

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАХИСНИХ ЗАХОДІВ ПРОТИ КВАСОЛЕВОГО ЗЕРНОЇДА ТА ЇХ ВПЛИВ НА ПОСІВНІ ЯКОСТІ НАСІННЯ БОБОВИХ КУЛЬТУР

Середа Віталій Андрійович

аспірант

Державний біотехнологічний університет, м. Харків, Україна

ORCID: 0009-0001-9720-4477

seredavitalij299@gmail.com

Забезпечення продовольчої безпеки та мінімізація післязбиральних втрат зернобобових культур є пріоритетним завданням сучасного агропромислового комплексу. Бобові є стратегічним джерелом рослинного білка, проте їхня висока економічна цінність нівелюється ризиками пошкодження квасолевим зерноїдом (*Acanthoscelides obtectus* Say), збитки від якого можуть сягати 100 % протягом кількох місяців зберігання. Метою дослідження була порівняльна оцінка ефективності інсектициду Актеллік 500 ЕС, к.е. та методу вакуумування у захисті насіння *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus lunatus* L., *Vigna radiata* L. та *Vigna unguiculata* L. від шкідника. Дослідження проводили протягом 2023–2025 рр. у лабораторних умовах. Для хімічного захисту використовували піриміфос-метил (500 г/л), а для фізичної дезінсекції – створення вакууму (60 кПа) у герметичних пакетах. Аналіз результатів застосування Актелліку 500 ЕС продемонстрував високу швидкість токсичної дії, забезпечивши 100 % загибель імаго на 10-ту добу на всіх культурах. Однак зафіксовано легкий фітотоксичний вплив: зниження схожості насіння на 2–3 %, порівняно з контролем, окрім квасолі лімської. На відміну від хімічного методу, вакуумування забезпечило повну елімінацію шкідника на всіх стадіях розвитку (яйце, личинка, лялечка, імаго) вже на 10-ту добу експозиції. Гіпоксія ефективно блокувала метаболізм фітофага, створюючи надійний бар'єр для повторного заселення. Встановлено, що фізіологічний стан насіння в умовах вакууму прямо залежить від тривалості гіпоксії та виду культури. Найвищу стійкість виявили маш та вігна китайська (лабораторна схожість – 82–85 %) після 20 діб вакуумування. Квасоля лімська виявилася найбільш чутливою до дефіциту кисню – її схожість знизилася до 56 % на 30-ту добу. Науково обґрунтовано, що вакуумування є безпечною та високоефективною альтернативою синтетичним інсектицидам. Для практичного впровадження рекомендовано диференційований підхід: Актеллік 500 ЕС, к.е. доцільно використовувати для швидкої обробки великих партій, тоді як короткострокове вакуумування (до 10 діб) є оптимальним для захисту насінневих запасів та харчового зерна, оскільки воно гарантує збереження біологічного потенціалу насіння без накопичення токсичних залишків.

Ключові слова: *Acanthoscelides obtectus*, бобові культури, Актеллік, ефективність, вакуумування, лабораторна схожість.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2026.1.19>

Вступ. Забезпечення продовольчої безпеки та мінімізація післязбиральних втрат зернобобових культур є одним із пріоритетних завдань сучасного агропромислового комплексу. Бобові є стратегічним джерелом рослинного білка, вітамінів та мінералів, маючи енергетичну цінність (4,2 ккал/г), порівнянну зі злаками, але значно випереджаючи їх за вмістом кальцію, заліза, тіаміну та рибофлавіну (Ikegwu et al., 2022). Високий вміст харчових волокон та ліпідних компонентів у насінні бобових забезпечує гіпохолестеринемічний ефект, що робить ці культури незамінними в раціоні харчування (FAO, 2021). Проте висока економічна цінність квасолі звичайної (*Phaseolus vulgaris* L.), квасолі лімської (*Ph. lunatus* L.), машу (*Vigna radiata* L.) та вігни китайської (*V. unguiculata* L.) нівелюється ризиками пошкодження під час зберігання квасолевим зерноїдом (*Acanthoscelides obtectus* (Say, 1831)). Збитки від цього шкідника можуть сягати 40–100 % протягом лише кількох місяців зберігання, що призводить до погіршення харчової цінності: руйнації білків, амінокислот та підвищення рівня окиснених жирів (Kaaya et al., 2018; Vuts, 2024). Оскільки зараження починається ще в полі, а розвиток імаго багаторазово повторюється у сховищах, поріг економічної шкоди (нижче 4 % пошкоджених зерен) часто перевищується (Paul et

al., 2009). Через загрозу повної втрати товарної якості та схожості насіння фермери часто змушені реалізовувати врожай за низькими цінами одразу після збору, уникаючи тривалого зберігання (Velten et al., 2007).

Традиційно в методах боротьби домінує використання синтетичних інсектицидів (Daglish et al., 2018). Проте інтенсивна хімізація спричинила розвиток високої резистентності шкідників до фосфорорганічних сполук та піретроїдів (Collins & Schlipalius, 2018). Тобто, використання Актелліку та аналогічних препаратів вимагає жорсткого регламентування через ризик акумуляції токсичних залишків (Jones et al., 2011). Це спонукає науковців до пошуку рішень у межах інтегрованого управління шкідниками, зокрема використання ентомопатогенних грибів, рослинних екстрактів, ефірних олій та нано-інсектицидів (Sharma et al., 2016; Moirangthem & Baik, 2020; Szentesi, 2020; Singh et al., 2021; Sağlam et al., 2022; Bertrand et al., 2024; El Bouiamrine et al., 2024).

Попри успіхи біологічного контролю (Schmale, 2006; Yamane, 2013; Sağlam et al., 2022) та вивчення генетичної стійкості генотипів культур (Blair et al., 2010; Júnior et al., 2020; Cabral et al., 2024), найбільш перспективними безпестицидними стратегіями вважаються фізичні методи впливу. Створення безкисневого середовища

через герметичне пакування та вакуумування дозволяє ефективно боротися зі шкідниками на всіх стадіях розвитку, блокуючи їхній метаболізм (Mutungi et al., 2015; Freitas, 2016; Askey et al., 2020).

Вакуумні технології створюють надійний бар'єр для повторного заселення, проте критичним залишається питання фізіологічного стану насіння після такої обробки. Необхідність встановлення балансу між глибиною вакууму та збереженням енергії проростання насіння різних видів бобових культур визначає вектор сучасних досліджень (Sirohi et al., 2021; Oyefeso et al., 2025).

Метою нашого дослідження є порівняльна оцінка ефективності застосування інсектициду Актеллік 500 ЕС, к.е. та методу вакуумування у захисті насіння чотирьох видів бобових культур родів *Phaseolus* та *Vigna* від kwasолевого зерноїда під час зберігання.

Особлива увага приділена динаміці розвитку шкідника за різних умов зберігання, а також встановленню лабораторної схожості насіння вакуумованих та оброблених Актелліком 500 ЕС, к.е. зразків, що дозволить обґрунтувати диференційовані стратегії захисту для насінневих та споживчих цілей.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили протягом 2023–2025 рр. у лабораторних умовах. Об'єктом дослідження слугував насінневий матеріал бобових культур різних родів та видів, зокрема kwasоля звичайна (*Phaseolus vulgaris* L.), kwasоля лімська (*Phaseolus lunatus* L.), маш (азійська kwasоля, *Vigna radiata* L.) та вігна китайська (*Vigna unguiculata* L.). Формування середніх зразків насіння кожної культури та відбір наважок проводили згідно з вимогами ДСТУ 4138-2002 «Насіння сільськогосподарських культур. Методи визначення якості». Експерименти закладали у чотирикратній повторності для кожного виду культури, використовуючи наважки масою 1 кг (для хімічного методу) та 200 г (для методу вакуумування), які розміщували у полімерних контейнерах об'ємом 1,5 л або герметичних пакетах відповідно. Контролем слугували зразки аналогічних культур без проведення дезінсекційних заходів.

Для хімічного захисту насіннєвого матеріалу використовували інсектицид Актеллік 500 ЕС, к.е. (піриміфос-метил, 500 г/л). Робочу рідину готували з розрахунку 20 мл на 1 кг насіння з концентрацією препарату 0,02 мл на наважку, що відповідає регламентам випробування фосфорорганічних сполук у лабораторних умовах за методикою С. О. Трибеля (2001). Нанесення препарату здійснювали методом дрібнокрапельного обприскування з наступною гомогенізацією для забезпечення рівномірного покриття насінин різних фракцій – від дрібнонасінного машу до великонасінної лімської kwasолі. Обробку проводили на другу добу після виходу імаго kwasолевого зерноїда із попередньо заселеного зерна. Оцінку технічної ефективності та показників смертності імаго виконували на 3-тю, 7-му та 10-ту добу експозиції. Аналіз прихованої зараженості та динаміки розвитку преімагінальних стадій у насінні проводили шляхом ентомологічного розтину на 10-ту, 20-ту та 30-ту добу після обробки відповідно до ДСТУ ISO 6639-1:2007 та ДСТУ ISO 6639-4:2007. На 40-ву добу оцінювали дію препарату

шляхом штучного вторинного заселення зразків новою генерацією жуків, фіксуючи їхнє виживання та здатність до відкладання яєць.

Експериментальна частина з вивчення фізичних методів захисту передбачала створення безкисневого середовища (гіпоксії) як способу дезінсекції насіння вищевказаних культур. Перед вакуумуванням насіння штучно заселяли зерноїдом, моделюючи наявність усіх стадій розвитку шкідника (яйця, личинки різних віків, лялечки та імаго). Для створення вакууму використовували прилад Vacuum Food Sealer (модель SK-A1918) із рівнем вакууму 60 кПа, часом деаерації 10–20 секунд та термічним запаюванням пакета протягом 6–9 секунд. Оброблене насіння витримували у герметичних умовах при температурі 23 ± 1 °C та вологості повітря 60–70 %. Моніторинг kwasолевого зерноїда проводили на 10-ту та 30-ту добу шляхом візуального огляду та розтину по 50 насінин кожного виду бобових культур.

Вплив вакуумування на посівні якості насіння досліджуваних культур оцінювали шляхом визначення лабораторної схожості згідно з ДСТУ 4138-2002, пророщуючи по 10 насінин kwasолі лімської та по 20 насінин інших видів у п'ятикратній повторності.

Статистичну обробку отриманих результатів проводили методом дисперсійного аналізу з використанням пакета MS Excel, розраховуючи біологічну ефективність заходів за загальноприйнятою формулою Аббота.

Результати. Для оцінки потенціалу обраного для контролю чисельності kwasолевого зерноїда інсектициду проводили порівняння динаміки загибелі шкідника на різних видах насіння бобових культур.

Аналіз технічної ефективності інсектициду Актеллік 500 ЕС, к.е. щодо імаго kwasолевого зерноїда продемонстрував високу швидкість токсичної дії на всіх досліджуваних культурах (табл. 1).

Препарат виявив високу інсектицидну активність, продемонструвавши потужний нокдаун-ефект щодо імаго *A. obtectus* на всіх досліджуваних культурах. Найшвидше його токсична дія проявилася на kwasолі звичайній – препарат знищив переважну більшість популяції шкідника вже протягом перших трьох діб. Натомість на лімській kwasолі темпи інактивації імаго на початку експозиції були дещо нижчими. Ми пов'язуємо це з морфологічними особливостями насіння: велика площа поверхні та специфічна текстура оболонки великих насінин, імовірно, перешкоджають рівномірному розподілу діючої речовини. Проте на сьомий день спостережень препарат нівелював різницю між видами культур, а на десяту добу забезпечив абсолютний захист насіння усіх видів бобових. Це підтверджує високу чутливість місцевої популяції зерноїда до піриміфос-метилу.

Вивчення посівних якостей насіння після хімічної дезінсекції показало, що препарат неоднозначно впливає на фізіологічний стан зародка. У варіантах із kwasолею звичайною, вігну китайською та машем Актеллік 500 ЕС, к.е. дещо пригнічував лабораторну схожість порівняно з контролем. Оскільки це зниження не перевищило значення найменшої істотної різниці (HP_{05}), ми констатуємо відсутність критичної фітотоксичності за

Технічна ефективність інсектициду Актеллік 500 ЕС, к.е. проти квасолевого зерноїда та його вплив на лабораторну схожість насіння бобових культур родів *Phaseolus* та *Vigna*

Вид культури	Технічна ефективність Актеллік 500 ЕС, к.е. на відповідну добу, %			Лабораторна схожість насіння по варіантах, %	
	3	7	10	Контроль (без обробки)	Актеллік 500 ЕС, к.е.
Ph. vulgaris	95,7	99,7	100	94	91
Ph. lunatus	91,4	99,6	100	88	90
V. unguiculata	92,8	99,7	100	93	90
V. radiata	93,5	99,9	100	93	92
HIP ₀₅	1,1			5,0	

умови дотримання норм витрат. Водночас стабільний регрес схожості в цих зразках вказує на те, що фосфорорганічні сполуки спричиняють певний негативний вплив на насіння з тонкою оболонкою.

Окрему увагу привертають результати дослідження квасолі лімської. В даному випадку обробка інсектицидом, навпаки, покращила показники схожості щодо контролю. Така динаміка пояснюється високою вразливістю цієї культури до прихованого зараження: у контрольних зразках личинки встигали пошкодити зародки, тоді як Актеллік 500 ЕС, к.е. зупиняв розвиток фітофага. Таким чином, хімічний метод ефективно захищає насіннєві запаси, проте потребує диференційованого підходу з огляду на специфіку кожної бобової культури.

Створення безкисневого середовища (вакуум 60 кПа) забезпечило повну дезінсекцію насіння всіх чотирьох видів бобових культур. На відміну від хімічного методу, де загибель імаго відбувалася поступово під дією нейротоксичної речовини препарату, вакуумування діяло комплексно на всі стадії розвитку *A. obtectus*. Вже на 10-ту добу експозиції було зафіксовано 100 % мертвих жуків. Гіпоксія ефективно блокувала метаболізм шкідників, що підтвердили результати ентомологічного розтину насіння – не було виявлено жодної живої особини в жодному з варіантів досліді.

Вакуумна обробка продемонструвала суттєві переваги щодо збереження посівних якостей насіння. На відміну від застосування інсектициду, вакуумування не спричинило фізіологічного пригнічення зародка. Показники лабораторної схожості у вакуумованих зразках квасолі звичайної та машу практично збігалися з контрольними значеннями (відхилення в межах 0,5–1,0 %).

У випадку з квасолею лімською вакуум, подібно до інсектициду, спрацював як превентивний захід. Швидка зупинка життєдіяльності личинок відразу після герметизації пакетів дозволила зберегти енергію проростання на високому рівні, тоді як у контролі розвиток зерноїда продовжував руйнувати насіннєву масу. Герметичне полімерне пакування створило надійний фізичний бар'єр, який унеможливив повторне заселення насіння новою генерацією жуків. Це дає вакуумуванню значну перевагу над хімічною обробкою, де тривалість захисної дії обмежена періодом розпаду діючої речовини.

Таким чином, результати підтверджують, що вакуумування є безпечною та високоефективною альтернативою синтетичним інсектицидам. Цей метод не лише

гарантує повну елімінацію шкідника на всіх стадіях розвитку, а й забезпечує кращу збереженість біологічного потенціалу насіння, що є критично важливим для насіннєвих запасів.

Для глибшого розуміння процесів, що відбуваються всередині насіннєвої маси, спостерігали динаміку розвитку преімагінальних стадій *A. obtectus* у контрольних зразках та порівняли їх із вакуумованими варіантами (рис. 1).

Результати моніторингу свідчать, що в контрольних умовах популяція квасолевого зерноїда стрімко розвивається. У перші 10 діб спостерігалася масова присутність яєць на поверхні насіння, тоді як кількість личинок залишалася невеликою. Проте вже на 20-ту добу частка личинок зроста майже вдвічі, що вказує на активне відродження та проникнення шкідника в насінини. На фінальному етапі спостережень (30-та доба) було зафіксовано появу лялечок, що підтверджує успішне завершення чергового етапу розвитку фітофага в незахищеному насінні.

На фоні безперервного розвитку шкідника в контролі, метод вакуумування продемонстрував стабільну 100 % ефективність протягом усього періоду дослідження. Створена гіпоксія миттєво припинила життєдіяльність усіх стадій зерноїда: на 10-ту добу вакуум повністю інактивував яйцекладку, запобігши виходу личинок; на 20-ту та 30-ту доби ми не виявили жодних ознак переходу шкідника у стадію личинки чи лялечки у вакуумованих пакетах.

Отже, вакуумування виступає як радикальний метод дезінсекції, який повністю блокує біологічний цикл *A. obtectus*, незалежно від початкової щільності заселення та стадії розвитку шкідника на момент обробки.

Поряд із високою технічною ефективністю методу, проаналізовано динаміку лабораторної схожості насіння за різних термінів експозиції в умовах гіпоксії (табл. 2). Це дозволило встановити критичні межі перебування насіння у вакуумному середовищі без суттєвої втрати його посівних якостей.

Аналіз одержаних даних вказує на поступове зниження життєздатності насіння під впливом тривалої деаерації. Найбільш стійку реакцію на умови гіпоксії виявили маш та вігна китайська. Навіть після 20-добового перебування у вакуумі ці культури зберегли високі показники схожості (85 % та 82 % відповідно), а зниження щодо контролю залишалося в межах або близько до значення найменшої істотної різниці ($HIP_{05} = 7,6$).

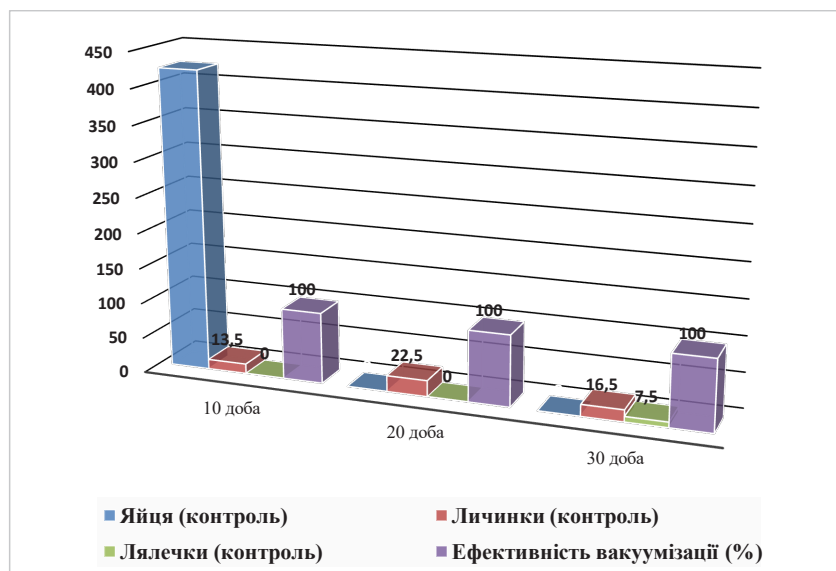


Рис. 1. Розвиток *A. obtectus* у контролі та ефективність вакуумування протягом 30 діб зберігання насіння

Таблиця 2

Вплив тривалості вакуумування на лабораторну схожість насіння бобових культур

Вид	Лабораторна схожість насіння по варіантах, %			
	Контроль	10 доба	20 доба	30 доба
Ph. vulgaris	94	86	81	78
Ph. lunatus	92	80	64	56
V. unguiculata	91	84	82	74
V. radiata	96	87	85	77
HIP ₀₅	7,6			

Натомість квасоля лімська виявила найвищу чутливість до дефіциту кисню: на 20-ту добу зафіксовано стрімке падіння схожості до 64 %, а наприкінці експерименту цей показник знизився до критичних 56 %. Така чутливість, імовірно, зумовлена інтенсивнішим диханням великого насіння та швидким вичерпанням внутрішніх енергетичних ресурсів зародка в безкисневому середовищі. Квасоля звичайна продемонструвала проміжний результат, зберігаючи задовільну схожість (78 %) до 30-ї доби дослідження.

Таким чином, результати підтверджують, що термін експозиції є вирішальним фактором для збереження посівного потенціалу. Якщо для повної елімінації шкідника достатньо 10 діб вакуумування (що спричиняє лише помірний фізіологічний стрес), то подовження терміну до 30 діб призводить до суттєвого пригнічення схожості, особливо у великонасінних культур. Це дозволяє нам рекомендувати вакуумування як короткостроковий, але радикальний метод дезінсекції насіннєвого матеріалу або використання для зберігання харчового зерна.

Обговорення. Результати дослідження підтверджують критичну необхідність переходу від традиційного хімічного контролю *A. obtectus* до інтегрованих стратегій захисту запасів. Висока технічна ефективність Актелліку 500 ЕС, к.е., що зафіксована на рівні 100 % на десяту добу, узгоджується з висновками ряду авторів (Porca et

al., 2003; Jones et al., 2011; Mutungi et al., 2015) про домінуючу роль фосфорорганічних сполук у захисті зернобобових. Проте виявлена нами тенденція до зниження лабораторної схожості насіння після обробки підтверджує побоювання деяких дослідників щодо фітотоксичності синтетичних інсектицидів та їхнього впливу на біохімічні процеси в зародку насіння (Broersma & Luckmann, 1967; Bawa et al., 2012). Ця проблема загострюється через стрімку еволюцію резистентності шкідників до піриміфос-метилу (El Bouiamrine et al., 2024), що змушує шукати альтернативні рішення. Сучасні дослідження залишкового вмісту пестицидів у бобових та аналіз ризиків їх застосування вказують на необхідність суворого регламентування хімізації, особливо в насіннєвих запасах (Bhuiya et al., 2024).

Дослідження продемонструвало, що вакуумування виступає радикальним методом елімінації шкідника. Ефективність гіпоксії, яку спостерігали у досліді, корелює з результатами, де зниження концентрації кисню нижче 2 % повністю інактивує метаболізм комах на всіх стадіях розвитку (Kharel et al., 2019). Застосування сучасних полімерних плівок для вакуумування не лише знищує наявну популяцію, а й створює фізичний бар'єр для вторинного заселення. Такий підхід до герметичного зберігання знаходить підтримку в кількох працях (Askey et al., 2020; Singh et al., 2021) як частина багатобар'єрних систем захисту.

Особливий науковий інтерес викликає реакція насіння на тривалу гіпоксію. Стрімке падіння схожості *Ph. lunatus* після 20 діб експозиції підтверджує висновки Р. Сірохі та ін. (Sirohi et al., 2022) про видоспецифічну чутливість бобових до аноксичного стресу. Відомо, що існує пряма залежність між інтенсивністю дихання насіння та його здатністю витримувати дефіцит кисню (Bradford & Nonogaki, 2007). На відміну від вакууму, застосування рослинних екстрактів та ефірних олій або рослинних порошків часто забезпечує м'якіший вплив на схожість, проте їхня висока леткість обмежує термін дії порівняно з герметичним пакуванням (Paul et al., 2009; Tegegne, 2017; Ameen & Ahmed, 2022).

Порівняння отриманих даних з інноваційними підходами, такими як використання нано-інсектицидів на основі діоксиду кремнію або біологічного контролю ентомофагами, показує перевагу вакуумування за рахунок повної відсутності токсичних залишків. Узагальнюючи класичні підходи (Трибель, 2001) та сучасні фізичні методи захисту (Singh et al., 2021), можна припустити, що вибір методу захисту має базуватися на цільовому призначенні зерна. Хімічна обробка залишається інструментом для швидкої дезінсекції, проте короткострокове вакуумування до 10 діб пропонує найбільш безпечну альтернативу для збереження насінневих запасів у сучасному агропромисловості.

Висновки. Результати досліджень показали, що інсектицид Актеллік 500 ЕС, к.е. забезпечує швидко

та повну дезінсекцію насіння бобових культур від квасолевого зерноїда, досягаючи 100 % смертності імаго на 10-ту добу експозиції. Проте препарат проявляє легкий фітотоксичний вплив, що виражається у зниженні лабораторної схожості насіння на 2–3 % порівняно з контролем, за винятком крупнонасінної квасолі лімської.

Метод вакуумування (60 кПа) виступає ефективною безпестицидною альтернативою, оскільки повністю інактивує не лише імаго, а й преімагінальні стадії шкідника (яйця, личинки, лялечки) протягом 10 діб. Створена гіпоксія швидко перериває життєвий цикл зерноїда, запобігаючи пошкодженню ендосперму та зародка насіння бобових культур.

Встановлено, що схожість насіння в умовах вакууму прямо залежить від тривалості експозиції та видових особливостей культур. Найвищу стійкість до гіпоксії виявляють маш та вігна китайська, тоді як квасоля лімська втрачає до 44 % схожості при подовженні терміну вакуумування до 30 діб.

Для практичного застосування рекомендуємо диференційований підхід: використання Актелліку 500 ЕС, к.е. для швидкої обробки великих партій насіння, тоді як короткострокове вакуумування (до 10 діб) є оптимальним для захисту невеликих насінневих запасів або зерна на харчові цілі, оскільки воно гарантує відсутність залишків інсектициду та збереження високого біологічного потенціалу насіння.

Бібліографічні посилання:

1. Askey, J., Bern, C., Brumm, T., & Coats, J. (2020). Oxygen demand of bean bruchids (*Acanthoscelides obtectus* Say). *Journal of Stored Products and Postharvest Research*, 11 (2), 8–14. 10.5897/JSPPR2019.0295
2. Bawa, L. Y., Oparaeke, A. M., & Ainika, J. N. (2012). Cowpea (*Vigna unguiculata*) pest control methods in storage and recommended practices for efficiency: A review. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 2 (2), 27–34.
3. Bertrand, Z. Z., Ambassa, L. M., Ehabe, E., Belibi, D., & Kede, C. (2024). Protection of stored common bean and maize grains using optimally synthesized biosilica from rice husk ash. *Journal of Food Biochemistry*, 12, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2024/3741615>
4. Bhuiya, A., Yasmin, S., Shaikh, M. A. A., Mustafa, M. G., & Kabir, M. H. (2024). Method development of multi pesticide residue analysis in country beans collected from Dhaka, Bangladesh, and their dietary risk assessment. *Food Chemistry*, 445, 138741. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138741>
5. Blair, M. W., Muñoz, C., Buendía, H., Flower, J., Bueno, J., & Cardona, C. (2010). Genetic mapping of microsatellite markers around the arcelin bruchid resistance locus in common bean. *Theoretical and Applied Genetics*, 121 (2), 393–402. <https://doi.org/10.1007/s00122-010-1318-5>
6. Broersma, D. B., & Luckmann, W. H. (1967). Seed Treatment Techniques and Phytotoxicity Studies on Some Grain and Vegetable Crops. *Journal of Economic Entomology*, 60 (3), 821–823. <https://doi.org/10.1093/jee/60.3.821>
7. Cabral, I., Baldin, E., Faria, R., Silva, J., Santos, T. L. B., Takaku, V., da Silva Santana, A., Santana Lima, A., Canassa, V., & Ribeiro, L. (2024). Searching for common bean genotypes resistant to *Acanthoscelides obtectus*, a primary pest species of stored beans. *Bragantia*, 83, e20230173. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20230173>
8. Collins, P. J., & Schlipalius, D. I. (2018). Insecticide resistance. *Recent advances in stored product protection*, 169–182. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56125-6_8
9. Daglish, G. J., Nayak, M. K., Arthur, F. H., & Athanassiou, C. G. (2018). Insect pest management in stored grain. *Recent Advances in Stored Product Protection*, 45–63. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56125-6_3
10. DSTU 4138-2002. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti [Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality]. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2003. 173 p. (in Ukrainian).
11. DSTU ISO 6639-1:2007. Zernovi ta bobovi. Vyznachennia prykhovanoho zaselenia komakhamy. Chastyna 1. Zahalni polozhennia [Cereals and pulses. Determination of hidden insect infestation. Part 1. General considerations] (ISO 6639-1:1986, IDT). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2010. (in Ukrainian).
12. DSTU ISO 6639-4:2007. Zernovi ta bobovi. Vyznachennia prykhovanoho zaselenia komakhamy. Chastyna 4. Pryskoreni metody [Cereals and pulses. Determination of hidden insect infestation. Part 4. Rapid methods] (ISO 6639-4:1987, IDT). Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 2010. (in Ukrainian).

13. El Bouiamrine, R., Nassiri, L., Boutagayout, A., & Belmalha, S. (2024). Ecological Management of Stored Grain Pests: Global Insights and Future Directions. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1398. 10.1088/1755-1315/1398/1/012026.
14. FAO (2021). World Food Situation. Netherlands: Food and Agriculture Organization of the United Nations; URL: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/en/>
15. Freitas, R. S., Faroni, L. R. A., & Sousa, A. H. (2016). Hermetic storage for control of common bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Journal of Stored Products Research*, 66, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2015.12.004>
16. Ikegwu, T. M., Ezegbe, C. C., Okolo, C. A., & Ofoedu, C. E. (2022). Postharvest preservation technology of cereals and legumes. In *Postharvest Technology – Recent Advances, New Perspectives and Applications*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.102739>
17. Jones, M., Alexander, C., & Lowenberg-DeBoer, J. (2011). Profitability of Hermetic Purdue Improved Crop Storage (PICS) bags for African common bean producers. URL: https://www.researchgate.net/publication/270568904_Profitability_of_Hermetic_Purdue_Improved_Crop_Storage_PICS_Bags_for_African_Common_Bean_Producers
18. Júnior, A., Eduardo, W., Franco, R., Louvandini, H., Di Bello, M., & Carbonell, S. (2020). Resistance of *Phaseolus vulgaris* genotypes to *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Chrysomelidae: Bruchinae): Categories and mechanisms. *International Journal of Tropical Insect Science*, 41, 1611–1621. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00362-x>
19. Kaya, K., Sertkaya, E., Üremiş, İ., & Soylu, S. (2018). Determination of chemical composition and fumigant insecticidal activities of essential oils of some medicinal plants against the adults of cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus*. *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 21 (5), 708–714. <https://doi.org/10.18016/ksudobil.386176>
20. Kharel, K., Mason, L. J., Murdock, L. L., & Baributsa, D. (2019). Efficacy of hypoxia against *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) throughout ontogeny. *Journal of Economic Entomology*, 112 (3), 1463–1468. <https://doi.org/10.1093/jee/toz019>
21. Bradford, K.J. & Nonogaki, H. (2007). Seed Development, Dormancy and Germination. <https://doi.org/10.1002/9780470988848>
22. Metodyky vyprobuвання i zastosuvannya pestytsydiv [Methods of testing and application of pesticides] (S. O. Trybel, Ed.). Kyiv: Svit, 2001. 448 p. (in Ukrainian).
23. Moirangthem, T. & Baik, O-D. (2020). Disinfestation of stored grains using non-chemical technologies – A review. *Trends in Food Science & Technology*. 107. 10.1016/j.tifs.2020.11.002.
24. Mutungi, C., Affognon, H., Njoroge, A., Manono, J., Baributsa, D., & Murdock, L. (2015). Triple-layer plastic bags protect dry common beans (*Phaseolus vulgaris*) against damage by *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Chrysomelidae) during storage. *Journal of Economic Entomology*, 108 (4), 1920–1928. <https://doi.org/10.1093/jee/tov197>
25. Oyefeso, B. O., Muili, T. O., Omobowale, M. O., & Fadele, O. K. (2025). Proximate composition of selected hermetically stored cowpea (*Vigna unguiculata*). *Fudma journal of sciences*, 9 (9), 16-21. <https://doi.org/10.33003/fjs-2025-0909-3680>
26. Paul, U. V., Lossini, J. S., Edwards, P. J., & Hilbeck, A. (2009). Effectiveness of products from four locally grown plants for the management of *Acanthoscelides obtectus* (Say) and *Zabrotes subfasciatus* (Boheman) (both Coleoptera: Bruchidae) in stored beans under laboratory and farm conditions in Northern Tanzania. *Journal of Stored Products Research*, 45 (2), 97–107. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2008.09.006>
27. Porca, M., Oltean, I., & Dobrin, I. (2003). Chemical control of bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* Say in storage condition. *Journal of Central European Agriculture*, 4 (3), 209–215.
28. Sağlam, Ö., Çelik, A., Işıkber, A. A., Bozkurt, H., Sakka, M. K., & Athanassiou, C. G. (2022). Efficacy of Spinetoram for the Control of Bean Weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say.) (Coleoptera: Chrysomelidae) on Different Surfaces. *Insects*, 13(8), 723. <https://doi.org/10.3390/insects13080723>
29. Schmale, F., Wäckers, C., Cardona, S., & Dorn, S. (2006). Biological control of the bean weevil, *Acanthoscelides obtectus* (Say) (Col.: Bruchidae), by the native parasitoid *Dinarmus basalis* (Rondani) (Hym.: Pteromalidae) on small-scale farms in Colombia. *Journal of Stored Products Research*, 42 (1), 31–41. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2004.10.005>
30. Sharma, H. C., Manuele, T., El Bouhssini, M., & Ranga Rao, G. V. (2016). Pest management in grain legumes: Potential and limitations. In D. P. Abrol (Ed.), *Integrated Pest Management in the Tropics* (pp. 275–292). New India Publishing Agency.
31. Singh, K. D., Mobolade, A. J., Bharali, R., Sahoo, D., & Rajashekar, Y. (2021). Main plant volatiles as stored grain pest management approach: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 4, 100127. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100127>
32. Sirohi, R., Tarafdar, A., Gaur, V. K., Singh, S., Sindhu, R., Rajasekharan, R., Madhavan, A., Binod, P., Kumar, S., & Pandey, A. (2021). Technologies for disinfection of food grains: Advances and way forward. *Food Research International*, 145, 110396. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110396>
33. Szentesi, A. (2020). How bean weevil (*Acanthoscelides obtectus*, Coleoptera, Bruchinae) larvae die on legume seeds. 18 November 2020, Preprint (Version 2) available at Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-44834/v2>
34. Tegegne, B. (2017). Combination Effect of Different Insecticide Plants Against *Acanthoscelides obtectus* (Coleoptera: Bruchidae): Storage Pests of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*). *Journal of Agricultural Science and Food Research*, 8 (4), 1000192. doi:10.4172/2471-2728.1000192
35. Velten, G., Rott, A. S., Cardona, C., & Dorn, S. (2007). The inhibitory effect of the natural seed storage protein arcelin on the development of *Acanthoscelides obtectus*. *Journal of Stored Products Research*, 43 (4), 550–557. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2007.03.005>
36. Vuts, J., Powers, S. J., Venter, E., & Szentesi, A. (2024). A semiochemical view of the ecology of the seed beetle *Acanthoscelides obtectus* Say (Coleoptera: Chrysomelidae, Bruchinae). *Annals of Applied Biology*, 184 (1), 19–36. <https://doi.org/10.1111/aab.12862>

36. Yamane, T. (2013). Biorational control methods for protection of stored grain legumes against bruchid beetles. *Agricultural Sciences*, 4 (12), 762–766. <https://doi.org/10.4236/as.2013.412104>

Sereda V. A., PhD student, State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine

Effectiveness of protective measures against the bean weevil and their impact on the sowing quality of legume seeds

Ensuring food security and minimizing post-harvest losses of legumes is a priority task of the modern agro-industrial complex. Legumes are a strategic source of vegetable protein, but their high economic value is offset by the risks of damage by the bean weevil (*Acanthoscelides obtectus* Say), the losses from which can reach 100% within several months of storage. The aim of the study was to compare the effectiveness of the insecticide Actellic 500 EC and the vacuum method in protecting the seeds of *Phaseolus vulgaris* L., *Phaseolus lunatus* L., *Vigna radiata* L. and *Vigna unguiculata* L. from the pest. The study was conducted during 2023–2025 in laboratory conditions. Pirimiphos-methyl (500 g/l) was used for chemical protection, and for physical disinfestation, vacuum (60 kPa) was created in hermetic bags. Analysis of the results of the application of Actellic 500 EC demonstrated a high rate of toxic action, ensuring 100% adult mortality on the 10th day on all legumes. However, a slight phytotoxic effect was recorded: a decrease in seed germination by 2–3% compared to the control, except for lima beans. Unlike the chemical method, vacuuming ensured complete elimination of the pest at all stages of development (egg, larva, pupa, adult) as early as the 10th day of exposure. Hypoxia effectively blocked the metabolism of the phytophage, creating a reliable barrier to re-population. It was established that the physiological state of seeds under vacuum conditions directly depends on the duration of hypoxia and the type of crop. The highest resistance was demonstrated by mung bean and cowpea (laboratory germination – 82–85%) after 20 days of vacuuming. Lima beans were the most sensitive to oxygen deficiency – their germination decreased to 56% on the 30th day. It is scientifically proven that vacuuming is a safe and highly effective alternative to synthetic insecticides. For practical implementation, a differentiated approach is recommended: Actellic 500 EC, k.e. is advisable to use for quick processing of large batches, while short-term vacuuming (up to 10 days) is optimal for protecting seed stocks and food grains, as it guarantees the preservation of the biological potential of seeds without the accumulation of toxic residues.

Key words: *Acanthoscelides obtectus*, legumes, Actellic, efficiency, vacuuming, laboratory germination.

Дата першого надходження статті до видання: 03.02.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 31.03.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 26.05.2026