

## АНОТАЦІЯ

Данюк М.С. Агрохімічне обґрунтування системи удобрення буряків цукрових за біологізації вирощування в Правобережному Лісостепу України. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії з галузі з галузі знань 20 «Аграрні науки і продовольство» за спеціальністю 201 «Агрономія» – Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, м. Київ, 2023.

**Актуальність теми.** Сучасне аграрне виробництво потребує технологій, які залучають побічну продукцію для удобрення сільськогосподарських культур, що відповідає Європейському зеленому курсу та сприяє збереженню родючості ґрунтів. Застосування соломи пшениці озимої під буряки цукрові є елементом біологізації системи удобрення, ефективність якої залежить від оптимізації доз та способів внесення азотних добрив, застосування деструктора соломи, проведення позакореневих підживлень мікродобривами та регулятором росту. Інформація отримана у стаціонарному та тимчасовому польових дослідах дозволяє оптимізувати систему удобрення буряків цукрових, надає технології сталості та інноваційності, а тому є на часі і актуальна.

**Наукова новизна одержаних результатів.** *Уперше* в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України встановлено вплив побічної продукції і мінеральних добрив на родючість чорнозему опідзоленого за вирощування буряків цукрових у ланці з соєю. Доведено, що застосування соломи пшениці озимої, оптимізація доз і способів внесення азотних добрив та осучаснення системи удобрення шляхом внесення деструктора соломи, мікродобрив та регулятора росту забезпечують високу врожайність і технологічну якість коренеплодів на засадах сталості.

*Удосконалено* альтернативну органо-мінеральну систему удобрення буряків цукрових шляхом оптимізації доз та способів внесення азотних добрив, застосування деструктора, мікродобрив та регулятора росту.

*Дістали подальшого розвитку питання осучаснення альтернативної органо-мінеральної системи удобрення; питання оптимізації доз внесення азотних добрив за альтернативного удобрення буряків цукрових в умовах нестійкого зволоження.*

**Практичне значення одержаних результатів.** За результатами польових досліджень обґрунтовано агрохімічні засади ефективного використання соломи в системі удобрення буряків цукрових в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України; розроблено осучаснену з елементами біологізації систему удобрення буряків цукрових, яка передбачає застосування соломи, деструктора, мінеральних добрив, мікродобрив та регулятора росту і забезпечує врожайність коренеплодів понад 60 т/га з отриманням прибутку понад 10500 грн./га.

**Основні результати досліджень.** Встановлено, що внесення  $N_{60}P_{50}K_{53}$  + побічна продукція на 1 га ланки сівозміни стабілізувало вміст гумусу чорноземі опідзоленому: у шарі 0-30 см на рівні – 3,06% зі зростанням до початкового на 0,01%. Зазначена система удобрення формувала основи сталого вирощування буряків цукрових в умовах нестійкого зволоження зони Лісостепу за коефіцієнта гумуфікації органічних решток – 4,18.

Досліджено, що альтернативна система удобрення з внесенням  $N_{60}P_{50}K_{53}$  + побічна продукція на 1 га ріллі стабілізувала вміст лужногідролізованого азоту у ґрунті: шарі 0-30 см – 104 мг/кг, 30-40 см – 99 мг/кг ґрунту. За внесення 90 кг/га азоту у передпосівну культивуацію на фоні 5 т/га соломи +  $P_{90}K_{90}$  під оранку формувались найсприятливіші умови азотного живлення буряків цукрових: вміст нітратного азоту у шарі 0-30 см – 18,8 мг/кг, амонійного – 17,8 мг/кг ґрунту за запасів мінерального азоту у ґрунті – 110 кг/га з перевищенням контролю без добрив на 37 кг/га.

Встановлено, що альтернативні на основі соломи органо-мінеральні системи удобрення забезпечили стабільність фонду рухомого фосфору та калію в чорноземі опідзоленому. За внесення 5 т/га соломи +  $P_{90}K_{90}$  під оранку вміст рухомого фосфору на початок вегетації буряків цукрових у шарі 0-30 см становив 140-142, калію – 100-104 мг/кг ґрунту з перевагою до контролю без

добрив – на 6-8 та на 14-18 мг/кг ґрунту. На кінець вегетації вміст рухомого фосфору у ґрунті зменшився у 1,24-1,31 рази, калію – на 5-24%.

Результатами досліджень встановлено, що за біологізації та осучаснення системи удобрення досягалась найвища ефективність використання рослинами вологи із ґрунту. За внесення 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га +  $P_{90}K_{90}$  під оранку +  $N_{90}$  у передпосівну культивуацію + «Folcrop combi» + «Folcrop amin» витрати вологи на формування 1 т урожаю – 329 м<sup>3</sup> зі зменшенням до контролю без добрив – на 104 м<sup>3</sup>.

Досліджено, що за внесення азотних добрив у передпосівну культивуацію ( $N_{90}$ ) та проведення позакореневого підживлення «Folcrop combi» + «Folcrop amin» на фоні альтернативного удобрення (5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га +  $P_{90}K_{90}$  під оранку) досягалась найкраща динаміка росту і розвитку рослин: маса одного коренеплоду у липні – 342 г, серпні – 592, вересні – 648 г, площа листкової поверхні – 1890, 2462 та 1766 см<sup>2</sup>/рослину.

Встановлено, що за біологізації та осучаснення системи удобрення накопичення хлорофілу та інтенсивність процесів фотосинтезу у листкових пластинках досягали максимуму. За внесення 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га +  $P_{90}K_{90}$  під оранку +  $N_{90}$  весною у передпосівну культивуацію + «Folcrop combi» + «Folcrop amin» у фазі змикання листків у рядках вміст хлорофілу у листках у липні становив 1,97%, серпні – 1,88%, вересні – 1,71%. Чиста продуктивність фотосинтезу в період інтенсивного наростання коренеплоду (серпень-вересень) за зазначеної системи удобрення – 11,66 г/м<sup>2</sup> на добу з перевагою до контролю без добрив – на 5,91 г/м<sup>2</sup> на добу або у 2,03 рази.

Досліджено, що накопичення сухої речовини в рослинах буряків цукрових залежало переважно від застосування мінеральних добрив на фоні соломи. Внесення 5 т/га соломи +  $P_{90}K_{90}$  під оранку +  $N_{90-150}$  у передпосівну культивуацію забезпечило найвищий вміст сухої речовини у коренеплодах: у липні – 14,5-14,6%, серпні – 17,8-17,9%, вересні – 21,8-22,0%. Осучаснення системи удобрення не впливало на синтез сухої речовини в рослинах буряків цукрових.

За результатами досліджень встановлено, що в умовах нестійкого зволоження застосування  $N_{60}P_{50}K_{53}$  + побічна продукція на 1 га ланки сівозміни незначно поступалось традиційній на основі гною системі удобрення – зменшення врожаю коренеплодів – 4,1 т/га, збору цукру – 0,6 т/га за абсолютних показників – відповідно 47,7 та 8,2 т/га. Біологізація та осучаснення системи удобрення з внесенням 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га +  $P_{90}K_{90}$  під оранку +  $N_{90}$  у передпосівну культивуацію + «Folcrop combi» + «Folcrop amin» у фазі змикання листків у рядках забезпечили максимальну продуктивність буряків цукрових: врожайність коренеплодів – 60,9 т/га, збір цукру – 10,54 т/га зі зростанням до контролю без добрив – на 19,7 та 3,22 т/га. Зазначена система удобрення істотно покращила технологічну якість коренеплодів та зменшила втрати цукру в мелясі на 0,04-0,05%.

Досліджено, що альтернативні органо-мінеральні системи удобрення буряків цукрових, які передбачали внесення мінеральних добрив в дозі  $N_{90}P_{90}K_{90}$ , формували позитивний баланс елементів живлення у ґрунті у разі, якщо гичка залишалась на полі: азоту в кількості 0-20 кг/га, фосфору – 53-61, калію – 2-23 кг/га. За відчуження із поля коренеплодів і гички системи удобрення були незбалансовані за азотом і калієм і супроводжувались дефіцит азоту у ґрунті в кількості -40-79, калію – -49-91 кг/га.

Встановлено, що за вирощування буряків цукрових на чорноземі опідзоленому максимальної економічної і енергетичної ефективності досягали за внесення на 5 т/га соломи + Філазоніт, 10 л/га +  $P_{90}K_{90}$  під оранку +  $N_{90}$  весною у передпосівну культивуацію + позакоренево поєднано «Folcrop combi» + «Folcrop amin» у фазі змикання листків у рядках: умовно чистий прибуток – 38510 грн/га, рентабельність – 73%, енергоємність врожаю – 329 ГДж/га, енерговитрати – 56,8 ГДж/га,  $K_{ee}$  – 5,8.

*Ключові слова:* буряки цукрові, система удобрення, біологізація, осучаснення, мікродобрива, регулятори росту, продуктивність.

## ANNOTATION

Daniuk M.S. Agrochemical substantiation of the sugar beet fertilization under biologization of cultivation in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The thesis for getting the scientific degree of Doctor of Philosophy in the field of knowledge 20 "Agrarian Sciences and Food" in the specialty 201 "Agronomy" – Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS, Kyiv, 2023.

**Actuality of theme.** Modern agricultural production requires technologies that use by-products for the fertilization of agricultural crops, which corresponds to the European Green Course and contributes to the preservation of soil fertility. The use of winter wheat straw under sugar beet is an element of biologization of the fertilization system, the effectiveness of which depends on the optimization of doses and methods of applying nitrogen fertilizers, the use of a straw destructor, foliar fertilizing with microfertilizers and a growth regulator. The information obtained in stationary and temporary field experiments allows optimizing the sugar beet fertilization system, provides sustainability and innovation to the technology, and is therefore up-to-date and relevant.

**Scientific novelty of the obtained results.** For the first time, in conditions of unstable moisture in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, the influence of by-products and mineral fertilizers on the fertility of podzolized chernozem for the cultivation of sugar beet in a chain with soybeans was determined. It has been proven that the use of winter wheat straw, optimization of doses and methods of applying nitrogen fertilizers and modernization of the fertilization system by applying straw destructor, microfertilizers and growth regulator ensure high yield and technological quality of roots on the basis of sustainability.

*It was improved* an alternative organic-mineral system of sugar beet fertilization by optimizing the doses and methods of applying nitrogen fertilizers, using a destructor, microfertilizers, and a growth regulator.

*It was further developed* the issue of modernization of the alternative organic-mineral fertilization system; the issue of optimizing doses of nitrogen fertilizers for alternative fertilization of sugar beet in conditions of unstable moisture.

**The practical significance of the obtained results.** Based on the results of field research, the agrochemical principles of effective use of straw in the sugar beet fertilization system in the conditions of unstable moisture in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine were substantiated; a modernized system of sugar beet fertilization with elements of biologization was developed, which involves the use of straw, destructor, mineral fertilizers, microfertilizers and a growth regulator and ensures the yield of roots of more than 60 t/ha with a profit over 10500 UAH/ha.

**The main results of research.** It was established that the application of N60P50K53 + by-products per 1 ha of crop rotation stabilized the humus content of podzolized chernozem: in the 0-30 cm layer at the level of 3.06% with an increase to the initial level by 0.01%. The specified fertilization system formed the basis of sustainable cultivation of sugar beet in conditions of unstable moisture in the forest-steppe zone with a humification coefficient of organic residues - 4.18.

It was investigated that the alternative fertilization system with the application of N60P50K53 + by-products per 1 ha of crop rotation chain stabilized the content of alkaline hydrolyzed nitrogen in the soil: 0-30 cm layers – 104 mg/kg, 30-40 cm – 99 mg/kg of soil. Applying 90 kg/ha of nitrogen to pre-sowing cultivation on the background of 5 t/ha of straw + P90K90 under plowing created the most favorable conditions for nitrogen nutrition of sugar beet: the content of nitrate nitrogen in the layer 0-30 cm - 18.8 mg/kg, ammonium - 17, 8 mg/kg of soil with mineral nitrogen reserves in the soil – 110 kg/ha, exceeding the control without fertilizers by 37 kg/ha.

It was found that alternative straw-based organic-mineral fertilization systems ensured the stability of the pool of mobile phosphorus and potassium in podzolized chernozem. When applying 5 t/ha of straw + P90K90 under plowing, the content of mobile phosphorus at the beginning of the growing season of sugar beet in the 0-30 cm layer was 140-142, potassium - 100-104 mg/kg of soil, with an advantage over the control without fertilizers - by 6-8 and on 14-18 mg/kg of soil. At the end of the

growing season, the content of mobile phosphorus in the soil decreased by 1.24-1.31 times, potassium - by 5-24%.

The results of the research established that biologization and modernization of the fertilization system provided the highest efficiency in the use of moisture from the soil by plants. Under the application of 5 t/ha of straw + Filazonite, 10 l/ha + P90K90 under plowing + N90 in pre-sowing cultivation + "Folcrop combi" + "Folcrop amin" moisture consumption for the formation of 1 t of yield - 329 m<sup>3</sup> with a decrease to control without fertilizers by 104 m<sup>3</sup>.

It was investigated that applying nitrogen fertilizers in pre-sowing cultivation (N90) and foliar feeding "Folcrop combi" + "Folcrop amin" against the background of alternative fertilization (5 t/ha of straw + Filazonite, 10 l/ha + P90K90 under plowing) provided the best dynamics of plant growth and development: weight of one root crop in July – 342 g, August – 592, September – 648 g, leaf surface area – 1890, 2462 and 1766 cm<sup>2</sup>/plant.

It was established that with biologization and modernization of the fertilization system, the accumulation of chlorophyll and the intensity of photosynthesis processes in leaf plates reached a maximum. When applying 5 t/ha of straw + Filazonite, 10 l/ha + P90K90 under plowing + N90 in the spring in pre-sowing cultivation + "Folcrop combi" + "Folcrop amin" in the phase of leaf closure in the rows, the chlorophyll content in the leaves in July was 1.97 %, August – 1.88%, September – 1.71%. The net productivity of photosynthesis during the period of intensive growth of the root (August-September) under the specified fertilization system was 11.66 g/m<sup>2</sup> per day with an advantage over the control without fertilizers - by 5.91 g/m<sup>2</sup> per day or in 2.03 times.

It was investigated that the accumulation of dry matter in sugar beet plants mainly depended on the application of mineral fertilizers on the background of straw. Application of 5 t/ha of straw + P90K90 under plowing + N90-150 in pre-sowing cultivation ensured the highest content of dry matter in roots: in July - 14.5-14.6%, in August - 17.8-17.9%, in September - 21.8-22.0%. Modernization of the fertilization system did not affect the synthesis of dry matter in sugar beet plants.

According to the results of research, it was found that in conditions of unstable moisture, the use of N60P50K53 + by-products per 1 ha of rotation chain was slightly inferior to the traditional manure-based fertilization system - a decrease in the yield of roots - 4.1 t/ha, in sugar yield - 0.6 t/ha with absolute indicator values of 47.7 and 8.2 t/ha, respectively. Biologization and modernization of the fertilization system with the application of 5 t/ha of straw + Filazonite, 10 l/ha + P90K90 under plowing + N90 in pre-sowing cultivation + "Folcrop combi" + "Folcrop amin" in the leaf closing phase in the rows ensured the maximum productivity of sugar beet: yield of roots – 60.9 t/ha, sugar yield – 10.54 t/ha with growth compared to control without fertilizers – by 19.7 and 3.22 t/ha. The specified fertilization system significantly improved the technological quality of roots and reduced sugar losses in molasses by 0.04-0.05%.

It was investigated that alternative organic-mineral systems of fertilization of sugar beet, which provided the application of mineral fertilizers in the dose of N90P90K90, formed a positive balance of nutrients in the soil in the case when the leaves of sugar beet left on the field: nitrogen in the amount of 0-20 kg/ha, phosphorus - 53 -61, potassium - 2-23 kg/ha. Under the alienation from the field of roots and leaves of sugar beet, the fertilization system was unbalanced in terms of nitrogen and potassium and was accompanied by a nitrogen deficiency in the soil in the amount of -40-79, potassium – of -49-91 kg/ha.

It was established that the maximum economic and energy efficiency was achieved when growing sugar beet on podzolized chernozem with the application of 5 t/ha of straw + Filazonite, 10 l/ha + P90K90 under plowing + N90 in the spring in pre-sowing cultivation + foliar combined "Folcrop combi" + " Folcrop amin" in the leaf closing phase in the rows: net profit - 38510 UAH /ha, profitability - 73%, energy capacity of the yield - 329 GJ/ha, energy consumption - 56.8 GJ/ha, Kee - 5.8.

**Key words:** sugar beet, fertilization system, biologicalization, modernization, microfertilizers, growth regulators, productivity.