



УДК 633.11:631.426.3:631.67
DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.10.2024.12>

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА СКЛАДОВІ ВИРОЩУВАННЯ СОРТІВ КАРТОПЛІ ЗА ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН ТА РІЗНИХ СТРОКІВ САДІННЯ

Я. Ю. Марценюк¹, Н. А. Захарчук², О. А. Зінченко³

На сучасному етапі розвитку картоплярства в Україні акцент на інтенсифікації технологій вирощування з урахуванням кліматичних змін має велике значення. Використання регуляторів росту нового покоління та оптимізація строків садіння забезпечують збільшення врожайності та покращення якості продукції при мінімальних економічних та енергетичних витратах, що є особливо актуальним в умовах обмеженого фінансового забезпечення.

Для досягнення мети дослідження, що полягала в економічній та енергетичній оцінці впливу регуляторів росту та строків садіння на врожайність різних сортів картоплі, було використано польові, лабораторні, аналітичні та математично-статистичні методи. Результати, отримані в умовах Південного Полісся України, показали, що найвищий економічний ефект забезпечує садіння сорту Радомисль 13–15 квітня та сорту Мирослава 25–27 квітня з обробкою бульб регулятором росту Картоплекс.

Ці заходи сприяли формуванню врожаю сорту Мирослава на рівні 41,5 т/га, що забезпечило умовний чистий прибуток у розмірі 151356 грн з 1 га посівної площі при рентабельності 68,3% і собівартості 7822 грн/т. Для сорту Радомисль врожайність склала 31,6 т/га, умовний чистий прибуток – 93556 грн/га, рентабельність – 40,6%, а собівартість – 7296 грн/т.

На енергетичну ефективність вирощування картоплі різних груп стиглості суттєво впливали строки садіння та використання регуляторів росту. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності було відзначено для варіантів із зазначеними строками садіння та регулятором росту Картоплекс: для сорту Мирослава – 1,83, а для сорту Радомисль – 1,67.

Ключові слова: картопля, регулятори росту, собівартість, рентабельність, біоенергетична ефективність, коефіцієнт енергетичної ефективності.

¹ аспірант

(Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, м. Київ)

E-mail: yaros1996@meta.ua

ORCID: 0000-0002-8457-3759

² кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник, учений секретар

(Інститут картоплярства НААН, смт. Немішаєве)

E-mail: vs_potato@meta.ua

ORCID: 0000-0002-8194-2491

³ кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, учений секретар

(Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, м. Київ)

E-mail: org.sugarbeet@ukr.net

ORCID: 0000-0002-1381-8659

ECONOMIC AND ENERGY COMPONENTS OF POTATO VARIETY CULTIVATION USING PLANT GROWTH REGULATORS AND DIFFERENT PLANTING TIMES

Ya. Yu. Martseniuk, N. A. Zakharchuk, O. A. Zinchenko

At the current stage of potato farming development in Ukraine, the focus on intensifying cultivation technologies with consideration for climate change is highly significant. The use of new-generation growth regulators and optimization of planting times ensures increased yields and improved product quality with minimal economic and energy costs, which is especially relevant in conditions of limited financial resources.

To achieve the research objective, which involved the economic and energy assessment of the impact of growth regulators and planting dates on the yield of different potato varieties, field, laboratory, analytical, mathematical and statistical methods were employed. The results obtained in the conditions of Southern Polissia, Ukraine, demonstrated that the highest economic effect was achieved by planting the Radomysl variety between April 13–15 and the Myroslava variety between April 25–27, with tubers treated with the growth regulator Kartoplex.

These measures led to the formation of a yield of the Myroslava variety at 41.5 tons per hectare, providing a conditional net profit of UAH 151,356 per hectare of sown area, with a profitability of 68.3% and a cost of UAH 7,822 per ton. For the Radomysl variety, the yield reached 31.6 tons per hectare, with a conditional net profit of UAH 93,556 per hectare, profitability of 40.6%, and a cost of UAH 7,296 per ton.

The timing of planting and the use of growth regulators significantly influenced the energy efficiency of growing potato varieties with different maturity groups. The highest energy efficiency coefficient was observed for the variants with the specified planting dates and the growth regulator Kartoplex: 1.83 for the Myroslava variety, and 1.67 for the Radomysl variety.

Key words: potatoes, growth regulators, cost, profitability, bioenergy efficiency, energy efficiency ratio.

Вступ

Картопля та картопляні продукти міцно закріпились в раціоні харчування в усьому світі, посідаючи четверте місце за обсягами виробництва після кукурудзи, рису та пшениці. Ця культура є основним джерелом харчування для мільйонів людей, а для України, під час війни, вона набуває неабиякого значення для продовольчої безпеки країни (Pysarenko et al., 2024). Всім відомо, що саме картопля є «другим хлібом» українців. Саме поняття «другий хліб» виникло в Європі за часів Другої світової війни, коли зернові культури були знищені ворожою технікою та пожежами. Натомість картопля, навіть після проходу гусеничної техніки, зберігалась, завдяки чому Європі вдалось уникнути голоду. Реалії доводять, що Україна сьогодні знаходиться в аналогічних умовах: війна, обстріли, деокуповані та не повністю розміновані землі. В Україні за даними Державної статистики (Статистичний ..., 2023) споживання картоплі є досить високим і становить 132 кг на одну особу в рік, тоді як світове споживання картоплі на одну особу складає 33 кг, у країнах Європи даний показник становить 72 кг (Eurostat, 2022).

За даними ФАО (FAO: Doubling ..., 2022) у 2022 загальне світове виробництво кар-

топлі оцінювалось в 375 млн тонн. Площі насаджень становили 17,7 млн га, а середня урожайність складала 21,1 тонн/га. Слід відмітити, що світове виробництво картоплі за період 2017–2022 років скоротилось на 13,3 млн тонн. Українах ЄС у 2022 році виробництво картоплі було на рівні 48 млн тонн на площах понад 1,4 млн га за середньої урожайності 34,3 тонн/га (Eurostat, 2022). Україна у світовому рейтингу, за виробництва понад 20 млн тонн, посідає третю сходинку, що становить близько 6% валового виробництва картоплі у світі (Фурдига та ін., 2024).

Варто відмітити, що не зважаючи на високий рівень виробництва картоплі в країні, наразі воно зосереджене на 98% в домогосподарствах на невеликих площах із застосуванням ручної праці, а матеріально-технічне забезпечення галузі знаходиться в незадовільному стані. Картопля при вирощуванні є однією з найбільш ресурсоємних культур і вимагає в порівнянні з іншими сільськогосподарськими культурами більше капіталовкладень.

Матеріал і методи

Дослідження проводилися на базі чотирипільної технологічної сівозміни з основною культурою картоплі на землях Інституту кар-

топлярства, що знаходиться смт. Немішаєве Бучанського району Київської області.

Ґрунт дослідної ділянки – дерново-підзолистий супіщаний, типовий для зони Полісся України. Вміст гумусу в ґрунті орного шару складає 1,4%, азоту легкогідролізованого – 98, рухомого фосфору – 72, обмінного калію – 100 мг/кг, кальцію і магнію відповідно 4,4 та 0,5 мг екв на 100 г ґрунту; гідролітична кислотність Нг – 1,97, рН – 5,2 (Аналіз ґрунту виконаний Київським державним проектно-технологічним центром 11.02.2020р. № 87).

Попередник – озиме жито. Внесено добрива локально (в рядки) YaraMila COMPLEX 12-11-18 – 350 кг/га. Міжрядний обробіток (лапа + сітка). Обробіток проти бур'янів проведено з використанням Квінстар – 1 л/га + Тівітус 0,05 кг/га Захист проти колорадського жука проводили з використанням препарату Кораген 20 КС 60 мл/га.

Дослідження проводили з надраннім сортом Радомисль та середньостиглим сортом Мирослава за трьох строків садіння: перший 13–15.04, другий 25–27.04, третій 7–9.05.

Радомисль. Надранній сорт, столового використання. Можлива урожайність 38,0–40,0 т/га. Висока товарність бульб. Під час підкопування на 60-й день від садіння урожай становить 9,0–11,0 т/га. Комерційно привабливий для ранньої продукції. Смакові якості добрі. Вміст крохмалю 11,0–13,0%. Стійкий проти раку картоплі, іржавості бульб і хвороб виродження. Середньо стійкий проти парші звичайної і стеблової нематоди. Стійкий до посухи і високих температур.

Завдяки ніжно-рожевому кольору бульби, світло-жовтому м'якушу та округло-овальній формі з поверхневими вічками має гарні товарні якості. Кущ середньої висоти, добре облиствлений, квітка червоно-фіолетова. Придатний для вирощування двоурожайною культурою на півдні України та на всіх типах ґрунтів.

Мирослава. Середньостиглий сорт, столового призначення. Урожайність: в кінці вегетації 60,0–70,0 т/га. Вміст крохмалю 17,2%. Середня кількість бульб під кущем 18–21. Смакові якості 8,4 бала.

Морфологічні ознаки: бульби рожеві, овальної форми, м'якоть світло-жовтого кольору.

Стійкий до звичайного біотипу раку і золотистої картопляної цистоутворюючої

нематоди, альтернаріозу, відносно стійкий до стеблової нематоди. Посухостійкий. Придатний для вирощування двоурожайною культурою. Рекомендується для вирощування в зонах Полісся та Лісостепу.

Занесений до Державного реєстру сортів рослин, придатних до поширення в Україні з 2018 року.

Загальна площа під посівом 0,27 га (перший, другий та третій строки садіння по 0,09 га), облікова площа ділянки 22,5 м². Повторення триразове, ділянки чотирьохрядкові.

Дослід закладали за схемою:

Контроль – обприскування водою.

1. Фітосубтил – обприскування бульб та борозн при садінні + позакоренево два рази впродовж вегетації у фази бутонізації та квітування.

2. Інтра Селл® – обробіток позакоренево два рази впродовж вегетації у фази бутонізації та квітування.

3. Картоплекс – обробіток бульб та борозн при садінні.

На всіх варіантах фоном йшло обприскування бульб, під час садіння, препаратом Селест Топ (0,9 л/т).

ФІТОСУБТИЛ для обробки коренеплодів та картоплі перед закладенням їх на тривале зберігання, що містить культуральну рідину і біомасу штамів бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* УКМ В 5139 та *Bacillus amyloliquefaciens* УКМ В 5140, які є продуцентами антибіотиків та фунгіцидів. Штами-продуценти отримано в Інституті мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України шляхом спрямованої селекції.

Поєднання вказаних штамів мікроорганізмів 1:1 забезпечує отримання ефективної композиції щодо захисту від гнилей під час тривалого зберігання. Отриманий біопрепарат дозволяє значно збільшити тривалість зберігання продукції. Слід зазначити, що такий синергічний ефект виявляється при значному зниженні титру мікроорганізмів у біопрепараті.

Біопрепарат отримано шляхом глибинного культивування штамів бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* УКМ В 5139 та *Bacillus amyloliquefaciens* УКМ В 5140 на типовому для них середовищі. Для приготування біопрепарату змішували компоненти композиції, використовуючи культуральну рідину штамів бактерій *Bacillus amyloliquefaciens* УКМ В 5139 та *Bacillus amyloliquefaciens* УКМ В 5140 в співвідношенні 1:1. Отриману композицію пере-

мішували і зберігали при температурі 0–20 °С.

ІНТРАСЕЛЛ® – Ефективний контроль різноманітних стресових ситуацій (заморозки, засуха, спека тощо). Збереження вологи, макро- і мікроелементів у рослинах. Контроль гнилей за зберігання. Стимулятор росту, осмопротектор, який відновлює осмотичний баланс у середині клітин і тканин рослини.

Гліцинбетаїн – натуральна природна сполука, що міститься в цитоплазмі рослин: запобігає розтріскуванню ягід і плодів, особливо в умовах стресу, таким чином не дає проникнути фітопатогенним грибам в середину плоду та викликати його псування; сприяє нормальному метаболізму всередині рослин та збереженню кліткової енергії; стимулює розвиток коріння; тривала дія – після застосування ІнтраСелл® ефективний протягом 3–4 тижнів; значно подовжує дію фунгіциду при останньому внесенні для контролю гнилей при зберіганні.

Підсилює фотосинтез і фіксацію азоту; поліпшує здатність рослини до мобілізації мікроелементів; природний і екологічно безпечний.

Механізм дії: Гліцинбетаїн представляє собою N-три-метильовану амінокислоту. Будучи природною сполукою, яка продукується самою рослиною в хлоропластах та зберігається в цитоплазмі, гліцинбетаїн є визнаним осмолітиком, тобто речовиною, яка допомагає рослині зберігати воду, мікро- та макроелементи в умовах стресу (заморозки, засуха, сильний вітер, спекато що).

Застосування ІнтраСелл® в поєднанні з рідкими азотними добривами, кальцієм і мікроелементами в складі, сприяє кращому їх засвоєнню, а отже більшій ефективності. Поєднання хімічних фунгіцидів та ІнтраСелл® дозволяє найбільш ефективно та з мінімальним ризиком контролювати гнилі під час зберігання.

КАРТОПЛЕКС. Діюча речовина: міцелій та спори ґрунтових ендоефітних грибів *Beauveria bassiana*, *Metarhizium robertsii* та бактерій *Bacillus megaterium*, *Bacillus azotofixans* з титром не менше $1,5 \times 10^9$ спор/г та продукти їх метаболізму. Комплекс ентомотоксинів та ад'ювантів біологічного походження. Забезпечує стимуляцію процесів росту рослини, формування потужної кореневої системи та укорінення розсади, збільшує площу живлення рослин. Сприяє активізації фотосинтетичної активності

оброблюваних рослин – збільшує вміст хлорофілів на 10–24% загальної площі фотосинтетичної поверхні до 12%.

Підвищує стійкість рослин до впливу несприятливих факторів довкілля (посуха, екстремальні температури тощо), а також знижує фітотоксичний ефект від використання хімічних ЗЗР (гербіцидів та фунгіцидів). Забезпечує захист рослин від комплексу корневих гнилей (фузаріозної, ризоктоніозної та бактеріальної). Підвищує врожайність картоплі на 12–30%. Додатково сприяє захисту рослин від комплексу ґрунтообробних шкідників: капустянки, дротівників, личинок хруща, колорадського жука, підгризаючих совок, і шкідників, що зимують у ґрунті.

Дослідження проводили у відповідності до Методичних рекомендацій «Картоплярство: методика дослідної справи» (Бондарчук та ін., 2019).

Результати

Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності, зокрема, витрати на вирощування, використали з технологічної карти. Умовну виручка від реалізації картоплі розраховували виходячи з цін, що склались на 1 грудня 2023 року.

Результати аналізу свідчать, що всі фактори досліду впливали на економічні показники вирощування картоплі.

З урахуванням виробничих витрат на вирощування культури та одержання чистого прибутку можна зазначити, що найменш затратним агрозаходом було впровадження різних строків садіння. За вирощування надраннього сорту Радомисль найвища вартість валової продукції з 1 га – 74300 грн/га була одержана за садіння 13–15.04 (перший строк), найнижча собівартість 1 т бульбового матеріалу 9135 грн була встановлена також на даному варіанті (табл. 1). За другого строку садіння (25–27.04) вартість одержаної продукції зменшилась на 8900 грн/га, а собівартість зросла до 10808 грн. Третій строк садіння (7–9.05) характеризувався найнижчими показниками – вартість одержаної продукції була на рівні 63300 грн/га, собівартість – 12789 грн. Підсумковий показник економічної ефективності – рівень рентабельності складав 32,3; 28,4; 27,5% відповідно.

Показники валової продукції середньостиглого сорту Мирослава були вищими порівняно з сортом Радомисль на 10385–36420 грн/га. Найнижчий показник собівартості відмічено за другого терміну садіння 6394 грн, рівень рентабельності при цьому був найвищий 48,1% (табл. 2).

Таблиця 1

Економічна ефективність застосування регуляторів росту за різних строків садіння, сорт Радомисль

Варіант	Урожайність, т/га	Вартість урожаю, тис. грн./га	Заграти на 1га, тис. грн	Умовно-чистий прибуток з 1га, тис. грн	Собівартість 1т урожаю, тис. грн	Рентабельність, %
Контроль						
13-15.04	25,2	304,50	230,200	74,300	9,135	32,3
25-27.04	21,3	295,60	230,200	65,400	10,808	28,4
7-9.05	18	293,50	230,200	63,300	12,789	27,5
Фітосубтил						
13-15.04	30,1	315,40	230,528	84,872	7,659	36,8
25-27.04	26,0	314,20	230,528	83,672	8,866	36,3
7-9.05	21,9	312,10	230,528	81,572	10,526	35,4
ІнтраСемл®						
13-15.04	30,4	319,50	231,064	88,436	7,601	38,3
25-27.04	27,2	319,20	231,064	88,136	8,495	38,1
7-9.05	22,1	313,40	231,064	82,336	10,455	35,6
Картоплекс						
13-15.04	31,6	324,10	230,544	93,556	7,296	40,6
25-27.04	29,1	322,90	230,544	92,356	7,922	40,1
7-9.05	23,2	319,40	230,544	88,856	9,937	38,5

Таблиця 2

Економічна ефективність застосування регуляторів росту за різних строків садіння, сорт Мирослава

Варіант	Урожайність, т/га	Вартість урожаю, тис. грн./га	Заграти на 1га, тис. грн	Умовно-чистий прибуток з 1га, тис. грн	Собівартість 1т урожаю, тис. грн	Рентабельність, %
Контроль						
13-15.04	35,1	332,40	230,200	102,197	6,558	44,4
25-27.04	36,0	340,92	230,200	110,720	6,394	48,1
7-9.05	32,3	305,88	230,200	75,681	7,127	32,9
Фітосубтил						
13-15.04	36,4	344,708	230,528	114,180	6,333	49,5
25-27.04	39,1	370,277	230,528	139,749	5,896	63,1
7-9.05	33,9	321,033	230,528	90,505	6,800	39,3
ІнтраСемл®						
13-15.04	37,2	352,284	231,064	121,220	6,211	52,5
25-27.04	39,8	376,906	231,064	145,842	5,806	60,6
7-9.05	35,2	333,344	231,064	102,280	6,564	44,3
Картоплекс						
13-15.04	40,1	324,10	230,544	123,556	8,112	54,2
25-27.04	41,5	322,90	230,544	151,356	7,822	63,8
7-9.05	36,2	319,40	230,544	93,156	8,154	47,2

Застосування регуляторів росту в дослідженнях не мали значного впливу на додаткові витрати і становили всього 0,3–0,6%, сортові відмінності взагалі не впливали на витрати.

За обробки бульб та рослин картоплі впродовж вегетаційного періоду регулятором росту Фітосубтил чистий прибуток у сорту Радомисль відповідно склав 81572–84872 грн/га, собівартість – 7659–10526 грн/т у залежності від строку садіння. У сорту Мирослава дані показники були 90505–139749 грн/га та 5,896–6,800 грн/т відповідно. Використання регулятора росту ІнтраСелл® за вирощування сорту Радомисль дало змогу одержати чистий прибуток з одного гектара у межах 82336–88436 грн, сорту Мирослава – 102280–145842 грн, при цьому собівартість складала 7601–10,455 (Радомисль) та 5806–6564 (Мирослава) грн.

Найвищу собівартість ми відмічали незалежно від варіанту за третього строку садіння, при цьому рентабельність була в межах 35,3–35,6%, у контролі 27,5%.

У сорту Радомисль найнижча собівартість – 1 т продукції отримана на варіанті з використанням регулятора росту Картоплексу та першого терміну садіння – 7296 грн. На цьому ж варіанті ми отримали найбільший чистий прибуток 93556 тис. грн, при цьому рівень рентабельності склав 40,5%.

За вирощування сорту Мирослава найбільший чистий дохід теж отримано на варіанті, де застосовували Картоплекс, проте за другого строку садіння – 151356 грн та найвищий рівень рентабельності виробництва – 63,8%. При цьому собівартість продукції складала 7822 грн. Слід зазначити, що цей варіант був найкращим з-поміж усіх досліджуваних варіантів.

Отже, за рахунок регулювання факторів впливу на продуктивність картоплі та на основі показників економічної ефективності було визначено оптимальні параметри вирощування сортів різних груп стиглості. Порівнюючи економічну ефективність сортів, слід зазначити, що вирощування сорту Мирослава забезпечує вищий економічний ефект, ніж сорт Радомисль.

У світовій практиці поряд з традиційними методами оцінки ефективності виробництва сільськогосподарської продукції з урахуванням грошових та трудових показників велике значення має метод енергетичної оцінки, який базується як на фіксу-

ванні кількості енергії, що витрачається на виробництво сільськогосподарської продукції, так і акумульованої в даній продукції енергії. Цей метод дозволяє найбільш точно враховувати і відображати у відповідних енергетичних еквівалентах не лише витрати енергії живої і упредметненої праці на технологічні операції, а й енергію, що втілена в одержаній продукції. Визначення балансу енергії, як різниці між затраченою та одержаною, дає можливість у кількісних одиницях визначити енергетичну ефективність вирощування сільськогосподарських культур, оцінити різні агротехнологічні заходи та виявити резерви енергії в землеробстві.

Ціллю біоенергетичної оцінки ефективності використання регуляторів за різних строків садіння є визначення окупності сукупних енерговитрат на вирощування картоплі енергією, яка міститься у врожаї сортів Радомисль та Мирослава. Для обліку сукупної енергії, витраченої на виробництво продукції, використовують енергетичні еквіваленти, тобто кількість енергії в джоулях (або калоріях), необхідної для виконання певного роду робіт. Великі енергетичні затрати за вирощування картоплі припадають на насіння, добрива, паливно-мастильні матеріали, садіння, обробіток ґрунту та збирання врожаю (табл. 3).

Аналіз енергетичної структури затрат за вирощування досліджуваних сортів картоплі свідчить, що найбільший відсоток затрат припадає на насіння – 25,1%, пестициди – 17,2%, мінеральні добрива – 12,5%, на ПММ – 15,9% і працю – 8,8%. Затрати на використання регуляторів росту рослин – 1,9%.

Енергоємність 1 тонни бульб визначалась з урахуванням в бульбах картоплі сухої речовини і крохмалю, оскільки ці показники знаходяться в тісній кореляційній залежності. На основі енергоємності однієї тонни бульб визначали вихід енергії з 1 га. Оцінку затрат на нагромадження енергії господарсько-цінною частиною врожаю картоплі проводили в МДж з наступним визначенням коефіцієнту енергетичної ефективності – Кеє.

Так для сорту картоплі Радомисль у контрольному варіанті за різних строків садіння витрачали енергії склали 45945–69173 МДж/га, у варіантах за використання регулятора росту Фітосубтил вони були у межах від 54066 до 84000 МДж/га, ІнтраСелл® – від 57640 до 82821 МДж/га, Картоплекс – від 50291 до 78780 МДж/га. Енергоємність отри-

Таблиця 3

Енергетична структура затрат у розрахунку на 1 га посіву за технології Інституту картоплярства НААН, 2023 р.

Показник	Енергоємність у	
	мДж	%
Механізми, кг	18453,9	17,50
Паливо-мастильні матеріали	16776,7	15,9
Електроенергія, кВт/год	8436,8	0,80
Добрива мінеральні, кг	13181,3	12,5
Регулятори росту	2003,6	1,9
Пестициди, кг	18137,6	17,20
Насіння, кг	26468,2	25,1
Праця, люд./год	9279,7	8,80
Всього	105451	100,00

маного врожаю на контрольному варіанті складала 54216–92000 МДж/га, а у варіантах за використання регулятора росту Фітосубтил вони були у межах від 69204 до 127680 МДж/га, ІнтраСелл® – від 74698 до 129200 МДж/га, Картоплекс – від 50291 до 131564 МДж/га і була більшою відповідно на 8270–84000 МДж (табл. 4).

За вирощування сорту картоплі Мирослава у контрольному варіанті за різних строків садіння витрачали енергії 93082–99192 МДж/га, у варіантах за використання регулятора росту Фітосубтил вони були у межах від 96847 до 113000 МДж/га, ІнтраСелл® – від 96011 до 118940 МДж/га, Картоплекс – від 100878 до 105541 МДж/га. Енергоємність отриманого врожаю на контрольному варіанті складала 122869–155520 МДж/га, а у варіантах за використання регулятора росту Фітосубтил вони були у межах від 156892 до 175794 МДж/га, ІнтраСелл® – від 160339 до 181607 МДж/га, Картоплекс – від 174484 до 192975 МДж/га. Найвищий показник енергоємності відзначено за другого строку садіння та використання регулятора росту Картоплекс для обробки бульб, що на 24% перевищував контроль. Зазначені показники свідчать про ефективність досліджуваних агрозаходів.

Витрати сукупної енергії за технології вирощування картоплі з використанням регуляторів росту збільшилися як за рахунок виробничих витрат на застосування препаратів, так і за рахунок витрат на збирання та транспортування додатково одержаного врожаю.

Проведений нами аналіз енергетичної ефективності свідчить, що використання регуляторів росту рослин Фітосубтил,

ІнтраСелл® та Картоплекс як за обробки бульб, так і впродовж вегетації, призводить до зростання коефіцієнта енергетичної ефективності. Залежно від строків садіння змінювалась лише величина Кее, а тенденція щодо зростання показника зберігалась незалежно від сортових особливостей.

У контрольному варіанті за першого строку садіння картоплі Кее становив у сорту Радомисьль – 1,33, у сорту Мирослава – 1,54. У варіанті з застосуванням Фітосубтилу коефіцієнт енергетичної ефективності зростав до 1,52 у сорту Радомисьль та 1,62 у сорту Мирослава. За другого строку садіння Кее порівняно з контролем (1,27) зріс до 1,3 у сорту Радомисьль та 1,71 сорту Мирослава (контроль 1,63), за третього строку садіння відзначено зростання до 1,28 та 1,44 відповідно у контролі показники становили 1,18 і 1,32.

Застосування ІнтраСелл® призводило до збільшення Кее у сорту Радомисьль – до 1,56 (перший строк садіння), 1,38 (другий строк строк садіння) та 1,30 (третій строк садіння). У сорту Мирослава показники були дещо вищими та становили відповідно 1,67, 1,74 та 1,51.

Найвищі значення Кее було встановлено за використання регулятора росту Картоплекс: сорт Радомисьль (I, II, III строки садіння) – 1,67; 1,62; 1,58, сорт Мирослава – 1,76; 1,83; 1,73.

Обговорення

Щоб виробництво картоплі було максимально ефективним, необхідне постійне вдосконалення технології її вирощування з урахуванням ґрунтових умов, сортових особливостей тощо. Головною умовою застосування того чи іншого агрозаходу є збільшення врожайності та зменшення витрат

Таблиця 4

Біоенергетична ефективність вирощування сортів картоплі залежно від застосування регуляторів росту та строків садіння, 2023 р.

Варіант досліду	Урожайність, т/га	Енергетичність урожаю картоплі, МДж	Витрати енергії на вирощування, МДж,га	Прийом енергії, МДж,га	Коефіцієнт енергетичної ефективності Ке	Урожайність, т/га	Енергетичність урожаю картоплі, МДж	Витрати енергії на вирощування, МДж,га	Прийом енергії, МДж,га	Коефіцієнт енергетичної ефективності Ке	
											Сорт Радомисль
Строк садіння 13–15.04											
Контроль	25,2	92000	69173	22827	1,33	35,1	152755	99192	53563	1,54	
Фітосубтил	30,1	127680	84000	43680	1,52	36,4	156892	96847	60045	1,62	
ІнтраСелл®	30,4	129200	82821	46379	1,56	37,2	160339	96011	64328	1,67	
Картоплекс	31,6	131564	78780	52783	1,67	40,1	180851	102756	78095	1,76	
Строк садіння 25–27.04											
Контроль	21,3	72846	57359	15486	1,27	36,0	155520	95401	60109	1,63	
Фітосубтил	26,0	97500	75000	22500	1,30	39,1	175794	102803	72991	1,71	
ІнтраСелл®	27,2	102816	74504	28312	1,38	39,8	181607	104372	772035	1,74	
Картоплекс	29,1	119019	73469	45550	1,62	41,5	192975	105451	87524	1,83	
Строк садіння 25–27.04											
Контроль	18,0	54216	45945	8270	1,18	32,3	122869	93082	29786	1,32	
Фітосубтил	21,9	69204	54066	15138	1,28	33,9	162720	113000	49720	1,44	
ІнтраСелл®	22,1	74698	57640	17238	1,30	35,2	168960	118940	57066	1,51	
Картоплекс	23,2	79460	50291	29129	1,58	36,2	174484	100878	73626	1,73	

на вирощування. Застосування органічних і мінеральних добрив, сучасних регуляторів росту рослин та пестицидів поряд з іншими агротехнічними заходами під час вирощування сільськогосподарської продукції завжди було найефективнішим фактором підвищення врожаю, а отже і одержання прибутку з одиниці площі. Економічна оцінка в умовах ринкових відносин є обов'язковою умовою, особливо з урахуванням значного підвищення цін на добрива, паливно-мастильні матеріали, засоби захисту (Кабанець та ін., 2021).

Впродовж останніх років у зв'язку зі швидким зростанням вартості матеріальних ресурсів, збільшенням амортизаційних відрахувань, навіть з урахуванням росту урожайності, собівартість вирощування картоплі зростає (Балашова, 2020). Собівартість, яка фактично формує кінцеві результати реалізації, може знижуватись через не раціональне використання, в першу чергу садивного матеріалу, мінеральних чи органічних добрив, засобів захисту, палива та електроенергії (М'яковський, 2018). Хоча картопля є високомаржинальною культурою, проте і дуже капіталомістка – у 2021 році середні витрати на вирощування одного гектару столової картоплі в сільськогосподарських підприємствах становили 120–150 тис. грн, а насінневої – 250 тис. грн. Середня рентабельність знаходилась на рівні 30%.

Енергетично сільське господарство – особлива форма діяльності суспільства з перетворення сонячної радіації в енергію хімічних і інших продуктів за допомогою рослин. Рослинні організми перетворюючи енергію сонця, накопичують її в хімічних зв'язках різноманітних сполук своїх тканин. Рослина – основа продуктивності сільського господарства, так як тільки в рослинах у доступних для людини формах проходить перетворення радіації в енергію хімічних зв'язків, придатну для використання іншими підсистемами і людиною (Kassali, 2011; Wu et al., 2024).

Підвищена увага до механізму трансформації енергії в землеробстві обумовлена постійним зростанням затрат енергії на виробництво одиниці продукції. В останнє сторіччя затрати сукупної енергії (енергетична ціна) на одержання 100 калорій продукції становили в 1928 р. – 48 кал., 1950 р. – 57 кал., 1960 р. – 70 кал., 1980 р. – 86 кал (Gelfand et al., 2010).

Зростання врожайності в США і країнах Західної Європи у 2–3 рази супроводжува-

лися ростом витрат непоновлявальної енергії (добрива, пестициди, зрошення, техніка та ін.) в 10–15 і навіть у 50 разів (Pimentel, 2019).

Постала необхідність пошуку шляхів і засобів підвищення продуктивності і одночасного зменшення затрат енергоресурсів на одержання одиниці продукції. Енергетичний аналіз структури витрат на вирощування сільськогосподарських культур і енергетична оцінка технології є важливою складовою їх комплексної оцінки та планування заходів щодо зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Енергетичний підхід дозволяє пов'язати в єдине ціле прояви хімічного, біологічного та соціального життя, екологічні й енергетичні поняття (Casado & de Molina, 2017).

Розробка заходів, які б забезпечували раціональне використання непоновлявальної енергії та підвищення економічної ефективності сільськогосподарського виробництва, повинна проводитись із застосуванням енергетичного аналізу технологій, який є більш конкретним і екологічним ніж, методика зведених грошових витрат.

Вирощування картоплі пов'язане зі значними енерговитратами, які зумовлюють низьку енергетичну ефективність виробництва і можуть призвести до надходження в агроєкосистему кількості енергії понад допустимий рівень.

Наслідком є порушення основних властивостей агросистеми, зниження родючості ґрунту, забруднення водних джерел, повітря, а тому енергетичний аналіз та оцінка технологій вирощування культури і окремих заходів з метою зниження енергоємності продукції є важливим як в економічному, так і в екологічному відношенні.

Для ефективного використання ресурсів необхідно прагнути до підвищення урожайності і скорочення матеріальних витрат. Наукові розробки та передовий досвід показують, що значні резерви підвищення урожайності криються саме в енергоємних технологічних процесах (догляд, захист від хвороб і шкідників, післязбиральна доробка та зберігання садивного матеріалу). Так, Б. Періс з співавторами зазначають, що картопля є одним з основних коренеплодів, які вирощуються в ЄС, де у 2018 році під культуру було відведено 1,7 млн га площі. Картопляний сектор в Європі споживає близько 50,57 ПДж щорічно, при цьому добрива складають 38% усіх витрат енергії, споживання паливо-мастильних матеріалів – 30%. Мета-аналіз наведений у цьому дослідженні, показує, що

в середньому близько 29,61 ГДж споживається на гектар картоплі, вирощеної в ЄС. Основне споживання енергії припадає на добрива – 29%, на другій позиції йдуть інші (в основному зберігання) – 26%, використання ПММ – 25% (посів, догляд впродовж вегетації, збирання врожаю), насіння – 15%, пестициди – 5%. Проте автори вказують і на значні відмінності від зазначених вище показників, за використання зрошення, особливо у Південній Європі. Так, встановлено, що в Італії за вирощування картоплі зрошення становило 18%, в Греції на зрошення припадало 62% загального споживання енергії (Faostat, 2021; Paris et al., 2022).

Застосування нових систем обробки ґрунту, сидеральних культур, використання нетоварної продукції попередника в якості органічного добрива, розширення міжрядь, зменшення норм садивного матеріалу та об'ємів транспортування підвищує енергетичний коефіцієнт майже вдвічі. Основним критерієм вибору найбільш ефективних заходів раціонального енерговикористання на практиці є енергетичний аналіз (Mugonova et al., 2023).

Висновки

Результати досліджень в умовах Південного Полісся України доводять,

що найвищий економічний ефект досягається за садіння 13–15 квітня надраннього сорту картоплі Радомисль та за садіння 25–27 квітня середньостиглого сорту Мирослава і обробки бульб регулятором росту Картоплекс. Дані агрозаходи забезпечили формування бульб у сорту Мирослава 41,5 т/га, отримання 151356 грн з 1 га посівної площі грн умовно чистого прибутку за рівня рентабельності 68,3% та собівартості 7822 грн/т; у сорту Радомисль – 31,6 т/га, 93556 грн/га умовно чистого прибутку, рентабельності 40,6% та собівартості 7296 грн/т. Розрахунки демонструють, що найсуттєвіший приріст енергії залежно від факторів, які вивчали, встановлено у варіанті за вирощування сорту Мирослава із застосуванням регулятора росту Картоплекс та другого строку садіння, де показник становив 87524 МДж, у контролі приріст складав 60109 МДж. Для сорту Радомисль кращим також був варіант за використання Картоплексу, але за першого терміну садіння – 52783 МДж, контроль 22827 МДж. Величина К_е у сорту Мирослава була у межах 1,44–1,83 залежно від строків садіння за значення у контролі 1,32–1,54, у сорту Радомисль 1,28–1,56, контроль – 1,18–67.

Список використаної літератури

Балашова Г.С., Юзюк С.М., Котова О.І., Юзюк О.О, Котов Б.С. Економічно-енергетична ефективність вирощування картоплі за краплинного зрошення в умовах Південного Степу. *Вісник аграрної науки*. 2020. Т. 98. № 8. С. 77–84 <http://doi.org/10.31073/agrovisnyk2020008-10>.

Бондарчук А.А., Колтунов В.А., Олійник Т.М. та ін. Картоплярство: Методика дослідної справи. За редакцією А. А. Бондарчука, В. А. Колтунова. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2019. 625 с.

Кабанець В.М., Оничко В.І., Музика Л.П., Бердін С.І. Сортова реакція на формування насінневої продуктивності при обробці посівів картоплі регуляторами росту. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія Агрономія і біологія*. 2022. Т. 45 № 3. С. 27–37. <http://doi.org/10.32845/agrobio2021.3.4>.

М'ялковський Р.О. Економічна та енергетична ефективність застосування добрив при вирощуванні картоплі в умовах Правобережного Лісостепу України. *Біоресурси і природокористування*. 2021. Т. 10. № 1–2. С. 94–100. <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.01.012>.

Статистичний щорічник України за 2022 рік / За ред. І. Є. Вернера. Київ : Державна служба статистики України, 2023. 383 с. [Електронний ресурс]. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_22_u.pdf. (дата звернення 17.10.2024).

Фурдига М.М., Пономаренко М.Д., Тарашенко В.А., Предно В.І. Проблеми та перспективи розвитку ринку картоплі в Україні в умовах карантинних та воєнних обмежень. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука». Серія «Економічні науки»*. 2024. № 4. Т. 1. С. 110–117. <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2024-4-9807>.

Casado G.I.G., de Molina M.G. Energy in Agroecosystems: a tool for assessing sustainability. CRC Press. 2017. 470 p. <https://doi.org/10.12001/g781315367040>.

Eurostat. Agri-environmental indicator – energy use. 2022. [Електронний ресурс]. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_energy_use&oldid=322997#Analysis_at_EU_and_country_level (дата звернення 24.10.2024).

Eurostat. Agricultural production crops. Potatoes and sugar beet. 2022. [Електронний ресурс]. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title> (дата звернення 24.10.2024).

- FAO. Faostat – energy use. 2021. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.fao.org/faostat/en>.
- FAO: Doubling global potato production in 10 years is possible. 2022. [Електронний ресурс]. URL: <https://www.fao.org/newsroom/detail/doubling-global-potato-production-in-10-years-is-possible/> (дата звернення 16.10.2024).
- Gelfand I., Snapp Z.S., Robertson G.F. Energy Efficiency of Conventional, Organic and Alternative Cropping Systems for Food and Fuel at a Site in the U.S. Midwest. *Environmental Science & Technology*. 2010. Vol. 44. № 10. P. 4006–4011. <https://doi.org/10.1021/es903385g>.
- Kassali R. Economics of Sweet Potato Production. *International Journal of Vegetable Science*. 2011. Vol. 17. № 4. P. 313–321. <https://doi.org/10.1080/19315260.2011.553212>.
- Myronova H., Honcharuk I., Mazur O., Tkachuk O., Vradii O., Mazur O., Shkatula Y., Peleh L., Okrushko S. Optimization of measures to increase disease resistance of potato varieties as a factor of reducing environmental pollution. *International Journal of Ecosystems and Ecology Science*. 2023. Vol. 13. № 2. P. 163–170. <https://doi.org/10.31407/ijees13.218>.
- Paris B., Vadorou. F., Balafoutis, A.T., Vaiopoulos K., Kyriakarakos G., Manolakos D., Papadakis G. Energy use in open-field agriculture in the EU: A critical review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022. Vol. 158. P. 112098. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112098>.
- Pimentel D. Handbook of Energy Utilization in Agriculture. 2019. 488 p. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351072519>.
- Pysarenko N., Zakharchuk N., Furdyha M., Oliinyk T. Influence of weather conditions in Central Polissia, Ukraine, on the expression of quality indicators in potato cultivars of different maturity groups. *Scientific Horizons*. 2024. Vol. 27. № 6. P. 1–62. <https://doi.org/10.48077/scihor6.2024.51>.
- Wu X., Gong D., Zhao K., Chen D., Dong Y., Gao Y., Wang Q., Hao G.F. Research and development trends in plant growth regulators. *Advantes Agrochem*. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.aas.2023.11.005>.

References

- Balashova, H.S., Yuziuk, S.M., Kotova, O.I., Yuziuk, O.O., & Kotov, B.S. (2020). Ekonomichno-enerhetychna efektyvnist vyroshchuvannya kartopli za kraplynnoho zroshennia v umovakh Pivdennoho Stepu. [Economic and energy efficiency of potato growing under drop irrigation in the Southern Steppe]. *Vysnyk agrarnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science]*, 98 (8), 77–84. <http://doi.org/10.31073/agrovisnyk2020008-10> [in Ukrainian].
- Bondarchuk, A.A., Koltunov, V.A., Oliynik, T.M., et al. (2019). Kartoplyarstvo: Metodika doslidnoyi spravi [Potato growing: Methods of research]. Vinnitsya : TVORI [in Ukrainian].
- Kabanets, V.M., Onychko, V.I., Muzika, L.P., & Berdin, S.I. (2022). Sortova reaktsiia na formuvannya nasinniovoi produktyvnosti pry obrobsi posiviv kartopli rehuliatoramy rostu [Variety response to the formation of the yield of clubs when treating potato crops with growth regulators]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarynoho universytetu. Serii Ahronomiia i biolohiia [Bulletin of Sumy National Agrarian University. The series Agronomy and Biology]*, 45 (3), 27–37. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2021.3.4> [in Ukrainian].
- Mialkovskiy, R.O. (2021). Ekonomichna ta enerhetychna efektyvnist zastosuvannya dobryv pry vyroshchuvanni kartopli v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Economic and energy efficiency of fertilizer application in growing potatoes in the conditions of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine]. *Bioresources and nature management [Bioresursy i pryrodokorystuvannia]*, 10 (1–2), 94–100. <http://dx.doi.org/10.31548/bio2018.01.012> [in Ukrainian].
- Verner, Ye. (Ed.) (2023). Statystychnyi shchorichnyk Ukrainy za 2022 rik [Statistical Yearbook of Ukraine for 2022]. Kyiv: Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. [Electronic resource]. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/11/year_22_u.pdf/ (access date 24.10.2024) [in Ukrainian].
- Furdyha, M.M., Ponomarenko, M.D., Tarashchenko, V.A., & Predko, V.I. (2024). Problemy ta perspektyvy rozvytku rynku kartopli v Ukraini v umovakh karantynnykh ta voiennykh obmezhen [Problems and prospects of the development of the potato market in Ukraine in the conditions of quarantine and war restrictions]. *Mizhnarodnyi naukovyi zhurnal «Internauka». Serii «Economichni nauky» [International Scientific Journal «Internayka» Series: «Economic Sciences»]*, 4(1), 110–117. <https://doi.org/10.25313/2520-2294-2024-4-9807> [in Ukrainian].
- Casado, G.I.G., & de Molina, M.G. (2017). Energy in Agroecosystems: a tool for assessing sustainability. CRC Press. <https://doi.org/10.12001/g781315367040> [in English].

Eurostat. Agri-environmental indicator – energy use (2022). [Electronic resource]. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_energy_use&oldid=322997#Analysis_at_EU_and_country_level (access date 24.10.2024) [in English].

Eurostat. Agricultural production crops. Potatoes and sugar beet. (2022). [Electronic resource]. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Potatoes_and_sugar_beet (access date 24.10.2024) [in English].

FAO. Faostat – energy use. 2021. [Electronic resource]. URL: <https://www.fao.org/faostat/en> (access date 16.10.2024) [in English].

FAO. Doubling global potato production in 10 years is possible. 2022. [Electronic resource]. URL: <https://www.fao.org/newsroom/detail/doubling-global-potato-production-in-10-years-is-possible/> (access date 16.10.2024) [in English].

Gelfand, I., Snapp, Z.S., & Robertson, G.F. (2010). Energy Efficiency of Conventional, Organic and Alternative Cropping Systems for Food and Fuel at a Site in the U.S. Midwest. *Environmental Science & Technology*, 44 (10), 4006–4011 <https://doi.org/10.1021/es903385g> [in English].

Kassali, R. (2011). Economics of Sweet Potato Production. *International Journal of Vegetable Science*, 17(4), 313–321. <https://doi.org/10.1080/19315260.2011.553212> [in English].

Myronova, H., Honcharuk, I., Mazur, O., Tkachuk, O., Vradii, O., Mazur, O., Shkatula, Y., Peleh, L., & Okrushko, S. (2023). Optimization of measures to increase disease resistance of potato varieties as a factor of reducing environmental pollution. *International Journal of Ecosystems and Ecology*, 13 (2), 163–170. <https://doi.org/10.31407/ijees13.218> [in English].

Paris, B., Vadorou, F., Balafoutis, A.T., Vaiopoulos K., Kyriakarakos G., Manolakos D., & Papadakis G. (2022). Energy use in open-field agriculture in the EU: A critical review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 158, 112098, 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112098> [in English].

Pimentel, D. (2019). Handbook of Energy Utilization in Agriculture. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781351072519> [in English].

Pysarenko, N., Zakharchuk, N., Furdyha, M., & Oliinyk, T. (2024). Influence of weather conditions in Central Polissia, Ukraine, on the expression of quality indicators in potato cultivars of different maturity groups. *Scientific Horizons*, 27(6), 51–62. <https://doi.org/10.48077/scihor6.2024.51> [in English].

Wu, X., Gong, D., Zhao, K., Chen, D., Dong, Y., Gao, Y., Wang, Q., & Hao, G.F. (2024). Research and development trends in plant growth regulators. *Advantes Agrochem*. <https://doi.org/10.1016/j.aas.2023.11.005> [in English].

Отримано: 01.11.2024

Прийнято: 18.11.2024