

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ЯБЛУНІ ВІД ХВОРОБ

Л.О. Барабаш¹, С.І. Градченко², М.Й. Піковський³

¹кандидат економічних наук

²кандидат сільськогосподарських наук

³доктор сільськогосподарських наук

^{1,2}Інститут садівництва НААН

вул. Садова, 23, с. Новосілки Фастівського р-ну Київської обл., 03027, Україна

³Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: ¹labeko111@gmail.com, ²sik20@i.ua, ³mprmir@ukr.net

ORCID: ¹0000-0003-1243-8627, ²0000-0002-4581-1910,

³0000-0003-0689-604X

Надійшла 6.03.2024

Мета. Визначити економічну ефективність застосування біопрепаратів на основі грибів і бактерій проти парші (*Venturia inaequalis* (Cooke) Wint.) та борошнистої роси (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.) яблуні (*Malus domestica*). **Методи.** Польовий — для вивчення впливу досліджуваних біопрепаратів на поширення і розвиток основних хвороб яблуні та технічної їх ефективності; нормативний та порівняльно-розрахунковий — для здійснення економічної оцінки застосування біопрепаратів. **Результати.** П'ятиразове застосування біологічних препаратів Ампеломіцин, Гліокладін і Флуоресцин у схемі захисту яблуні проти хвороб забезпечило зниження поширення та розвитку парші в 1,6–2,9 і 3,4–6,5, борошнистої роси — у 2–2,7 і 2,6–4,4 раза порівняно з контрольним варіантом. Використання біопрепаратів сприяло збільшенню питомої маси плодів першого сорту з 36,3% (Гліокладін) до 44,3% (Ампеломіцин) та зменшенню частки яблук для переробки з 9,4% (Гліокладін) до 6,5% (Ампеломіцин). Установлено, що в цих варіантах виробничі витрати на 1 га порівняно з контролем зросли на 9,1–9,7%, зокрема на захист рослин — на 5,1–5,3%. Однак завдяки підвищенню вартості додаткового врожаю на 69,2–83,4% додатковий прибуток був вищим у 2,9–3,6 раза. **Висновки.** Наведені результати свідчать про те, що за використання біологічних препаратів Ампеломіцин, Гліокладін і Флуоресцин у захисті яблуні від хвороб знижуються поширення та розвиток парші і борошнистої роси, поліпшується якість продукції, підвищується економічна ефективність вирощування культури. За роки досліджень вищі прибуток, окупність додаткових витрат і рівень рентабельності досягнуто у варіанті з біологічним препаратом Ампеломіцин, що дає можливість рекомендувати його як елемент захисту насаджень яблуні від основних хвороб в умовах Лісостепу України.

Ключові слова: прибуток, рівень рентабельності, якість плодів, парша, борошниста роса, біопрепарати.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk202406-05>

Яблуня — одна з найдавніших окультурених плодових рослин у зоні помірного клімату. Широке розповсюдження цієї культури пов'язане з її високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов і багатим біохімічним складом плодів, які за відповідного добору сортів можна споживати свіжими майже впродовж року [1]. Тому важливими є дослідження економічної ефективності технології культивування яблуні [2], зокрема застосування різних схем її захисту від шкідників і хвороб [1–3]. З огляду на поширення парші сучасна система захисту цієї культури від хвороб ґрунтується на застосуванні комплексу заходів, спрямованих на забезпечення ефективного контролю не лише основного, а й інших фітопатогенів. Провідними є хімічні засоби, проте дедалі частіше з'являються повідомлення науковців про виникнення стійкості збудника парші *Venturia inaequalis* до багатьох фунгіцидів [4, 5].

Останнім часом у переважній більшості розвинених країн світу поширюється біологічний метод захисту рослин і відбувається перехід до екологічно безпечних технологій вирощування сільськогосподарської продукції [6]. Науковці відзначають переваги застосування в садівництві біологічного методу, оскільки більшість плодової продукції споживається у свіжому вигляді і численні обробки хімічними препаратами є небажаними [7]. Досить актуальним є використання ефективних біологічних засобів захисту рослин, які екологічно безпечні, сприяють зниженню пестицидного навантаження в насадженнях, обмеженню негативного впливу агрохімікатів на довкілля, підвищенню стійкості до ураження хворобами та поліпшенню реалізації закладеного в рослинах потенціалу продуктивності [8, 9]. Водночас науковці наголошують, що зміни в технології вирощування сільськогосподарських культур щодо їх

біологізації і ресурсозбереження мають відбуватися за умови забезпечення високої рентабельності виробництва продукції [7].

Мета досліджень — визначити економічну ефективність застосування біопрепаратів на основі грибів і бактерій проти парші та борошнистої роси яблуні.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили впродовж 2021–2023 рр. у насадженнях яблуні сорту Смирненківець Інституту садівництва НААН (ІС НААН). Схема розміщення дерев — 5×1 м, кількість рослин на 1 га — 2000 шт. Ґрунт дослідної ділянки — темно-сірий опідзолений легкосуглинковий, рН — 6,2, уміст гумусу — 2,8%. Проти парші та борошнистої роси яблуні вивчали ефективність таких біопрепаратів: Ампеломіцин БТ (норма витрат 6 л/га) містить міцелій і спори (пікноспори) гриба роду *Ampelomyces* *Ces ex Shlecht.* із титром не нижче $4,0 \cdot 10^9$ КУО/см³ і біологічно активні речовини; Гліокладін БТ (норма витрат 10 л/га) — міцелій і спори гриба роду *Gliocladium* з титром не нижче $1,5 \cdot 10^9$ КУО/см³ та біологічно активні речовини; Флуоресцин БТ (норма витрат 8 л/га) містить бактерії роду *Pseudomonas* із титром не нижче $5,0 \cdot 10^9$ КУО/см³ та біологічно активні речовини (феназин-карбонові кислоти, сидерофори, цитокініни).

Повторність кожного варіанта 3-разова. Розміщення облікових дерев різних повторень одного й того самого варіанта — рендомізоване. Метеорологічну інформацію під час вегетації яблуні отримували від метеостанції it Lynx (Ukraine), розташованої на території саду Інституту садівництва НААН, для аналізу погодних умов. Обприскування рослин яблуні біопрепаратами проти хвороб здійснювали в такі фази розвитку культури за шкалою ВВСН: перше обприскування — 67, друге — 72, третє — 74, четверте — 75, п'яте — 78. Обліки поширення, розвитку

хвороб і визначення технічної ефективності біопрепаратів проводили згідно із загальноприйнятими методиками [10].

Для розрахунку витрат матеріальних і фінансових ресурсів та економічної оцінки результатів застосування різних біологічних препаратів використано нормативний метод. Для порівняння результатів, отриманих у польових дрібноділянкових дослідах, усі витрати та доходи розраховували на 1 га. Ціни на матеріально-технічні ресурси і плодovu продукцію та рівень заробітної плати, чинні в сільськогосподарських підприємствах Правобережного Лісостепу України, установлені станом на 1.11.2023 р.

Для економічної оцінки елементів технології застосовували такі показники: виробничі витрати на 1 га насаджень, собівартість 1 т плодів, прибуток на 1 га, рівень рентабельності та окупність додаткових витрат. Перші 2 показники розраховували на основі методичних рекомендацій [11] і технологічних карт із вирощування насаджень яблуні [12], в яких визначено технологічні способи виробництва, склад і потребу в технічних засобах і трудових ресурсах, обсяг необхідних витрат праці. При визначенні додаткових витрат, пов'язаних із використанням біологічних препаратів, враховано їхню вартість (Ампеломіцин — 0,5 тис. грн/га, Гліокладін та Флуоресцин — по 0,7 тис. грн/га), затрати на проведення обприскування, збирання і транспортування додаткового врожаю.

Крім кількісного обчислення врожайності в дослідках, предметом дослідження яких є ефективність засобів захисту рослин від хвороб, важливо брати до уваги товарну якість плодів із диференціацією їх на товарні сорти. Виручку від реалізації продукції (тис. грн) визначали як суму добуток середнього врожаю яблук відповідного товарного сорту на їхню ринкову ціну. Прибуток на одиницю площі (грн/га) розраховували відніманням загальних виробничих витрат із виручки від реалізації продукції. Рівень рентабельності (%) визначали як співвідношення прибутку від реалізації плодів та

їх собівартості у відсотках. Як узагальнювальний результативний показник економічної ефективності захисних заходів було розраховано окупність додаткових витрат (співвідношення вартості та витрат на додатково одержану продукцію).

Результати досліджень. У період проведення досліджень на яблуні більше проявлялися такі хвороби, як парша та борошниста роса. Вони є одними з найпоширеніших хвороб не лише в Україні, а й скрізь, де вирощують яблуню [13–16].

Застосування біопрепаратів Ампеломіцин, Гліокладін та Флуоресцин дало змогу зменшити поширення парші на листках яблуні у 1,6–2,9 а її розвиток — у 3,4–6,5 раза порівняно з контролем. При цьому технічна ефективність препаратів становила 71–85% (табл. 1).

Досліджувані біопрепарати також контролювали борошністу росу, забезпечуючи зниження поширеності хвороби в 2–2,7, її розвитку — у 2,6–4,4 раза. Технічна ефективність була в діапазоні 61–77%.

Вивченням впливу біопрепаратів на ураження плодів яблуні паршею встановлено їхній негативний вплив на збудника хвороби. Зокрема, кількість уражених плодів зменшувалася в 1,8–3,0, інтенсивність їх ураження — 1,3–4,6 раза. Технічна ефективність препаратів становила: Ампеломіцину — 79%, Гліокладіну — 68, Флуоресцину — 84%.

Отже, застосування біопрепаратів забезпечило зниження поширення та розвитку основних хвороб, що вплинуло на якість плодів. Більш ефективним проти парші яблуні за 5-разового застосування був біологічний препарат Ампеломіцин БТ, борошністої роси — препарат Гліокладін БТ.

Оцінка якості яблук заснована на використанні національних стандартів, гармонізованих з європейськими, і включає 3 класи: вищий сорт (висока якість), перший сорт (хороша якість, допускаються незначні дефекти) та другий сорт (якість, яка відповідає мінімальним вимогам). Ця класифікація якості заснована на ступені дефектів (шкірки, розвитку, деформації тощо). Ушкодження шкідниками та

1. Ефективність застосування біопрепаратів у пригніченні розвитку парші і борошнистої роси яблуні (сорт Симиренківець, середнє за 2021 – 2023 рр.)

Варіант	Норма витрати, л/га	Парша (<i>Venturia inaequalis</i>)			Борошниста роса (<i>Podosphaera leucotricha</i>)		
		ПХ	РХ	ТЕ	ПХ	РХ	ТЕ
Контроль	–	31,2	12,9	–	13,5	5,7	–
Ампеломіцин БТ	6,0	10,9	2,0	85	6,3	1,8	68
Гліокладін БТ	10,0	14,5	3,3	74	5,0	1,3	77
Флуоресцин БТ	8,0	20,1	3,8	71	6,6	2,2	61
НІР ₀₅			2,1			1,1	
Примітка. ПХ — поширення хвороби, %; РХ — розвиток хвороби, %; ТЕ — технічна ефективність, %.							

ураження хворобами для яблук вищого сорту не допускається. Для плодів першого товарного сорту дозволено зарубцьовані пошкодження шкірочки плодожеркою та плями парші загальною площею не більше 2 та 0,25 см², другого сорту — не більше 4 та 1 см². Усього плодів із зарубцьованими пошкодженнями плодожеркою допускається не більше 3% від маси партії [17, 18].

Яблука нижчої якості, ніж другий сорт, використовують для промислових цілей. Для цих плодів можливі зарубцьовані пошкодження шкірочки шкідниками і хворобами до ¼ поверхні плоду, зокрема плями парші загальною площею до 1/8 поверхні плоду [19].

Класи якості впливають на ціну, за якою можуть бути реалізовані плоди. У розрахунках використовували середні ціни на українському ринку яблук у 2023 р.: 15 грн за 1 кг яблук першого сорту, 10 — другого і 4 грн/кг для яблук, реалізованих для промислової переробки.

Отримувані доходи з 1 га насаджень залежать від рівня виробництва плодів та їх якості. З використанням біопрепаратів урожайність плодів порівняно з контролем зросла з 20,5% (Гліокладін) до 24,3% (Ампеломіцин), проте в усіх варіантах не отримано плодів вищого товарного сорту (табл. 2).

У контрольному варіанті лише 3,8% плодів відповідали показникам першого

сорту і через значне ураження хворобами 36,2% їх можна було використовувати лише для промислової переробки. Розрахунки показали, що без застосування препаратів (контрольний варіант) за врожайності 18,5 т/га собівартість 1 т плодів становила 6,3 тис. грн, прибуток на 1 га — 31,4 тис. грн, рівень рентабельності — 26,9%.

Використання біопрепаратів сприяло збільшенню питомої маси плодів першого сорту з 36,3% (Гліокладін) до 44,3% (Ампеломіцин) та зменшенню частки яблук для переробки з 9,4% (Гліокладін) до 6,5% (Ампеломіцин). У результаті економічної оцінки установлено, що в цих варіантах виробничі витрати на 1 га порівняно з контролем зросли на 9,1–9,7%, зокрема на захист рослин — 5,1–5,3%. Однак завдяки підвищенню вартості додаткового врожаю на 69,2–83,4% додатковий прибуток був вищим у 2,9–3,6 рази. Отже, підвищення рівня економічної ефективності застосування біологічних препаратів у схемі захисту яблуні зумовлене підвищенням урожайності та якості продукції, а також відповідним зростанням грошових надходжень від реалізації порівняно з контролем.

У схемі захисту яблуні від хвороб ефективнішим виявився препарат Ампеломіцин. За його використання було отримано найвищу врожайність (23 т/га) і найбільшу частку плодів першого та другого

2. Економічна ефективність застосування біологічних препаратів у схемі захисту яблуні від хвороб (середнє за 2021 – 2023 рр.)

Показник	Контроль без обприскування	Ампеломіцин	Гліокладін	Флуоресцин
Урожайність, т/га	18,5	23,0	22,3	22,6
у т.ч.:				
перший сорт	0,7	10,2	8,1	9,8
другий сорт	11,1	11,3	12,1	10,8
яблука для переробки	6,7	1,5	2,1	2,0
Питома маса товарного сорту в загальній кількості, %:				
перший сорт	3,8	44,4	36,3	43,4
другий сорт	60,0	49,1	54,3	47,8
яблука для переробки	36,2	6,5	9,4	8,8
Додаткова врожайність, т/га	–	4,5	3,8	4,1
Виручка від реалізації продукції, тис. грн	148,3	272,0	250,9	263,0
Вартість додаткового врожаю, тис. грн	–	123,7	102,6	114,7
Виробничі витрати на 1 га, тис. грн	116,9	128,2	127,5	127,9
Додаткові витрати всього, тис. грн	–	11,3	10,6	11,0
у т.ч. на захист рослин	–	6,0	6,2	6,2
Собівартість 1 т плодів, тис. грн	6,3	5,6	5,7	5,7
Прибуток на 1 га, тис. грн	31,4	143,8	123,4	135,1
Додатковий прибуток, тис. грн	–	112,4	92,0	103,7
Рівень рентабельності, %	26,9	112,2	96,8	105,6
Окупність 1 грн додаткових витрат вартістю додатково одержаної продукції, грн	–	10,9	9,7	10,4

товарних сортів (93,5%). У зазначеному вище варіанті окупність 1 грн додаткових витрат вартістю додатково одержаної

продукції становила 10,9 грн, прибуток з 1 га підвищився до 143,8 тис. грн за рівня рентабельності 112,2%.

Висновки

Зважаючи на світові тенденції переходу до екологічно безпечних технологій виробництва сільськогосподарської продукції, впровадження у вирощування основної плодової культури в Україні — яблуні біологічних методів захисту рослин є перспективним і потребує всебічного вивчення. Отримані результати досліджень свідчать про те, що з використанням біологічних препаратів Ампеломіцин, Гліокладін і Флуоресцин у захисті яблуні від хвороб знизилася поширення парші та борошнистої

роси. Це сприяло підвищенню показників урожайності насаджень, товарної якості продукції та економічної ефективності вирощування культури. За роки досліджень досить високі прибуток, окупність додаткових витрат і рівень рентабельності досягнуто у варіанті із застосуванням біологічного препарату Ампеломіцин. Це дає можливість рекомендувати його як елемент захисту насаджень досліджуваної культури від основних хвороб в умовах Лісостепу України.

Barabash L.¹, Hradchenko S.², Pikovskyi M.³
^{1, 2}*Institute of Horticulture of NAAS, 23 Sadova Str., Kyiv, 03027, Ukraine, ³National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony Str., Kyiv, 03041, Ukraine; e-mail: ¹labeko111@gmail.com, ²sik20@i.ua, ³mpmir@ukr.net; ORCID: 10000-0003-1243-8627, ²0000-0002-4581-1910, ³0000-0003-0689-604X*

Economic effectiveness of the use of biological means of apple tree protection against diseases

Goal. To determine the economic efficiency of the use of biological preparations based on fungi and bacteria against scab (*Venturia inaequalis* (Sooke) Wint.) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha* (Ell. et Ev.) Salm.) of apple (*Malus domestica*). **Methods.** Field — to study the effect of biological preparations under study on the spread and development of the main diseases of apple trees and their technical effectiveness; regulatory and comparative calculation — for economic evaluation of the use of biological preparations. **Results.** Five-time application of biological drugs Ampelomycin, Gliocladin, and Fluorescin in the apple tree protection scheme against diseases ensured a reduction in the spread and development of scab by 1.6–2.9 and 3.4–6.5, powdery mildew — by 2–2.7 and 2.6–4.4 times compared to the control variant. The use of

biological preparations contributed to an increase in the specific weight of first-grade fruits from 36.3% (Gliocladin) to 44.3% (Ampelomycin) and a decrease in the share of apples for processing from 9.4% (Gliocladin) to 6.5% (Ampelomycin). It was established that in these options, production costs per 1 ha compared to the control increased by 9.1–9.7%, in particular for plant protection — by 5.1–5.3%. However, due to the increase in the value of the additional crop by 69.2–83.4%, the additional profit was 2.9–3.6 times higher.

Conclusions. The presented results indicate that the use of biological preparations Ampelomycin, Gliocladin, and Fluorescin in the protection of apple trees from diseases reduces the spread and development of scab and powdery mildew, improves the quality of products, and increases the economic efficiency of crop cultivation. Over the years of research, a higher profit, payback of additional costs, and a level of profitability were achieved in the variant with the biological drug Ampelomycin, which makes it possible to recommend it as an element of protection of apple plantations from major diseases in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine.

Key words: profit, level of profitability, fruit quality, scab, powdery mildew, biological preparations.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202406-05>

Бібліографія

1. Bublyk M.O., Barabash L.O., Fryziuk L.A., Boldyzheva L.D. Cultivation of apple (*Malus domestica* Borkh.): main growing regions, cultivars, rootstocks, and technologies. *Temperate horticulture for sustainable development and environment ecological aspects*. Waretown, NY: Apple Academic Press. 2018. P. 179–204. URL: <https://www.appleacademicpress.com/temperate-horticulture-for-sustainable-development-and-environment-ecological-aspects/9781771886680>
2. Badiu D., Arion F.H., Muresan I.C. et al. Evaluation of economic efficiency of apple orchard investments. *Sustainability*. 2015. V. 7. P. 10521–10533. doi: 10.3390/su70810521
3. Tomaš V., Brmež M., Sudarić T., Barić B. Economic efficiency of different protection treatments in apple production. *Poljoprivreda*. 2015. V. 21 (1). P. 68–74. doi: 10.18047/poljo.21.1.11
4. Polat Z., Bayraktar H. Resistance of venturia inaequalis to multiple fungicides in turkish apple orchards. *J. of Phytopathology*. 2021. V. 169 (6). P. 360–368. doi: 10.1111/jph.12990
5. Cordero-Limon L., Shaw M.W., Passey T.A.J.

et al. Cross-resistance between myclobutanil and tebuconazole and the genetic basis of tebuconazole resistance in *Venturia inaequalis*. *Pest Management Science*. 2021. V. 77 (2). P. 844–850. doi: 10.1002/ps.6088

6. Крутякова В.І., Гулич О.І., Янсе Л.А. Стан і проблеми ринку біологічних засобів захисту рослин в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2023. № 1. С. 30–39. doi: 10.31073/agrovisnyk202301-04

7. Ткаленко Г.М., Борзих О.І., Ігнат В.В. Сучасний стан застосування біологічних засобів захисту рослин в агроценозах України. *Вісник аграрної науки*. 2020. № 12. С. 18–25. doi: 10.31073/agrovisnyk202012-03

8. Höfer M., Flachowsky H., Schröpfer S., Peil A. Evaluation of scab and mildew resistance in the gene bank collection of apples in dresden-pillnitz. *Plants*. 2021. V. 10(6). 1227 p. doi: 10.3390/plants10061227

9. Shuttleworth L.A. Alternative disease management strategies for organic apple production in the United Kingdom. *CABI Agric Biosci*. 2021. V. 2. 34 p. doi: 10.1186/s43170-021-00054-7

10. Трибель С.О., Сігарьова Д.Д., Секун М.П. та ін. Методики випробування і застосування пестицидів; за ред. С.О. Трибеля. Київ: Світ, 2001. 447 с.

11. *Методика* економічної та енергетичної оцінки типів насаджень, сортів, інвестицій в основний капітал, інновацій та результатів технологічних досліджень у садівництві; за ред. О.М. Шестопаля. Київ, 2006. 140 с.

12. Кондратенко П.В., Бублик М.О., Шестопаль О.М. та ін. Типові технологічні карти по догляду за плодоносними насадженнями плодових та ягідних культур; за ред. О.М. Шестопаля. Київ, 2006. 64 с.

13. Roßberg D., Harzer U. Erhebungen zur anwendung von pflanzenschutzmitteln im apfelanbau. *J. für Kulturpflanzen*. 2015. V. 67 (3). P. 85–91. doi: 10.5073/JFK.2015.03.01

14. González-Domínguez E., Armengol J., Rossi V. Biology and epidemiology of venturia species affecting fruit crops: a review. *Frontiers in Plant Science*. 2017. V. 8. 1496 p. doi: 10.3389/fpls.2017.01496

15. Khajuria Y.P., Akhooon B.A., Kaul S., Dhar M.K. Secretomic insights into the pathophysiology of *Venturia inaequalis*: the causative agent of scab, a devastating apple tree disease. *Pathogens*. 2023. V. 12. 66 p. doi: 10.3390/pathogens12010066

16. *Агроекологічні системи інтегрованого захисту плодових і ягідних культур від шкідників і хвороб: рекомендації*; за ред. Шевчука І.В. Київ, 2021. 187 с.

17. *Яблука*. Настанови щодо постачання і контролювання якості (ЕЕК ООН FFV-50:2003, IDT): ДСТУ ЕЕК ООН FFV-50:2007. [Чинний від 2008-10-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2009. 27 с.

18. *Яблука* свіжі середніх та пізніх термінів достигання. Технічні умови: ДСТУ 8133:2015. [Чинний від 2017-01-01]. Київ: Держспоживстандарт України, 2018. 5 с.

19. *Яблука* свіжі для промислового перероблення. Загальні технічні умови: ДСТУ 7075:2009. [Чинний від 2009-10-05]. Київ: Держспоживстандарт України, 2010. 11 с.