

УДК 631.81:631.86.874

## Вплив традиційних та альтернативних систем удобрення на продуктивність буряків цукрових

 В. В. Іваніна\*,  В. М. Гурська

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

**Мета.** Дослідити вплив мінеральної, традиційної та альтернативної органо-мінеральних систем удобрення на продуктивність та технологічну якість коренеплодів буряків цукрових. **Методи.** Довготривалий польовий та аналітичний. **Результати.** Наведено дані досліджень щодо ефективності традиційних та альтернативних систем удобрення у підвищенні продуктивності та технологічної якості коренеплодів буряків цукрових. Установлено перспективність застосування соломи, зеленої маси гірчиці білої та мінеральних добрив для отримання високих врожаїв і технологічної якості коренеплодів буряків цукрових в умовах достатнього зволоження на чорноземі вилугуваному. **Висновки.** Мінеральна система удобрення за ефективністю поступалась органо-мінеральному удобренню. Максимальна доза мінеральних добрив  $N_{120}P_{80}K_{120}$  забезпечила врожайність коренеплодів 67,5 т/га, цукристість – 17,9 %, збір цукру – 12,1 т/га. Найвищу продуктивність буряків цукрових досягали за внесення 40 т/га гною +  $N_{90}P_{60}K_{90}$ : врожайність коренеплодів – 79,6 т/га, цукристість – 18,2 %, збір цукру – 14,5 т/га зі зростанням врожайності до контролю без добрив – на 37,0 т/га, збору цукру – на 6,7 т/га. Перспективним під буряки цукрові визначено внесення соломи + поживний сидерат +  $N_{90}P_{60}K_{90}$ : врожайність коренеплодів – 70,3 т/га, цукристість – 18,2 %, збір цукру – 12,8 т/га. Зазначена система удобрення поступалась внесенню 40 т/га гною +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  за врожайністю – на 9,3 т/га, збором цукру – на 1,7 т/га. Застосування добрив неістотно підвищило втрати цукру в мелясі порівняно з контролем без добрив: за внесення мінеральних добрив – на 0,01–0,05 %, 40 т/га гною +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  – на 0,07 %, солома + поживний сидерат +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  – на 0,04 %.

**Ключові слова:** добрива; буряки цукрові; врожайність; збір цукру; технологічна якість коренеплодів.

### Вступ

Буряки цукрові є однією з найвимогливіших культур до умов мінерального живлення [1]. Основою удобрення буряків цукрових вважається органо-мінеральна система удобрення, яка передбачає внесення високих дозах гною – понад 30 т/га і формує високий рівень мінерального живлення рослин упродовж періоду вегетації [2–4].

За останні два десятиліття застосування гною різко скоротилось. На один гектар ріллі сьогодні вноситься 0,5–0,8 т/га гною, що у 15–20 разів менше, ніж 1990 році [5]. За таких обставин висока врожайність сільськогосподарських культур досягається переважно за рахунок мінералізації гумусу та зменшення валових запасів елементів живлення у ґрунті. Таке виробництво є нестабільним і у недалекій перспективі призведе до зменшення врожайності сільськогосподарських культур [6–7].

Основою сталості вирощування буряків цукрових можуть стати альтернативні органо-мінеральні системи удобрення де на добриво використовується побічна продукція сільськогосподарських культур та зелена маса проміжних сидеральних культур [8–9]. Поєднання зазначених органічних добрив та оптимізація доз внесення мінеральних добрив здатні забезпечити ґрунт високою кількістю органічної речовини та створити умови достатнього мінерального живлення для отримання високих врожаїв буряків цукрових [10–11].

**Мета досліджень** – установити вплив мінеральної, традиційної та альтернативної органо-мінеральних систем удобрення на продуктивність та технологічну якість коренеплодів буряків цукрових.

Іваніна В. В., Гурська В. М. Вплив традиційних та альтернативних систем удобрення на продуктивність буряків цукрових. *Новітні агротехнології*. 2024. Т. 12, № 1. <https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.296414>

### Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили у стаціонарному досліді упродовж 2021–2023 рр. на Уладово-Люлинецькій дослідно-селекційній станції. Площа посівної ділянки – 200 м<sup>2</sup>, облікової – 100 м<sup>2</sup>, повторність дослідів – триразова.

Ґрунт дослідного поля чорнозем вилугуваний легкосуглинковий, який в орному 0–30 см шарі мистив гумусу за Тюрнімом – 4,0 %, рухомого фосфору за Чиріковим – 130–145, калію – 85–95 мг/кг ґрунту, гідролітична кислотність за Каппеном – 2,3 мг-екв/100 г ґрунту, рН сольове – 5,9.

Добрива вносили під глибоку оранку з осені: органічне добриво – гній підстилковий напіврозкладений; азотні добрива – амонійна селітра, фосфорні – суперфосфат простий гранульований, калійні – калій хлористий. В якості післяжнивного сидерату сіяли гірчицю білу, зелену масу заорювали на добриво в кінці жовтня.

У роки досліджень вирощували посухостійкий гібрид буряків цукрових 'Булава'. Технологія вирощування – українська інтенсивна, загальноприйнята для зони Лісостепу.

Облік врожаю проводили методом пробних ділянок з наступним зважуванням і перерахунком на площу 1 га. Технологічну якість коренеплодів визначали на автоматизованій лінії «Венема». Результати експериментальних даних опрацьовували методом дисперсійного аналізу з використанням комп'ютерної програми Статистика.

### Результати досліджень

За вирощування буряків цукрових на природному фоні родючості без внесення добрив врожайність коренеплодів в середньому за 2021–2023 рр. становила 42,6 т/га, цукристість – 18,2 %, збір цукру – 7,8 т/га. Застосування добрив в дозі N<sub>60</sub>P<sub>40</sub>K<sub>60</sub> підвищило врожайність коренеплодів до контролю без добрив – на 14,5 т/га, збір цукру – на 2,5; дозі N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – на 19,9 та 3,4; дозі N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>120</sub> – на 24,9 та 4,3 т/га, відповідно. Буряки цукрові позитивно відгукувались на збільшення дози мінеральних добрив до N<sub>120</sub>P<sub>80</sub>K<sub>120</sub> за якої врожайність коренеплодів становила 67,5 т/га, цукристість – 17,9 %, збір цукру – 12,1 т/га. За застосування добрив цукристість коренеплодів знизилась до контролю без добрив на 0,2–0,3 % (табл. 1).

Таблиця 1

**Продуктивність буряків цукрових за традиційних та альтернативних систем удобрення (середнє за 2021–2023 рр.)**

№ вар.	Варіант	Урожай-ність, т/га	± до контролю, т/га	Цукрис-тість, %	Збір цукру, т/га	± до контролю, т/га
1	Без добрив (контроль)	42,6	–	18,2	7,8	–
2	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	57,1	14,5	18,0	10,3	2,5
3	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	62,5	19,9	17,9	11,2	3,4
4	N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>120</sub>	67,5	24,9	17,9	12,1	4,3
5	40 т/га гною + N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	79,6	37,0	18,2	14,5	6,7
6	40 т/га гною	63,0	20,4	18,3	11,5	3,7
10	Пожнивний сидерат	47,8	5,2	18,0	8,6	0,8
11	Пожнивний сидерат + N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	65,1	22,5	18,1	11,8	4,0
12	Солома + поживний сидерат + N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	70,3	27,7	18,2	12,8	5,0
	НІР <sub>0,05</sub>	3,7	–	0,3	–	–
	Р, %	3,2	–	1,9	–	–

**Примітка.** Ланка сівозміни горох – пшениця озима – буряки цукрові, врожайність гірчиці – 15,1 т/га.

Найвища продуктивність буряків цукрових досягалась за традиційної органо-мінеральної системи удобрення. Внесення 40 т/га гною + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> забезпечило врожайність коренеплодів – 79,6 т/га, цукристість – 18,2 %, збір цукру – 14,5 т/га зі зростанням врожайності до контролю без добрив – на 37,0, збору цукру – на 6,7 т/га.

Досить ефективною визначено органічну систему удобрення на основі гною. Внесення 40 т/га гною забезпечило врожайність коренеплодів – 63,0 т/га, цукристість – 18,3 %, збір цукру – 11,5 т/га зі зростанням врожайності до контролю без добрив – на 20,4, збору цукру – на 3,7 т/га. Натомість застосування на добриво зеленої маси гірчиці білої показало досить низьку ефективність в умовах

достатнього зволоження на чорноземі вилугуваному: врожайність коренеплодів – 47,8 т/га, цукристість – 18,0 %, збір цукру – 8,6 т/га, що порівняно з контролем без добрив підвищило врожайність лише на 5,2, збір цукру – на 0,8 т/га.

Ефективність альтернативного органічного добрива значно зростала за поєданого внесення з мінеральними добривами. За внесення зеленої маси гірчиці білої + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> врожайність коренеплодів становила 65,1 т/га, цукристість – 18,1 %, збір цукру – 11,8 т/га зі зростанням врожайності до контролю без добрив – на 22,5, збору цукру – на 4,0 т/га.

Найефективнішим альтернативним удобренням буряків цукрових в умовах достатнього зволоження на чорноземі вилугуваному визначено внесення солома + поживний сидерат + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub>: врожайність коренеплодів – 70,3 т/га, цукристість – 18,2 %, збір цукру – 12,8 т/га зі зростанням врожайності до контролю без добрив – на 27,7, збору цукру – на 5,0 т/га. Зазначена система удобрення поступалась внесенню 40 т/га гною + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> за врожайністю – на 9,3 т/га, збором цукру – на 1,7 т/га.

Застосування добрив незначно погіршило технологічну якість коренеплодів та збільшило втрати цукру в мелясі. Так, на контролі без добрив вміст кондуктометричної золи в коренеплодах становив 0,320 %, вихід меляси 2,40 %, втрати цукру в мелясі 1,20 %, що супроводжувалось виходом цукру на заводі 16,1 % (табл. 2).

Таблиця 2

**Технологічна якість коренеплодів буряків цукрових за традиційних та альтернативних систем удобрення (середнє за 2021–2023 рр.)**

№ вар	Варіант	Вміст кондукто- метричної золи, %	Вихід меляси, %	Втрати цукру в мелясі, %	Чистота соку, %	Вихід цукру, %
1	Без добрив (контроль)	0,320	2,40	1,20	92	16,1
2	N <sub>60</sub> P <sub>40</sub> K <sub>60</sub>	0,322	2,42	1,21	92	15,9
3	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	0,327	2,45	1,23	93	15,8
4	N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>120</sub>	0,333	2,50	1,25	92	15,7
5	40 т/га гною + N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	0,338	2,54	1,27	93	16,0
6	40 т/га гною	0,334	2,51	1,26	92	16,1
10	Поживний сидерат	0,326	2,45	1,23	92	15,9
11	Поживний сидерат + N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	0,334	2,51	1,26	92	15,9
12	Солома + поживний сидерат + N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	0,330	2,48	1,24	92	16,1

Застосування добрив в дозах N<sub>60-120</sub>P<sub>40-80</sub>K<sub>60-120</sub> збільшило вміст кондуктометричної золи в коренеплодах до контролю без добрив на 0,002–0,013 %, вихід меляси – на 0,02–0,10 %, втрати цукру в мелясі – на 0,01–0,05 % що супроводжувалось виходом цукру на заводі в межах 15,7–15,9 %. За внесення мінеральних добрив вихід цукру на заводі зменшився порівняно з контролем без добрив на 0,3–0,4 %.

Втрати цукру в мелясі зростали за традиційних органічної та органо–мінеральної систем удобрення. За внесення 40 т/га гною втрати цукру в мелясі становили 1,26 %, 40 т/га гною + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – 1,27 % зі зростанням до контролю без добрив – на 0,06 % та 0,07 %. Разом з тим, через підвищену цукристість коренеплодів у зазначених варіантах вихід цукру на заводі зберігався досить високим і становив 16,1 та 16,0 %, відповідно.

Підвищені втрати цукру спостерігали за поєданого внесення зеленої маси гірчиці білої + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – 1,26 % з перевищенням контролю без добрив – на 0,06 %. Додавання соломи пшениці озимої до зазначеної системи удобрення зменшило втрати цукру в мелясі до 1,24 %, що порівняно з контролем без добрив було вищим – на 0,04 %. Вихід цукру на заводі за внесення солома + поживний сидерат + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> був досить високим – 16,1 %, що було на рівні контролю без добрив.

Отже, застосування добрив неістотно погіршило технологічну якість коренеплодів і супроводжувалось невисокими втратами цукру в мелясі. Внесення мінеральних добрив в дозі N<sub>60-120</sub>P<sub>40-80</sub>K<sub>60-120</sub> збільшило втрати цукру в мелясі порівняно з контролем без добрив – на 0,01–0,05 %, 40 т/га гною + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – на 0,07 %, солома + поживний сидерат + N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> – на 0,04 %.

## Висновки

1. Мінеральна система удобрення за ефективністю поступалась органо-мінеральній. За максимальної дози мінеральних добрив ( $N_{120}P_{80}K_{120}$ ) врожайність коренеплодів становила 67,5 т/га, цукристість – 17,9 %, збір цукру – 12,1 т/га зі збільшенням врожайності до контролю без добрив – на 24,3 т/га, збору цукру – на 4,3 т/га.

2. Найвищу продуктивність буряків цукрових отримали за внесення 40 т/га гною +  $N_{90}P_{60}K_{90}$ : врожайність коренеплодів – 79,6 т/га, цукристість – 18,2 %, збір цукру – 14,5 т/га зі зростанням врожайності до контролю без добрив – на 37,0 т/га, збору цукру – на 6,7 т/га.

3. Досить ефективною визначено альтернативну систему удобрення з внесенням соломи + поживний сидерат +  $N_{90}P_{60}K_{90}$ : врожайність коренеплодів – 70,3 т/га, цукристість – 18,2 %, збір цукру – 12,8 т/га зі зростанням врожайності до контролю без добрив – на 27,7 т/га, збору цукру – на 5,0 т/га. Зазначена система удобрення поступалась традиційній органо-мінеральній системі за врожайністю – на 9,3 т/га, збором цукру – на 1,7 т/га.

4. Застосування добрив неістотно погіршило технологічну якість коренеплодів. Внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{120}P_{80}K_{120}$  збільшило втрати цукру в мелясі порівняно з контролем без добрив – на 0,05 %, 40 т/га гною +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  – на 0,07 %, солома + поживний сидерат +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  – на 0,04 %.

## Використана література

1. Draycott A. P., Christenson D. R. Nutrients for sugar beet production. *Soil-Plant Relationships*. CABI : Wallingford, 2003. P. 177–181.
2. 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. doi: 10.1080/01904167.2016.1267207
3. Барштейн Л. А., Шкаредний І. С., Одрехівський О. Г. Залежність родючості ґрунту та продуктивності цукрових буряків від сівозмін та добрив. *Землеробство*. 1998. № 72. С. 85–90.
4. Цвей Я. П., Шиманська Н. К. Продуктивність цукрових буряків і виносення елементів живлення залежно від системи удобрення. *Вісник Львівського державного аграрного університету*. 2005. № 5. С. 205–208.
5. 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.
6. Martyniuk S., Pikuła D., Koziel 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. No 9. Article 1878. doi: 10.1038/s41598-018-37087-4
7. Балюк С. А., Медведєв В. В., Тараріка О. Г. Про стан родючості ґрунтів України. *Національна доповідь*. Київ, 2010. 111 с.
8. Сайко В. Ф. Наукові основи землеробства в контексті змін клімату. *Вісник аграр. науки*. 2008. № 11. С. 5–10.
9. Цвей Я. П., Касянчук Ф. П. Використання поживної гірчиці при вирощуванні цукрових буряків. *Цукрові буряки*. 2004. № 3. С. 14–15.
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. doi: 10.1007/s12355-013-0253-6
11. 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. No 11. Article 133. doi: 10.3390/agronomy11010133

## References

1. Draycott, A. P., & Christenson, D. R. (2003). Nutrients for sugar beet production. In *Soil-Plant Relationships* (pp. 177–181). CABI: Wallingford.
2. 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. doi: 10.1080/01904167.2016.1267207
3. Barshtein, L. A., Shkarednyi, I. S., & Odrekhiivskyi, O. G. (1998). Dependence of soil fertility and sugar beet productivity on crop rotation and fertilizers. *Agriculture*, 72, 85–90. [In Ukrainian]
4. Tsvei, Ya. P., & Shymanska, N. K. (2005). Sugar beet productivity and nutrient removal depending on the fertilizer system. *Bulletin of Lviv State Agrarian University*, 5, 205–208. [In Ukrainian]

5. Zaryshniak, A. S., Baliuk, S. A., Lisovyi, M. V., & Komarista, A. V. (2012). Balance of humus and nutrients in soils of Ukraine. *Bulletin of Agrarian Science*, 1, 28–32. [In Ukrainian]
6. Martyniuk, S., Pikuła, D., & Koziel, M. (2019). Soil properties and productivity in two long-term crop rotations differing with respect to organic matter management on an Albic Luvisol. *Scientific Report*, 9, Article 1878. doi: 10.1038/s41598-018-37087-4
7. Baliuk, S. A., Medvediev, V. V., & Tarariko, O. G. (2010). On the state of soil fertility of Ukraine. *National Report*. Kyiv. [in Ukrainian]
8. Saiko, V. F. (2008). The scientific basis of agriculture in the context of climate change. *Bulletin of Agrarian Science*, 11, 5–10. [in Ukrainian]
9. Tsvey, Ya. P., & Kasyanchuk, F. P. (2004). Use of harvest mustard when growing sugar beets. *Sugar Beet*, 3, 14–15. [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. doi: 10.1007/s12355-013-0253-6
11. 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, Article 133. doi: 10.3390/agronomy11010133

UDC 631.81:631.86.874

**Ivanina, V. V.\***, & **Gurska, V. M.** (2024). The influence of traditional and alternative fertilization systems on the productivity of sugar beet. *Advanced Agritechnologies*, 12(1). <https://doi.org/10.47414/na.12.1.2024.296414> [In Ukrainian]

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

**Purpose.** To investigate the influence of mineral, traditional and alternative organic-mineral fertilization systems on productivity and technological quality of sugar beet roots. **Methods.** Long-term field and analytical. **Results.** Research data on the effectiveness of traditional and alternative fertilization systems in increasing the productivity and technological quality of sugar beet roots are given. The perspective of using straw, green mass of white mustard and mineral fertilizers to obtain high yield and technological quality of sugar beet roots under conditions of sufficient moisture on leached chernozem has been established. **Conclusions.** The mineral fertilizer system was inferior to the organic-mineral fertilization in terms of efficiency. The maximum dose of mineral fertilizers  $N_{120}P_{80}K_{120}$  ensured roots yield – 67.5 t/ha, sugar content – 17.9 %, sugar yield – 12.1 t/ha. The highest productivity of sugar beet was achieved with the application of 40 t/ha of manure +  $N_{90}P_{60}K_{90}$ : yield of roots – 79.6 t/ha, sugar content – 18.2 %, sugar yield – 14.5 t/ha with an increase in yield compared to the control without fertilizers – by 37.0 t/ha, sugar yield – by 6.7 t/ha. The application of straw + green manure +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  was determined to be promising under sugar beet: roots yield – 70.3 t/ha, sugar content – 18.2 %, sugar yield – 12.8 t/ha. The specified fertilization system was inferior to the application of 40 t/ha of manure +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  in yield by 9.3 t/ha, sugar collection – by 1.7 t/ha. The use of fertilizers insignificantly increased the loss of sugar in molasses compared to the control without fertilizers: with the application of mineral fertilizers - by 0.01–0.05 %, 40 t/ha of manure +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  – by 0.07 %, straw + green manure +  $N_{90}P_{60}K_{90}$  – by 0.04 %.

**Keywords:** fertilizers; sugar beet; yield; sugar collection; technological quality of roots.

Надійшла / Received 06.12.2023  
Погоджено до друку / Accepted 04.01.2024