

ВПЛИВ ДОВГОТРИВАЛОГО ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ТА ЕНЕРГЕТИЧНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ БУРЯКІВ ЦУКРОВИХ

СТРИЛЕЦЬ О.П.^{1*},

к.с.-г.н., зав. сект.,

САБЛУК В.Т.¹,

д.с.-г.н., зав. лаб.,

ДОРОНІН В.А.¹,

д.с.-г.н., зав. лаб.,

СІНЧУК Г.А.¹,

н.с.,

САМАРІНА Н.М.¹,

лаборант,

СЕНЧУК С.М.²,

к.с.-г.н., с.н.с.

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03141, Україна, *e-mail: striletsks@ukr.net

²Білоцерківська дослідно-селекційна станція ІБКЦБ

Вступ. Буряки цукрові є однією з високоефективних цукроносних культур, яку все частіше вирощують на біоенергетичні цілі [1], [2]. Отримання високих та стабільних урожаїв біосировини, біоетанолу, біогазу та енергії потребує сприятливих умов мінерального живлення, які можна створити в ґрунті шляхом внесення добрив [3], [4], [5].

Малі обсяги застосування добрив упродовж останніх десятиліть спричинили значне падіння родючості ґрунтів, зниження вмісту гумусу та поживних речовин, що створює додаткові ризики щодо отримання сталих урожаїв біосировини на ґрунтах, які зазнали змін і деградації [6].

За вирощування буряків цукрових на біоенергетичні цілі важливими постають питання впливу добрив на їх біологічну та енергетичну продуктивність, щодо ефективності альтернативних систем удобрення, які передбачають внесення побічної продукції сільськогосподарських культур замість гною, якого сьогодні обмаль, як вплив добрив проявляються в їх довготривалому застосуванні [7], [8], [9].

Формування оптимальної й, водночас, ефективною системи удобрення буряків цукрових дозволить отримати стабільні врожаї та ширше вирощувати цю культуру для потреб біоенергетики [10].

Метою досліджень було вивчити вплив довготривалого застосування мінеральних, органічних та органо-мінеральних систем удобрення на біологічну й енергетичну продуктивність буряків цукрових.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. у стаціонарному польовому досліді Білоцерківської дослідно-селекційної станції, закладеному в 1976 році. Загальна площа ділянки — 228 м², облікова — 100 м². Розміщення варіантів — систематичне послідовне, повторність — триразова.

Ґрунт дослідного поля — чорнозем вилугований, має такі агрохімічні характеристики верхнього (0–30 см) шару: гідролітична кислотність за Каппеном — 1,72–1,83 смоль/кг ґрунту; загальний вміст гумусу за Тюрнімом — 3,6–3,7%; рухомого фосфору та калію за Чи-

ріковим — відповідно, 156–168 та 67–77 мг/кг ґрунту; лужногідролізованого азоту за Корнфілдом — 111–114 мг/кг ґрунту.

Буряки цукрові вирощували в плодозмінній сівозміні: вико-овес-пшениця озима-буряки цукрові-ячмінь + конюшина-конюшина-пшениця озима. Органічні та мінеральні добрива вносили під буряки цукрові з осені під оранку в формі напіврозкладеного гною, соломи пшениці озимої, амонійної селітри, суперфосфату простого гранульованого та калію хлористого. В досліді висівали гібрид буряків цукрових «Константа», технологія вирощування — загальноприйнята для зони Лісостепу.

Облік урожаю проводили методом пробних ділянок із наступним зважуванням і перерахунком на площу 1 га. Результати досліджень опрацьовували методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерної програми «Статистика».

Вихід біоетанолу, біогазу й енергетичну ємність біомаси буряків цукрових визначали за методикою, представленою в монографії Ганженко О. М. [11].

Результати досліджень та їх обговорення. Результати досліджень показали, що система удобрення є вагомим чинником у підвищенні біологічної та енергетичної продуктивності буряків цукрових. За вирощування буряків цукрових упродовж 50 років без внесення добрив, біологічна продуктивність була досить низькою: врожайність коренеплодів — 18,8 т/га, цукристість — 17,0%, збір цукру — 3,20 т/га. Причиною цьому є значне падіння родючості ґрунту, спричинене довготривалим екстенсивним способом вирощування сільськогосподарських культур (табл. 1).

Застосування мінеральних добрив у зерно-буряковій сівозміні впродовж 50 років забезпечило значне підвищення біологічної продуктивності буряків цукрових. За внесення N53P42K42 на 1 га сівозміни врожайність буряків цукрових становила 39,3 т/га, цукристість — 16,3%, збір цукру — 6,41 т/га. Порівняно з контролем без добрив, тривале внесення мінеральних добрив підвищило врожайність коренеплодів на 20,5 т/га або в 2,1 рази, збір цукру — на 3,21 т/га або в 2,0 рази. Вміст цукру в коренеплодах за внесення мінеральних добрив зменшувався, порівняно

з контролем без добрив, на 0,7%, проте це не позначилось істотно на продуктивності буряків цукрових, яка в удобреному варіанті зберігалась на досить високому рівні.

Зростання біологічної продуктивності буряків цукрових спостерігали за довготривалого застосування альтернативної, з заорюванням, побічної продукції органо-мінеральної системи удобрення. Внесення впродовж 50 років N53P42K42 + побічна продукція на 1 га сівозміни забезпечило врожайність буряків цукрових 41,7 т/га, цукристість — 16,3%, збір цукру — 6,80 т/га. Порівняно з контролем без добрив, альтернативна органо-мінеральна система удобрення підвищила врожайність на 2,4 т/га, збір цукру — на 0,39 т/га. Порівняно з контролем без добрив, урожайність коренеплодів зросла у 2,2 рази, збір цукру — у 2,1 рази. Заорювання в ґрунт побічної продукції не позначилось на цукристості коренеплодів, яка становила 16,3% і була співставною з мінеральною системою удобрення.

Найвищу біологічну продуктивність буряків цукрових у довготривалому досліді забезпечила традиційна, на основі гною, органо-мінеральна система удобрення. За застосування N53P42K42 + 6,7 т/га гною на 1 га сівозміни, врожайність буряків цукрових становила 46,9 т/га, цукристість — 16,5%, збір цукру — 7,74 т/га. За рахунок збалансованого мінерального живлення зазначена система удобрення підвищила врожайність коренеплодів, порівняно з мінеральною системою удобрення, на 7,6 т/га, цукристість — на 0,2%, збір цукру — на 1,33 т/га та збільшила збір цукру, порівняно з контролем без добрив, на 4,54 т/га або у 2,4 рази.

Підвищенню біологічної продуктивності буряків цукрових сприяла традиційна, на основі гною, органічна система удобрення. Внесення 6,7 т/га гною на 1 га сівозміни забезпечило врожайність буряків цукрових 35,0 т/га, цукристість — 16,6%, збір цукру — 5,81 т/га, збільшивши порівняно з контролем без добрив урожайність на 2,4 т/га, збір цукру — на 0,39 т/га.

Отже, довготривале внесення добрив забезпечило отримання сталих урожаїв буряків цукрових із додатковим збором цукру за мінеральною системою удобрення — 3,21 т/га,

Таблиця 1.

Вплив добрив на біологічну продуктивність буряків цукрових, БЦДСС, 2020–2022 рр.

№ вар.	Внесено добрив на 1 га сівозміни, кг	Врожайність, т/га	Цукристість, %	Збір цукру, т/га
11	Без добрив (контроль)	18,8	17,0	3,20
2	N53P42K42	39,3	16,3	6,41
4	N53P42K42 + побічна продукція	41,7	16,3	6,80
13	N53P42K42 + 6,7 т/га гною	46,9	16,5	7,74
14	6,7 т/га гною	35,0	16,6	5,81
НІР05	2,7	0,3	-	
Р,%	3,1	2,2	-	

альтернативної та традиційної органо-мінеральних систем удобрення — 3,6 та 4,54 т/га, відповідно.

Вирощування буряків цукрових на біоенергетичні цілі потребує визначення впливу добрив на вихід біосировини та енергії, яку можна отримати з цієї культури за їх довготривалого застосування та за умов, коли родючість ґрунту буде істотно знижуватись. Результати досліджень показали, що на контролі, де добрива не вносили 50 років, вихід біосировини й енергії був досить низьким: вихід біоетанолу — 1,47 т/га, біогазу — 830 м3/га, сумарний вихід енергії — 55 ГДж/га (табл. 2).

Застосування мінеральних добрив впродовж 50 років збільшило вихід із буряків цукрових біоетанолу, біогазу та енергії більш, ніж удвічі, порівняно з контролем без добрив. За дози добрив N53P42K42 на 1 га сівозміни, вихід біоетанолу становив 3,07 т/га, біогазу — 1680 м3/га, сумарний вихід енергії — 113 ГДж/га зі зростанням до контролю без добрив на 1,6 т/га, 850 м3/га та 58 ГДж/га, відповідно.

Вихід біосировини та енергії з буряків цукрових зростає за довготривалого застосування альтернативної, з азорованням, побічної продукції органо-мінеральної системи удобрення. Внесення впродовж 50 років

N53P42K42 + побічна продукція на 1 га сівозміни забезпечило вихід біоетанолу — 3,25 т/га, біогазу — 1850 м3/га, сумарний вихід енергії — 122 ГДж/га зі зростанням до контролю без добрив на 1,78 т/га, 1020 м3/га та 67 ГДж/га.

Найвищий вихід біосировини та енергії забезпечила традиційна, на основі гною, органо-мінеральна система удобрення. Довготривале застосування N53P42K42 + 6,7 т/га гною на 1 га сівозміни супроводжувалося виходом біоетанолу з буряків цукрових — 3,66 т/га, біогазу — 1980 м3/га, сумарний вихід енергії — 135 ГДж/га зі зростанням до контролю без добрив на 2,19 т/га, 1150 м3/га та 80 ГДж/га.

За органічної системи удобрення вихід біосировини та енергії поступався мінеральній і органо-мінеральним системам удобрення. За внесення 6,7 т/га гною на 1 га сівозміни вихід біоетанолу з буряків цукрових становив 2,73 т/га, біогазу — 1540 м3/га, сумарний вихід енергії — 102 ГДж/га, що, порівняно з контролем без добрив, було вищим на 1,26 т/га, 710 м3/га та 47 ГДж/га.

Отже, за довготривалого вирощування буряків цукрових на біоенергетичні цілі отримання високих обсягів біосировини та енергії потребує застосування органо-мінеральних систем удобрення, які більш, ніж удвічі збіль-

шили вихід біоетанолу, біогазу та енергії порівняно з контролем без добрив.

Висновки

1. За довготривалого застосування добрив найвищу біологічну продуктивність буряків цукрових отримали за органо-мінеральних систем удобрення. За внесення N53P42K42 + 6,7 т/га гною на 1 га сівозміни врожайність коренеплодів становила 46,9 т/га, цукристість — 16,5%, збір цукру — 7,74 т/га, N53P42K42 + побічна продукція — відповідно, 41,7 т/га, 16,3% та 6,80 т/га. Зазначені системи удобрення збільшили, порівняно з контролем без добрив, врожайність коренеплодів у 2,2–2,5 рази, збір цукру — у 2,1–2,4 рази.

2. Застосування впродовж 50 років органо-мінеральних систем удобрення забезпечило максимальні показники енергетичної продуктивності буряків цукрових. За внесення N53P42K42 + 6,7 т/га гною на 1 га сівозміни вихід біоетанолу становив 3,66 т/га, біогазу — 1980 м3/га, сумарний вихід енергії — 135 ГДж/га, N53P42K42 + побічна продукція — відповідно, 3,25 т/га, 1850 м3/га та 122 ГДж/га. Довготривале внесення добрив збільшило енергетичну продуктивність буряків цукрових, порівняно з контролем без добрив, більш ніж у 2 рази.

Таблиця 2.

Вихід біопалива та енергії з буряків цукрових за застосування добрив, БЦДСС, 2020–2022 рр.

№ вар	Внесено добрив на 1 га сівозміни, кг	Коренеплоди			Листки			Всього енергії, ГДж/га
		урожайність, т/га	вихід біоетанолу, т/га	енергія, ГДж/га	урожайність, т/га	вихід біогазу, м3/га	енергія, ГДж/га	
11	Без добрив (контроль)	18,8	1,47	36,8	8,3	830	18,1	55
2	N53P42K42	39,3	3,07	76,8	16,8	1680	36,6	113
4	N53P42K42 + солома	41,7	3,25	81,3	18,5	1850	40,3	122
13	N53P42K42 + 6,7 т/га гною	46,9	3,66	91,5	19,8	1980	43,2	135
14	6,7 т/га гною	35,0	2,73	68,3	15,4	1540	33,6	102

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Гументик М. Я. Вирощування та використання органічної сировини для виробництва енергії. Збірник наукових праць ІБКІЦБ. 2012. Вип. 14. С. 546–548.
- Іващенко О. О., Іващенко О. О. Рослинництво як основа виробництва біопалива. Збірник наукових праць ІБКІЦБ. 2011. Вип. 12. С. 24–32.
- Барштейн Л. А., Шкаредний І. С., Одрехівський О. Г. Залежність родючості ґрунту та продуктивності цукрових буряків від сівозміни та добрив. Землеробство. 1998. № 72. С. 85–90.
- Hasanen G. H., Elsokkary I. H., Kamel M. Z., Abd Elsamea A. M. Influence of nitrogen and organic fertilization on growth, yield and quality of sugar beet growth in calcareous soil. Journal of Plant Production. 2013. Vol. 4(5). P. 733–743. doi: 10.21608/jpp.2013.73063
- Цвей Я. П., Шиманська Н. К. Продуктивність цукрових буряків і внесення елементів живлення залежно від системи удобрення. Вісник Львівського державного аграрного університету. 2005. Вип. 5. С. 205–208.
- Заришняк А. С., Балюк С. А., Лісовий М. В., Комариста А. В. Баланс гумусу і поживних речовин в ґрунтах України. Вісник аграрної науки. 2012. № 1. С. 28–32.
- Martyniuk S., Pikula D., Kozielec 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. Vol. 9. 1878. doi: 10.1038/s41598-018-37087-4
- Ahmad I., Ahmad B., Ali S. Nutrients management strategies to improve yield and quality of sugar beet in semi-arid regions. Journal of Plant Nutrition. 2017. Vol. 40(15). P. 2109–2115. doi: 10.1080/01904167.2016.1267207
- Kabil E. M., Faize M., Makroum K. Effect of Compost Made with Sludge and Organic Residues on Soil and Sugar Beet Crop in Morocco. Journal of Agronomy. 2015. Vol. 14. P. 264–271. doi: 10.3923/ja.2015.264.271
- 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. 2013. Vol. 16(2). P. 189–194. doi: 10.1007/s12355-013-0253-6
- Ганженко О. М. Агроекологічні основи формування продуктивності цукроносних культур для біопалива: монографія. Вінниця, ТОВ «Нілан-ЛТД», 2023. 320 с.

АНОТАЦІЯ

УДК 631.81: 620.952

Вплив довготривалого внесення добрив на врожайність та енергетичну продуктивність буряків цукрових

Стрілець О. П., Саблук В. Т., Доронін В. А., Сінчук Г. А., Самаріна Н. М., Сенчук С. М.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (ІБКІЦБ НААН), вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна

Встановлено, що довготривале застосування органо-мінеральних систем удобрення формувало найвищу біологічну продуктивність буряків цукрових. За внесення N53P42K42 + 6,7 т/га гною на 1 га сівозміни врожайність буряків цукрових — 46,9 т/га, цукристість — 16,5%, збір цукру — 7,74 т/га, N53P42K42 + побічна продукція — відповідно, 41,7 т/га, 16,3% та 6,80 т/га. Зазначені системи удобрення збільшили, порівняно з контролем без добрив, врожайність коренеплодів у 2,2–2,5 рази, збір цукру — у 2,1–2,4 рази. Застосування впродовж 50 років органо-мінеральних систем удобрення забезпечило максимальні показники енергетичної продуктивності буряків цукрових. За внесення N53P42K42 + 6,7 т/га гною на 1 га сівозміни вихід біоетанолу становив 3,66 т/га, біогазу — 1980 м3/га, сумарний вихід енергії — 135 ГДж/га, N53P42K42 + побічна продукція — відповідно, 3,25 т/га, 1850 м3/га та 122 ГДж/га. Довготривале внесення добрив збільшило енергетичну продуктивність буряків цукрових, порівняно з контролем без добрив, більш ніж у 2 рази.

Ключові слова: буряки цукрові, добрива, врожайність, енергетична продуктивність.

ABSTRACT

UDC 631.81: 620.952

Effect of long-term application of fertilizers on the yield and energy productivity of sugar beet

Strilets O. P., Sabluk V. T., Doronin V. A., Sinchuk G. A., Samarina N. M., Senchuk S. M. Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine

It was established that the long-term use of organic-mineral fertilization systems formed the highest biological productivity of sugar beet. When applying N53P42K42 + 6.7 t/ha of manure per 1 ha of crop rotation, the yield of sugar beet was 46.9 t/ha, sugar content — 16.5%, sugar collection — 7.74 t/ha, N53P42K42 + by-products are respectively 41.7 t/ha, 16.3% and 6.80 t/ha. The specified fertilization systems increased the yield of roots by 2.2–2.5 times, sugar collection by 2.1–2.4 times, compared to the control without fertilizers. The use of organic-mineral fertilization systems for 50 years ensured the maximum energy productivity of sugar beet. When applying N53P42K42 + 6.7 t/ha of manure per 1 ha of crop rotation, the output of bioethanol was 3.66 t/ha, biogas — 1980 m3/ha, total energy output — 135 GJ/ha, N53P42K42 + by-products — respectively 3.25 t/ha, 1850 m3/ha and 122 GJ/ha. Long-term application of fertilizers increased the energy productivity of sugar beet compared to the control without fertilizers by more than 2 times.

Key words: sugar beet, fertilizers, yield, energy productivity.