

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР У РІЗНИХ СІВОЗМІНАХ

М. М. Пархоменко

здобувач ступеня доктора філософії

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
Національний університет “Чернігівська політехніка” (м. Чернігів, Україна)
e-mail: miroslav.parkhomenko@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8804-0813>*

Ю. М. Халеп

кандидат економічних наук, старший дослідник

*Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
(м. Чернігів, Україна)
e-mail: markisgm2017@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9684-5547>*

Проведено оцінку економічної ефективності застосування біологічних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур у двох короткочасних сівозмінах — зерновій і картопляно-зерновій, а також визначено економічну окупність добрив. Розрахунок показників економічної ефективності застосування мікробних препаратів виконано з використанням загальноприйнятих методичних підходів, що базуються на порівнянні результатів від застосування певного агрозаходу з витратами на його проведення. Методи дослідження: моделювання, розрахунково-конструктивний, порівняльний аналіз. За підсумками проведеного аналізу зроблено висновки, що передпосівна інокуляція насіння сприяє підвищенню економічної ефективності виробництва, передусім за рахунок випереджального зростання продуктивності порівняно з додатковими витратами. Використання мікробних препаратів також зумовлює зростання економічної окупності добрив унаслідок підвищення ступеня засвоєння рослинами елементів живлення. Це дає змогу оптимізувати норми внесення мінеральних добрив з урахуванням цінових параметрів. Попри певну строкатість отриманих результатів при вирощуванні окремих культур, аналіз узагальнених по сівозмінах показників свідчить про економічну доцільність застосування зазначених засобів біологізації виробництва.

Ключові слова: передпосівна інокуляція, додаткові витрати, додатковий прибуток, окупність.

ВСТУП

Для впровадження біологічних препаратів у практику сільськогосподарського виробництва необхідним є усвідомлення потенційними споживачами можливості отримання економічного ефекту, адже це є одним з основних критеріїв ухвалення рішень стосовно використання будь-якого засобу виробництва. Як правило, дослідження щодо застосування біологічних препаратів земледобірвальної дії в технологіях вирощування сільськогосподарських культур проводять для окремих препаратів та окремих культур. Водночас об'єктивнішу оцінку можна отримати за результатами комплексного аналізу узагальнених по сівозмінах показників. До того ж позитивний вплив передпосівної інокуляції насіннєвого матеріалу проявляється не лише в підвищенні прибутковості виробництва, а й у такій його складовій, як економічна окупність добрив, про що зазвичай не згадується у відомих дослідженнях.

Метою дослідження є проведення оцінки економічної ефективності застосування біологічних препаратів як у технологіях вирощування окремих сільськогосподарських культур, так і загалом по відповідних сівозмінах, а також визначення економічної окупності добрив.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питання впливу застосування біологічних препаратів у технологіях вирощування окремих сільськогосподарських культур на економічні результати виробництва певною мірою висвітлено в низці публікацій, зокрема в наших попередніх дослідженнях як за умов традиційних систем, так і за органічного виробництва [1–8]. Показано, що значний позитивний вплив передпосівної інокуляції на економічні результати виробництва досягається передусім унаслідок випереджального зростання продуктивності порівняно з додатковими витратами на вико-

ристання біологічних препаратів. При цьому, якщо за збільшення мінерального агрофону до певного рівня (без інокуляції) починає спостерігатися зниження економічної ефективності виробництва через зменшення біологічної окупності туків, то застосування біологічних препаратів сприяє підвищенню цього рівня. В окремих випадках, коли за несприятливої ринкової кон'юнктури й цінового диспаритету виробництво окремих культур за традиційних технологій може бути збитковим, підвищення урожайності завдяки передпосівній бактеризації насіння дає змогу уникнути збитків [7].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження ефективності біологічних препаратів проводили протягом 2016–2020 рр. у тривалому польовому стаціонарному досліді Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (ІСМАВ) на дерново-підзолистому ґрунті (рНКСІ орного шару — 4,9, підорного — 4,6, уміст гумусу (за Тюриним) — 1,1%, P₂O₅ (за Кірсановим) — 16 мг на 100 г ґрунту, K₂O (за Масловою) — 6 мг на 100 г ґрунту) при вирощуванні сільськогосподарських культур у двох типах сівозмін і за різних систем удобрення. Загальна площа кожної ділянки становила 102 м² (довжина — 17 м, ширина — 6 м), облікової — 60 м² (довжина — 15 м, ширина — 4 м). Повторність —

чотириразова. Розміщення ділянок у досліді — рандомізоване.

Зернова сівозмінна: кукурудза на зерно → пшениця яра → конюшина → пшениця озима. Системи удобрення сільськогосподарських культур у сівозміні наведено в *табл. 1*.

Картопляно-зернова сівозмінна: картопля → овес → люпин вузьколистий → жито озиме на зерно. Системи удобрення культур наведено в *табл. 2*.

Хоча системи удобрення для обох сівозмін дещо відрізнялися залежно від культур, середньосівозмінні норми добрив були однаковими: без добрив (контроль); N₆₀P₅₀K₆₀; проміжний сидерат (люпин вузьколистий) + N₆₀P₅₀K₆₀; проміжний сидерат (жито озиме) + N₆₀P₅₀K₆₀; гній (10 т/га) + N₆₀P₅₀K₆₀; проміжний сидерат (люпин вузьколистий) + гній (10 т/га) + N₆₀P₅₀K₆₀; гній (20 т/га).

Мінеральні добрива застосовували у вигляді аміачної селітри (д. р. 34,5%), суперфосфату простого гранульованого (д. р. 19,5%) й калію хлористого (д. р. 60%), під картоплю — калію сірчаноокислого (д. р. 56%). Фосфорні й калійні добрива вносили під основний обробіток, азотні — у передпосівну культивування та підживлення.

Підстилковий гній великої рогатої худоби (ВРХ) в середньому містив поживних речовин: 0,50% N, 0,25% P₂O₅ і 0,60% K₂O. Гній вносили пізно восени.

Як зелене добриво використовували фітомасу люпину вузьколистого й жита озимого,

Таблиця 1

Варіанти удобрення сільськогосподарських культур у зерновій сівозміні

Кукурудза	Пшениця яра	Конюшина	Пшениця озима
<i>Блок 1 — без інокуляції</i>			
Без добрив	Без добрив	Без добрив	Без добрив
N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀	N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀	P ₂₀ K ₂₀	N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀
Сидерат 1 (люпин вузьколистий) + N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀	Сидерат 1* + N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀	Сидерат 1** + P ₂₀ K ₂₀	Сидерат 1*** + N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀
Сидерат 2 (жито озиме) + N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀	Сидерат 2* + N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀	Сидерат 2** + P ₂₀ K ₂₀	Сидерат 2*** + N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀
Гній (10 т/га) + N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀	Гній* + N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀	Гній (10 т/га)** + P ₂₀ K ₂₀	Гній*** + N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀
Сидерат 1 + гній (10 т/га) + N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₀₀	Сидерат 1* + гній (10 т/га)* + N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀	Сидерат 1** + гній (10 т/га)** + P ₂₀ K ₂₀	Сидерат 1*** + гній (10 т/га)*** + N ₅₀ P ₅₀ K ₆₀
Гній (20 т/га)	Гній (20 т/га)*	Гній (20 т/га)**	Гній (20 т/га)***
<i>Блок 2 — за використання мікробних препаратів</i>			
<i>Аналогічні варіанти удобрення</i>			

Джерело: сформовано авторами на основі даних стаціонарного досліді ІСМАВ.

Примітка: тут і в *табл. 2*: * — першого року післядія; ** — другого року післядія; *** — третього року післядія.

Таблиця 2

Варіанти удобрення сільськогосподарських культур у картопляно-зерновій сівозміні

Картопля	Овес	Люпин вузьколистий	Жито озиме
Блок 1 — без інокуляції			
Без добрив	Без добрив	Без добрив	Без добрив
N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₂₀	N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	P ₂₀ K ₂₀	N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀
Сидерат 1 (люпин вузьколистий) + N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₂₀	Сидерат 1* + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	Сидерат 1** + P ₂₀ K ₂₀	Сидерат 1*** + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀
Сидерат 2 (жито озиме) + N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₂₀	Сидерат 2* + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	Сидерат 2** + P ₂₀ K ₂₀	Сидерат 2*** + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀
Гній (10 т/га) + N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₂₀	Гній* + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	Гній (10 т/га)** + P ₂₀ K ₂₀	Гній*** + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀
Сидерат 1 + гній (10 т/га) + N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₂₀	Сидерат 1* + гній (10 т/га)* + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	Сидерат 1** + гній (10 т/га)** + P ₂₀ K ₂₀	Сидерат 1*** + гній (10 т/га)*** + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀
Гній (20 т/га)	Гній (20 т/га)*	Гній (20 т/га)**	Гній (20 т/га)***
Блок 2 — за використання мікробних препаратів			
Аналогічні варіанти удобрення			

Джерело: сформовано авторами на основі даних стаціонарного дослідження ІСМАВ.

вісянних як проміжні культури, після збирання озимих на зерно. Посів люпину й жита озимого проводили в першу декаду серпня. Урожайність сидератів коливалася від 18,5 до 22,2 т/га, що в середньому за роки досліджень становила приблизно 20 т/га, або 5 т/га сівозміної площі. У варіантах із сидератами й гноєм проводили дискування на зиму в другій декаді листопада, після чого здійснювали зяблеву оранку.

У досліді вирощували такі сорти сільськогосподарських культур: кукурудза — Аттракт (гібрид); пшениця яра — Рання-93; конюшина — Атлас; пшениця озима — Поліська-90; картопля — Белароза; овес — Парламентський; люпин вузьколистий — Чернігівець; жито озиме — Синтетик-38.

Для інокуляції посівного/посадкового матеріалу використовували біопрепарати, створені в ІСМАВ: для пшениці озимої, пшениці ярої та кукурудзи — Поліміксобактерин (на основі ристимулювальної і фосфатсолюбілізуювальної бактерії *Raenibacillus polytuxa* KB); для конюшини — Ризобіфіт (на основі *Rhizobium leguminosarum* sv. *trifolii* 348a); для жита озимого — Діазобактерин (на основі *Azospirillum brasilense* 18-2); для картоплі — Біогран (на основі *Azospirillum brasilense* 410 і фізіологічно активних речовин біологічного походження); для вівса — Мікрогумін (на основі *Azospirillum brasilense* 410); для люпину вузьколистого — Ризогумін (на основі *Bradyrhizobium lupini* 5500/4). Препарати застосовували відповідно до рекомендацій [9].

Облік урожаю здійснювали з кожної ділянки. Отримані результати перераховували на гектарну площу.

Продуктивність сівозмін у кормових одиницях (к. од.) розраховували, беручи до уваги урожайність культур і відповідні коефіцієнти: для пшениці озимої та ярої — 1,2; кукурудзи — 1,34; конюшини — 0,2; жита озимого — 1,18; картоплі — 0,3; вівса — 1,0; люпину — 1,16 [10].

Розрахунок показників економічної ефективності застосування біопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур досліджуваних сівозмін проведено з використанням методик [11; 12] і загальноприйнятих методичних підходів, що базуються на порівнянні результатів від застосування певного агрозаходу з витратами на його проведення. З цією метою досліджено такі основні показники економічної ефективності, як додатковий прибуток від застосування біопрепаратів та окупність додатковим прибутком додаткових витрат, пов'язаних із застосуванням біопрепаратів. До визначення витрат на їхнє застосування включено як ті показники, що безпосередньо пов'язані з інокуляцією (прямі витрати: вартість препарату, витрати на проведення бактеризації, витрати на доробку й транспортування додаткового врожаю тощо), так і показники накладних витрат, які під час калькулювання собівартості продукції розподіляють пропорційно до прямих. З цією метою розраховано повну собівартість продукції, оскільки при-

буток як один із кінцевих показників економічної ефективності визначають як різницю між ціною та повною собівартістю продукції. У разі використання такого методологічного та методичного підходу дещо підвищується розрахунковий рівень витрат на використання біопрепаратів, але водночас зазначене сприяє об'єктивнішій оцінці економічної ефективності досліджуваних агрозаходів.

Оскільки польові дослідження проведено на порівняно невеликих за розмірами ділянках стаціонарних дослідів, для розрахунку економічної ефективності різних варіантів дослідів застосовано моделювання технологічних витрат в умовах виробничих масштабів з використанням типових технологій вирощування сільськогосподарських культур. При цьому основні агротехнічні операції, нормативи витрат ресурсів й алгоритм калькулювання продукції прийнято на основі методик [13; 14] з урахуванням додаткових операцій і витрат, пов'язаних із застосуванням досліджуваних мікробних препаратів. Ціни на основні види ресурсів і сільськогосподарську продукцію прийнято на середньому рівні 2023–2024 рр. згідно зі статистичними даними.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз показників, отриманих для зернової сівозміни, демонструє певну строкатість прояву економічної ефективності застосування біопрепаратів для окремих сільськогосподарських культур залежно від їхніх агрономічних

особливостей, ринкової кон'юнктури, характеристик препарату тощо, поряд із чіткою тенденцією до їхнього позитивного впливу. Проте узагальнення отриманих результатів свідчить, що застосування біопрепаратів загалом по сівозміні сприяло суттєвому підвищенню її продуктивності — на 0,31–0,82 т к. од. у розрахунку на 1 га сівозміної площі, або на 5,7–16,1%. За порівняно незначних додаткових витрат у розмірі 113–192 грн/га, або 0,5–1,0%, збільшення прибутку становило 1 434–3 817 грн/га з окупністю 12,66–19,90 грн/грн (табл. 3).

Наведені результати наочно демонструють меншу економічну ефективність застосування біопрепаратів у варіантах із гноєм порівняно з використанням інших видів добрив. Зазначене зумовлено, як наголошується у [15–17], тим, що інтродуковані з біопрепаратом в агроценоз бактерії стикаються з конкуренцією привнесених із гноєм мікроорганізмів, особливо в перший рік його дії. Водночас доповнення систем удобрення сидеральними культурами сприяє помітному підвищенню окупності застосування біопрепаратів.

Основні розрахункові показники економічної ефективності застосування біопрепаратів в іншій досліджуваній сівозміні (картопляно-зерновій) наведено в табл. 4.

Узагальнення показників по цій сівозміні також свідчить про високу економічну ефективність біопрепаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур. Так, застосування препаратів сприяє помітному підвищенню її продуктивності — на 0,23–0,63 т к. од. у розра-

Таблиця 3

Основні розрахункові показники економічної ефективності застосування біологічних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур зернової сівозміни (у розрахунку на 1 га сівозміної площі)

Варіанти дослідів (середньосівозмінні норми добрив)	Продуктивність без препаратів, т к. од./га	За використання біологічних препаратів						допоміжний прибуток, грн/га	окупність, грн/грн
		продуктивність			додаткові витрати		допоміжний прибуток, грн/га		
		т к. од./га	приріст		грн/га	%			
		т к. од./га	%		грн/га	%			
Без добрив, контроль	2,56	2,87	0,31	12,1	113	1,0	1 434	12,66	
N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	4,41	4,93	0,52	11,8	150	0,7	2 407	16,08	
Сидерат (люпин) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	5,08	5,90	0,82	16,1	192	0,9	3 817	19,90	
Сидерат (жито) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	5,17	5,94	0,77	14,9	188	0,9	3 590	19,11	
Гній (10 т/га) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	5,59	5,91	0,32	5,7	117	0,5	1 507	12,86	
Сидерат (люпин) + гній (10 т/га) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	6,38	6,85	0,47	7,4	147	0,6	2 297	15,58	
Гній (20 т/га)	5,78	6,13	0,35	6,1	118	0,7	1 632	13,89	

Джерело: сформовано авторами на основі власних розрахунків.

Таблиця 4.

Основні розрахункові показники економічної ефективності застосування біологічних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур картопляно-зернової сівозміни (у розрахунку на 1 га сівозміної площі)

Варіанти досліджу (середньосівозмінні норми добрив)	Продуктивність без препаратів, т к. од./га	За використання біологічних препаратів						
		продуктивність			додаткові витрати		додатковий прибуток, грн/га	окупність, грн/грн
		т к. од./га	приріст		грн/га	%		
			т к. од./га	%				
Без добрив, контроль	1,95	2,18	0,23	11,8	422	1,5	1 992	4,72
N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	3,64	4,03	0,39	10,7	522	1,4	4 029	7,71
Сидерат (люпин) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	3,98	4,49	0,51	12,8	586	1,5	5 325	9,09
Сидерат (жито) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	3,92	4,40	0,48	12,2	577	1,5	5 124	8,88
Гній (10 т/га) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	4,31	4,77	0,46	10,7	563	1,4	4 845	8,60
Сидерат (люпин) + гній (10 т/га) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	4,72	5,35	0,63	13,3	646	1,5	6 596	10,21
Гній (20 т/га)	4,01	4,40	0,39	9,7	510	1,5	3 844	7,54

Джерело: сформовано авторами на основі власних розрахунків.

хунку на 1 га сівозміної площі, або на 9,7–13,3%. За порівняно незначних додаткових витрат у розмірі 422–646 грн/га, або 1,4–1,5%, збільшення прибутку становило 1 992–6 596 грн/га з їх окупністю 4,72–10,21 грн/грн. Як і в попередніх випадках, спостерігаються нижчий рівень ефективності застосування біопрепарату в системі удобрення, що базується виключно на застосуванні гною, і підвищення у разі додавання до гною інших видів добрив.

Окремо слід підкреслити, що неодноразово доведений ефект підвищення ступеня засвоєння елементів живлення добрив за використання біопрепаратів [18–20] в економічному сенсі проявляється в підвищенні економічної окупності добрив за інокуляції. Так, за показниками табл. 5 видно, що в обох досліджуваних сівозмінах окупність добрив за інокуляції зростає на 0,01–0,30 грн/грн.

Таблиця 5.

Розрахункові показники окупності додаткових витрат на добрива додатковим прибутком, грн/грн

Варіанти досліджу (середньосівозмінні норми добрив)	Зернова сівозіміна			Картопляно-зернова сівозіміна		
	окупність без інокуляції	окупність за інокуляції	приріст	окупність без інокуляції	окупність за інокуляції	приріст
Без добрив, контроль	×	×	×	×	×	×
N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	0,01	0,11	0,10	0,95	1,14	0,19
Сидерат (люпин) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	0,17	0,40	0,23	1,03	1,29	0,26
Сидерат (жито) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	0,29	0,50	0,21	1,09	1,35	0,26
Гній (10 т/га) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	0,32	0,33	0,01	1,24	1,41	0,17
Сидерат (люпин) + гній (10 т/га) + N ₆₀ P ₅₀ K ₆₀	0,49	0,55	0,06	1,31	1,61	0,30
Гній (20 т/га)	2,54	2,58	0,04	3,81	4,10	0,29

Джерело: сформовано авторами на основі власних розрахунків.

ВИСНОВКИ

За результатами проведеного аналізу впливу мікробних препаратів (зокрема передпосівної інокуляції насіннєвого матеріалу в технологіях вирощування сільськогосподарських культур) на показники виробництва можна зробити висновки, що зазначений агроприйом сприяє підвищенню економічної ефективності виробництва, передусім за рахунок виперед-

жального зростання продуктивності порівняно з додатковими витратами. Застосування біологічних препаратів також сприяє зростанню економічної окупності добрив унаслідок підвищення ступеня засвоєння рослинами елементів живлення.

Зазначене дає змогу оптимізувати дози внесення, зокрема мінеральних добрив, з урахуванням цінних параметрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Козар, С. Ф., Халеп, Ю. М., Євтушенко, Т. А., & Вороная, О. В. (2023). Економічна та енергетична ефективність інокуляції гороху за вирощування культури в системі органічного виробництва. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 38, 51–58. doi: 10.35868/1997-3004.38.51-58
2. Цехмістер, Г. В., Халеп, Ю. М., & Хареба, О. В. (2021). Економічна й енергетична ефективність передпосівної обробки насіння огірків грибом *Trichoderma viride*. *Вісник аграрної науки*, 99(9), 72–79. doi: 10.31073/agrovisnyk202109-10
3. Логоша, О. В., Халеп, Ю. М., & Воробей, Ю. О. (2020). Економічна та біоенергетична ефективність бактеризації нуту штамом *Mesorhizobium ciceri* ND-64. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 31, 64–71. doi: 10.35868/1997-3004.31.64-71
4. Білоконська, О. М., Халеп, Ю. М., & Козар, С. Ф. (2020). Економічна та енергетична ефективність бактеризації *Azotobacter chroococcum* 2.1 за вирощування огірка. *Агроекологічний журнал*, 2, 69–76. doi: 10.33730/2077-4893.2.2020.207683
5. Халеп, Ю. М., & Кислинська, А. С. (2019). Економічна та біоенергетична ефективність комплексної передпосівної обробки насіння гречки Хетоміком та Діазобактерином. *Вісник аграрної науки*, 8(797), 73–79. doi: 10.31073/agrovisnyk201908-12
6. Халеп, Ю. М., & Козар, С. Ф. (2016). Економічна та енергетична ефективність комплексної бактеризації при вирощуванні сої. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 23, 24–29. doi: 10.35868/1997-3004.23.24-29
7. Чучвага, І. Г., & Халеп, Ю. М. (2014). Економічна та енергетична ефективність застосування Діазобактерину та мінеральних добрив у технології вирощування жита озимого. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 19, 53–60. doi: 10.35868/1997-3004.19.53-60
8. Халеп, Ю. М., Козар, С. Ф., & Євтушенко, Т. А. (2013). Економічна та енергетична ефективність застосування Бактопасльону в технології вирощування картоплі. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 17, 159–169. doi: 10.35868/1997-3004.17.159-169
9. Волкогон, В. В. (Ред.). (2015). *Мікробні препарати в сучасних аграрних технологіях: науково-практичні рекомендації*. Київ.
10. Державний комітет статистики України. (2008, 24 січня). Про затвердження Методичних рекомендацій щодо проведення розрахунків витрат кормів сільськогосподарським тваринам у господарствах усіх категорій (Наказ № 18). Взято з <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0018202-08#Text>
11. Трибель, С. О., Січкарьова, Д. Д., Секунд, М. П., Івашенко, О. О., Мережинський, Ю. Г., Черній, А. М., ... Чабан, В. С. (2001). *Методики випробування і застосування пестицидів* (С. О. Трибель, Ред.). Київ: Світ.
12. Определение экономической эффективности в земледелии и животноводстве разработок по сельскохозяйственной микробиологии: методические рекомендации. (1991). Чернигов: УкрНИИСХМ УААН.
13. Саблук, П. Т., Мельник, Ю. Ф., Зубець, М. В., & Месель-Веселяк, В. Я. (Ред.). (2008). *Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві: теорія, методологія, практика* (Т. 1: Теорія ціноутворення та технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур). Київ.
14. Саблук, П. Т., Мельник, Ю. Ф., Зубець, М. В., & Месель-Веселяк, В. Я. (Ред.). (2008). *Ціноутворення та нормативні витрати в сільському господарстві: теорія, методологія, практика* (Т. 2: Нормативна собівартість і ціни на сільськогосподарську продукцію). Київ.
15. Волкогон, В. В., Дімова, С. Б., Волкогон, К. І., & Сидоренко, В. П. (2020). Ефективність мікробних препаратів за різних систем удобрення сільськогосподарських культур. *Вісник аграрної науки*, 6(807), 5–14. doi: 10.31073/agrovisnyk202006-01
16. Sydorenko, V. P., Dimova, S. B., Volkogon, K. I., Lutsenko, N. V., Shtanko, N. P., & Zemska, I. A. (2020). Efficiency of pre-sowing inoculation in cultivation of agricultural crops under different organic agrarian backgrounds. *Сільськогосподарська мікробіологія*, 32, 18–34. doi: 10.35868/1997-3004.32.18-34
17. Volkogon, V. V., Dimova, S. B., Volkogon, K. I., Sidorenko, V. P., & Volkogon, M. V. (2021). Biological nitrogen fixation and denitrification in rhizosphere of potato plants in response to the fertilization and inoculation. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 606379. doi: 10.3389/fsufs.2021.606379
18. Волкогон, В. В., Дімова, С. Б., Волкогон, К. І., Борулько, Р. О., & Бердніков, О. М. (2010). Вплив мікробних препаратів на засвоєння культурними рослинами поживних речовин. *Вісник аграрної науки*, 5, 25–28.
19. Волкогон, В. В., Бердніков, О. М., Дімова, С. Б., Волкогон, К. І., & Штанько, Н. П. (2012). Засвоєння культурними рослинами поживних речовин за впливу мікробних препаратів. *Вісник ХНАУ*, 3, 84–89.
20. Volkogon, V. V., Moskalenko, A. M., Dimova, S. B., Volkogon, K. I., & Potapienko, L. V. (2022). The effect of inoculation with *Azospirillum brasilense* strain 410 on spring barley cv. Nosivsky development and yield. *Agricultural Science and Practice*, 9(3), 64–75. doi: 10.15407/agrisp9.03.064

**ECONOMIC EFFICIENCY OF MICROBIAL PREPARATIONS
FOR GROWING AGRICULTURAL CROPS IN VARIOUS CROP ROTATIONS****Parkhomenko M.**

Postgraduate Student

Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS
Chernihiv Polytechnic National University (Chernihiv, Ukraine)e-mail: miroslav.parkhomenko@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8804-0813>**Khalep Yu.**

Candidate of Economic Sciences, Senior Researcher

Institute of Agricultural Microbiology and Agro-Industrial Production of NAAS (Chernihiv, Ukraine)

e-mail: markisgm2017@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9684-5547>

The economic efficiency of using biological products in the technologies of growing crops in two short-rotation crop rotations — grain and potato-grain — was assessed, and the economic payback of fertilizers was determined. The calculation of the economic efficiency indicators of using microbial products was performed using generally accepted methodological approaches based on comparing the results of using a certain agricultural measure with the costs of its implementation. Research methods: modeling, computational-constructive, comparative analysis. Based on the results of the analysis, it was concluded that pre-sowing seed inoculation contributes to increasing the economic efficiency of production, primarily due to the faster growth of productivity compared to additional costs. The use of microbial products also leads to an increase in the economic payback of fertilizers due to an increase in the degree of assimilation of nutrients by plants. This makes it possible to optimize the rates of mineral fertilizer application, taking into account price parameters. Despite the certain variability of the results obtained when growing individual crops, the analysis of indicators generalized by crop rotation indicates the economic feasibility of using the specified means of production biologization.

Keywords: pre-sowing inoculation, additional costs, additional profit, payback.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

ПАРХОМЕНКО Мирослав Миколайович — здобувач ступеня доктора філософії, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, Україна, 14027); завідувач навчально-наукової лабораторії екологічно сталого природокористування кафедри аграрних технологій та лісового господарства, Національний університет “Чернігівська політехніка” (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, Україна, 14030; e-mail: miroslav.parkhomenko@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8804-0813>).

ХАЛЕП Юрій Миколайович — кандидат економічних наук, старший дослідник, заступник директора з наукової та інноваційної діяльності, Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН (вул. Шевченка, 97, м. Чернігів, Україна, 14027; e-mail: markisgm2017@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9684-5547>).