

УДК 581.151:631.52:636.656
DOI:10.37128/2707-5826-2024-1-11

ЕКОНОМІЧНИЙ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОЩУВАННЯ НУТУ ЗА ДІЇ БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ І ГЕРБІЦИДІВ

Ю.М. ШКАТУЛА,
кандидат с.-г. наук, доцент
В.О. ВОТИК, аспірант
Вінницький національний
аграрний університет

Основними складовими новітніх технологій вирощування нуту є конкурентоспроможна сортова технологія; розробка дієвих регламентів застосування різних видів біологічних препаратів шляхом обробки насіння нуту перед посівом; розробка систем контролювання бур'янів в агроценозах нуту із досягненням економічного ефекту від запровадження енергозатратних ресурсів тощо. Встановлено що вартість валової продукції у варіанті де застосовувались гербіциди становила 42720-44400 грн, а на ділянках де крім гербіцидів насіння нуту оброблялось мікробіологічними препаратами Ризобофіт + Біополіцид (1л/т+100мл/т) вартість валової продукції була на рівні 53520 -54720 грн. Використання препаратів забезпечувало істотне підвищення урожайності та подальше зниження собівартості зерна. Залежно від обробки насіння біологічними препаратами і застосування гербіцидів собівартість 1 т зерна була в межах 6644–8127 грн. Найвищий умовно чистий прибуток був відмічений на ділянках де насіння нуту перед посівом оброблялось інокулянтном Ризобофіт і біофунгіцидним препаратом Біополіцид та внесенням ґрунтового гербіциду Фронт'єр Оптіма в нормі витрати 1,2 л/га - 39715 грн., відповідно рівень рентабельності був на рівні 265%. Енергетичний аналіз вирощування нуту дозволяє розробити і оцінити ефективність ресурсоенергозберігаючих технологій у землеробстві та рослинництві, раціонально використовувати види енергії, запобігає забрудненню довкілля. Розрахунки показали, що за використання ґрунтових гербіцидів врожайність зерна збільшується, що супроводжується більшим надходженням енергії до 31,49-32,73 МДж/га. Найбільший прихід енергії з урожаєм нуту визначено у варіанті де перед посівом насіння нуту обробляли мікробіологічними препаратами Ризобофіт + Біополіцид (1 л/т + 100 мл/т), а до появи сходів культури вносився ґрунтовий гербіцид Фронт'єр Оптіма, 72% к.е., 1,2 л/га - 40,33 ГДж/га. Застосування даної композиції препаратів у посівах нуту виявилось найбільш енергетично вигідним, оскільки валова енергія врожаю в порівнянні з контролем І зростає на 30,6 ГДж/га, за коефіцієнта енергетичної ефективності 2,44 і наближається до енергозберігаючої технології вирощування нуту. Значення коефіцієнта енергетичної ефективності свідчать про високу енергетичну ефективність вирощування нуту з використанням біологічних препаратів і гербіцидів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Ключові слова: нут, технологія, мікробні препарати, гербіциди, урожайність, економічна ефективність, енергетична оцінка.

Табл. 2. Літ. 18.

Постановка проблеми. Сучасне сільськогосподарське виробництво України є основою сталого розвитку і пов'язане із збільшенням зерновиробництва, яке сприятиме формуванню запасів рослинних ресурсів, забезпечення тваринництва якісними кормами, а населення – повноцінними продуктами харчування. В теперішніх складних умовах все більш привертають до себе увагу зернобобові культури, як джерело кормового і харчового білка.

Сучасні технології вирощування зернобобових культур не забезпечують реального виходу кормового білку, який би наближався до генетичного потенціалу рослин [1].

Світова тенденція щодо нарощування валових зборів зерна бобових культур розвивається на основі інтенсифікації виробництва. Підвищення продуктивності зернобобового поля – єдиний шлях зростання валових зборів зерна, альтернативи якому немає. Вирішити проблему рослинного білку, збільшення виробництва зерна і підвищення якісних показників родючості ґрунту можна завдяки введенню у сівозміни зернобобових культур, в тому числі і нуту [2, 3, 4].

За посівними площами нут посідає третє місце серед зернобобових культур. Насіння нуту за доступністю та кількістю амінокислот, особливо метіоніну та триптофану, переважає інші бобові культури, що обумовлює важливе значення і використання у харчовій промисловості [5].

Порівняно з іншими зерновими бобовими культурами, нут менш вимогливий до вологи і відрізняється високою посухостійкістю. У період посухи нут призупиняє ріст та розвиток, а при настанні сприятливих умов - поновлює [6, 7].

Аналіз даних аналітичної компанії Pro-Consulting [8], зазначає, що врожайність зерна нуту в Україні є значно вищою за світову, так при сприятливих погодних умовах збирають до 2,5-3 т/га, а при середній урожайності нуту 2,0 т/га, реалізаційній ціні на внутрішньому ринку в €786 за тону, рентабельність продажів складе 52%.

Основними складовими новітніх технологій вирощування нуту є конкурентоспроможна сортова технологія; розробка дієвих регламентів застосування різних видів біологічних препаратів шляхом обробки насіння нуту перед посівом; розробка систем контролювання бур'янів в агроценозах нуту із досягненням економічного ефекту від запровадження енергозатратних ресурсів тощо.

Умови Правобережного Лісостепу України сприятливі для вирощування нуту, проте недостатня стабільність урожайності та валових зборів зерна стримують впровадження та розширення посівних площ культури. Продуктивність нуту визначається стійкістю агроценозів до змін кліматичних умов, реалізацією генетичного потенціалу сортів за умов їх адаптивності до елементів технології вирощування. Для правильного рішення про доцільність вирощування нуту, необхідні результати наукових досліджень з економічного та енергетичного аналізу ефективності застосування біологічних препаратів і застосування ґрунтових гербіцидів в агроценозах нуту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні технології вирощування нуту потребують удосконалення прийомів агротехніки і мають бути конкурентоспроможними на ринку існуючих агротехнологій, а виробництво продукції рослинництва в умовах дефіциту ресурсного потенціалу

потребує новітніх економічних підходів. Важливим фактором в отриманні високих урожаїв зерна нуту є впровадження новітніх сортів, використання біологічно активних речовин, таких як мікробіологічні препарати, біофунгіциди та гербіциди.

Оцінку економічної та біоенергетичної ефективності технологій по вирощуванні нуту було проведено багатьма вітчизняними вченими, зокрема С.М. Каленською [9], С.В. Дідович [10], Н.О. Колояніді [11], О.В. Логоша [12].

У комплексі заходів, спрямованих на підвищення продуктивності нуту, важливе місце належить використанню високоврожайних сортів, пристосованих до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Саме створення і впровадження у виробництво високоврожайних сортів нуту є одним з основних напрямків, що сприяє росту їх врожайності в Україні. Прибутковість сорту є одним з найголовніших показником, адже в ринкових умовах новітній сорт має бути основним важелем економічного зростання.

Найбільш ефективним і екологічно безпечним методом підвищення продуктивності бобових культур і зниження собівартості врожаю є інокуляція насіння. Використання біологічної азотфіксації дозволяє забезпечувати рослини дешевим і екологічно безпечним азотом за рахунок його фіксації бактеріями з атмосфери. Дослідження проведені науковцями О.А. Коваленко, М.М. Коркова, В.С. Танцюри [13], показали високу ефективність використання біопрепаратів в технології вирощування нуту. Так, обробка насіння нуту перед сівбою біоінокулянтом БТУр у дозі (2 л/т) сумісно з біофунгіцидом Фітоцид (0,5 л/т), використовуючи 0,2 л/т біоприлипача Липосам сприяло отримання урожайності зерна нуту на рівні 2,12 т/га, формування чистого прибутку 35,0 тис. грн./га, а рівень рентабельності сягнув 596,4%.

Вирощування нуту за різним рівнем мінерального живлення з передпосівною інокуляцією насіння в умовах Південного степу України є економічно ефективним та вигідним, не зважаючи на високу ціну на мінеральні добрива. При загальних технологічних витрат вирощування культури умовно чистий прибуток становив від 11362,34 до 20427,64 грн./га, собівартість зерна становила 4196,08-7190,49 грн./т залежно від норми внесення добрив та співвідношення елементів живлення [14].

В дослідженнях О.О. Коробко [15], застосування гербіциду та біологічних препаратів у посівах нуту найкраще себе проявило за комбінованої обробки насіння нуту перед сівбою МБП Ризобофіт (1,0 л/т) з РРР Стимпо (0,025 л/т) за наступного внесення по даному фону гербіциду Панда в нормі 4,0 л/га, за такого поєднання препаратів умовно чистий прибуток склав 12632 грн. за собівартості 1 т 6504 грн. та рівня рентабельності 124%.

Автори М.В. Горішкін, Ю.І. Усатенко, В.М. Брагін, відмічають, що ефективне сільськогосподарське виробництво поєднано з використанням основної сонячної енергії, яка засвоюється рослинами в процесі фотосинтезу і другорядною, що витрачається людством у вигляді сільськогосподарських

машин, палива, мінеральних добрив, пестицидів і власної праці. Порівняння даної енергії, акумульованої в урожаї сільськогосподарських культур із енергією, яка витрачається на його виробництво, дає змогу оцінити запропоновану технологію або її прийоми та біоенергетичну ефективність виробництва даної продукції. Енергетична ефективність запропонованої новітньої технології вирощування сільськогосподарських культур визначається відношенням енергії, що заключена в урожаї зерна до витраченої додаткової та виражається енергетичним коефіцієнтом [16].

Мета досліджень. Встановити особливості економічної та енергетичної ефективності вирощування зерна нуту залежно від обробки насіння перед посівом біологічними препаратами та використання ґрунтових гербіцидів.

Матеріал та методика досліджень. Польові досліді закладалися протягом 2019–2021 років на дослідному полі села Агрономічне Вінницького національного аграрного університету.

Ґрунт дослідного поля – сірий лісовий середньосуглинковий. Попередник – озима пшениця. Сорт нуту Розанна.

Схемою досліджень передбачено дослідити дію та взаємодію слідуєчих факторів: Фактор А – сорт: Розанна. Фактор В – передпосівна обробка насіння: 1. Контроль (без обробки); 2. Ризобофіт (1 л/т насіння); 3. Біополіцид (100 мл/т насіння); 4. Ризобофіт (1 л/т насіння) + Біополіцид (100 мл/т насіння). Фактор С – гербіциди; 1. Контроль (без препаратів); 2. Харнес, 90% к.е., 3,0 л/га; 3. Фронт'єр Оптима, 72% к.е. 1,2 л/га.

Агротехніка вирощування нуту загальноновизнана для умов Лісостепу України. Сівба проводилась з першої декади квітня суцільним способом з шириною міжрядь – 15 см. Норма висіву 500 тис. насінин/га. Передпосівна обробка насіння нуту здійснювалась інокулянтном Ризобофіт та біофунгіцидом Біополіцид.

Ґрунтові гербіциди Харнес, 90% к. е., 3,0 л/га та Фронт'єр Оптима, 72% к.е. 1,2 л/га вносили ранцевим обприскувачем з нормою витрати робочої рідини – 250 л/га. Повторення досліді – чотириразове, площа облікової ділянки становила – 25 м². Проти шкідників у фазу «бутонізація – початок цвітіння» використовували інсектицид Нурел Д нормою 1,0 л/га.

Збирання врожаю зернової культури проводили комбайном “Sampro-500” у фазі повної стиглості зерна. Урахування врожаю зерна проводилось методом прямого зважування із залікової ділянки.

При розрахунку економічної ефективності вирощування нуту визначали вартість приросту продукції з 1 га, витрати на придбання, внесення біопрепаратів і гербіцидів, собівартість одиниці приросту, чистий прибуток та рівень рентабельності. Обчислення проводили на основі технологічних карт за розцінками на кінець 2021 року [17].

Біоенергетичну оцінку досліджуваних заходів проводили за методичними рекомендаціями біоенергетичної оцінки технологій вирощування культур [18].

Виклад основного матеріалу досліджень. При вирощуванні нуту необхідно забезпечувати не лише високий рівень урожайності та якість зерна, а й економічну та енергетичну ефективність виробництва. За результатами досліджень визначали показники економічної і енергетичної ефективності передпосівної обробки насіння інокулянтами і біофунгіцидами та контролювання бур'янів при внесенні ґрунтових гербіцидів у технології вирощування нуту.

Інтенсифікація землеробства вимагає постійного вдосконалення аспектів технологій. Розробка комплексу технологічних заходів, що забезпечують високу продуктивність рослин нуту, обов'язково оцінюють за економічними показниками. Їх впровадження часто пов'язане з додатковими витратами, що в свою чергу призводить до подорожчання продукту. Зростання вартісної частини в першу чергу впливає на собівартість продукції, яка зростає, коли збільшення врожаю не покриває додаткових витрат.

Рентабельність - показник якості, вартості, що характеризує рівень ефективності витрат або ступінь використання наявних ресурсів у процесі виробництва та реалізації продукції. Виробництво є рентабельним, якщо обсяг виручки достатній не тільки для оплати собівартості продукції, але й для отримання прибутку. Таким чином, рентабельність характеризує ефективність виробництва, дає уявлення про його здатність до збільшення капіталу.

Вихідні дані для розрахунку показників, ми брали з нормативної технологічної документації по вирощуванні нуту. При розрахунках вартості основної продукції використовували біржову ціну на основну продукцію на момент її реалізації. Так, закупівельна ціна однієї тонни зерна нуту на період жовтня 2021 року була на рівні 24000 грн., виробничі затрати на контролі становлять 12831 грн.

Підрахунки показали, що вартість валової продукції у варіанті де застосовувались гербіциди становила 42720-44400 грн., а на ділянках де крім гербіцидів насіння нуту оброблялось мікробіологічними препаратами Ризобофіт + Біополіцид (1л/т+100мл/т) вартість валової продукції була на рівні 53520 -54720 грн.

Собівартість зерна нуту була найвища (23329 грн./т) на контролі без використання мікробіологічних препаратів і засобів захисту рослин від бур'янів. Використання препаратів забезпечувало істотне підвищення урожайності та подальше зниження собівартості зерна. Залежно від обробки насіння біологічними препаратами і застосування гербіцидів собівартість 1 т зерна була в межах 6644–8127 грн.

Важливим показником економічної ефективності є чистий прибуток. Найменшим він був на контрольних ділянках – 369 грн., без обробки насіння біологічними препаратами і де не вносились ґрунтові гербіциди. Найвищий умовно чистий прибуток був відмічений на ділянках де насіння нуту перед посівом оброблялось інокулянтом Ризобрфіт і біофунгіцидним препаратом Біополіцид та внесенням ґрунтового гербіциду Фронт'єр Оптіма в нормі

витрати 1,2 л/га - 39715 грн., відповідно рівень рентабельності був на рівні 265% (Табл. 1).

Таблиця 1

Економічна ефективність вирощування нуту сорту Розанна залежно від застосування біопрепаратів та гербіцидів (середнє 2019-2021 рр.)

Показники	Варіанти								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Урожайність, т/га	0,55	1,78	1,85	1,95	2,01	1,92	1,96	2,23	2,28
Вартість валової продукції, грн.	13200	42720	44400	46800	48240	46080	47040	53520	54720
Витрати на 1 га, грн.	12831	14466	14655	14716	14906	14666	14855	14816	15005
Собівартість 1 т. зерна, грн.	23329	8127	7922	7547	7416	7639	7579	6644	6581
Чистий прибуток, грн/га	369	28254	29745	32084	33334	31414	32185	38704	39715
Рівень рентабельності%	3	195	203	218	224	214	217	261	265

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Таким чином, для підвищення урожайності зерна і, відповідно, економічної ефективності вирощування нуту рекомендується перед посівом нуту насіння обробляти Ризобофіт + Біополіцид (1л/т+100мл/т), а до появи сходів культури вносити ґрунтовий гербіцид Фронт'єр Оптіма, 72% к.е., в нормі витрат 1,2 л/га.

В умовах ринкової економіки, при значних коливаннях цін, не завжди можна здійснити об'єктивну оцінку ефективності сільськогосподарського виробництва за економічними показниками, оскільки вони сильно підпорядковані кон'юнктурі ринку. Цінова політика часто спотворює реальні показники ефективності виробництва того чи іншого виду сільськогосподарської продукції. За таких обставин практично неможливо дати об'єктивну оцінку різним альтернативам. Тому розробку пропозицій щодо зниження енерговитрат при вирощуванні сільськогосподарських культур, особливо в довгостроковій перспективі, можна більш успішно вирішувати з використанням енергетичних показників, які менш сприйнятливі до кон'юнктури ринку та ринкової економіки – за допомогою енергетичної оцінки.

Суть енергетичної оцінки полягає в тому, що всі витрати зводяться до однієї універсальної одиниці – джоуля або калорії, у такі ж одиниці перераховують і господарсько-цінну частину врожаю. Співвідношення між цими величинами дає оцінку технології або її елементу, яку визначає коефіцієнт енергетичної ефективності (К_е), за допомогою якого і оцінюють ефективність технології або її елементу. Якщо його величина перевищує «2», то така система наближається до енергозберігаючої.

Енергетичний аналіз вирощування нуту дозволяє розробити і оцінити ефективність ресурсо-енергозберігаючих технологій у землеробстві та

рослинництві, раціонально використовувати види енергії, запобігає забрудненню довкілля. Ефективність ресурсо-енергозберігаючих технологій залежить від чіткого і оперативного дотримання всіх елементів догляду за рослинами нуту на протязі його вегетації, а позитивна дія проявляється лише за умови дотримання курсу на раціональне витрачання всіх видів енергії. Кожен технологічний процес вирощування нуту може бути оцінений енергетичною ефективністю.

Наші розрахунки показали, що за використання ґрунтових гербіцидів врожайність зерна збільшується, що супроводжується більшим надходженням енергії – 31,49-32,73 МДж/га (Табл. 2).

Таблиця 2

Енергетична ефективність вирощування нуту залежно від застосування біопрепаратів і гербіцидів, т/га (середнє за 2019-2021 рр.)

Передпосівна обробка насіння (Фактор В)	Гербіциди (Фактор С)	Прихід енергії з урожаєм, ГДж/га	Енергозатрати, ГДж/га	Енергоємність урожаю, ГДж/т	Коефіцієнт енергетичної ефективності Ке
Сорт Розанна (Фактор А)					
Без інокуляції	Без препаратів (контроль 1)	9,73	16,11	29,29	0,60
Без інокуляції	Харнес, 90% к. е., 3,0 л/га	31,49	16,47	9,25	1,91
	Фронт'єр Оптіма, 72% к.е., 1,2 л/га	32,73	16,47	8,90	1,99
Ризобофіт, 1 л/т	Харнес, 90% к. е., 3,0 л/га	34,50	16,55	8,49	2,09
	Фронт'єр Оптіма, 72% к.е., 1,2 л/га	35,56	16,55	8,23	2,15
Біополіцид, 100 мл/т	Харнес, 90% к. е., 3,0 л/га	33,97	16,55	8,62	2,05
	Фронт'єр Оптіма, 72% к.е., 1,2 л/га	34,67	16,55	8,44	2,10
Ризобофіт + Біополіцид (1 л/т + 100 мл/т)	Харнес, 90% к. е., 3,0 л/га	39,45	16,55	7,42	2,38
	Фронт'єр Оптіма, 72% к.е., 1,2 л/га	40,33	16,55	7,26	2,44

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Додаткове проведення інокуляції насіння нуту перед посівом, крім внесення гербіцидів також спричинювала більші енергозатрати на вирощування культури, які в середньому становили 34,50-35,56 МДж/га або на 8,7-9,6% більше, ніж при внесенні гербіцидів, при цьому зростала також й енергоємність вирощеної продукції. Найбільший прихід енергії з урожаєм нуту визначено у варіанті де перед посівом насіння нуту обробляли мікробіологічними препаратами Ризобофіт + Біополіцид (1 л/т + 100 мл/т), а до появи сходів культури вносився ґрунтовий гербіцид Фронт'єр Оптіма, 72% к.е., 1,2 л/га - 40,33 ГДж/га.

Формування сприятливих умов для розвитку рослин нуту не потребує ніяких додаткових витрат, але значно впливає на врожайність культури та відповідно на кількість енергії, що накопичується в основній продукції. У цілому обробка насіння мікробіологічними препаратами перед посівом нуту Ризобофіт + Біополіцид в нормах витрат (1 л/т + 100 мл/т) та контролювання бур'янів за допомогою внесення ґрунтових гербіцидів Харнес, 90% к. е., 3,0 л/га і Фронт'єр Оптіма, 72% к.е., 1,2 л/га в період розвитку вирощування нуту можна віднести до енергозберігаючого, оскільки коефіцієнт енергетичної ефективності більший 1 та досягає величини 2,38-2,44 (Табл. 2).

Таким чином, для кращого росту та розвитку рослин нуту, а в подальшому підвищення зернової продуктивності нуту є комплексна обробка його насіння перед посівом інокулянтном і біофунгіцидним препаратом та надійний захист посівів від бур'янів за допомогою ґрунтових гербіцидів.

Висновки і перспективи подальших досліджень.

Під час вирощування нуту доцільно перед посівом обробляти насіння культури мікробіологічними препаратами, зокрема інокулянтном Ризобофіт + біофунгіцид Біополіцид в нормах витрат (1 л/т + 100 мл/т). Для контролювання бур'янів в посівах нуту вносити до появи сходів культурних рослин ґрунтовий гербіцид Фронт'єр Оптіма, 72% к.е., в нормі витрати 1,2 л/га.

Зазначені заходи значно покращують основні показники економічної та енергетичної ефективності. Зі збільшенням урожайності зерна нуту зростала як вартість продукції, так і виробничі витрати на його вирощування. Ураховуючи виробничі витрати на вирощування нуту, слід зазначити, що найбільш прибутковим та найменш затратним агрозаходом виявились такі фактори, як обробіток біопрепаратами насіння нуту перед посівом та внесення гербіцидів.

Найвищий умовно чистий прибуток був відмічений на ділянках де насіння нуту перед посівом оброблялось інокулянтном Ризобофіт і біофунгіцидним препаратом Біополіцид та внесенням ґрунтового гербіциду Фронт'єр Оптіма в нормі витрати 1,2 л/га - 39715 грн., відповідно рівень рентабельності був на рівні 265%. Найбільший прихід енергії з урожаєм нуту визначено у варіанті де перед посівом насіння нуту обробляли мікробіологічними препаратами Ризобофіт + Біополіцид (1 л/т + 100 мл/т), а до появи сходів культури вносився ґрунтовий гербіцид Фронт'єр Оптіма, 72% к.е., 1,2 л/га - 40,33 ГДж/га. Застосування даної композиції препаратів у посівах нуту виявилось найбільш енергетично вигідним, оскільки валова енергія врожаю в порівнянні з контролем I зросла на 30,6 ГДж/га, за коефіцієнта енергетичної ефективності 2,44 і наближається до енергозберігаючої технології вирощування нуту. Значення коефіцієнта енергетичної ефективності свідчать про високу енергетичну ефективність вирощування нуту з використанням біологічних препаратів і гербіцидів в умовах Правобережного Лісостепу України.

Список використаної літератури

1. Мазур В.А., Гончарук І.В., Панцирева Г.В., Телекало Н.В. Агроекологічне обґрунтування технологічних прийомів вирощування зернобобових культур. Вінниця: ТОВ «ТВОРИ». 2020. 192 с.
2. Шкатула Ю.М., Вотик В.О. Контролювання бур'янів в агроценозах нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2020. № 4 (19). С. 135-147. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-12.
3. Шкатула Ю.М., Вотик В.О. Вплив гербіцидів і біологічних препаратів на ростові процеси та зернову продуктивність нуту. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 2 (25). С. 184-197. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-12.
4. Шкатула Ю.М., Вотик В.О. Фенологічні спостереження за фазами росту і розвитку сортів нуту. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2023. № 1 (101). 15 с. DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovid1\(101\).2023.007](http://dx.doi.org/10.31548/dopovid1(101).2023.007).
5. Frias J., Vidal-Valverde C., Sotomayor S., Diaz-Pollan C., Urbano G. Influence of processing on available carbohydrate content and antinutritional factors of chickpeas. *European food research and technology*. 2000. Vol. 210. P. 340–345. DOI:<http://doi.org/10.1007/s002170050560>
6. Дідович С.В. Підвищення продуктивності нуту шляхом нітранізації насіння. *Наукові праці Кримського державного агротехнологічного університету*. 2005. № 91. С. 25-31.
7. Коваленко О.А. Удосконалення елементів технології вирощування нуту в умовах зрошення Південного Степу України. *Сільське господарство та лісівництво*. 2023. № 3 (30). С. 201-210. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-15.
8. Вирощування нуту принесе €1600 з гектара. URL: <https://agroreview.com/news/vyroshchuvannya-nutu-prynese-€1600-z-hektara> (дата звернення: 19.01.2024).
9. Лавренко Н.М. Ефективність використання води посівами нуту залежно від технологічних прийомів його вирощування за різних умов зволоження. *Корми і кормовиробництво*. 2014. Вип. 79. С. 190–195.
10. Дідович С.В. Формування та функціонування симбіозу *Mesorhizobium ciceri* – *Cicer arjetinum* в агроценозах південного Степу України: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук / Інститут сільськогосподарської мікробіології УААН, Чернігів, 2007. 18 с.
11. Колояніді Н.О. Ефективність вирощування сортів нуту за рядкової та широкорядної сівби з використанням гербіцидів. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2019. Вип. 109. С. 64-69. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.10>.
12. Логоша О.В., Халеп Ю.М., Воробей Ю.О. Економічна та біоенергетична ефективність бактеризації нуту штамом *MESORHIZOBIUM CICERI ND- 64*. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2020. Вип. 31. С. 64-71. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.64-71>.
13. Коваленко О.А., Корхова М.М., Танцюра В.С. Економічна ефективність вирощування нуту залежно від інокуляції та обробки насіння біофунгіцидом.

Інноваційний шлях розвитку аграрного виробництва. *Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції*, 08 грудня 2017 р. Херсон : ІЗЗ НААН, 2017. С. 51-52.

14. Бурикiна С.І., Кривенко А.І., Парлікокошко М.С. Погодні умови як фактор впливу на формування продуктивності та якості зерна нуту. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки*. 2022. № 123. С. 22-32. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.4>.

15. Коробко О.О. Біологічне обґрунтування застосування гербіциду, регулятора росту рослин і мікробного препарату у посівах нуту в умовах Правобережного Лісостепу України : дис. ...к. с.-г. наук : 03.00.12 / Уманський нац. ун-т садівництва. Умань, 2019. 218 с.

16. Горішкін М.В., Усатенко Ю.І., Брагін В.М. Основи біоенергетичного аналізу. Луганськ: Ельтон-2, 2008. 47 с.

17. Мазоренко Д.І., Мазнев Г.Є. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням. Харків : ХНТУСГ, 2006. 725 с.

18. Ушкаренко В.О., Лазер П.Н., Остапенко А.І., Бойко І.О. Методика оцінки біоенергетичної ефективності технологій виробництва сільськогосподарських культур. Херсон, 1997. 21 с.

Список використаної літератури у транслітерації / References

1. Mazur V.A., Honcharuk I.V., Pansyreva H.V., Telekalo N.V. (2020). Ahroekologichne obgruntuvannia tekhnolohichnykh pryiomiv vyroshchuvannia zernobobovykh kultur [Agroecological substantiation of technological methods of growing leguminous crops]. Vinnytsia: TOV «TVORY». [in Ukrainian].

2. Shkatula Yu.M., Votyk V.O. (2020). Kontroliuvannia burianiv v ahrotsenozakh nutu. [Weed control in chickpea agrocenoses]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo – Agriculture and forestry*. № 4 (19). 135-147. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-12 [in Ukrainian].

3. Shkatula Yu.M., Votyk V.O. (2022). Vplyv herbitydiv i biolohichnykh preparativ na rostovi protsesy ta zernovu produktyvnist nutu [Influence of herbicides and biological products on growth processes and grain productivity of chickpea]. *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo - Agriculture and forestry*. № 2 (25). 184-197. DOI: 10.37128/2707-5826-2020-4-12 [in Ukrainian].

4. Shkatula Yu.M., Votyk V.O. (2023). Fenolohichni sposterezhennia za fazamy rostu i rozvytku sortiv nutu. [Phenological observations of the phases of growth and development of chickpea avarieties]. *Naukovi dopovidi NUBiP Ukrainy – Scientific reports of NUBiP of Ukraine*. № 1 (101). 15. DOI: [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi1\(101\).2023.007](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi1(101).2023.007). [in Ukrainian].

5. Frias J., Vidal-Valverde C., Sotomayor S., Diaz-Pollan C., Urbano G. (2000). Influence of processing on available carbohydrate content and antinutritional factors of chickpeas. *European food research and technology*. Vol. 210. P. 340-345.

DOI:<http://doi.org/10.1007/s002170050560> [in English].

6. Didovych S.V. (2005). Pidvyshchennia produktyvnosti nutu shliakhom nitraniatsii nasinnia. [*Increasing the productivity of chickpea by nitratisation of seeds*]. *Naukovi pratsi Krymskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu – Scientific works of the Crimean State Agrotechnological University. Simferopol, № 91. 25-31. [in Ukrainian].*

7. Kovalenko O.A. (2023). Udoskonalennia elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia nutu v umovakh zroshennia. [*Improvement of elements of chickpea cultivation technology under irrigation conditions of the Southern Steppe of Ukraine*]. *Sil'ske hospodarstvo ta lisivnytstvo - Agriculture and forestry. № 3 (30). 201-210. DOI: 10.37128/2707-5826-2023-3-15 [in Ukrainian].*

8. Vyroshchuvannia nutu prynese €1600 z hektara [*Growing chickpeas will bring €1600 per hectare*]. URL: <https://agroreview.com/news/vyroshchuvannya-nutu-prynese-€1600-z-hektara> (data zvernennia: 19.01.2024).

9. Lavrenko N.M. (2014). Efektyvnist vykorystannia vody posivamy nutu zalezno vid tekhnolohichnykh pryiomiv yoho vyroshchuvannia za riznykh umov zvolozhennia [The efficiency of water use by chickpea crops depending on the technological methods of its cultivation under different conditions of moisture. Fodder and fodder production]. *Kormy i kormovyrobnytstvo – Fodder and fodder production. Issue 79. P. 190–195. [in Ukrainian].*

10. Didovych S.V. (2007). Formuvannia ta funktsionuvannia symbiozu Mesorhizobium ciceri – Cicer arietinum v ahrotsenozakh pviddennoho Stepu Ukrainy: avtoref. dys. ... kand. s.-h. nauk / Instytut silskohospodarskoi mikrobiolohii UAAN, Chernihiv [*Formation and functioning of the symbiosis Mesorhizobium ciceri – Cicer arietinum in agrocenoses of the southern Steppe of Ukraine*]. 18. [in Ukrainian].

11. Koloianidi N.O. (2019). Efektyvnist vyroshchuvannia sortiv nutu za riadkovoї ta shyrokoriadnoї sivby z vykorystanniam herbicydiv [*Efficiency of chickpea varieties cultivation under row and wide-row sowing with the use of herbicides*]. *Tavrijskyj naukovyj visnyk. Seriya: Silskogospodars`ki nauky – Taurian Scientific Herald. Series: Agricultural Sciences. Issue 109. 64-69. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.109-1.10>. [in Ukrainian].*

12. Lohosha O.V., Khalep Yu.M., Vorobei Yu.O. (2020). Ekonomichna ta bioenerhetychna efektyvnist bakteryzatsii nutu shtamom MESORHIZOBIUM CICERI ND - 64 [*Economic and bioenergy efficiency of chickpea bacterisation with MESORHIZOBIUM CICERI strain ND - 64*]. *Silskohospodarska mikrobiolohiia – Agricultura l microbiology. Issue 31. 64-71. DOI: <https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.64-71> [in Ukrainian].*

13. Kovalenko O.A., Korkhova M.M., Tantsiura V.S. (2017). Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia nutu zalezno vid inokuliatsii ta obrobky nasinnia biofunhitsydom. Innovatsiinyi shliakh rozvytku ahrarnoho vyrobnytstva. [*Economic efficiency of chickpea cultivation depending on inoculation and seed treatment with biofungicide*]. *Innovacijnyj shlyax rozvytku agrarnogo vyrobny`czstva. Zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi Internet-konferentsii, 08 hrudnia*

2017 r. Kherson : IZZ NAAN, 51-52. [in Ukrainian].

14. Burykina S.I., Kryvenko A.I., Parlikokoshko M.S. (2022). Pohodni umovy yak faktor vplyvu na formuvannia produktyvnosti ta yakosti zerna nutu [*Weather conditions as a factor influencing the formation of productivity and quality of chickpea grain*]. *Tavrijskyj naukovyj visnyk. Seriya: Silskogospodars`ki nauky – Taurian Scientific Herald. Series: Agricultural Sciences*. № 123. P. 22-32. DOI: <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.123.4>. [in Ukrainian].

15. Korobko O.O. (2019). Biologichne obgruntuvannia zastosuvannia herbitsydu, rehuliatora rostu roslyn i mikrobnoho preparatu u posivakh nutu v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy : dys. ...k. s.-h. nauk : 03.00.12 / Umanskyi nats. un-t sadivnytstva. Uman [*Biological substantiation of the use of herbicide, plant growth regulator and microbial preparation in chickpea crops in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine: Candidate of Agricultural Sciences: 03.00.12 / Uman National University of Horticulture. Uman*]. [in Ukrainian].

16. Horishkin M.V., Usatenko Yu.I., Brahin V.M. (2008). Osnovy bioenerhetychnoho analizu [*Fundamentals of bioenergy analysis*]. Luhansk: Elton-2, 47. [in Ukrainian].

17. Mazorenko D.I., Mazniev H.Ie. (2006). Tekhnologichni karty ta vytraty na vyroshchuvannia silskohospodarskykh kultur z riznym resursnym zabezpechenniam. [*Technological maps and costs of growing crops with different resource provision*]. Kharkiv : KhNTUSH, 72. [in Ukrainian].

18. Ushkarenko V.O., Lazer P.N., Ostapenko A.I., Boiko I.O. (1997). Metodyka otsinky bioenerhetychnoi efektyvnosti tekhnologii vyrobnytstva silskohospodarskykh kultur. [*Methods for assessing the bioenergy efficiency of crop production technologies*]. Kherson, 21. [in Ukrainian].

ANNOTATION

ECONOMIC AND ENERGY ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF CHICKPEA CULTIVATION UNDER THE INFLUENCE OF BIOLOGICAL PRODUCTS AND HERBICIDES

The main components of the latest chickpea cultivation technologies are competitive varietal technology; development of effective regulations for the use of various types of biological products by treating chickpea seeds before sowing; development of weed control systems in chickpea agrocenoses with the achievement of economic benefits from the introduction of energy-intensive resources, etc. It was established that the cost of gross production in the variant where herbicides were used was 42720-44400 UAH, and in the areas where, in addition to herbicides, chickpea seeds were treated with microbiological preparations Rizobofit + Biopolycide (1 t + 100 ml/t), the cost of gross production was at the level of 53520-54720 UAH. The use of these products led to a significant increase in yields and a further reduction in grain costs. Depending on the treatment of seeds with biological preparations and the use of herbicides, the cost of 1 tonne of grain was in the range of UAH 6644-8127. The highest conditional net profit was recorded in the areas where chickpea seeds were treated with Rizobofit inoculant and Biopolycid biofungicide before sowing and with Frontier Optima soil herbicide at a rate of 1.2 l/ha - UAH 39715, respectively, with a profitability level of 265%. Energy analysis of chickpea cultivation allows to develop and evaluate

the effectiveness of resource and energy-saving technologies in agriculture and crop production, to use energy efficiently, and to prevent environmental pollution. Calculations have shown that the use of soil herbicides increases grain yields, which is accompanied by a higher energy input of 31.49-32.73 MJ/ha. The highest energy yield with chickpea harvest was determined in the variant where before sowing chickpea seeds were treated with microbiological preparations Rhizobophyt + Biopolycide (1 l/t + 100 ml/t), and before the emergence of the crop, the soil herbicide Frontier Optima, 72% c.e., 1.2 l/ha - 40.33 GJ/ha was applied. The use of this composition of preparations in chickpea crops proved to be the most energy-efficient, as the gross energy of the crop increased by 30.6 GJ/ha compared to control I, with an energy efficiency coefficient of 2.44, and is approaching the energy-saving technology of chickpea cultivation. The values of the energy efficiency coefficient indicate a high energy efficiency of chickpea cultivation using biological products and herbicides in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: chickpea, technology, microbial preparations, herbicides, yield, economic efficiency, energy assessment.

Table 2. Lit. 18.

Інформація про авторів

Шкатула Юрій Миколайович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-meil: shkatula@vsau.vin.ua).

Вотик Володимир Олександрович – аспірант кафедри землеробства, ґрунтознавства та агрохімії Вінницького національного аграрного університету (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e-meil: Votyk_volodymyr@ukr.net).

Shcatula Yurii – Candidate of Agricultural Sciences, Associate of Professor of the department of agriculture, soil science and agrochemistry of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Sonaychna St. 3, e-mail: shkatula@vsau.vin.ua).

Votyk Volodymyr – postgraduate student of the Department of Agriculture, Soil Science and Agrochemistry of Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, Sonaychna St. 3, e-mail: Votyk_volodymyr@ukr.net).