктивних втрат вологи з ґрунту під час випаровування.

Упродовж періоду вегетації за мінеральної системи удобрення ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ на 1 га сівозміни) витрати вологи з ґрунту в сівозміні з ячменем — горохом становили 5670 м³, горохом — вико-вівсом — 5620, соєю — 5380 м³, витрати вологи на одну рослину — відповідно 0,052 м³, 0,052 та 0,050 м³, на формування 1 т біологічного врожаю — відповідно 336 м³, 351 та 329 м³. За мінеральної системи удобрення буряків цукрових найефективніше використовували вологу з ґрунту на формування 1 т біологічного врожаю в сівозміні з соєю та ячменем — горохом, тоді як у сівозміні з горохом — вико-вівсом витрати вологи були вищі.

За поєднаного внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція на 1 га сівозміни зазначена закономірність зберігалась. Витрати вологи на формування 1 т біологічного врожаю в ланці з ячменем — горохом становили 332 м³, горохом — вико-вівсом — 335 м³, соєю — 325 м³. Попередник соя за альтернативної

1. Витрати продуктивної вологи з шару ґрунту 1,5 м за вегетаційний період буряків цукрових залежно від сівозміни та удобрення (УЛДСС, 2019 – 2022 рр.)

Добрива, внесені на 1 га сівозміни	Запаси продуктивної вологи на час сходів, мм	Опади за період вегетації, мм	Запаси продуктивної вологи на час збирання врожаю, мм	Витрати вологи впродовж вегетації, м³/га	Біологічна врожайність, т/га сухої речовини	Густина насаджень на 1 га, тис. шт.	Витрати вологи на рослину, м³	Витрати вологи на формування 1 т біологічного врожаю, м³
<i>Соя — соя — пшениця озима — буряки цукрові</i>								
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$	225	386	73	5380	16,35	108	0,050	329
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція	251	386	68	5690	17,53	103	0,055	325
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція	245	386	67	5640	18,52	108	0,052	305
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т/га гною	252	386	65	5730	18,60	110	0,052	308
<i>Ячмінь — горох — пшениця озима — буряки цукрові</i>								
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$	263	386	82	5670	16,87	110	0,052	336
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція	268	386	75	5790	17,44	109	0,053	332
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція	265	386	73	5780	18,93	112	0,052	305
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т/га гною	270	386	73	5830	18,82	111	0,053	310
<i>Горох — вилко-овес — пшениця озима — буряки цукрові</i>								
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$	250	386	74	5620	16,00	109	0,052	351
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція	266	386	75	5770	17,23	112	0,051	335
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція	260	386	72	5740	18,41	108	0,053	312
$N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т/га гною	264	386	74	5760	18,77	109	0,053	307

орґано-мінеральної системи удобрення зменшив використання вологи на формування 1 т біологічного врожаю порівняно з попередниками ячменем — горохом та горохом — вико-вівсом — на 7–10 мм.

Найвищої ефективності використання вологи на формування 1 т біологічного врожаю буряків цукрових досягали за альтернативної збагаченої на органічний компонент системи удобрення ($N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція на 1 га сівозміни) у сівозмінах з попередниками соєю та ячменем — горохом — 305 м³, у сівозміні з горохом — вико-вівсом витрати вологи було дещо вищі — 312 м³.

Отже, із застосуванням $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція на 1 га сівозміни в сівозмінах ячміль — горох — пшениця озима — буряки цукрові та соя — соя — пшениця озима — буряки цукрові було забезпечено найефективніше використання вологи рослинами буряків цукрових на формування 1 т біологічного врожаю — 305 м³ зі зменшенням витрат вологи до фону мінеральних добрив на 24–31 м³.

Система удобрення і структура сівозмін істотно вплинули на продуктивність буряків цукрових. За 2019–2022 рр. середня

врожайність коренеплодів у короткочасних зерно-бурякових сівозмінах за мінеральної системи удобрення становила 60,4–63,0 т/га, цукристість — 18,1–18,4%. У сівозміні з горохом — вико-вівсом уміст цукру в коренеплодах був вищий, ніж у сівозміні з соєю, на 0,2%, ячменем — горохом — на 0,3%. За внесення добрива $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ на 1 га сівозміни найвищий збір цукру отримали в сівозміні ячміль — горох — пшениця озима — буряки цукрові — 11,4 т/га зі збільшенням до сівозміни з соєю на 0,2 т/га, сівозміні з горохом — вико-вівсом — на 0,3 т/га (табл. 2).

Значного підвищення продуктивності буряків цукрових досягали в разі застосування альтернативних орґано-мінеральних систем удобрення. За внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція на 1 га сівозміни врожайність коренеплодів у сівозміні з соєю становила 65,8 т/га, ячменем — горохом — 64,9 т/га, горохом — вико-вівсом — 64,3 т/га, що порівняно з мінеральною системою удобрення було вище на 4,3 т/га, 1,9 та 3,9 т/га відповідно. Із застосуванням орґано-мінеральних систем удобрення в короткочасних сівозмінах вміст цукру в коренеплодах порівняно з мінеральною системою

2. Продуктивність буряків цукрових залежно від сівозміни та удобрення (УЛДСС, 2019–2022 рр.)

Сівозміна (чинник А)	Добрива, внесені на 1 га сівозмінної площі (чинник В)	Врожайність, т/га	Цукристість, %	Збір цукру, т/га
Соя — соя — пшениця озима — буряки цукрові	$N_{48,8}P_{45}K_{55} - \Phi_{OH}$	61,5	18,2	11,2
	$\Phi_{OH} + PP$	65,8	18,4	12,0
	$\Phi_{OH} + PP + \text{сидерат}$	69,2	18,2	12,6
	$\Phi_{OH} + 10 \text{ т ґною}$	69,4	18,2	12,7
Ячміль — горох — пшениця озима — буряки цукрові	$N_{48,8}P_{45}K_{55} - \Phi_{OH}$	63,0	18,1	11,4
	$\Phi_{OH} + PP$	64,9	18,2	11,8
	$\Phi_{OH} + PP + \text{сидерат}$	70,9	18,6	13,2
	$\Phi_{OH} + 10 \text{ т ґною}$	69,6	18,5	12,9
Горох — вико-овес — пшениця озима — буряки цукрові	$N_{48,8}P_{45}K_{55} - \Phi_{OH}$	60,4	18,4	11,1
	$\Phi_{OH} + PP$	64,3	18,5	11,9
	$\Phi_{OH} + PP + \text{сидерат}$	68,5	18,4	12,6
	$\Phi_{OH} + 10 \text{ т ґною}$	69,7	18,5	12,9
НІР ₀₅ (чинник А)		1,3	0,1	—
НІР ₀₅ (чинник В)		2,8	0,3	—
НІР ₀₅ (чинник А + В)		3,9	0,4	—

Примітка: ПП — побічна продукція культур сівозміни; сидерат — гірчиця біла; доза внесення мінеральних добрив під буряки цукрові — $N_{90}P_{90}K_{90}$.

удобрення збільшився на 0,1–0,2%. За внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція на 1 га сівозміні збір цукру в сівозмінах був порівнянним і становив 11,8–12,0 т/га.

Доволі ефективною в умовах достатнього зволоження була система удобрення, що передбачала застосування як добрива зеленої маси гірчиці білої поєднано з побічною продукцією та мінеральними добривами. За внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + побічна продукція + сидерат на 1 га сівозміні врожайність коренеплодів у сівозміні з соєю становила 69,2 т/га, сівозміні з ячменем — горохом — 70,9 т/га, горохом — вико-вівсом — 68,5 т/га зі зростанням до фону мінеральних добрив на 7,7 т/га, 7,9 та 8,1 т/га відповідно. Цукристість коренеплодів була найвищою в сівозміні з ячменем — горохом — 18,6%, тоді як у сівозміні з горохом — вико-вівсом — 18,4%, соєю — 18,2%. У сівозміні ячміль — горох — пшениця озима — буряки

цукрові альтернативна за системи удобрення, збагаченої органічним компонентом, ефективність була найвищою: збір цукру становив 13,2 т/га з перевищенням до сівозмін із соєю та горохом — вико-вівсом на 0,6 т/га.

Ефективність застосування традиційної на основі гною системи удобрення в короткоротаційних сівозмінах була порівнянною з ефективністю альтернативної органо-мінеральної системи з внесенням побічної продукції і сидерата. За внесення на 1 га сівозміні $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + 10 т гною врожайність коренеплодів у сівозміні з соєю становила 69,4 т/га, сівозміні з ячменем — горохом — 69,6 т/га, горохом — вико-вівсом — 69,7 т/га; цукристість становила відповідно 18,2%, 18,5 та 18,5%, збір цукру — 12,7 т/га, 12,9 та 12,9 т/га. За традиційної органо-мінеральної системи удобрення збір цукру збільшився до фону мінеральних добрив на 1,5–1,8 т/га.

Висновки

На початок вегетації буряків цукрових у шарі ґрунту 1,5 м накопичувалися високі запаси продуктивної вологи — 225–270 мм. За органо-мінеральних систем удобрення запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 1,5 м були вищі на 5–27 мм, ніж за внесення мінеральних добрив. У сівозмінах з ячменем — горохом та горохом — вико-вівсом запаси вологи були на 15–17 мм більші, ніж у сівозміні з соєю.

На формування біологічного врожаю буряки цукрові найефективніше використовували вологу ґрунту за внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція в сівозмінах ячміль — горох — пшениця озима — буряки цукрові та соя — соя — пшениця озима — буряки цукрові: витрати вологи становили 305 м³/т зі зменшенням до фону мінеральних

добрив на 24–31 м³.

В умовах достатнього зволоження із застосуванням органо-мінеральних систем удобрення в короткоротаційних зерно-бурякових сівозмінах урожайність буряків цукрових порівняно з мінеральною системою удобрення збільшилася на 1,9–9,3 т/га, цукристість становила 0,1–0,5%, збір цукру — 0,4–1,8 т/га.

Найвищої біологічної продуктивності буряків цукрових досягнуто у сівозміні ячміль — горох — пшениця озима — буряки цукрові за внесення $N_{48,8}P_{45}K_{55}$ + сидерат + побічна продукція на 1 га сівозміні: збір цукру — 13,2 т/га з перевищенням фону мінеральних добрив — на 1,8 т/га, аналогічних варіантів у сівозмінах із соєю та горохом — вико-вівсом — на 0,6 т/га.

Ivanina V.¹, Tabachuk O.²

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beets of NAAS, 25 Klinichna Str., Kyiv, 03141, Ukraine; e-mail: ¹v_ivanina@ukr.net, ²oxana_halaburda@ukr.net; ORCID: ¹0000-0002-9471-114X, ²0009-0000-1446-0233

The effect of fertilizer on the use of soil moisture and the productivity of sugar beets in short crop rotations

Goal. To create conditions of stable moisture supply and to achieve high productivity of sugar beets in short crop rotations by optimizing their structure and fertilizer system. **Methods.** A long-term field study to determine the effect of fertilizers on the yield and technological quality of sugar beet root crops; thermostatic-weight — to determine the moisture content in soil samples; calculation — to determine moisture reserves in the 1.5 m soil layer at the beginning and

end of the growing season and the use of moisture by sugar beet plants. **Results.** The results of research on the impact of organo-mineral fertilizer systems on soil moisture availability and biological productivity of sugar beets in short grain-beet crop rotations are presented. It was found that at the beginning of the sugar beet growing season in crop rotations, large reserves of productive moisture (225–270 mm) were accumulated in the 1.5 m soil layer per hectare. The structure of crop rotation had a greater influence on soil moisture than the fertilizer system. Under the mineral fertilizer system ($N_{48.8}P_{45}K_{55}$ per 1 ha of crop rotation), moisture reserves in the soil layer of 1.5 m per 1 ha in crop rotations with precursors (barley — peas and peas — vetch-oat) were higher than in the crop rotation with two soybean fields by 25–38 mm. With the combined application of organic and mineral fertilizers, the reserves of productive moisture in the soil layer of 1.5 m at the beginning of the sugar beet vegetation on 1 ha increased by 5–27 mm compared to the mineral fertilizer system. It was found that sugar beet soil moisture was most effectively used with the combined application of mineral fertilizers, by-products, and green mass of the intermediate sideral culture of white mustard in the rotations of barley — peas — winter wheat — sugar beets and soybean — soybean — winter wheat — sugar beets. It was found that the highest biological productivity of

sugar beets in short grain-beet crop rotations under conditions of sufficient moisture was provided by the application of $N_{48.8}P_{45}K_{55}$ + siderate + side products per 1 ha of crop rotation; at the same time, the structure of crop rotation had a lesser effect on productivity indicators. **Conclusions.** In crop rotations with barley — peas and peas — vetch-oat, the reserves of productive moisture in the 1.5 m soil layer at the beginning of the growing season were 15–17 mm higher than in crop rotations with soybeans. Application of $N_{48.8}P_{45}K_{55}$ + siderate + by-products in crop rotations of barley — peas — winter wheat — sugar beets and soybean — soybean — winter wheat — sugar beets ensured the lowest moisture consumption for the formation of a biological crop of sugar beets (305 m³/t) with a decrease to the background of mineral fertilizers for 24–31 m³. The highest biological productivity of sugar beets was achieved in the crop rotation of barley — peas — winter wheat — sugar beets with the application of $N_{48.8}P_{45}K_{55}$ + siderate + side products per 1 ha of the crop rotation: sugar yield — 13.2 t/ha with exceeded background of mineral fertilizers by 1.8 t/ha; similar options in crop rotations with soybeans and peas — vetch-oat — at 0.6 t/ha.

Key words: moisture supply, crop rotation, sugar beet, productivity.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202308-01>

Бібліографія

1. Blanchet G., Gavazov K., Bragazza L., Sinaj S. Responses of soil properties and crop yields to different inorganic and organic amendments in a Swiss conventional farming system. *Agronomy Ecosystem Environment*. 2016. N 230. P. 116–126. doi: 10.1016/j.agee.2016.05.032
2. Lemke R.L., Bygaard A.J., Campbell C.A. et al. Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a long-term crop rotation experiment on a Udic Boroll. *Agronomy Ecosystem Environment*. 2010. N 135. P. 42–51. doi: 10.1016/j.agee.2009.08.010
3. Schütz L., Gattinger A., Meier M. et al. Improving crop yield and nutrient use efficiency via biofertilization — a global meta-analysis. *Frontage Plant Sci*. 2018. N 8. P. 2204. doi: 10.3389/fpls.2017.02204
4. Isbell F., Craven D., Connolly J. et al. Biodiversity increases the resistance of ecosystem productivity to climate extremes. *Nature*. 2015. N 526. P. 574–577. doi: 10.1038/nature15374
5. Martyniuk S., Pikuła D., Kozieł M. Soil properties and productivity in two long-term crop rotations differing with respect to organic matter management on an Albic Luvisol. *Scientific Report*. 2019. N 9. P. 1878. doi: 10.1038/s41598-018-37087-4
6. Сайко В.Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 11. С. 5–10.
7. 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 Sci*. 2018. doi: 10.3389/fenvs.2018.00040
8. Заришняк А.С., Іваніна В.В., Колібабчук Т.В. Трансформація вуглецю в чорноземі опідзоленому за різних систем удобрення зерно-бурякової сівозміни. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 8. С. 12–17.
9. Venkatesh M.S., Hazra K.K., Ghosh P.K. et al. Long-term effect of crop rotation and nutrient management on soil-plant nutrient cycling and nutrient budgeting in Indo-Gangetic plains of India. *Archives of Agronomy and Soil Sci*. 2017. V. 63. N 14. P. 2007–2022. doi: 10.1080/03650340.2017.1320392
10. Lemke R.L., VandenBygaard A.J., Campbell C.A. et al. Crop residue removal and fertilizer N: effects on soil organic carbon in a long-term crop rotation experiment on a Udic Boroll. *Agriculture Ecosystem Environment*. 2010. N 135. P. 42–51. doi: 10.1016/j.agee.2009.08.010