

АНОТАЦІЯ

Табачук О.О. Обґрунтування родючості чорнозему вилугуваного та підвищення продуктивності буряків цукрових в сівозмінах Правобережного 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. Вирішення проблеми виробництва цукру у тривалій перспективі можливе за умови, коли отримання високих врожаїв буряків цукрових супроводжується збереженням родючості ґрунтів. Оптимізація системи удобрення і структури сівозмін є найдешевшими і найефективнішими засобами у досягненні поставлених цілей. Дані отримані у стаціонарному та тимчасовому досліді дозволяють оптимізувати структуру сівозмін та розробити осучаснену альтернативну органо-мінеральну систему удобрення буряків цукрових, що забезпечує елементи сталості та високої продуктивності, а тому є на часі і є актуальним.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* в умовах Правобережного Лісостепу України встановлено високу ефективність альтернативних органо-мінеральних систем удобрення у формуванні родючості чорнозему вилугуваного та продуктивності буряків цукрових в умовах короткочасних сівозмін. Доведено, що внесення під буряки цукрові мінеральних добрив, соломи та зеленої маси гірчиці білої стабілізувало родючість ґрунту і забезпечило їх високу біологічну продуктивність.

Удосконалено систему альтернативного удобрення буряків цукрових шляхом внесення азоту у передпосівну культивуацію та проведення позакореневих підживлень мікродобривами.

Дістали подальшого розвитку питання ефективності альтернативних органо-мінеральних систем удобрення буряків цукрових у короткочасних

сівозмінах; питання азотного та мікроелементного живлення за альтернативного удобрення буряків цукрових.

Практичне значення одержаних результатів. За даними стаціонарного та тимчасового польових дослідів встановлено оптимальну структуру короткоротаційних сівозмін та розроблено ефективну систему альтернативного удобрення буряків цукрових за їх вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України.

Застосування альтернативної органо-мінеральної системи удобрення буряків цукрових забезпечує врожайність коренеплодів – 67,4 т/га з отриманням прибутку – 12320 грн/га.

Основні результати досліджень. Встановлено, що внесення у короткоротаційних сівозмінах $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат мало найвищий стабілізаційний вплив на стан гумусу чорнозему вилугуваного. Зазначена система удобрення забезпечила надходження органічної речовини у ґрунт в кількості – 3,55-3,57 т/га, стабілізувала вміст гумусу в шарі 0-30 см в розрізі сівозмін на рівні – 4,04-4,07%, збільшила вміст гумусу до фону мінеральних добрив – на 0,18-0,20% і супроводжувалось коефіцієнтами гуміфікації органічної речовини – 22-44%. Структура сівозмін не впливала істотно на стан гумусу ґрунту.

Досліджено, що найвищі запаси мінерального азоту у ґрунті на початок вегетації буряків цукрових формувала традиційна на основі гною система удобрення – 128-153 кг/га, із альтернативних найкращою визначено систему удобрення з внесенням $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат – 99-112 кг/га азоту, тоді як мінеральна система удобрення забезпечила найнижчі запаси азоту у ґрунті – 65-76 кг/га. У сівозмінах з передпопередниками ячмінь-горох та горох-вико-овес запаси мінерального азоту були вищими на 8-25 кг/га, ніж в сівозміні з двома полями сої.

Встановлено, що альтернативна з внесенням соломи, зеленої маси сидерату та мінеральних добрив система удобрення створювала високий фон рухомого фосфору і калію у ґрунті на початок вегетації – відповідно 183-193 та 103-115 мг/кг, що було на рівні традиційної на основі гною системи

удобрення і перевищило фон мінеральних добрив – на 18-22 та 26-34 мг/кг ґрунту. Фактор сівозмін впливав неістотно на вміст рухомого фосфору і калію у ґрунті.

Результатами досліджень встановлено, що система удобрення і структура сівозмін істотно збільшили кількісний склад мікробного ценозу ґрунту. Найвищу чисельність бактерій спостерігали за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат у сівозміні ячмінь-горох-пшениця озима-буряки цукрові: загальна кількість бактерій у ґрунті – 14,00 млн КУО, з них кількість нітрифікаторів – 9,93, целюлозоруйнівних – 1,52, фосформобілізуючих – 2,55 млн КУО в 1 г сухого ґрунту.

Досліджено, що органо-мінеральні системи удобрення формували запаси продуктивної вологи у 1,5 м шарі ґрунту вищі на 5-27 мм, ніж мінеральна. Найефективніше буряки цукрові використовували вологу ґрунту у сівозмінах ячмінь-горох-пшениця озима-буряки цукрові та соя-соя-пшениця озима-буряки цукрові за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат: на формування 1 т біологічного врожаю витрачалось – 305 м³ вологи зі зменшенням до фону мінеральних добрив на 24-31 м³.

Встановлено, що в умовах достатнього зволоження органо-мінеральні системи удобрення є найефективнішим засобом підвищення біологічної продуктивності буряків цукрових у короткоротаційних сівозмінах. Найвищу біологічну продуктивність буряків цукрових отримали у сівозміні ячмінь-горох-пшениця озима-буряки цукрові за внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат: врожайність коренеплодів – 70,9 т/га, цукристість – 18,6%, збір цукру – 13,2 т/га. Зазначена система удобрення збільшила збір цукру до фону мінеральних добрив на 1,8 т/га, до аналогічних варіантів у сівозмінах з соєю та горохом-вико-вівсом на 0,6 т/га.

Досліджено, що внесення азотних добрив весною та проведення позакорневих підживлень мікродобривами на фоні альтернативного органо-мінерального удобрення збільшило врожайність коренеплодів порівняно з осіннім внесенням азотних добрив – на 6,6 т/га, цукристість коренеплодів – на 0,2%, збір цукру – на 1,3 т/га.

Встановлено, що застосування альтернативних органо-мінеральних систем удобрення формувало високу технологічну якість коренеплодів буряків цукрових. У сівозміні ячмінь–горох–пшениця озима–буряки цукрові технологічна якість коренеплодів була найвищою і супроводжувалась зменшенням технологічних втрат цукру порівняно з сівозміною з двома полями сої – на 0,03-0,14%, з передпопередниками горох-вико-овес – на 0,01-0,12%. Проведення дворазового позакореневого підживлення буряків цукрових борними або композиційними мікродобривами на фоні альтернативного удобрення підвищило технологічну якість коренеплодів.

Досліджено, що в умовах достатнього зволоження альтернативні органо-мінеральні системи удобрення формували сталі засади вирощування буряків цукрових за умови, коли гичку залишали на полі. Найбільш екологічно стабільним у короткоротаційних зерно-бурякових сівозмінах визначено внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат: інтенсивність балансу азоту 88-95%, фосфору – 275-319%, калію – 90-102%. Фактор сівозмін не впливав істотно на баланс елементів живлення у ґрунті. За внесення азотних добрив весною та проведення позакореневого підживлення мікродобривами на фоні альтернативного органо-мінерального удобрення інтенсивність балансу азоту становила 91-92%, фосфору – 319-330%, калію – 126-129%. У разі відчуження гички з поля за всіх систем удобрення формувався різкий дефіцит азоту і калію у ґрунті та зберігався позитивний баланс фосфору.

Найвищу економічну та енергетичну ефективність вирощування буряків цукрових забезпечило внесення $N_{90}P_{90}K_{90}$ + солома + сидерат у сівозміні ячмінь-горох-пшениця озима-буряки цукрові: умовно чистий прибуток – 30310 грн./га, рентабельність – 37%, коефіцієнт енергетичної ефективності – 5,5. Внесення азотних добрив весною та проведення позакореневих підживлень мікродобривами на фоні альтернативного органо-мінерального удобрення підвищило умовно чистий прибуток порівняно осіннім внесенням добрив – на 9380 грн./га, рентабельність – на 12%, $K_{еe}$ – на 0,3.

Ключові слова: родючість, чорнозем вилугуваний, короткоротаційні сівозміни, удобрення, буряки цукрові.

ANNOTATION

Tabachuk O.O. Substantiating the fertility of leached chernozem and increasing the productivity of sugar beet in crop rotations of 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 Beets NAAS, Kyiv, 2023.

Actuality of theme. Solving the problem of sugar production in the long term is possible under conditions when obtaining high yields of sugar beet is accompanied by preservation of soil fertility. Optimizing the fertilization system and crop rotation structure are the cheapest and most effective means of achieving the set goals. The data obtained in stationary and temporary experiments allow to optimize the structure of crop rotations and to develop a modernized alternative organic-mineral system of sugar beet fertilization, which provides elements of stability and high productivity, and therefore is up-to-date and relevant.

Scientific novelty of the obtained results. *For the first time*, in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine, the high efficiency of alternative organic-mineral fertilization systems in forming the fertility of leached chernozem and the productivity of sugar beet in the conditions of short crop rotations was established. It has been proven that the application of mineral fertilizers, straw and green mass of white mustard under sugar beets stabilized soil fertility and ensured their high biological productivity.

It was improved the system of alternative fertilization of sugar beets by applying nitrogen into pre-sowing cultivation and foliar fertilizing with micronutrient fertilizers.

It was further developed the issue of the effectiveness of alternative organic-mineral fertilization of sugar beets in short crop rotations; the issue of nitrogen and trace element nutrition under alternative fertilization of sugar beets.

The practical significance of the obtained results. Based on the results of stationary and temporary field experiments, the optimal structure of short crop

rotation was established and an effective system of alternative fertilization of sugar beets was developed for their cultivation in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The use of an alternative organic-mineral system of fertilization of sugar beets ensures the yield of roots – 67.4 t/ha with profit – 12320 UAH/ha.

The main results of research. It was established that the application of N90P90K90 + straw + green manure in short crop rotations had the highest stabilizing effect on the humus condition of leached chernozem. The specified fertilization system ensured the supply of organic matter to the soil in the amount of 3.55-3.57 t/ha, stabilized the humus content in the 0-30 cm layer in the view of crop rotations at the level of 4.04-4.07%, increased the humus content to the background of mineral fertilizers - by 0.18-0.20% and provided humification coefficients of organic matter - 22-44%. The structure of crop rotation did not significantly affect the state of soil humus.

It was investigated that the highest reserves of mineral nitrogen in the soil at the beginning of the sugar beet growing season were formed by the traditional manure-based fertilization system – 128-153 kg/ha, and among the alternatives, the best was the fertilization with the application of N90P90K90 + straw + green manure – 99-112 kg/ha of nitrogen, while the mineral system of fertilization formed the lowest nitrogen reserves in the soil– 65-76 kg/ha. In crop rotations with predecessors of barley-peas and peas-vetch-oats, mineral nitrogen reserves were higher by 8-25 kg/ha than in crop rotation with two soybean fields.

It was found that the alternative fertilization system with the application of straw, green manure and mineral fertilizers created a high background of mobile phosphorus and potassium in the soil at the beginning of the growing season – 183-193 and 103-115 mg/kg, respectively, which was at the level of the traditional manure-based system of fertilizers and exceeded the background of mineral fertilizers – by 18-22 and 26-34 mg/kg of soil. The crop rotation factor had an insignificant effect on the content of mobile phosphorus and potassium in the soil.

The research results showed that the fertilization system and crop rotation

structure significantly increased the quantitative composition of the microbial cenosis of the soil. The highest number of bacteria was observed when applying N90P90K90 + straw + green manure in the barley-pea-winter wheat-sugar beet rotation: the total number of bacteria in the soil was 14.00 million CFU, of which the number of nitrifiers – 9.93, cellulose-degrading ones – 1.52, phosphorus mobilizing – 2.55 million CFU in 1 g of dry soil.

It was investigated that organic-mineral fertilization systems formed reserves of productive moisture in a 1.5 m layer of soil 5-27 mm higher than mineral ones. Sugar beet most effectively used soil moisture in the crop rotations of barley-pea-winter wheat-sugar beet and soybean-soybean-winter wheat-sugar beet with the application of N90P90K90 + straw + green manure: 305 m³ of moisture was used to form 1 ton of biological harvest with a decrease to the background of mineral fertilizers on 24-31 m³.

It has been established that in conditions of sufficient moisture, organic-mineral fertilization systems are the most effective means of increasing the biological productivity of sugar beet in short crop rotations. The highest biological productivity of sugar beet was obtained in the rotation of barley-peas-winter wheat-sugar beets with application of N90P90K90 + straw + green manure: yield of roots – 70.9 t/ha, sugar content – 18.6%, sugar yield – 13.2 t/ha. The specified fertilization system increased sugar collection against the background of mineral fertilizers by 1.8 t/ha, compared to similar options in crop rotations with soybeans and peas-vetch-oats by 0.6 t/ha.

It was investigated that the application of nitrogen fertilizers in the spring and foliar fertilizing with micronutrient fertilizers against the background of alternative organic-mineral fertilizers increased the yield of roots compared to the autumn application of nitrogen fertilizers – by 6.6 t/ha, sugar content in roots – by 0.2%, sugar yield – by 1.3 t/ha.

It was established that the use of alternative organic-mineral fertilization systems formed a high technological quality of sugar beet roots. In the barley-pea-winter wheat-sugar beet crop rotation, the technological quality of roots was the

highest and was accompanied by a decrease in the technological losses of sugar compared to the crop rotation with two fields of soybeans – by 0.03–0.14%, with the predecessors of peas–vetch–oats – by 0.01–0.12%. Carrying out two-time foliar fertilizing of sugar beet with boric or composite micronutrient fertilizers against the background of alternative fertilization increased the technological quality of roots.

It was investigated that in conditions of sufficient moisture, alternative organic-mineral fertilization systems formed sustainable bases for growing sugar beet under the condition that the leaves were left on the field. The application of N90P90K90 + straw + green manure was determined to be the most ecologically stable in short grain-beet crop rotations: the intensity of nitrogen balance – 88–95%, phosphorus – 275–319%, potassium – 90–102%. The crop rotation factor did not significantly affect the balance of nutrients in the soil. With the application of nitrogen fertilizers in the spring and foliar fertilizing with micronutrient fertilizers on the background of alternative organic-mineral fertilizers, the intensity of nitrogen balance was 91–92%, phosphorus – 319–330%, potassium – 126–129%. In case of alienation of leaves from the field, a sharp deficit of nitrogen and potassium was formed in the soil under all fertilization systems, while a positive balance of phosphorus was maintained.

The highest economic and energy efficiency of sugar beet cultivation was provided by the application of N90P90K90 + straw + green manure in the barley-pea-winter wheat-sugar beet crop rotation: conditional net profit – 30,310 UAH /ha, profitability – 37%, energy efficiency coefficient – 5.5. Application of nitrogen fertilizers in spring and foliar top dressing with micronutrient fertilizers on the background of alternative organic-mineral fertilizers increased conditional net profit compared to autumn application of fertilizers – by 9380 UAH /ha, profitability – by 12%, K_{ee} – by 0.3.

Key words: *fertility, leached chernozem, short crop rotations, fertilizers, sugar beet.*