

Ефективність вирощування буряків цукрових в умовах Степу України

О. І. Присяжнюк^{1*}, С. С. Шульга¹, Н. О. Кононюк¹,
В. М. Завгородній², О. Ю. Половинчук^{1,3}, Н. Б. Голіченко³,
О. В. Музика³, О. П. Шевченко¹, Е. Е. Навроцька¹

¹Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, *e-mail: ollpris@gmail.com

²Національний університет біоресурсів та природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

³Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна

Мета. Визначити особливості економічної та енергетичної ефективності вирощування буряків цукрових в умовах Степу України. **Методи.** Польові дослідження проводили впродовж 2020–2022 рр. в умовах ТОВ «Агрофірма імені Чкалова» (Кіровоградська обл.). Схемою досліду передбачалось вирощування буряків цукрових на фоні застосування вологоутримувача (без гідрогелю; гідрогель Aquasorb, 300 кг/га), за різних систем основного удобрення [без добрив – контроль; гній, 20 т/га; N₁₇₀P₁₈₀K₃₅₀; Леонардит, 400 кг/га; Паросток (марка 20), 400 кг/га] та позакореневих підживлень у період вегетації (без підживлення; Гуміфілд, в.г., 2 кг/га у фазах ВВСН 30 + 39). Органічні та мінеральні добрива (РК) вносили восени під оранку, а азотний компонент останніх (N) – під ранньовесняну культивуацію. Адсорбент вносили в ґрунт за два тижні до сівби культури локально в зону майбутнього рядка, орієнтуючись на дані GPS-трекера. Решта агрозаходів відповідали загальноприйнятій технології вирощування культури в зоні проведення досліджень. Розрахунок економічних показників виконували в цінах 2023 року. **Результати.** За формуванням виручки від реалізації коренеплодів буряків цукрових кращим був варіант використання гідрогелю Aquasorb, удобрення буряків цукрових Леонардитом та позакореневого підживлення посівів Гуміфілд, де отримано 106,8 тис. грн/га. За витратами на технологію вирощування культури найдорожчими були варіанти застосування мінеральних добрив (75,9–84,4 тис. грн/га). На противагу цьому застосування органічних добрив нової формуляції забезпечувало кращі результати собівартості вирощування буряків цукрових. Зокрема, на варіантах, де гідрогель не вносили, удобрення Леонардитом сприяло отриманню собівартості витрат на 1 га в 37,3–39,8 тис. грн, а за застосування Aquasorb варіанти внесення Леонардиту мали витратність 43,3–45,8 тис. грн/га. Витрати ж за умови застосування органічного добрива Паросток становили 39,6–42,1 та 45,6–48,1 тис. грн/га. У варіанті внесення Паросток (марка 20) з подальшим позакореневим підживленням Гуміфілдом було отримано прибуток 60,6 тис. грн/га. У разі застосування гідрогелю Aquasorb та удобрення добривом Леонардит з подальшим позакореневим підживленням Гуміфілдом було отримано прибуток 61,0 тис. грн/га, що є максимальним в досліді. За внесення добрива Паросток (марка 20) отримано рентабельність в 145,0 %, а за використання на цьому фоні Гуміфілду – 143,8 %. У варіанті з Леонардитом рентабельність була 142,6 %. За використання гідрогелю Aquasorb та удобрення Леонардитом рівень рентабельності був дещо меншим, пропорційно зростанню витрат на технологію – 133,2 %. **Висновки.** У разі внесення гідрогелю Aquasorb у зону рядка до сівби (300 кг/га) та удобрення буряків цукрових Леонардитом або Паросток (марка 20) з урожаєм отримано понад 300 ГДж/га енергії. Максимум накопичення енергії в урожаї спостерігався на варіанті поєднання вологоутримувача з добривом Паросток і подальшим позакореневим удобренням Гуміфілдом – 312,5 ГДж/га. За застосування як основного удобрення Паросток (марка 20) коефіцієнт енергетичної ефективності (*K_{ee}*) становив 4,70, а

за позакореневої обробки Гуміфілдом – 4,72. У варіантах використання вологоутримувача та основного удобрення добривом Паросток (марка 20), без або з подальшим позакореневим застосуванням Гуміфілду, значення *K_{ee}* було 4,60 та 4,63.

Ключові слова: економічна ефективність; енергетична ефективність; мінеральне удобрення; органічне удобрення.

Вступ

Вирощування буряків цукрових має декілька важливих наслідків для агровиробництва загалом. По-перше, це сприяє поліпшенню родючості ґрунту й забезпечує країну цукром – одним зі стратегічних продуктів. По-друге, відходи від цього процесу можуть використовуватися як корм для тварин (гичка, жом, меляса), а також на біоенергетичні цілі [1, 2].

Відповідно галузь буряківництва є економічно та соціально важливою, оскільки вона сприяє поповненню бюджету на всіх рівнях, створює нові робочі місця у сільському господарстві, збільшує продовольчі резерви і доларові надходження в Україну. Проте за останні роки ця галузь має свої труднощі, іноді вона навіть стає не вигідною, оскільки собівартість буряків цукрових значно зросла, посівні площі та загальний врожай зменшились. Окрім того, багато цукрових заводів не переналаштувались на створення енергоефективного виробництва зі зменшенням частки дорогих викопних видів палива в структурі витрат на переробку врожаю буряків. Адже на виробництво однієї тонни цукру потрібно переробити щонайменше сім тонн коренеплодів з використанням відповідних кількостей води, пару, електроенергії [3–5].

Навіть якщо сконцентруватись на економіці вирощування буряків цукрових, то економічну ефективність виробництва оцінюють як складне й багатогранне поняття. Зазвичай її визначають як відношення між економічними результатами виробництва і витратами на виробництво. Оскільки ці результати є наслідком витрат різних ресурсів, то можна розглядати економічну ефективність як відношення витрат на виробництво сільськогосподарської продукції [6, 7].

Економічний ефект від вирощування буряків цукрових визначається, зазвичай, шляхом обчислення різниці між сумою повної собівартості продукції і доходом, отриманим від її продажу. Ця різниця відображає прибуток. Тобто, економічну ефективність виробництва буряків цукрових можна розглядати як його прибутковість [8, 9].

Ефективність виробництва буряків цукрових ще залежить від рівня технологічної озброєності підприємств, які займаються вирощуванням буряків. Адже витрати на виконання окремих сільськогосподарських робіт впливають на загальні витрати на виробництво буряків цукрових через використання ресурсів. Відповідно для отримання додаткового рівня прибутковості потрібно застосовувати більше дорогих та складних елементів технології вирощування [9, 10].

Впровадження сучасних технологій, використання високопродуктивних гібридів, оптимізація управління виробничими процесами і практики раціонального використання ресурсів можуть сприяти зменшенню витрат і підвищенню виробничої продуктивності буряків цукрових. Однак культура за правом вважається однією зі складних для вирощування, чи не найскладнішою. А тому будь-які помилки в агротехніці призводять до зниження ефективності вирощування на рівні окупності понесених витрат приростом урожаю [1, 6].

Мета досліджень – визначити особливості економічної та енергетичної ефективності вирощування буряків цукрових в умовах Степу України.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження з вивчення особливостей формування продуктивності та технологічних якостей коренеплодів цукрових буряків в умовах Степу України проводили у 2020–2022 рр. в

умовах ТОВ «Агрофірма імені Чкалова», яке розташоване в Новоукраїнському районі Кіровоградській області.

На території господарства основним типом ґрунту є чорнозем типовий глибокий мало- або середньогумусний. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становить 2,59 %, рН – 6,2–6,8, сміність вбирання 30,7–32,5 мг-екв на 100 г ґрунту. Підґрунтові води розташовані на глибині 4–6 м. До складу мінеральної твердої фази ґрунту входить 37 % фізичної глини; 63 % піску. Щільність ґрунту в рівноважному стані 1,16–1,25 г/см, вологість стійкого в'янення – 10,8 %. Повна вологоємність ґрунту становить в шарі 0–30 см – 38,4 %, у шарі 30–45 см – 42,7 %. Польова вологоємність цього ґрунту в шарі 0–30 см сягає 28,2 %, вологість розриву капілярів – 19,7 %, максимальна гігроскопічність – 7,46 %, недоступна для рослин вологість – 10 %, загальна щільність у рівноважному стані – 52–55 %.

Погодні умови за роки досліджень були строкатими і досить несприятливими для росту і розвитку буряків цукрових, особливо у вегетаційний період 2020 року, коли сумарно за квітень – вересень випало лише 179 мм опадів, а найбільш жаркими були квітень, травень, серпень та вересень. Тобто кричим для росту й розвитку буряків цукрових був період їх ранньої вегетації, а також формування коренеплодів та цукронакопичення. Загалом такі умови негативно позначились на показниках урожайності буряків цукрових, однак дозволили краще вивчити роль вологоутримувачів і антистресантів за впливом на рослини буряків.

Зовсім інші погодні умови склались в період з квітня до вересня 2021 року, коли випало 476,7 мм опадів, особливо рясні дощі пройшли в травні (106,0 мм), червні (74,0 мм), липні (87,5 мм) та серпні (113,9 мм). А що стосується температури повітря, то квітень був прохолодним, а травень і червень – близькими до норми, тоді як найбільш жарким був липень (середньодобова температура повітря – 23,1 °С).

Схема досліду з вивчення впливу утримувачів вологи та основного удобрення і позакореневого підживлення на продуктивність та технологічні якості буряків цукрових.

Утримувач вологи	Система удобрення	Позакореневе підживлення
Без гідрогелю	Без удобрення	Без підживлення
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)
	Гній, 20 т/га	Без підживлення
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)
	Мінеральна система удобрення (N ₁₇₀ P ₁₈₀ K ₃₅₀)	Без підживлення
Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)		
Леонардит – органічне викопне добриво, 400 кг/га	Без підживлення	
	Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	
Паросток (марка 20), 400 кг/га	Без підживлення	
	Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	
Гідрогель Aquasorb у зону рядка до сівби (300 кг/га)	Без удобрення	Без підживлення
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)
	Гній, 20 т/га	Без підживлення
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)
	Мінеральна система удобрення (N ₁₇₀ P ₁₈₀ K ₃₅₀)	Без підживлення
Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)		
Леонардит – органічне викопне добриво, 400 кг/га	Без підживлення	
	Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	
Паросток (марка 20), 400 кг/га	Без підживлення	
	Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	

Площа посівної ділянки – 70 м², облікової – 35 м²; повторність – триразова.

Органічне удобрення вносили восени – під оранку, а мінеральне фосфорно-калійне восени, а азотний компонент – навесні під ранньовесняну культивуацію. Застосування

адсорбентів виконували за два тижні до сівби буряків цукрових локально в зону майбутнього рядка, орієнтуючись на дані GPS трекера.

Експериментальні дослідження виконували згідно з методиками польового дослідження та спеціальними методиками ІБКіЦБ [11–15].

Результати досліджень

Для оцінки ефективності вирощування буряків цукрових в умовах Степу України користувалися технологічними картами їх вирощування та визначали базові витрати на технологію вирощування за врожайності коренеплодів 60 т/га в цінах 2023 року (табл. 1).

До основних витрат на вирощування враховували витрати на обробітки ґрунту, насіння та засоби захисту рослин, догляд та викопування буряків цукрових. Також враховували витрати на оплату праці, пально-мастильні матеріали, оренду землі. Окрім того, були враховані загально-виробничі витрати, також витрати на ремонт техніки та її амортизацію.

Що стосується витрат на основні агротехнічні операції, то вони розраховані як витрати на пальне, амортизацію та ремонт техніки, заробітну плату механізаторам тощо. Оскільки господарство володіє повним комплексом техніки, необхідної для вирощування буряків цукрових, то не було потреби її орендувати.

Таблиця 1

**Базові витрати на технологію вирощування буряків цукрових
(за врожайності 60 т/га у цінах 2023 р.)**

Виробничі витрати		За врожайності 60,0 т/га		
		кількість	ціна за одиницю, грн	вартість усього, грн
Насіння	п.о.	1,3	3780,0	4914,0
Витрати праці	люд.-год.	6,3	–	–
Заробітна плата з нарахуваннями	грн	–	2560,0	2560,0
Засоби захисту рослин:				
<i>інсектицид Нурелл Д (2 обробки)</i>	л	1,6	848,0	1356,8
<i>гербіцид Бетанал макс про, 1,5 л/га (3 обробки)</i>	л	4,5	920,0	4140,0
<i>гербіцид Голтікс КС 1,0 л/га (3 обробки)</i>	л	3,0	1000,0	3000,0
<i>фунгіцид Аканто Плюс (0,75 л/га) (2 обробки)</i>	л	1,5	1600,0	2400,0
Пальне	кг	107,0	55,0	5885,0
Мастило	грн	–	–	410,0
Ремонт	грн	–	–	1256,0
Загально-виробничі витрати та інші	грн	–	–	1800,0
Амортизація	грн	–	–	1789,0
Орендна плата за землю	грн	–	–	3800,0
Разом витрат на 1 га	грн	–	–	33310,8
Собівартість 1 т	грн	–	–	555,2

Також у наших розрахунках відсутні дані витрат на реалізацію буряків цукрових та вивезення коренеплодів з поля, оскільки за умовами договору цим займається завод і такі витрати лягають у собівартість виробництва цукру.

Зважаючи на те, що застосування основного удобрення досліджувалось нами згідно схеми дослідження, то воно не показано в структурі основних витрат. Навіть за таких умов вирощування буряків цукрових є дорогим задоволенням і на гектар потрібно витратити 33,3 тис. грн.

Проаналізуємо також окремо структуру витрат на вирощування буряків цукрових за застосування мінеральної система удобрення, яку вивчали в своєму досліді (N₁₇₀P₁₈₀K₃₅₀) (рис. 1).

РОСЛИННИЦТВО

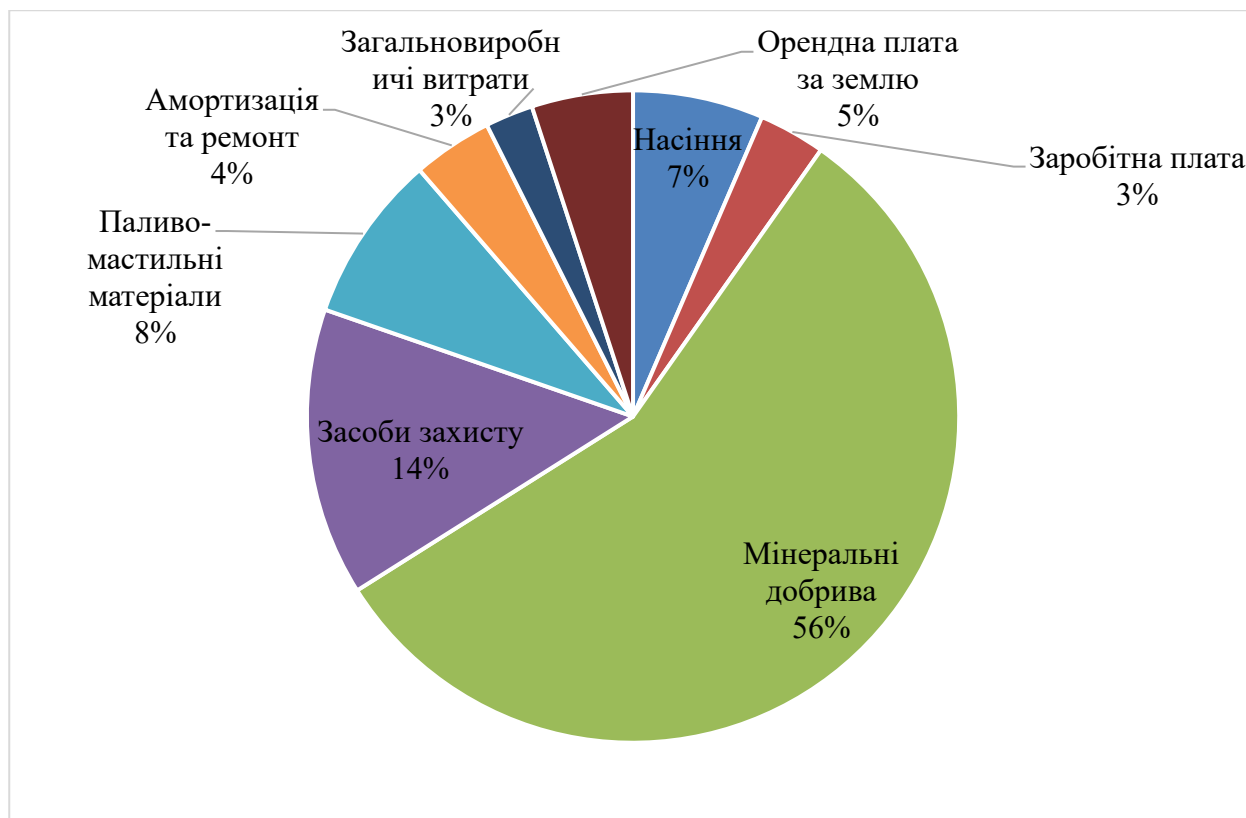


Рис. 1. Структура витрат за використання мінеральної системи удобрення (N₁₇₀P₁₈₀K₃₅₀)

Отже, мінеральні добрива за сучасного рівня витрат становлять 56 % загальних витрат на вирощування буряків цукрових. Що є самою вагомою статтею витрат та потребує оптимізації. Адже в грошовому еквіваленті на мінеральне удобрення витрачається 42,6 тис. грн/га.

Проаналізуємо закупівельні ціни, виручку від реалізації та собівартість вирощування буряків цукрових у 2023 році (табл. 2).

Що стосується закупівельної ціни, то вона визначається заводом і в умовах 2023 року становить мінімум 1700 грн/т, проте, краща цукристість коренеплодів сприяла отриманню й кращої ціни на приймання – до 1920 грн/т. У наших дослідях така вартість приймання коренеплодів буряків цукрових була у варіанті удобрення Паросток (марка 20) 400 кг/га та з подальшим підживленням Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39), а також на варіанті використання гідрогелю Aquasorb у зону рядка до сівби (300 кг/га), удобрення посівів гноєм та позакореневого підживлення Гуміфілд. Тобто, в обох випадках позакореневе підживлення відіграло вирішальну роль у формуванні високої якості коренеплодів буряків цукрових.

Застосування технологічних прийомів, що вивчалися, наклало свій відбиток на формування виручки від реалізації коренеплодів буряків цукрових. Так, на варіантах, де вологоутримувач не застосовували, кращі показники отримано за внесення в якості основного удобрення Паросток (марка 20) 400 кг/га та позакореневого підживлення Гуміфілд – 102,7 тис. грн/га. Аналогічний варіант дослідів лише із застосуванням гідрогелю Aquasorb в зону рядка до сівби (300 кг/га) забезпечив отримання 106,0 тис. грн/га виручки від реалізації коренеплодів. Кращим в досліді був варіант використання гідрогелю Aquasorb, удобрення буряків цукрових Леонардит, 400 кг/га, та позакореневого підживлення посівів Гуміфілд.

Якщо аналізувати собівартість вирощування буряків цукрових, то максимум показників було отримано у варіантах застосування мінеральної системи удобрення – 75,9–78,4 тис. грн/га, а в разі застосування гідрогелю Aquasorb витрати на гектар становили 81,9–84,4 тис. грн/га.

**Закупівельна ціна, виручка від реалізації та собівартість
виращування буряків цукрових у 2023 р., тис. грн**

Утримувач вологи	Система удобрення	Позакорене підживлення	Закупівельна ціна 1 т коренеплодів	Виручка від реалізації за ціною 1900 грн/т	Собівартість 1 т, тис. грн	Собівартість в розрахунку на 1 га, тис. грн/га	
Без гідрогелю	Без удобрення	Без підживлення	1,73	72,9	0,79	33,3	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	1,78	75,4	0,84	35,8	
	Гній ВРХ, 20 т/га	Без підживлення	1,83	85,0	1,15	53,3	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	1,90	89,0	1,19	55,8	
	Мінеральна система удобрення (N ₁₇₀ P ₁₈₀ K ₃₅₀)	Без підживлення	1,84	91,1	1,53	75,9	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	1,90	94,6	1,57	78,4	
	Леонардит, 400 кг/га	Без підживлення	1,81	90,5	0,75	37,3	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	1,89	95,0	0,79	39,8	
	Паросток (марка 20) 400 кг/га	Без підживлення	1,83	97,0	0,75	39,6	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	1,92	102,7	0,79	42,1	
	Aquasorb, 300 кг/га	Без удобрення	Без підживлення	1,74	76,5	0,89	39,3
			Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	1,79	79,5	0,94	41,8
Гній ВРХ, 20 т/га		Без підживлення	1,85	88,5	1,24	59,3	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	1,92	93,0	1,28	61,8	
Мінеральна система удобрення (N ₁₇₀ P ₁₈₀ K ₃₅₀)		Без підживлення	1,85	96,1	1,58	81,9	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	1,91	100,1	1,61	84,4	
Леонардит, 400 кг/га		Без підживлення	1,80	101,0	0,77	43,3	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	1,88	106,8	0,81	45,8	
Паросток (марка 20), 400 кг/га		Без підживлення	1,74	99,3	0,80	45,6	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	1,83	106,0	0,83	48,1	

Брати до уваги низьку собівартість виращування буряків цукрових без застосування основного удобрення не будемо, так як це одноразовий захід, що кардинально зменшує продуктивність подальших культур сівозміни.

На варіантах, де гідрогель не вносили, удобрення Леонардитом сприяло отриманню собівартості витрат на 1 гектар в 37,3–39,8 тис. грн, а за застосування Aquasorb варіанти внесення Леонардиту мали витратність 43,3–45,8 тис. грн/га. Витрати ж за умови застосування органічного добрива Паросток становили 39,6–42,1 та 45,6–48,1 тис. грн/га.

Більш детально зупинимось також на питаннях отриманого прибутку та рівня рентабельності буряків цукрових (табл. 3).

Прибуток та рентабельність вирощування буряків цукрових у 2023 р.

Утримувач вологи	Система удобрення	Позакореневе підживлення	Прибуток, тис. грн/га	Прибуток у розрахунку на 1 т, грн	Рівень рентабельності, %
Без гідрогелю	Без удобрення	Без підживлення	39,6	0,94	118,8
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	39,6	0,93	110,5
	Гній ВРХ, 20 т/га	Без підживлення	31,7	0,68	59,4
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	33,2	0,71	59,4
	Мінеральна система удобрення (N ₁₇₀ P ₁₈₀ K ₃₅₀)	Без підживлення	15,2	0,31	20,1
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	16,2	0,32	20,7
	Леонардит, 400 кг/га	Без підживлення	53,2	1,06	142,6
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	55,2	1,10	138,7
	Паросток (марка 20), 400 кг/га	Без підживлення	57,4	1,08	145,0
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	60,6	1,13	143,8
Aquasorb, 300 кг/га	Без удобрення	Без підживлення	37,2	0,84	94,6
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	37,7	0,85	90,3
	Гній ВРХ, 20 т/га	Без підживлення	29,2	0,61	49,3
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	31,2	0,64	50,4
	Мінеральна система удобрення (N ₁₇₀ P ₁₈₀ K ₃₅₀)	Без підживлення	14,2	0,27	17,4
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	15,7	0,30	18,6
	Леонардит, 400 кг/га	Без підживлення	57,7	1,03	133,2
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	61,0	1,07	133,2
	Паросток (марка 20), 400 кг/га	Без підживлення	53,7	0,94	117,8
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	57,9	1,00	120,5

Витрати, понесені на технологію вирощування буряків цукрових, наклали свій відбиток на формування прибутку і гірші показники його отримано за застосування мінеральних добрив – 14,2–15,7 тис. грн/га. Що фактично ставить під сумнів ефективність та доцільність мінерального удобрення буряків цукрових в сучасних умовах господарювання.

Застосування гідрогелю Aquasorb в зону рядка до сівби (300 кг/га) за роки наших досліджень показало себе ефективно в умовах нестачі вологи в першій половині вегетації буряків цукрових, а за строкатих років, з надлишком вологи, гідрогель виявився не завжди ефективним в плані додаткових витрат на його застосування та незначного рівня покриття цих витрат.

Так, за вирощування буряків цукрових на варіанті удобрення посівів Паросток (марка 20) 400 кг/га та з подальшим позакореневим підживленням Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39) було отримано прибуток в 60,6 тис. грн/га. А за застосування гідрогелю Aquasorb та удобрення добривом Леонардит, 400 кг/га з подальшим позакореневим підживленням Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39) було отримано прибуток в 61,0 тис. грн/га, що є максимальним у досліді.

РОСЛИНИЦТВО

Рівень рентабельності по суті є інструментом розуміння окупності обсягів витрат коштів отриманим прибутком, або ж наскільки вкладена гривня коштів може ефективно попрацювати у виробництві. Тому показники рентабельності виробництва дещо відрізняються від отриманого рівня прибутку. Так, визначено, що за удобрення посівів Паросток (марка 20) 400 кг/га отримано рентабельність в 145,0 %, тоді як за внесення на цьому фоні Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39) – 143,8 %. А за використання Леонардит, 400 кг/га рентабельність була 142,6 %.

При використанні гідрогелю Aquasorb та удобрення добривом Леонардит, 400 кг/га рівень рентабельності був дещо меншим, пропорційно зростанню витрат на технологію – 133,2 %. Причому застосування позакореневого удобрення Гуміфілд не завжди дозволило отримати вищий рівень рентабельності у зв'язку з витратами на препарат та власне відсутністю гнучкої системи оплати додаткової цукристості (вагомої доплати).

Цікавими до вивчення є також показники енергетичної ефективності вирощування буряків цукрових (табл. 4).

Таблиця 4

Енергетична ефективність вирощування буряків цукрових

Утримувач волиги	Система удобрення	Позакореневе підживлення	Витрати енергії на технологію вирощування, ГДж/га	Енергія біомаси, ГДж/га	<i>K_{ee}</i>	
Без гідрогелю	Без удобрення	Без підживлення	60,2	227,2	3,77	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	60,5	229,1	3,79	
	Гній ВРХ, 20 т/га	Без підживлення	68,6	250,9	3,66	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	68,9	253,1	3,67	
	Мінеральна система удобрення (N ₁₇₀ P ₁₈₀ K ₃₅₀)	Без підживлення	78,2	267,3	3,42	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	78,5	269,1	3,43	
	Леонардит, 400 кг/га	Без підживлення	60,9	269,8	4,43	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	61,2	272,2	4,45	
	Паросток (марка 20) 400 кг/га	Без підживлення	60,9	285,8	4,70	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	61,2	288,7	4,72	
	Aquasorb, 300 кг/га	Без удобрення	Без підживлення	66,5	237,8	3,58
			Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	66,8	240,1	3,59
Гній ВРХ, 20 т/га		Без підживлення	74,9	257,8	3,44	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	75,2	260,8	3,47	
Мінеральна система удобрення (N ₁₇₀ P ₁₈₀ K ₃₅₀)		Без підживлення	84,5	280,6	3,32	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	84,8	283,5	3,34	
Леонардит, 400 кг/га		Без підживлення	67,2	303,3	4,51	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	67,5	306,7	4,55	
Паросток (марка 20), 400 кг/га		Без підживлення	67,2	308,9	4,60	
		Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39)	67,5	312,5	4,63	

Оцінювання енергетичної ефективності вирощування сільськогосподарських культур досить простий метод, заснований на встановленні балансу енергії, витраченої на вирощування та отриманої з врожаєм. Причому всі агротехнічні операції, речовини та матеріали мають свої коефіцієнти енерговитрат – необхідних для їх створення, синтезу або ж отримання. Тобто ажіотажний попит на продукцію, або навпаки – відсутність ціни на неї не дозволяють прийняти хибні рішення про доцільність застосування певних агротехнічних прийомів.

Цілком очевидно, що варіанти застосування мінерального удобрення за вирощування буряків цукрових мали й найбільші витрати енергії, оскільки на синтез та видобування мінеральних добрив потрібно витратити максимум ресурсів, особливо це стосується азотних добрив. Що стосується органічних добрив, то гній навіть виявився більш енергетично витратним, ніж добрива Леонардит та Паросток, так як справа не лише у великій масі гною та необхідності роботи з ним, а й у транспортних витратах на його перевезення та подальше розкидання. Відповідно найменші енерговитрати були на варіантах, де використовували органічні добрива Леонардит або Паросток.

Стосовно енергії, отриманої з біомасою, то з цим показником все просто – чим вища врожайність буряків цукрових, тим більше енергії можна отримати. Так, на контролях без удобрень, як бачимо, збір енергії з врожаєм становив мінімальні показники. При цьому за застосування гідрогелю Aquasorb в зону рядка до сівби (300 кг/га) та використання для удобрення буряків цукрових Леонардит, 400 кг/га або Паросток (марка 20) 400 кг/га отримано з врожаєм енергії понад 300 ГДж/га. Максимум енергії спостерігався на варіанті поєднання вологоутримувача з добривом Паросток та з подальшим позакореневим удобренням Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39) – 312,5 ГДж/га.

Якщо аналізувати коефіцієнти енергетичної ефективності вирощування буряків цукрових, то на варіантах, де не використовувався гідрогель Aquasorb, застосування в якості основного удобрення Паросток (марка 20), 400 кг/га сприяло отриманню коефіцієнта енергетичної ефективності 4,70, а за позакореневої обробки Гуміфілдом – 4,72.

У варіантах використання вологоутримувача та основного удобрення добривом Паросток (марка 20), без або з подальшим позакореневим підживленням Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39) значення *K_{ee}* отримано на рівні 4,60 та 4,63. Тобто, попри додаткові енергетичні витрати з внесення вологоутримувача Aquasorb, варіант виявився ефективним в плані отримання високого коефіцієнту енергетичної ефективності вирощування буряків цукрових.

Висновки

За формуванням виручки від реалізації коренеплодів буряків цукрових кращим був варіант використання гідрогелю Aquasorb, удобрення буряків цукрових Леонардит, 400 кг/га та позакореневого підживлення посівів Гуміфілд, де отримано 106,8 тис. грн/га.

За витратами на технологію вирощування буряків цукрових найдорожчими були варіанти застосування мінеральних добрив (75,9–84,4 тис. грн/га). На противагу цьому застосування органічних добрив нової формуляції забезпечувало кращі результати собівартості вирощування буряків цукрових. Так, на варіантах, де гідрогель не вносили, удобрення Леонардитом сприяло отриманню собівартості витрат на один гектар у 37,3–39,8 тис. грн/га, а за застосування Aquasorb варіанти внесення Леонардиту мали витратність 43,3–45,8 тис. грн/га. Витрати ж за умови застосування органічного добрива Паросток становили 39,6–42,1 та 45,6–48,1 тис. грн/га.

У варіанті удобрення посівів Паросток (марка 20), 400 кг/га та з подальшим позакореневим підживленням Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39) було отримано прибуток у 60,6 тис. грн/га. У разі застосування гідрогелю Aquasorb та удобрення добривом Леонардит, 400 кг/га з подальшим позакореневим підживленням Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39) було отримано прибуток в 61,0 тис. грн/га, що є максимальним у досліді.

За удобрення посівів Паросток (марка 20) 400 кг/га отримано рентабельність в 145,0 %, тоді як за внесення на цьому фоні Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39) – 143,8 %. А за використання Леонардит, 400 кг/га рентабельність була 142,6 %. При використанні гідрогелю Aquasorb та удобрення добривом Леонардит, 400 кг/га рівень рентабельності був дещо меншим, пропорційно зростанню витрат на технологію – 133,2 %.

У разі застосування гідрогелю Aquasorb в зону рядка до сівби (300 кг/га) та використання для удобрення буряків цукрових Леонардит, 400 кг/га або Паросток (марка 20) 400 кг/га отримано з врожаєм енергії понад 300 ГДж/га. Максимум накопичення енергії в урожаї спостерігався на варіанті поєднання вологоутримувача з добривом Паросток та з подальшим позакореневим удобренням Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39) – 312,5 ГДж/га.

За застосування в якості основного удобрення Паросток (марка 20), 400 кг/га отримано коефіцієнт енергетичної ефективності 4,70, а за позакореневої обробки Гуміфілдом – 4,72. У варіантах використання вологоутримувача та основного удобрення добривом Паросток, без або з подальшим позакореневим удобренням Гуміфілд, в.г., 2 кг/га (ВВСН 30 + 39) коефіцієнт енергетичної ефективності становив 4,60 та 4,63.

Використана література

1. Варченко О. М. Якість продукції як основний чинник забезпечення конкурентоспроможності бурякоцукрової галузі. *Вісник Львівського державного аграрного університету. Серія : Економіка АПК*. 2003. № 10(2). С. 27–33.
2. Вітвицький В. В., Шутюк Т. В. Оптимізація затрат праці в цукробуряковому підкомплексі України в ринкових умовах. *Економіка АПК*. 2001. № 11. С. 64–67.
3. Варченко О. М. Механізм регулювання ринку цукру в країнах Європейського Союзу. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 6. С. 70–74.
4. Слупян К. В. Активізація інтеграційних процесів бурякоцукрової галузі як чинника підвищення ефективності виробництва продукції. *Формування ринкових відносин в Україні*. 2010. № 5. С. 150–154.
5. Фурса А. В. Трансформація цін на цукрові буряки та цукор – основа стабільного розвитку цукробурякового підкомплексу. *Економіка України*. 2002. № 8. С. 69–75.
6. Фурса А. В. Цукробуряковий підкомплекс України: стан і перспективи розвитку. *Економіка АПК*. 2005. № 2. С. 20–24.
7. Фурса А. В. Шляхи підвищення економічної ефективності цукробурякового виробництва. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2001. Вип. 35. С. 160–164.
8. Фурса А. В. Взаємовідносини між учасниками цукробурякового підкомплексу. *Економіка АПК*. 2002. № 6. С. 31–36.
9. Фурса А. В. Державне регулювання цукробурякового підкомплексу в умовах ринкових відносин. *Економіка України*. 2004. № 10. С. 58–66.
10. Шпичак О. М. Теоретично-методологічні аспекти ціноутворення на сільськогосподарську продукцію. *Економіка АПК*. 2012. № 8. С. 3–10.
11. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0: методичні вказівки. Київ: ПоліграфКонсалтинг, 2007. 56 с.
12. Методики проведення досліджень у буряківництві / за ред. М. В. Роїка, Н. Г. Гізбулліна. Київ: ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 373 с.
13. Ермантраут Е. Р., Гопцій Т. І., Каленська С. М. та ін. Методика селекційного експерименту (в рослинництві). Харків, 2014. 229 с.
14. Ткачик С. О., Присяжнюк О. І., Лещук Н. В. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця: ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 118 с.
15. Роїк М. В., Сінченко В. М., Присяжнюк О. І., Ермантраут Е. Р. Проведення демонстраційних дослідів. Методичні рекомендації. Київ: ФОП Корзун Д. Ю., 2017. 22 с.

References

1. Varchenko, O. M. (2023). Product quality as the main factor in ensuring the competitiveness of the beet sugar industry. *Herald of Lviv State Agrarian University. Series: Economy of Agro-Industrial Complex*, 10(2), 27–33. [In Ukrainian]
2. Vitvytskyi, V. V., & Shutiuk, T. V. (2001). Optimization of labor costs in the sugar beet sub-complex of Ukraine under market conditions. *Economy of Agro-Industrial Complex*, 11, 64–67. [In Ukrainian]
3. Varchenko, O. M. (2006). Mechanism of sugar market regulation in the countries of the European Union. *Bulletin of Agrarian Science*, 6, 70–74. [In Ukrainian]
4. Slupian, K. V. (2010). Activation of the integration processes of the beet sugar industry as a factor in increasing the efficiency of production. *Formation of market relations in Ukraine*, 5, 150–154. [In Ukrainian]
5. Fursa, A. V. (2002). Transformation of prices for sugar beets and sugar – the basis of stable development of the sugar beet sub-complex. *Ukraine Economy*, 8, 69–75. [In Ukrainian]
6. Fupsa, A. V. (2005). Sugar beet sub-complex of Ukraine: state and development prospects. *Economy of Agro-Industrial Complex*, 2, 20–24. [In Ukrainian]
7. Fursa, A. V. (2001). Ways of increasing the economic efficiency of sugar beet production. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 35, 160–164. [In Ukrainian]
8. Fursa, A. V. (2002). Interrelationships between participants of the sugar beet subcomplex. *Economy of Agro-Industrial Complex*, 6, 31–36. [In Ukrainian]
9. Fursa, A. V. (2004). State regulation of the sugar beet sub-complex in terms of market relations. *Ukraine Economy*, 10, 58–66. [In Ukrainian]
10. Shpychak, O. M. (2012). Theoretical and methodological aspects of pricing of agricultural products. *Economy of Agro-Industrial Complex*, 8, 3–10. [In Ukrainian]
11. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 6.0 package: methodological guidelines*. Kyiv: PoligrafConsulting. [In Ukrainian]
12. Roik, M. V., & Hizbullin, N. G. (Eds.). *Research methods in sugar beet growing*. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
13. Ermantraut, E. R., Hoptsi, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Turchynova, N. P., & Prysiazhniuk, O. I. (2014). *Methodology of selection experiment (in crop production)*. Kharkiv: N. p. [In Ukrainian]
14. Tkachyk, S. O., Prysiazhniuk, O. I., & Leshchuk, N. V. (2016). *Methodology of qualification examination of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part* (4th ed., ed. and additional). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
15. Roik, M. V., Sinchenko, V. M., Prysiazhniuk, O. I., & Ermantraut, E. R. (2017). *Conducting demonstration experiments. Guidelines*. Kyiv: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]

UDC 633.9:631.54

Prysiazhniuk, O. I.^{1*}, Shulha, S. S.¹, Kononiuk, N. O.¹, Zavorodnii, V. M.², Polovynchuk, O. Yu.^{1,3}, Holichenko, N. B.³, Muzyka, O. V.³, Shevchenko, O. P.¹, & Navrotska, E. E.¹ (2023). Efficiency of sugar beet cultivation in the Steppe of Ukraine. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 31, 47–58. [In Ukrainian]

¹*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet, NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, *e-mail: ollpris@gmail.com*

²*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine*

³*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine*

Purpose. To determine the features of the economic and energy efficiency of growing sugar beet in the Steppe of Ukraine. **Methods.** Field research was conducted during 2020–2022 in the

Chkalov Agrocompany LLC (Kirovohrad region). The scheme of the experiment provided for the cultivation of sugar beet against the background of the use of a water-retaining agent (without hydrogel; hydrogel Aquasorb, 300 kg/ha), under application of different fertilizers (without fertilizers – control; manure, 20 t/ha; N₁₇₀P₁₈₀K₃₅₀; Leonardyt, 400 kg/ha; Parostok 20, 400 kg/ha) and foliar application of fertilizers during the growing season (without foliar feeding; Humifild SE, 2 kg/ha in the BBCH stage 30 and 39). Organic and mineral fertilizers (PK) were applied in autumn at ploughing and nitrogen was applied at cultivation in early spring. The water-retainer was applied to the soil two weeks before sowing the crop in the zone of the row, based on the data of the GPS tracker. The rest of the agricultural activities corresponded to the generally accepted crop cultivation technology in the area of research. The calculation of economic indicators was performed using prices of 2023. **Results.** In terms of income from the sale of sugar beet roots, the best treatment was the use of Aquasorb hydrogel, fertilization of sugar beet with Leonardyt and foliar application of fertilizer Humifild, where 106.8 thousand UAH/ha was obtained. In terms of costs for crop cultivation technology, the most expensive treatment was the application of mineral fertilizers (75.9–84.4 thousand UAH/ha). In contrast, application of new organic fertilizers provided better results in terms of the costs of growing sugar beet. In particular, in the treatments where hydrogel was not applied, the costs of fertilization with Leonardyt were 37.3–39.8 thousand UAH/ha, while with the use of Aquasorb, the treatment with Leonardyt had a cost of 43.3–45.8 thousand UAH/ha. On the other hand, the costs of using organic fertilizer Parostok were 39.6–42.1 and 45.6–48.1 thousand UAH/ha. In the treatment with Parostok followed by foliar application of Humifild, a profit of UAH 60.6 thousand/ha was obtained. In case of application of Aquasorb hydrogel and fertilization with Leonardyt fertilizer followed by foliar feeding with Humifild, a profit of UAH 61,00 per 1 ha was obtained, which was the maximum in the experiment. Profitability of 145.0% was obtained with the application of Parostok 20 fertilizer and 143.8% with Humifild applied against the background of Parostok. In the treatment with Leonardyt, the profitability was 142.6%. With the use of Aquasorb hydrogel and Leonardyt fertilizer, the level of profitability was somewhat lower and proportional to the increase in technology costs (133.2%). **Conclusions.** In the case of applying Aquasorb hydrogel (300 kg/ha) to the row zone before sowing and fertilizing sugar beet with Leonardyt or Parostok 20, more than 300 GJ/ha of energy yield was obtained. The maximum accumulation of energy in the harvest (312.5 GJ/ha) was obtained in the treatment where moisture retainer, Parostok 20, and Humifild were applied. When Parostok 20 was used as the main fertilizer, the coefficient of energy efficiency was 4.70, while with foliar application of Humifild it was 4.72. In the treatments where moisture retainer and Parostok 20 were applied, with or without subsequent foliar application of Humifild, the coefficient of energy efficiency was 4.60 and 4.63, respectively.

Keywords: *economic efficiency; energy efficiency; mineral fertilizer; organic fertilizer.*

Надійшла / Received 15.09.2023

Погоджено до друку / Accepted 24.10.2023