

РОСЛИННИЦТВО

УДК 631.81.620.952

Економічна та енергетична ефективність вирощування буряків цукрових за альтернативних систем удобрення

Іваніна В. В.^{*}, Павук І. А.

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

Мета. Вивчити економічну та енергетичну ефективність агротехнології вирощування буряків цукрових за застосування альтернативних орґано-мінеральних систем удобрення. **Методи.** Польовий, аналітичний і статистичний. **Результати.** Застосування під буряки цукрові мінеральних добрив $N_{90}P_{60}K_{90}$ поєднано з 5 т/га соломи чи 5 т/га соломи + сидерат забезпечило умовно чистий прибуток 4764–5314 грн/га, рентабельність – 47–50 % за величини коефіцієнта енергетичної ефективності (K_{ee}) 4,7–4,8. Додаткове внесення компенсаційного азотного добрива (N_{50}) на фоні 5 т/га соломи + $N_{90}P_{60}K_{90}$ чи 5 т/га соломи + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$ знижувало рентабельність і енергетичну ефективність їх вирощування: умовно чистий прибуток становив 5301–5767 грн/га, рентабельність – 43–46 %, K_{ee} – 4,6. Застосування мікродобрив у позакореневе підживлення забезпечило незначне підвищення економічної та енергетичної ефективності вирощування буряків цукрових. Порівняно з варіантами без мікродобрив рентабельність вирощування буряків цукрових підвищилась на 5–17 %, K_{ee} – на 0,1–0,2. Збільшення дози мінеральних добрив з $N_{90}P_{60}K_{90}$ до $N_{120}P_{90}K_{120}$ на фоні альтернативних орґанічних систем удобрення було малоефективним під буряки цукрові: рентабельність їх вирощування знизилась на 19–26 %, K_{ee} – на 0,3–0,4. Найвищої рентабельності і умовно чистого прибутку досягнуто за внесення 5 т/га соломи + компенсаційне N_{50} + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Максимус (4 кг/га): умовно чистий прибуток – 8062 грн/га, рівень рентабельності – 63 %. Зазначена система удобрення забезпечила найвищу енергетичну ефективність вирощування буряків цукрових (K_{ee} – 4,7). **Висновки.** За вирощування буряків цукрових гібрида 'Булава' в умовах достатнього зволоження на чорноземі вилугуваному легкосуглинковому економічно та енергетично найефективнішим було внесення 5 т/га соломи + компенсаційне N_{50} + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Максимус (4 кг/га): отримано додаткового врожаю вартістю 20900 грн/га, за величини фінансових витрат 12838 грн/га і рівня рентабельності 63 %. При цьому енергоємність врожаю становила 299 ГДж/га, енерговитрати – 63,1 ГДж/га, коефіцієнт енергетичної ефективності – 4,7.

Ключові слова: буряки цукрові, енергетична та економічна ефективність, альтернативні системи удобрення.

Вступ

Сучасне виробництво потребує впровадження економічно ефективних і енергетично малозатратних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Ефективність застосування агрохімічних засобів у технології вирощування буряків цукрових найповніше можна оцінити за економічними та енергетичними показниками. Застосування економічного методу в агрономії дає змогу визначити собівартість продукції, рівень умовно чистого прибутку, рентабельність, що визначає бачення стосовно перспектив і подальшого розвитку агротехнології [1]. Енергетичний аналіз найефективніше проводити за коефіцієнтом енергетичної ефективності, який відображає ступінь накопичення енергії врожаєм до понесених енергетичних витрат.

На думку Н.-С. Lin, К.-J. Hülsbergen [2], Ю. А. Тарарико [3], Я. П. Цвея [4] сучасні агротехнології мають формуватися на засадах високої рентабельності, стабілізації енергетичного балансу ґрунту, максимального використання та трансформації енергії сонця в сільськогосподарську продукцію.

Одним із найвагоміших чинників, що впливає на баланс енергії в агроекосистемах є система удобрення. Вибір системи удобрення визначає перебіг енергетичних потоків у системі ґрунт – рослина, нормує обсяги надходження енергії у ґрунт, забезпечує її перерозподіл та зберігання. Формування сталих засад аграрного виробництва, сьогодні, неможливе без запровадження енергоощадних, економічно ефективних і екологічно спрямованих систем удобрення [5–7].

Ряд учених [8–10] вважають, що зменшення енергетичного навантаження на ґрунт можна досягти за рахунок заходів біологізації. Застосування на добриво побічної продукції сприяє швидкому відновленню енергетичних запасів органічної речовини ґрунту, мінімізує біогенне навантаження за рахунок рециркуляції та зменшення обсягів виносу елементів живлення із ґрунту, що значно підвищує економічну ефективність вирощування культур.

Мета досліджень – вивчити економічну та енергетичну ефективність агротехнології вирощування буряків цукрових за застосування альтернативних органо-мінеральних систем удобрення.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в умовах тимчасового польового дослід (2015–2017 рр.) Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції, що розміщена в зоні достатнього зволоження Лісостепу України.

Ґрунт дослідного поля – чорнозем вилугуваний легкосуглинковий, що має таку фізико-хімічну і агрохімічну характеристику орного 0–30 см шару: рН сольове – 5,9–6,5; Нг – 1,18–1,30 мг-екв/100 г ґрунту; сума увібраних основ – 24,4–27,6 мг-екв/100 г ґрунту; гумус (за Тюрнімом) – 4,0–4,2 %; лужногідролізований азот (за Корнфілдом) – 130–140 мг/кг ґрунту; P₂O₅ і K₂O (за Чиріковим) – 140–160 і 75–80 мг/кг ґрунту відповідно.

Площа посівної ділянки – 75 м², облікової – 50 м². Розміщення варіантів у досліді – систематичне послідовне, повторність – чотириразова. Агротехніка вирощування цукрових буряків загальноприйнята для зони.

Застосовували мінеральні добрива: аміачну селітру, суперфосфат простий гранульований, калій хлористий. Органічні добрива вносили у формі альтернативних джерел органіки – зеленої маси пожнивної сидеральної культури гірчиці білої (середня врожайність – 26 т/га) та побічної продукції пшениці озимої (5 т/га). Схему досліді наведено в таблиці 1.

Енергетичну ефективність агротехнологій розраховували за методикою О. К. Медведовського [11]. Агротехнології оцінювали за коефіцієнтом енергетичної ефективності (*K_{ee}*) – це відношення енергоємності врожаю до енергії технологічних витрат на його отримання.

Результати досліджень

Дослідження, проведені в тимчасовому польовому досліді Уладово-Люлинецької дослідно-селекційної станції показали, що економічна ефективність альтернативних органо-мінеральних систем удобрення значною мірою залежала від доз та способів застосування макро- і мікродобрив. Застосування під буряки цукрові 5 т/га соломи пшениці озимої чи поєднано 5 т/га соломи + сидерат не потребувало значних матеріальних витрат і на фоні незначного підвищення врожайності було високоефективним, рентабельність – 466 та 171 % відповідно (табл. 1).

Застосування мінеральних добрив у дозі N₉₀P₆₀K₉₀ на фоні 5 т/га соломи чи 5 т/га соломи + сидерат істотно знизило рівень рентабельності і збільшило умовно чистий прибуток порівняно з фоном органічних добрив. За внесення N₉₀P₆₀K₉₀ + 5 т/га соломи умовно чистий прибуток становив 4764 грн/га, рівень рентабельності – 47 %; N₉₀P₆₀K₉₀ +

5 т/га соломи + сидерат – відповідно 5314 грн/га та 50 %. Від застосування мінеральних добрив на фоні соломи умовно чистий прибуток зріс на 2376 грн/га, на фоні солома + сидерат – на 3358 грн/га. Збільшення дози мінеральних добрив до $N_{120}P_{90}K_{120}$ знизило економічні показники і було малоефективним.

Таблиця 1

**Економічна ефективність застосування добрив під буряки цукрові
(УЛДСС, середнє за 2015–2017 рр.)**

| Варіант | Вартість приросту врожаю, грн/га | Витрати, грн/га | | | Умовно чистий прибуток, грн/га | Рівень рентабельності, % | |
|---|--|-----------------|---|--------|--------------------------------|--------------------------|-----|
| | | вартість добрив | внесення добрив і збір додаткового врожаю | всього | | | |
| Без добрив (контроль) | – | – | – | – | – | – | |
| 5 т/га соломи пшениці | Без добрив (контроль) | 2900 | – | 512 | 512 | 2388 | 466 |
| | $N_{90}P_{60}K_{90}$ | 14900 | 5940 | 4196 | 10136 | 4764 | 47 |
| | $N_{120}P_{90}K_{120}$ | 15400 | 8331 | 4437 | 12768 | 2632 | 21 |
| | $N_{90}P_{60}K_{90} + *N_{50}$ | 17500 | 7290 | 4909 | 12199 | 5301 | 43 |
| | $N_{120}P_{90}K_{120} + *N_{50}$ | 18000 | 9681 | 4950 | 14631 | 3369 | 23 |
| | $N_{90}P_{60}K_{90} + *N_{50}$ + Максимус (4 кг/га) | 19000 | 7290 | 5132 | 12422 | 6578 | 53 |
| | $N_{120}P_{90}K_{120} + *N_{50}$ + Максимус (4 кг/га) | 19000 | 9681 | 5158 | 14839 | 4161 | 28 |
| 5 т/га соломи пшениці + зелена маса гірчиці білої | Без добрив (контроль) | 3100 | 310 | 834 | 1144 | 1956 | 171 |
| | $N_{90}P_{60}K_{90}$ | 16000 | 5940 | 4746 | 10686 | 5314 | 50 |
| | $N_{120}P_{90}K_{120}$ | 17300 | 8331 | 4853 | 13184 | 4116 | 31 |
| | $N_{90}P_{60}K_{90} + *N_{50}$ | 18400 | 7290 | 5343 | 12633 | 5767 | 46 |
| | $N_{120}P_{90}K_{120} + *N_{50}$ | 19100 | 9681 | 5460 | 15141 | 3959 | 26 |
| | $N_{90}P_{60}K_{90} + *N_{50}$ + Максимус, 4 кг/га | 20900 | 7290 | 5548 | 12838 | 8062 | 63 |
| | $N_{120}P_{90}K_{120} + *N_{50}$ + Максимус (4 кг/га) | 21300 | 9681 | 5581 | 15262 | 6038 | 40 |

Економічно ефективно визначено застосування компенсаційної дози азоту (N_{50}) на фоні альтернативних органо-мінеральних систем удобрення. Найефективнішою визначено систему удобрення з внесенням 5 т/га соломи + компенсаційне N_{50} + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$: умовно чистий прибуток становив 5767 грн/га, рівень рентабельності – 46 %. Збільшення дози добрив до $N_{120}P_{90}K_{120}$ чи вилучення зеленої маси сидерату із зазначеної системи удобрення знижувало економічну ефективність застосування добрив.

Найвищої рентабельності і умовно чистого прибутку альтернативних органо-мінеральних систем удобрення досягали за проведення на їх фоні позакоренових підживлень композиційними мікродобривами. Максимальний економічний ефект забезпечила система удобрення 5 т/га соломи + компенсаційне N_{50} + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Максимус (4 кг/га): умовно чистий прибуток – 8062 грн/га, рівень рентабельності – 63 %.

Застосування біоадаптивних систем удобрення дозволило досягти високої енергетичної ефективності вирощування буряків цукрових. Використання на добриво соломи пшениці озимої або зеленої маси гірчиці білої на фоні низької енергетичної собівартості істотно підвищило енергоємність врожаю. Так, за внесення 5 т/га соломи енергоємність врожаю становила 207 ГДж/га, енерговитрати – 35,4 ГДж/га, K_{ee} – 5,9; 5 т/га соломи + сидерат – 210 ГДж/га, 38,7 ГДж/га та 5,4 відповідно. Застосування на добриво сидерату додатково до внесення соломи підвищило енерговитрати на 3,3 ГДж/га і не впливало істотно на енергоємність врожаю, що спричинило зниження коефіцієнта енергетичної ефективності на 0,5 (табл. 2).

Таблиця 2

Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових за різних систем удобрення (УЛДСС, середнє за 2015–2017 рр.)

| Варіант | | Енергоємність врожаю, ГДж/га | Енерговитрати, ГДж/га | <i>K_{ee}</i> |
|----------------------------|---|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|
| Без добрив (контроль) | | 190 | 33,3 | 5,7 |
| 5 т/га соломи пшениці | Без добрив (контроль) | 207 | 35,4 | 5,9 |
| | N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 261 | 54,8 | 4,8 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ | 266 | 60,9 | 4,4 |
| | N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + *N ₅₀ | 275 | 59,1 | 4,6 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + *N ₅₀ | 280 | 65,7 | 4,3 |
| | N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + *N ₅₀ + Максимус (4 кг/га) | 285 | 59,7 | 4,8 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + *N ₅₀ + Максимус (4 кг/га) | 288 | 65,8 | 4,4 |
| 5 т/га соломи + сидерат | Без добрив (контроль) | 210 | 38,7 | 5,4 |
| | N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ | 271 | 58,1 | 4,7 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ | 280 | 64,2 | 4,4 |
| | N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + *N ₅₀ | 285 | 62,4 | 4,6 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + *N ₅₀ | 289 | 68,8 | 4,2 |
| | N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀ + *N ₅₀ + Максимус (4 кг/га) | 299 | 63,1 | 4,7 |
| | N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₂₀ + *N ₅₀ + Максимус (4 кг/га) | 300 | 69,5 | 4,3 |

*Компенсаційна доза азоту

За альтернативних органо-мінеральних систем удобрення енергетична ефективність вирощування буряків цукрових значно залежала від органічного фону, доз та способів застосування макро- і мікродобрив. Так, застосування мінеральних добрив у нормі N₉₀₋₁₂₀P₆₀₋₉₀K₉₀₋₁₂₀ на фоні 5 т/га соломи чи 5 т/га соломи + сидерат знизило коефіцієнт енергетичної ефективності порівняно з органічними фонами – на 1,1–1,5 до 0,7–1,0 відповідно. Внесення мінеральних добрив на фоні соломи суттєвіше знижувало енергетичну ефективність агротехнології порівняно з їх внесенням на фоні солома + сидерат. При цьому на різних органічних фонах за аналогічних доз мінеральних добрив коефіцієнти енергетичної ефективності були співставними: за дози N₉₀P₆₀K₉₀ – 4,7–4,8; N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ – 4,4. Зниження енергетичної ефективності агротехнології вирощування буряків цукрових спричинялось переважно збільшенням дози внесення мінеральних добрив і фактично не залежало від фону альтернативного органічного добрива.

Найнижчу енергетичну ефективність агротехнології вирощування буряків цукрових отримали за поєднаного внесення 5 т/га соломи + компенсаційне N₅₀ + сидерат + N₁₂₀P₉₀K₁₂₀: енергоємність врожаю становила 289 ГДж/га, енерговитрати – 68,8 ГДж/га, *K_{ee}* – 4,2. Внесення компенсаційної дози азоту значно підвищувало енерговитрати на фоні незначного зростання енергоємності врожаю.

Енергетично ефективним визначено внесення у позакореневе підживлення буряків цукрових композиційного мікродобрива Максимус (4 кг/га) на фоні альтернативних органо-мінеральних систем удобрення. За внесення 5 т/га соломи + компенсаційне N₅₀ + N₉₀P₆₀K₉₀ + Максимус (4 кг/га) енергоємність врожаю становила 285 ГДж/га, енерговитрати – 59,7 ГДж/га, *K_{ee}* – 4,8; внесення 5 т/га соломи + компенсаційне N₅₀ + сидерат + N₉₀P₆₀K₉₀ + Максимус (4 кг/га) – 299 ГДж/га, 63,1 ГДж/га та 4,7 відповідно. Збільшення дози мінеральних добрив до N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ на фоні зазначених вище систем удобрення знизило коефіцієнт енергетичної ефективності до 4,3–4,4.

За альтернативних органо-мінеральних систем удобрення найвищої енергетичної ефективності агротехнології вирощування буряків цукрових в умовах достатнього зволоження досягнуто за внесення компенсаційного N₅₀ + N₉₀P₆₀K₉₀ + мікродобриво Максимус (4 кг/га) на фоні 5 т/га соломи чи поєднано 5 т/га соломи + сидерат за *K_{ee}* – 4,7–4,8.

Висновки

В умовах достатнього зволоження на чорноземі вилугуваному найвищої економічної ефективності вирощування буряків цукрових гібрида 'Булава' досягали за поєднаного внесення 5 т/га соломи + компенсаційне N_{50} + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Максимус (4 кг/га) – рівень рентабельності 63 %.

Застосування 5 т/га соломи + компенсаційне N_{50} + $N_{90}P_{60}K_{90}$ + мікродобриво Максимус, 4 кг/га забезпечило найвищу енергетичну ефективність вирощування гібрида 'Булава': енергоємність урожаю – 299 ГДж/га сівозміни, K_{ee} – 4,7.

Внесення компенсаційної дози азоту (N_{50}) на фоні 5 т/га соломи + $N_{90}P_{60}K_{90}$ чи 5 т/га соломи + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$ або збільшення дози мінеральних добрив в основне внесення з $N_{90}P_{60}K_{90}$ до $N_{120}P_{90}K_{120}$ визначено мало ефективним, натомість застосування мікродобрив у позакореневе підживлення на фоні альтернативного органо-мінерального добрива підвищувало економічну та енергетичну ефективність вирощування буряків цукрових.

Використана література

1. Роїк М. В., Гізбулін Н. Г., Сінченко В. М. та ін. Методичні вказівки по визначенню економічної оцінки вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями. Київ, 2009. 21 с.
2. Lin H. C., Hulsbergen K. J. Hulsbergen. A new method for analyzing agricultural land-use efficiency, and its application in organic and conventional farming systems in southern Germany. *Eur. J. Agron.* 2017. Vol. 83. P. 15–27. doi: 10.1016/j.eja.2016.11.003
3. Тарарико Ю. А. Формирование устойчивых агроэкосистем. Киев : ДИА, 2007. 560 с.
4. Цвей Я. П. Біоенергетична оцінка продуктивності різноротаційних сівозмін. *Наук. праці Ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків* : зб. наук. пр. Київ, 2011. Вип. 12. С. 46–55.
5. Terziev V., Arabska E. Sustainable rural development through organic production and community-supported agriculture in Bulgaria. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2016. Vol. 22, No. 4. P. 527–535.
6. Pimentel D., Hepperly P., Hanson J. et al. Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*. 2005. Vol. 55, No. 7. P. 573–582. doi: 10.1641/0006-3568(2005)055[0573:EEAECO]2.0.CO;2
7. Польовий В. М. Оптимізація систем удобрення в сучасному землеробстві. Рівне : Волинські обереги, 2007. 320 с.
8. Калініченко О. В. Енергетична оцінка виробництва сільськогосподарських культур. *Наук. праці Полтавської держ. аграр. акад.* Полтава, 2012. Вип. 2. С. 134–139.
9. Калініченко О. В. Методичні засади оцінки енергетичної ефективності виробництва продукції рослинництва. *Облік і фінанси*. 2016. № 2. С. 150–155.
10. Олійник О. В., Макогон В. В., Брік С. В. Економіко-енергетична ефективність інтенсифікації виробництва цукрових буряків у сільськогосподарських підприємствах. Харків, 2014. 197 с.
11. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ : Урожай, 1988. 205 с.

References

1. Roik, M. V., Gizbulin, N. G., Sinchenko, V. M., et al. (2009). *Methodychni vказivky po vyznachennii ekonomichnoi otsinky vyroshchuvannia silskigospodarskykh kultur za intensyvnyu tekhnologiyamy* [Methodological guidelines for determining the economic assessment of growing crops by intensive technologies]. Kyiv: N.p. [in Ukrainian]
2. Lin, H. C., & Hulsbergen, K. J. (2017). A new method for analyzing agricultural land-use efficiency, and its application in organic and conventional farming systems in southern Germany. *Eur. J. Agron.*, 83, 15–27. doi: 10.1016/j.eja.2016.11.003
3. Tarariko, Yu. A. (2007). *Formirovanie ustoychivyykh agroekosistem* [Formation of sustainable agroecosystems]. Kiev: DIA. [in Russian]

4. Tsvei, Ya. P. (2011). Bioenergetic assessment of productivity of diversified crop rotations. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burâkiv* [Scientific papers of the Institute of bioenergy crops and sugar beet], 12, 46–55. [in Ukrainian]
5. Terziev, V., & Arabska, E. (2016). Sustainable rural development through organic production and community-supported agriculture in Bulgaria. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 22(4), 527–535.
6. Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson J., Douds, D., & Seidel, R. (2005). Environmental, energetic, and economic comparisons of organic and conventional farming systems. *BioScience*, 55(7), 573–582. doi: 10.1641/0006-3568(2005)055[0573:EEAECO]2.0.CO;2
7. Poliovyi, V. M. (2007). *Optymizatsiia system udobrennia v suchasnomu zemlerobstvi* [Optimization of fertilizer systems in modern agriculture]. Rivne: Volynski oberehy. [in Ukrainian]
8. Kalinichenko, O. V. (2012). Energy assessment of crop production. *Naukovi pratsi Poltavskoi derdzavnoi agrarnoi akademii* [Scientific works of Poltava State Agrarian Academy], 2, 134–139. [in Ukrainian]
9. Kalinichenko, O. V. (2016). Methodological principles of valuation of energy efficiency of crop production. *Oblik i finansy* [Accounting & Finance], 2, 150–155. [in Ukrainian]
10. Oliinyk, O. V., Makohon, V. V., & Brik, S. V. (2014). *Ekonomiko-enerhetychna efektyvnist intensyfikatsii vyrobnytstva tsukrovykh buriakiv u silskohospodarskykh pidpriemstvakh* [Economic and energy efficiency of the intensification of sugar beet production in agricultural enterprises]. Kharkiv: N.p. [in Ukrainian]
11. Medvedovskyi, O. K., & Ivanenko, P. I. (1988). *Enerhetychnyi analiz intensyvykh tekhnolohii v silskohospodarskomu vyrobnytstvi* [Energy analysis of intensive technologies in agricultural production]. Kyiv: Urozhai. [in Ukrainian]

УДК 631.81.620.952

Иванина В. В.*, **Павук И. А.** Экономическая и энергетическая эффективность выращивания сахарной свеклы при альтернативных системах удобрения // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків : сб. науч. тр. Киев, 2017. Вып. 25. С. 41–47.

*Институт биоэнергетических культур и сахарной свеклы НААН Украины, ул. Клиническая, 25, г. Киев, 03110, Украина, *e-mail: v_ivanina@meta.ua*

Цель. Изучить экономическую и энергетическую эффективность агротехнологии выращивания сахарной свеклы при применении альтернативных органоминеральных систем удобрения. **Методы.** Полевой, аналитический и статистический. **Результаты.** Применение под сахарную свеклу минеральных удобрений N₉₀P₆₀K₉₀ совместно с 5 т/га соломы или 5 т/га соломы + сидерат обеспечило условно чистую прибыль 4764–5314 грн/га, рентабельность – 47–50 % при величине коэффициента энергетической эффективности (*K_{ee}*) 4,7–4,8. Дополнительное внесение компенсационного азотного удобрения (N₅₀) по фону 5 т/га соломы + N₉₀P₆₀K₉₀ или 5 т/га соломы + сидерат + N₉₀P₆₀K₉₀ снизило рентабельность и энергетическую эффективность их выращивания: условно чистая прибыль составляла 5301–5767 грн/га, рентабельность – 43–46 % при величине *K_{ee}* 4,7–4,8. Применение микроудобрений для внекорневой подкормки обеспечило незначительное увеличение экономической и энергетической эффективности выращивания сахарной свеклы. В сравнении с вариантами без микроудобрений рентабельность выращивания сахарной свеклы возросла на 5–17 %, *K_{ee}* – на 0,1–0,2. Увеличение дозы минеральных удобрений с N₉₀P₆₀K₉₀ до N₁₂₀P₉₀K₁₂₀ по фону альтернативных органических систем удобрения было малоэффективным под сахарную свеклу: рентабельность их выращивания снизилась на 19–26 %, *K_{ee}* – на 0,3–0,4. Наиболее высокую рентабельность и условно чистую прибыль достигнуто при внесении 5 т/га соломы + компенсационное N₅₀ + сидерат + N₉₀P₆₀K₉₀ + Максимум (4 кг/га): условно чистая прибыль – 8062 грн/га, уровень рентабельности – 63 %. Указанная система удобрения обеспечила наиболее высокую энергетическую эффективность выращивания сахарной свеклы (*K_{ee}* – 4,7). **Выводы.** При выращивании сахарной свеклы гибрида ‘Булава’ в условиях достаточного увлажнения на черноземе выщелоченном

легкосуглинистом економічною і енергетично найбільш ефективною є внесення 5 т/га соломи + компенсаційне N_{50} + сидерат + $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Максимум (4 кг/га): отримано додаткового врожаю вартістю 20900 грн/га при величині фінансових витрат 12838 грн/га і рівні рентабельності 63 %. При цьому енергоємність врожаю становила 299 ГДж/га, енергозатрати – 63,1 ГДж/га, коефіцієнт енергетичної ефективності – 4,7.

Ключевые слова: сахарная свекла, энергетическая и экономическая эффективность, альтернативные системы удобрения.

UDC 631.81.620.952

Ivanina, V. V., & **Pavuk, I. A.** (2017). Economic and energy efficiency of sugar beet growing under alternative fertilization programs. *Nauk. pracì Inst. bioenerg. kul't. cukrov. burákiv* [Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet], 25, 41–47. [in Ukrainian]

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

Purpose. To study the economic and energy efficiency of sugar beet agrotechnology under alternative organic-mineral fertilization programs. **Methods.** Field, laboratory, analytical and statistical. **Results.** The use of fertilizers $N_{90}P_{60}K_{90}$ for sugar beet together with 5 tons per hectare of straw or 5 tons per hectare of straw + green manure provided an attributable net profit of 4764–5314 UAH/ha, profitability of 47–50% at the coefficient of energy efficiency (*Kee*) value of 4.7–4.8. Additional application of compensation nitrogen fertilizer (N_{50}) against the background of 5 t/ha straw + $N_{90}P_{60}K_{90}$ or 5 t/ha straw + green manure + $N_{90}P_{60}K_{90}$ reduced the profitability and energy efficiency of sugar beet cultivation, specifically, attributable net profit of 5301–5767 UAH/ha and 43–46% profitability with a *Kee* value of 4.7–4.8. Foliar dressing with micro fertilizer provided an insignificant increase in the economic and energy efficiency of sugar beet cultivation. In comparison with the treatments without micronutrient fertilizers, the profitability of growing sugar beet increased by 5–17% and *Kee* by 0.1–0.2. An increase in the dose of fertilizers from $N_{90}P_{60}K_{90}$ to $N_{120}P_{90}K_{120}$ against the background of alternative organic fertilization was found low effective for sugar beet: profitability of beet cultivation decreased by 19–26% and *Kee* by 0.3–0.4. The highest profitability and attributable net profit were achieved with the application of 5 t/ha straw + compensating N_{50} + green manure + $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Maximus (4 kg/ha): attributable net profit of 8062 UAH/ha and 63% profitability. This fertilization program ensured the highest energy efficiency of growing sugar beet, particularly, *Kee* of 4.7. **Conclusions.** When growing sugar beet hybrid 'Bulava' under the conditions of sufficient wetting on the leached black soils of light texture, the largest economic and energy efficiency was achieved when applying 5 t/ha straw + compensating N_{50} + green manure + $N_{90}P_{60}K_{90}$ + Maximus (4 kg/ha) resulting in additional root yield of 20900 UAH/ha at the production costs of 12838 UAH/ha and 63% profitability. Herewith, the energy capacity of the harvest was 299 GJ/ha, energy consumption 63.1 GJ/ha, and *Kee* 4.7.

Keywords: sugar beet, energy and economic efficiency, alternative systems of fertilizers.

Надійшла / Received 06.11.2017

Погоджено до друку / Accepted 11.12.2017