

УДК 633.63:631.81.86

Оптимізація азотного живлення у підвищенні продуктивності буряків цукрових

В. В. Іваніна*, М. С. Данюк

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

Мета. Дослідити вплив доз і способів внесення азотних добрив на продуктивність буряків цукрових за заорювання на добриво соломи пшениці озимої. **Методи.** Короткотривалий польовий та аналітичний. **Результати.** Наведено результати досліджень щодо впливу доз внесення азотних добрив весною у передпосівну культивуацію на фоні соломи і мінеральних добрив внесених під оранку на продуктивність буряків цукрових. Визначено врожайність буряків цукрових, вміст цукру в коренеплодах та біологічну їх продуктивність за застосування альтернативних органо-мінеральних систем удобрення. **Висновки.** Встановлено, що альтернативні органо-мінеральні системи удобрення істотно підвищили біологічну продуктивність буряків цукрових. Внесення мінеральних добрив з осені під глибоку оранку в дозі $N_{90}P_{90}K_{90}$ по фоні 5 т/га соломи визначено менш біологічно продуктивним: врожайність коренеплодів – 49,9 т/га, збір цукру – 8,73 т/га з перевищенням контролю без добрив на 8,7 та 1,56 т/га, відповідно. Найоптимальнішим під буряки цукрові визначено внесення N_{90} у передпосівну культивуацію на фоні 5 т/га соломи + $P_{90}K_{90}$ під оранку: врожайність коренеплодів – 55,8 т/га, збір цукру – 9,71 т/га з перевищенням контролю без добрив на 14,6 та 2,54 т/га, відповідно. Збільшення дози азоту весною понад 90 кг/га не супроводжувалось істотним зростанням врожайності, знижувало цукристість коренеплодів, а тому було малоефективним.

Ключові слова: азотні добрива; дози; буряки цукрові; продуктивність.

Вступ

Азотне живлення є базовим у формуванні врожайності сільськогосподарських культур. Недостатнє забезпечення буряків цукрових азотом призводить до істотного зниження врожайності, натомість надлишок азоту погіршує технологічну якість коренеплодів та посилює екологічні ризики пов'язані з забрудненням навколишнього середовища нітратами [1–3].

Отримання високих і стабільних врожаїв буряків цукрових потребує першочергової оптимізації живлення рослин азотом. Із найбільш поширених агрохімічних заходів, що дозволяють регулювати азотне живлення рослин є дози і способи внесення азотних добрив [4]. Дослідженнями [5, 6] встановлено, що наближення термінів внесення азотних добрив до періоду інтенсивного використання азоту рослинами дозволяє зменшити дози добрив, запобігає непродуктивним втратам азоту в атмосферу та навколишнє середовище. Це також важливий захід щодо зменшення витрат на добрива та досягнення високої економічної ефективності ведення виробництва.

За нинішніх умов, коли сільське господарство України відчуває гострий дефіцит гною, вирощування буряків цукрових ґрунтується на широкому заорюванні на добриво соломи пшениці озимої – основного попередника цієї культури [7–9]. За використання на добриво соломи питання оптимізації азотного живлення вивчені недостатньо [10].

Мета досліджень – установити вплив доз і способів внесення азотних добрив на продуктивність буряків цукрових за заорювання на добриво соломи пшениці озимої.

Матеріали та методика досліджень

Наукові дослідження проводили упродовж 2018–2020 рр. у тимчасовому польовому досліді на чорноземі опідзоленому в умовах Верхняцької дослідно-селекційної станції ІБКіЦБ НААН.

Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений, який має наступну агрохімічну та фізико-хімічну характеристику орного (0–30 см) шару: гідролітична кислотність за Каппеном – 2,21–3,80 мг-екв/100 г ґрунту, загальний вміст гумусу за Тюрнімом – 3,0–3,2 %; рухомого фосфору та калію за Чиріковим – відповідно 84–96 та 86–110 мг/кг ґрунту; лужногідролізованого азоту за Корнфілдом – 110–115 мг/кг ґрунту.

Розмір посівної ділянки – 75 м², облікової – 50 м². Розміщення повторень систематичне послідовне, повторність чотириразова. У досліді сіяли гібрид буряків цукрових 'Булава'. Гібрид посухостійкий, формує потужний листковий апарат. Солому пшениці озимої вносили у першій декаді серпня і заробляли у ґрунт на глибину 8–10 см за допомогою дискового лушпильника. Фосфорні і калійні добрива в дозі 90 кг/га вносили з осені під глибоку оранку (третья декада вересня) у формі суперфосфату простого гранульованого та калію хлористого; азотні з осені під оранку та весною у передпосівну культивуацію у формі амонійної селітри.

Облік урожайності проводили пробними ділянками з перерахунком на 1 га посівної площі. Цукристість і технологічні якості коренеплодів цукрових буряків визначали на лінії «Венема». Опрацювання результатів досліджень проводили методом дисперсійного аналізу.

Результати досліджень

Дослідження показали, що врожайність коренеплодів по рокам досліджень була відносно стабільною і варіювала на контролі без добрив в межах 38,3 т/га у 2020 році до 44,6 т/га у 2018 р. Заорювання на добриво соломи пшениці озимої неістотно впливало на врожайність буряків цукрових. У середньому за 2018–2020 рр. внесення 5 т/га соломи забезпечило врожайність коренеплодів 41,6 т/га, що лише на 0,4 т/га перевищило врожайність на контролі, де добрива не вносились (табл. 1).

Внесення мінеральних добрив з осені під глибоку оранку в дозі N₉₀P₉₀K₉₀ по фоні 5 т/га соломи підвищило врожайність коренеплодів порівняно з контролем без добрив на 8,7 т/га за абсолютного показника 49,9 т/га. Поєднане внесення соломи і мінеральних добрив забезпечило істотне зростання врожайності буряків цукрових.

Ефективність альтернативної органо-мінеральної системи удобрення значно зростала за весняних термінів внесення азотних добрив по фоні соломи, фосфорних і калійних добрив внесених осінню під глибоку оранку. За внесення 5 т/га соломи + P₉₀K₉₀ (під оранку) + N₉₀ (у передпосівну культивуацію) врожайність коренеплодів становила 55,8 т/га зі зростанням до контролю без добрив на 14,6 т/га, до внесення 5 т/га соломи + N₉₀P₉₀K₉₀ під оранку – на 5,9 т/га.

Таблиця 1

Урожайність буряків цукрових залежно від доз і способів внесення азотних добрив, т/га

Варіант	Роки			Середнє за 3 роки	± до контролю, т/га
	2018	2019	2020		
Без добрив (контроль)	44,6	40,7	38,3	41,2	-
Солома, 5 т/га – Фон	46,3	41,6	37,0	41,6	0,4
Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ під оранку	53,1	48,9	47,7	49,9	8,7
Фон + P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀ весною у передпосівну культивуацію	57,1	57,0	53,3	55,8	14,6
Фон + P ₉₀ K ₉₀ + N ₁₂₀ - « -	59,4	60,0	52,1	57,2	16,0
Фон + P ₉₀ K ₉₀ + N ₁₅₀ - « -	60,2	59,8	56,5	58,8	17,6
НІР ₀₅	3,7	4,2	3,5	3,8	-
P, %	2,6	3,0	2,6	2,7	-

Збільшення дози азотних добрив у передпосівну культивуацію до 120 та 150 кг/га супроводжувалось врожайністю коренеплодів – 57,2 та 58,8 т/га відповідно. Зазначені дози азотних добрив не забезпечили статистично достовірного збільшення врожайності коренеплодів порівняно з дозою азоту 90 кг/га. Це свідчить, що доза азоту 90 кг/га у передпосівну культивуацію на фоні 5 т/га соломи + P₉₀K₉₀ під оранку була найбільш економічно доцільною.

Цукристість коренеплодів найнижчою була у 2018 році – 14,9 % на контролі без добрив та істотно зростала у 2019 та 2020 роках – до 18,5% та 18,8%, відповідно. У середньому за 2018–2020 рр. вміст цукру в коренеплодах контролю без добрив становив 17,4 % (табл. 2).

За внесення 5 т/га соломи цукристість коренеплодів порівняно з контролем без добрив підвищилась на 0,2 % і становила 17,6 %. Застосування на добриво соломи незначно підвищило цукристість коренеплодів, що може бути наслідком посиленої іммобілізації азоту у ґрунті спричинене заорюванням соломи, зменшення темпів наростання вегетативної маси буряків цукрових і збільшення відтоку цукрів до коренеплоду.

Внесення мінеральних добрив з осені під глибоку оранку в дозі N₉₀P₉₀K₉₀ по фоні 5 т/га соломи супроводжувалось стабільністю вмісту цукру в коренеплодах на рівні контролю без добрив – 17,5 %.

Таблиця 2

Вміст цукру в коренеплодах буряків цукрових залежно від доз і способів внесення азотних добрив, %

Варіант	Роки			Середнє за 3 роки	± до контролю, %
	2018	2019	2020		
Без добрив (контроль)	14,9	18,5	18,8	17,4	–
Солома, 5 т/га - Фон	14,9	19,0	18,9	17,6	0,2
Фон + N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ під оранку	14,7	19,1	18,6	17,5	0,1
Фон + P ₉₀ K ₉₀ + N ₉₀ весною у передпосівну культивуацію	14,6	19,0	18,6	17,4	–
Фон + P ₉₀ K ₉₀ + N ₁₂₀ - « -	14,4	18,8	18,7	17,3	-0,1
Фон + P ₉₀ K ₉₀ + N ₁₅₀ - « -	14,1	18,6	18,4	17,0	-0,4
НІР ₀₅	0,4	0,5	0,5	0,4	–
P, %	2,1	2,3	2,2	2,0	–

Висока цукристість коренеплодів зберігалась за внесення N₉₀ у передпосівну культивуацію на фоні 5 т/га соломи + P₉₀K₉₀ під оранку – 17,4 %. Внесення азотних добрив весною у дозі 90 кг/га не мало негативного впливу на цукристість коренеплодів буряків цукрових. Не спостерігали значного зниження цукристості за внесення у передпосівну культивуацію дози азотних добрив 120 кг/га – 17,3 %. Натомість доза азоту 150 кг/га зменшила цукристість коренеплодів порівняно з контролем без добрив на 0,4 % за абсолютного показника 17,0 %. Внесення у передпосівну культивуацію дози азотних добрив понад 120 кг/га супроводжувалось статистично достовірним зниженням цукристості коренеплодів, що свідчить про надмірне азотне живлення рослин.

Інтегральним показником ефективності системи удобрення є показник біологічного збору цукру. У середньому за 2018–2020 рр. збір цукру на контролі без добрив становив 7,17 т/га. За внесення 5 т/га соломи збір цукру підвищився на 0,15 т/га за абсолютного показника 7,32 т/га (рис. 1).

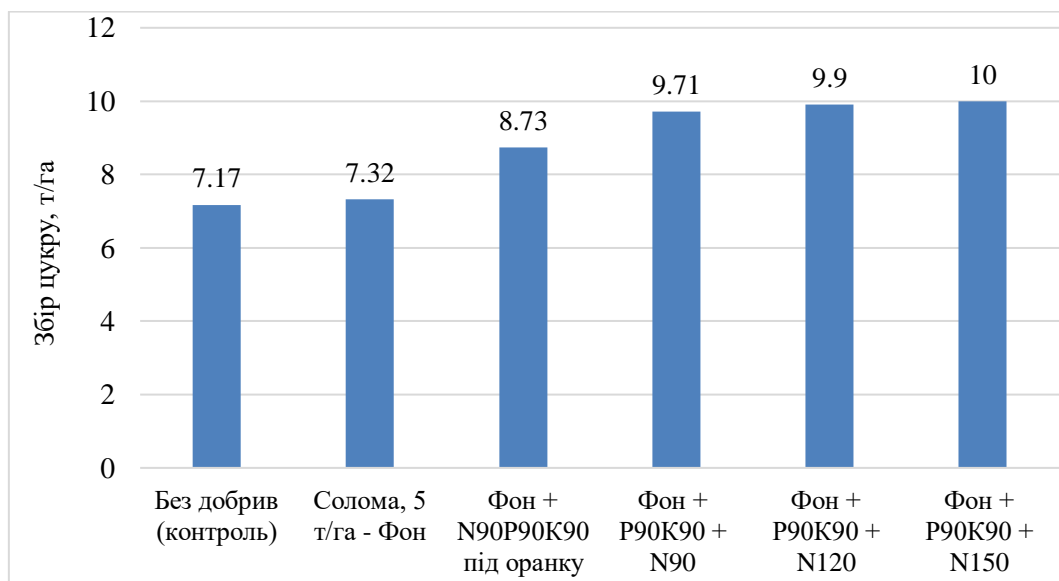


Рис. Збір цукру залежно від доз і способів внесення азотних добрив, т/га (2018–2020 рр.)

Примітка. У варіантах 4–6 азотні добрива вносили весною у передпосівну культивуацію

Істотного зростання біологічної продуктивності буряків цукрових досягали за застосування альтернативних органо-мінеральних систем удобрення. За внесення 5 т/га соломи + N₉₀P₉₀K₉₀ з осені під глибоку оранку біологічний збір цукру становив 8,73 т/га з перевищенням контролю без добрив на 1,56 т/га.

Значно ефективнішим під буряки цукрові визначено весняні терміни внесення азотних добрив. За внесення N₉₀ у передпосівну культивуацію на фоні 5 т/га соломи + P₉₀K₉₀ під оранку збір цукру становив 9,71 т/га з перевищенням контролю без добрив на 2,54 т/га, внесення 5 т/га соломи + N₉₀P₉₀K₉₀ під оранку – на 0,98 т/га.

Збільшення дози азотних добрив у передпосівну культивуацію до 120 та 150 кг/га супроводжувалось підвищенням збору цукру порівняно з дозою 90 кг/га – на 0,19 та 0,29 т/га, відповідно. Таке збільшення збору цукру було незначним на фоні витрат понесених на внесення підвищених доз азотних добрив.

Висновки

Альтернативні органо-мінеральні системи удобрення істотно підвищили біологічну продуктивність буряків цукрових. Внесення мінеральних добрив з осені під глибоку оранку в дозі N₉₀P₉₀K₉₀ по фоні 5 т/га соломи визначено менш біологічно продуктивним: врожайність коренеплодів – 49,9 т/га, збір цукру – 8,73 т/га з перевищенням контролю без добрив на 8,7 та 1,56 т/га, відповідно.

Найефективнішим під буряки цукрові визначено внесення N₉₀ у передпосівну культивуацію на фоні 5 т/га соломи + P₉₀K₉₀ під оранку: врожайність коренеплодів – 55,8 т/га, збір цукру – 9,71 т/га з перевищенням контролю без добрив на 14,6 та 2,54 т/га, відповідно. Збільшення дози азоту весною понад 90 кг/га не супроводжувалось істотним зростанням врожайності, знижувало цукристість коренеплодів, а тому було малоефективним.

Використана література

1. 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
2. Palmer J., Thorburn P., Biggs J. et al. Nitrogen Cycling from Increased Soil Organic Carbon Contributes Both Positively and Negatively to Ecosystem Services in Wheat Agro-Ecosystems. *Frontiers in Plant Science*. 2017. Vol. 8. Article 731. doi: 10.3389/fpls.2017.00731
3. Lori M., Symanczik S., Mäder M. et al. Distinct Nitrogen Provisioning From Organic Amendments in Soil as Influenced by Farming System and Water Regime. *Frontiers in Environmental Science*. 2018. Vol. 6. Article 40. doi: 10.3389/fenvs.2018.00040
4. Іваніна В. В., Колібабчук Т. В., Кулеша П. О. Резерви підвищення продуктивності цукрових буряків і стабілізації родючості ґрунту. *Наукові праці ІБКЦБ*. 2012. Вип. 14. С. 61–64.
5. 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, Iss. 5. P. 733–743. doi: 10.21608/jpp.2013.73063
6. Mekdad A. A. A. Sugar beet productivity as affected by nitrogen fertilizer and foliar spraying with boron. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2015. Vol. 4, Iss. 4. P. 181–196.
7. Reichel R., Wei J., Islam M. S. et al. Potential of Wheat Straw, Spruce Sawdust, and Lignin as High Organic Carbon Soil Amendments to Improve Agricultural Nitrogen Retention Capacity: An Incubation Study. *Frontiers in Plant Science*. 2018. Vol. 9. Article 900. doi: 10.3389/fpls.2018.00900
8. Kabil E. M., Faize M., Makroum K. et al. 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
9. 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
10. Цвей Я. П., Шиманська Н. К. Продуктивність цукрових буряків і винесення елементів живлення залежно від системи удобрення. *Вісник Львівського державного аграрного університету*. 2005. Вип. 5. С. 205–208.

References

1. Ahmad, I., Ahmad, B., Ali, S., Kamran, M., Qing Fang, H., & Bilegjargal, 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
2. Palmer, J., Thorburn, P. J., Biggs, J. S., Dominati, E. J., Probert, M. E., Meier, E. A., ... Parton, W. J. (2017). Nitrogen Cycling from Increased Soil Organic Carbon Contributes Both Positively and Negatively to Ecosystem Services in Wheat Agro-Ecosystems. *Frontiers in Plant Science*, 8, 731. doi: 10.3389/fpls.2017.00731
3. Lori, M., Symanczik, S., Mäder, P., Efosa, N., Jaenicke, S., Buegger, F., ... Gattinger, A. (2018). Distinct Nitrogen Provisioning From Organic Amendments in Soil as Influenced by Farming System and Water Regime. *Frontiers in Environmental Science*, 6, 33–40. doi: 10.3389/fenvs.2018.00040
4. Ivanina, V. V., Kolibabchuk, T. V., & Kulesha, P. O. (2012). Reserves for increasing sugar beet productivity and stabilizing soil fertility. *Scientific papers of Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 14, 61–64. [In Ukrainian]
5. Hasanen, G., Elsokkary, I., Kamel, M., & Abd Elsamea, A. (2013). Influence of nitrogen and organic fertilization on growth, yield and quality of sugar beet growth in calcareous soil. *Journal of Plant Production*, 4(5), 733–743. doi: 10.21608/jpp.2013.73063
6. Mekdad, A. A. A. (2015). Sugar beet productivity as affected by nitrogen fertilizer and foliar spraying with boron. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(4), 181–196.
7. Reichel, R., Wei, J., Islam, M. S., Schmid, C., Wissel, H., Schröder, P., Schloter, M., & Brüggemann, N. (2018). Potential of Wheat Straw, Spruce Sawdust, and Lignin as High Organic Carbon Soil Amendments to Improve Agricultural Nitrogen Retention Capacity: An Incubation Study. *Frontiers in Plant Science*, 9, 900. doi: 10.3389/fpls.2018.00900
8. Kabil, E. M., Faize, M., Makroum, K., Assobhei, O., Rafrafi, M., Loizidou, M., & Aajjane, A. (2015). Effect of Compost Made with Sludge and Organic Residues on Soil and Sugar Beet Crop in Morocco. *Journal of Agronomy*, 14, 264–271. doi: 10.3923/ja.2015.264.271
9. Bagherzadeh, A., Kalat, S. M. N., & Hajian, J. (2013). 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
10. Tsvey, 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]

UDC 633.63:631.81.86

Ivanina, V. V. *, & **Daniuk, M. S.** (2022). Optimization of nitrogen nutrition in increasing the productivity of sugar beet. *Advanced Agritechnologies*, 10(1). <https://doi.org/10.47414/na.10.1.2022.265665> [In Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e mail: v_ivanina@meta.ua*

Purpose. Investigate the effect of doses and methods of applying nitrogen fertilizers on the productivity of sugar beets after plowing in for fertilizer of winter wheat straw. **Methods.** Short-term field and analytical. **Results.** The results of research on the effect of doses of nitrogen fertilizers applied in spring under pre-sowing cultivation over the background of straw and mineral fertilizers applied under plowing on the productivity of sugar beet are given. The yield of sugar beet, sugar content in roots and biological productivity of crop under the use of alternative organic-mineral fertilizations were determined. **Conclusions.** It was established that alternative organic-mineral fertilizations significantly increased the biological productivity of sugar beet. Application of mineral fertilizers in autumn under deep plowing in a dose of N₉₀P₉₀K₉₀ against a background of 5 t/ha of straw was determined to be less biologically productive: the yield of roots – 49.9 t/ha, sugar harvest – 8.73 t/ha, exceeding the control without fertilizers by 8.7 and 1.56 t/ha, respectively. The application of N₉₀ in pre-sowing cultivation against the background of 5 t/ha of straw + P₉₀K₉₀ under plowing was determined to be the most optimal for sugar beet: root yield – 55.8 t/ha, sugar harvest – 9.71 t/ha, exceeding the control without fertilizers by 14.6 and 2.54 t/ha, respectively. Increasing the nitrogen dose in the spring by more than 90 kg/ha was not accompanied by a significant increase in yield, reduced the sugar content in roots, and therefore was ineffective.

Keywords: nitrogen fertilizers; doses; sugar beet; productivity.

Надійшла / Received 14.06.2022
Погоджено до друку / Accepted 27.06.2022