

АНОТАЦІЯ

Шаповаленко Р.М. Продуктивність гібридів буряків цукрових за застосування елементів біологізації, мікродобрив і регуляторів росту в умовах 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, 2021.

Актуальність теми. Отримання сталих врожаїв буряків цукрових високої продуктивності в умовах зростаючого потепління і гострого дефіциту гною, потребує пластичних гібридів з високою адаптивністю та застосування осучаснених альтернативних систем удобрення, які передбачають внесення соломи пшениці озимої, мінеральних добрив та засобів інтенсифікації – мікродобрив та регуляторів росту. Сівба вітчизняними гібридами та застосування альтернативного удобрення є факторами, які стабілізують родючість ґрунту, покращують вологозабезпечення та мінеральне живлення рослин, що передбачає отримання сталих врожаїв високої продуктивності. Інформація отримана у тимчасових польових дослідках дозволяє оптимізувати технологію вирощування буряків цукрових на засадах сталості і інноваційності, а тому є на часі і актуальна.

Наукова новизна одержаних результатів. *Уперше* в умовах Правобережного Лісостепу України встановлено фізіологічні, морфологічні та агробіологічні особливості формування врожайності і технологічних якостей коренеплодів у гібридів буряків цукрових вітчизняної селекції за альтернативного їх удобрення з внесенням соломи, мінеральних добрив, мікродобрив та регуляторів росту.

Удосконалено технологію вирощування буряків цукрових шляхом впровадження пластичних високопродуктивних вітчизняних гібридів та застосування осучасненої альтернативної системи удобрення.

Дістали подальшого розвитку питання ефективності вирощування гібридів буряків цукрових за альтернативного удобрення; розробляння вимог до застосування добрив під буряки цукрові в умовах нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами польових досліджень удосконалено технологію вирощування буряків цукрових в умовах Правобережного Лісостепу України, рекомендовано для впровадження високопродуктивний гібрид буряків цукрових вітчизняної селекції Ромул та осучаснену альтернативну органо-мінеральну систему удобрення (5 т/га соломи пшениці озимої + N₅₀ + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Максимус (бор) + регулятор росту «Наномінераліс»), що забезпечило отримання врожайності коренеплодів понад 60 т/га, прибутку понад 11000 грн./га.

Основні результати досліджень. Встановлено, що за вирощування гібридів Злука та Ромул сталість органічної речовини чорнозему вилугуваного досягала за внесення 5 т/га соломи + N₅₀ + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀: на кінець вегетації вміст гумусу в шарі 0-30 см становив 2,98-2,99% з перевагою до контролю без добрив на 0,12%.

Досліджено, що альтернативна органо-мінеральна система удобрення формувала сприятливі умови азотного живлення буряків цукрових. За внесення 5 т/га соломи + N₅₀ + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ вміст нітратного азоту на початок вегетації в шарі 0-30 см ґрунту порівняно з контролем без добрив підвищився на 4,3-5,2 мг/кг, 30-40 см – на 4,0-3,9; амонійного – відповідно на 3,0-3,5 та 2,0 мг/кг ґрунту. На кінець вегетації вміст нітратного азоту у шарі 0-30 см зменшився у 2,0-2,1 рази, 30-40 см – у 1,6-1,7 рази.

Встановлено, що застосування в основне удобрення буряків цукрових 5 т/га соломи + N₅₀ + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ істотно збільшувало фонд рухомого фосфору і калію в чорноземі вилугуваному. Вміст рухомого фосфору на початок вегетації в шарі 0-30 см становив 93-96, калію – 109-110 мг/кг ґрунту зі зменшенням на кінець вегетації – відповідно у 1,2-1,3 та 1,3 рази.

Досліджено, що найвищих темпів росту і розвитку рослини буряків цукрових досягали за осучасненої органо-мінеральної системи удобрення (5 т/га

соломи + N₅₀ + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Максимус (бор) + регулятор росту «Наномінераліс») і вирощування гібрида Ромул: маса одного коренеплоду у серпні 607 г/рослину, вересні – 660 з перевищенням маси коренеплоду гібрида Злука – відповідно на 49 та 45 г/рослину. Дворазове внесення регулятора росту «Наномінераліс» (обробка насіння та позакоренево у фазі змикання листків у рядку) посилювало темпи росту і розвитку буряків цукрових.

Встановлено, що площа листкової поверхні упродовж вегетації у гібрида Злука була більшою, ніж у гібрида Ромул на 7,6-15,4%, однак темпи усихання листків від фази максимального розвитку до збирання врожаю вищими визначено у гібрида Ромул. Застосування 5 т/га соломи + N₅₀ + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Максимус (бор) + регулятор росту «Наномінераліс» формувало найбільшу площу листкової поверхні обох гібридів буряків цукрових: у гібрида Злука у липні – 5065 см²/рослину, серпні – 3394, вересні – 2323; гібрида Ромул – відповідно 4783, 3096 та 2017 см²/рослину.

Встановлено, що гібрид Ромул мав вищий вміст хлорофілу у листових пластинках упродовж вегетації порівняно з гібридом Злука на 0,14-0,38%. Максимального вмісту хлорофілу у листових пластинках досягали за застосування 5 т/га соломи + N₅₀ + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Максимус (бор) + регулятор росту «Наномінераліс»: у липні – 3,03%, серпні – 2,72%, вересні – 2,17%. Гібрид Ромул у період інтенсивного росту коренеплоду (серпень-вересень) відзначався вищою продуктивністю фотосинтезу, ніж гібрид Злука з максимальним значенням показника за внесення N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ – 5,38 г/м² на добу.

Досліджено, що вирощування гібрида Ромул і внесення 5 т/га соломи + N₅₀ + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Максимус (бор) + регулятор росту «Наномінераліс» забезпечило максимальний вміст сухої речовини в рослинах буряків цукрових: в коренеплодах у липні – 18,7%, серпні – 21,4%, вересні – 24,2%, гичці – відповідно 14,2%, 15,7% та 17,4%.

Визначено, що в умовах нестійкого зволоження на чорноземі вилугуваному найвищої продуктивності буряків цукрових досягали за вирощування гібрида Ромул і внесення 5 т/га соломи + N₅₀ + N₁₀₀P₁₀₀K₁₀₀ + Максимус (бор) + регулятор росту «Наномінераліс»: врожайність коренеплодів

– 64,9 т/га, цукристість – 16,6%, збір цукру – 10,71 т/га зі збільшенням до контролю без добрив врожайності коренеплодів на 26,6 т/га, збору цукру – на 4,19 т/га. Обробка додатково насіння буряків цукрових регулятором росту «Наномінераліс» збільшила збір цукру на 0,57 т/га.

Встановлено, що за осучасних мінеральної і органо-мінеральної систем удобрення у гібрида Ромул коренеплоди містили більше зольних елементів і альфа-амінного азоту порівняно з гібридом Злука, що погіршило їх технологічну якість і збільшило втрати цукру в мелясі на 0,04-0,06%. Застосування регулятора росту «Наномінераліс» не впливало на технологічну якість коренеплодів.

Досліджено, що найвищий вміст елементів живлення в рослинах на момент збирання та їх винос з урожаєм спостерігали за осучасненої альтернативної органо-мінеральної системи удобрення. Гібрид Ромул за сумою NPK виносив елементів живлення більше порівняно з гібридом Злука на 59 кг/га. У складі виносу переважав калій за співвідношення N:P:K = 3,4:1:4,0. За відчуження із поля тільки основного врожаю зазначена система удобрення формувала у ґрунті позитивний баланс азоту – 28 кг/га, фосфору – 59 кг/га з незначним дефіцитом калію – -12 кг/га.

Встановлено, що вирощування гібрида Ромул та внесення $N_{100}P_{100}K_{100}$ + Максимус (бор) + регулятор росту «Агромінераліс» забезпечили найвищу енергетичну ефективність агротехнології буряків цукрових: енергія врожаю – 319 ГДж/га, енерговитрати – 59,3 ГДж/га, Кеє – 5,6. Зазначені елементи агротехнології сприяли отриманню умовно чистого прибутку – 11392 грн./га з рівнем рентабельності 24%. Дворазове застосування регулятора росту «Наномінераліс» (обробка насіння і позакоренево в фазі змикання листків у рядках) підвищило енергетичну та економічну ефективність вирощування буряків цукрових.

***Ключові слова:** буряки цукрові, біологізація, добрива, регулятори росту, продуктивність.*

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях України

1. Іваніна В. В., Шаповаленко Р. М., Дубовий Ю. П. Регулятори росту у підвищенні продуктивності буряків цукрових. Новітні агротехнології. 2019. №7. URL: <http://jna.bio.gov.ua/article/view/204810> (частка авторства становить 80%, планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті).

2. Шаповаленко Р. М. Вплив традиційних та біоадаптивних систем удобрення на енергетичну ефективність вирощування буряків цукрових. Зб. наук. праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків; Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2019; 27, с. 93-98.

3. Іваніна В. В., Шаповаленко Р. М. Стан гумусу та поживний режим чорнозему вилугуваного залежно від удобрення буряків цукрових. Наукові доповіді НУБіП України 2021; 5(93). <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2021.05.006> (частка авторства становить 80%, планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті).

Статті у закордонних виданнях (Web of science)

4. Ivanina V., Shapovalenko R., Strilets O., Senchuk S. Sugar beet fertilisation for sustainable yield under climate change conditions. *Zemdirbyste-Agriculture* 2021; 108(4), p. 355-362. <http://www.zemdirbyste-agriculture.lt/1084-volume/> (частка авторства становить 80%, планування і виконання досліджень, аналіз даних, написання статті).

Патент на корисну модель

5. Патент на корисну модель 129777 Україна, МПК А01С 21/00. Спосіб удобрення за біологізації вирощування буряків цукрових / В.В. Іваніна, І.А. Павук, Г.М. Мазур, Р.М. Шаповаленко, А.О. Сипко, О.П. Стрілець, Н.С. Зацерковна, Г.А. Сінчук, А.І. Чередничок; заявник і патентовласник Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН. – № и 2018 05431; заявл. 16.05.2018; опубл. 12.11.2018, Бюл. № 21. (проведення польових досліджень, аналіз стану проблеми та результатів досліджень).

Матеріали наукових конференцій, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

6. Шаповаленко Р.М. Біологізація в досягненні високої продуктивності буряків цукрових. *Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції «Рослинництво XXI століття: виклики та інновації. До 120-ти річчя кафедри рослинництва НУБіП України»* 25-26 вересня 2019; Київ, 2019; с. 56-57.

7. Шаповаленко Р.М. Засоби інтенсифікації та підвищення продуктивності буряків цукрових. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 135-й річниці з дня заснування Полтавського дослідного поля «Від історії до сучасності»* 04 жовтня 2019; Полтава, 2019; с. 66-68.

8. Шаповаленко Р.М. Ефективність удобрення буряків цукрових в умовах глобального потепління. *Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Теорія і практика розвитку агропромислового комплексу та сільських територій»* 5-7 жовтня 2021; Дубляни, 2021; с. 250-252.

9. Шаповаленко Р.М. Продуктивність гібридів буряків цукрових за осучаснення систем удобрення. *Матеріали X Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених «Актуальні проблеми агропромислового виробництва України: сталий розвиток сільського господарства в умовах змін клімату»* 11 листопада 2021; с. Оброшине, 2021; с. 86-87.

ANNOTATION

Shapovalenko R.M. Productivity of sugar beet hybrids with the use of elements of biologization, microfertilizers and growth regulators in the conditions 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 Beet NAAS, Kyiv, 2021.

Actuality of theme. Achieving highly productive sustainable yields of sugar beet in the conditions of increasing warming and acute manure shortage requires plastic hybrids with high adaptability and the use of modern alternative fertilizer systems, which include the application of winter wheat straw, chemical fertilizers and intensifiers – micronutrients and growth regulators. Sowing with domestic hybrids and application of alternative fertilization are factors that stabilize soil fertility, improve moisture supply and mineral nutrition of plants, which provides for stable yields of high productivity. The information obtained in temporary field experiments allows optimizing the technology of growing sugar beet based on sustainability and innovation, and therefore is timely and relevant.

Scientific novelty of the obtained results. For the first time in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine it were determined the physiological, morphological and agrobiological features of formation of productivity and technological qualities of sugar beets roots in hybrids of domestic selection under alternative fertilization that includes application of straw, mineral fertilizers, micronutrients and growth regulators.

It was improved the technology of sugar beet cultivation through the introduction of high-yielding plastic domestic hybrids and the use of a modern alternative fertilizer system.

It was further developed the issues of efficiency of growing sugar beet hybrids under alternative fertilization; of development the requirements for the use of fertilizers

for sugar beet in conditions of unstable moisture of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

The practical significance of the obtained results. Based to the results of field research, the technology of growing sugar beet in the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine was improved, a highly productive hybrid of sugar beet of domestic selection Romulus and a modernized alternative organo-mineral fertilizer system (5 t / ha of winter wheat straw + N50 + N100P100K100 + Micronutrient (B) + growth regulator "Nanomineralis") ensuring the yield over 60 t / ha and profit over 11000 UAH / ha were recommended.

The main results of research. It was found that with the cultivation of hybrids Zluka and Romul the stability of organic matter in leached chernozem was achieved by applying 5 t / ha of straw + N50 + N100P100K100: at the end of the growing season the humus content in the layer 0-30 cm was 2.98-2.99% with an advantage of control without fertilizers by 0.12%.

It was investigated that the alternative organo-mineral fertilizer system shaped favorable conditions for nitrogen nutrition of sugar beets. With the application of 5 t / ha of straw + N50 + N100P100K100 the content of nitrate nitrogen at the beginning of the growing season in a layer of 0-30 cm of soil compared to the control without fertilizers increased by 4.3-5.2 mg / kg, 30-40 cm - by 4, 0-3.9; ammonium - respectively 3.0-3.5 and 2.0 mg / kg of soil. At the end of the growing season, the content of nitrate nitrogen in the layer of 0-30 cm decreased by 2.0-2.1 times, 30-40 cm - by 1.6-1.7 times.

It was found that the use of 5 t / ha of straw + N50 + N100P100K100 in the main fertilization of sugar beet significantly increased the fund of mobile phosphorus and potassium in leached chernozem. The content of mobile phosphorus at the beginning of the growing season in the layer of 0-30 cm was 93-96, potassium - 109-110 mg / kg of soil with a decrease to the end of the growing season - in 1.2-1.3 and 1.3 times, respectively.

It was investigated that the highest rates of growth and development of sugar beet plants were achieved with a modernized organo-mineral fertilizer system (5 t / ha

of straw + N50 + N100P100K100 + Maximus (boron) + growth regulator "Nanomineralis") and a cultivation of Romul hybrid: weight of one root crop in August 607 g / plant, September - 660 with the excess weight of the root to the hybrid Zluka - by 49 and 45 g / plant, respectively. Double application of growth regulator "Nanomineralis" (seed treatment and foliar feeding in the phase of closing the leaves in a row) increased the growth and development of sugar beets.

It was found that the leaf surface area during the growing season in the hybrid Zluka was larger than in the hybrid Romul by 7.6-15.4%, but the rate of leaf drying from the phase of maximum development to harvest is higher in the hybrid Romul. Application of 5 t / ha of straw + N50 + N100P100K100 + Maximus (boron) + growth regulator "Nanomineralis" formed the largest leaf surface area of both sugar beet hybrids: Zluka hybrid in July - 5065 cm² / plant, August - 3394, September - 2323; Romul hybrid - respectively 4783, 3096 and 2017 cm² / plant.

It was found that the Romul hybrid had a higher content of chlorophyll in the leaf blades during the growing season compared to the Zluka hybrid by 0.14-0.38%. The maximum content of chlorophyll in the leaf blades was reached with the use of 5 t / ha of straw + N50 + N100P100K100 + Maximus (boron) + growth regulator "Nanomineralis": in July - 3.03%, August - 2.72%, September - 2.17%. Romul hybrid in the period of intensive root growth (August-September) had a significantly higher productivity of photosynthesis than the hybrid Zluka with a maximum its value under application N100P100K100 - 5.38 g/m² per day.

It was investigated that the cultivation of Romul hybrid and application of 5 t / ha of straw + N50 + N100P100K100 + Maximus (boron) + growth regulator "Nanomineralis" provided the maximum dry matter content in sugar beet plants: in roots in July - 18.7%, August - 21.4%, in September - 24.2%, leaves - 14.2%, 15.7% and 17.4%, respectively.

It was determined that in conditions of unstable moisture on leached chernozem the highest productivity of sugar beet was achieved by growing a Romul hybrid and applying 5 t / ha of straw + N50 + N100P100K100 + Maximus (boron) + growth regulator "Nanomineralis": root yield - 64,9 t/ ha, sugar content - 16.6%, sugar harvest

- 10.71 t / ha with an increase to control without fertilizers of root yield by 26.6 t / ha, sugar harvest - by 4.19 t / ha. Additional treatment of sugar beet seeds with the growth regulator "Nanomineralis" increased the sugar harvest by 0.57 t / ha.

It was found that under modern mineral and organo-mineral fertilizer systems in the hybrid Romul roots contained more ash elements and alpha-amine nitrogen compared to the hybrid Zluka, which deteriorated technological quality of roots and increased sugar loss in molasses by 0.04-0.06%. The use of growth regulator "Nanomineralis" did not affect the technological quality of roots.

It was investigated that the highest content of nutrients in plants at the time of harvest and nutrients removal by the crop yield was observed under a modernized alternative organo-mineral fertilizer system. In terms of the sum amount of NPK The Romul hybrid removed more nutrients compared to the hybrid Zluka by 59 kg / ha. Potassium prevailed among the removed nutrients with N: P: K = 3,4: 1: 4,0. Under the alienation from the field only roots, this fertilizer system formed a positive balance of nitrogen in the soil - 28 kg / ha, phosphorus - 59 kg / ha with a slight potassium deficiency - -12 kg / ha.

It was found that the cultivation of Romul hybrid and the application of N100P100K100 + Maximus (boron) + growth regulator "Agromineralis" provided the highest energy efficiency of sugar beet agrotechnology: yield energy - 319 GJ / ha, energy consumption - 59.3 GJ / ha, Kee - 5.6 . These elements of agricultural technology contributed to a net profit - 11392 UAH / ha with a level of profitability of 24%. Double application of growth regulator "Nanomineralis" (seed treatment and foliar feeding in the phase of closing the leaves in rows) increased the energy and economic efficiency of growing sugar beet.

Key words: *sugar beet, biologization, fertilizers, growth regulators, productivity.*