

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ ЕНТОМОПАТОГЕННОГО ПРЕПАРАТУ БОВЕРИН ДЛЯ ЗАХИСТУ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

В. Ф. Дрозда, М. С. Карпович

Національний університет біоресурсів і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 13; м. Київ, 03041, Україна; e-mail: marinakarпович1900@gmail.com

**Мета.** Дослідити можливість та доцільність використання ентомопатогенного грибового препарату Боверин для захисту соснових насаджень від ураження сосновими шовкопрядами. **Методи.** Польові (збір зразків рослинного опаду на поверхні ґрунту з приштамбових кіл модельних дерев; збір гусениць з крон дерев); лабораторні (видова ідентифікація, фізіологічний моніторинг). Водночас видаляли фізіологічно неповноцінні, з ознаками захворювань, а також уражені ентомофагами гусениці. Розподіляли їх за відомими характеристиками, а саме: розміром головної капсули та за віком. Відібрані матеріали розташовували у марлеві садки з гілками сосни звичайної. У відповідний спосіб відбирали гусениць трьох видів плодожерок, котрі діапазували на штамбах дерев та у ґрунті. У період проведення досліджень використовували ентомопатогенний грибовий препарат Боверин з титром 6 млрд. спор/г та у концентрації 0,5 %. **Результати.** Встановлено, що рівень ентомоцидної дії Боверину щодо гусениць різного вікового статусу визначається видовою та віковою сприйнятливістю фітофагів, а також температурою. Облік у динаміці параметрів загибелі гусениць соснового шовкопряда третього віку показує, що популяція досить вразлива до дії гриба *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill — біологічної основи препарату Боверину. Фактично експериментально підтверджена доцільність внесення суспензій препарату в місця діапазування фітофага. За температури повітря у межах 12–17 °C лише за 9,4–12,5 днів гине не менше 50 % популяції шкідника. За підвищення температури терміни загибелі гусениць скорочуються. Досить інформативними є цифрові характеристики смертності гусениць соснового шовкопряда у четвертому та п'ятому поколіннях (популяції гусениць, котрі живляться у кронах дерев). **Висновки.** В осередках масового поширення соснового шовкопряда для забезпечення контролю чисельності шкідника доцільно застосовувати препарат Боверин за використання відповідної техніки (обприскувачі та ін.).

Ключові слова: ентомопатогенні гриби, Боверин, спори, біологічний метод.

**Вступ.** Проблема біологічних методів захисту лісів тісно пов'язана з найактуальнішими питаннями охорони довкілля і раціональним використанням природних ресурсів. Стратегія захисту рослин від шкідливої дії фітофагів та фітопатогенів у третьому тисячолітті ґрунтується на екологічній основі. Це означає орієнтування галузі на максимальне збереження та активізацію природних популяцій ентомофагів та ентомопатогенів, а також реалізацію технологій, що передбачають розселення в агроценози та лісостани промислових культур ентомофагів

та застосування мікробіологічних препаратів.

Використання біологічних методів захисту лісів відкриває можливості для значного підвищення продуктивності насаджень за рахунок зменшення втрат деревини, а також зниження витрат на організацію і проведення винищувальних заходів. Використання біологічних методів у лісозахисті забезпечує максимальне збереження оздоровчих властивостей лісових насаджень.

Біологічні методи захисту лісів особливо актуальні в густонаселених районах, де ши-

роке використання інсектицидів має бути обмеженим чи забороненим із санітарно-гігієнічних міркувань: відбувається розвиток мисливських, рибальських угідь, відпочинок населення, випасання худоби та заготівля для неї сіна [1].

Відомо, що серед біологічних засобів контролю чисельності комах-фітофагів значні потенційні можливості закладені у використанні мікробіологічних препаратів [2]. Так, зокрема, в регулюванні чисельності такого шкідника як сосновий шовкопряд, велику роль відіграють ентомопатогени грибної, бактеріальної та вірусної етіології. Гриби розмножуються вегетативно чи спорами, які поширюються на велику відстань з вітром та опадами, а також хижими комахами, проникають у тіло комах не лише перорально, але й через покрови та дихальця, що сприяє зараженню ними малоактивних фаз господарів. Спори, що потрапляють на поверхню субстрату, продукують метаболіти, які проникають через хітинові покриви комах і у подальшому розвиваються у кишечнику та гемоцелі комах-господарів. Після загибелі комах міцелій гриба швидко розростається, заповнюючи все тіло.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій з досліджуваної теми.** Гриби значно поширені в лісових біотопах і відіграють помітну роль у динаміці чисельності шкідників. Серед комплексу стресових факторів, які обмежують біологічний потенціал поширення соснового шовкопряда [3–6], помітну роль відіграють ентомопатогени грибної, бактеріальної та протозойної етіології. Серед збудників хвороб комах особливе місце займають ентомопатогенні гриби.

В арсеналі мікробіологічних препаратів з діючими речовинами на основі ентомопатогенних грибів є декілька найменувань з вираженими токсикологічними та технологічними характеристиками щодо широкого кола комах — фітофагів, поширених в агроценозах, лісостанах та теплицях. Наголошуємо на тому, що широкого практичного значення набули вітчизняні грибні препарати Боверин, Метеризин [7; 8] та Пециломін [9].

У зараженні грибними хворобами важливе значення має вік і фаза розвитку комах [10].

Ентомопатогенні гриби широко розповсюджені в природі і в певних екологічних

ситуаціях відіграють значну роль у зниженні чисельності шкідливих видів комах [11; 12].

На жаль, досліді М. Ф. Гамалії та масове виробництво ентомопатогенних грибів для біологічної боротьби, яке організував в Одесі І. М. Красильщик, не набули широкого практичного застосування. Це пояснюється низьким на той час рівнем розвитку науки і виробництва. Проте перші праці вітчизняних вчених показали принципову можливість мікробіологічної боротьби зі шкідниками сільськогосподарського і лісового господарства [13] та вказали раціональні шляхи подальшої дослідницької роботи.

У розв'язанні проблем біометоду важливе значення мали праці В. П. Поспелова щодо вивчення відносин ентомопатогенних грибів і бактерій з комахами-господарями, випробування ефективності різноманітних мікроорганізмів проти шкідників сільськогосподарських і лісових культур у польових умовах, а також дослідження ролі екологічних факторів під час практичного застосування інфекційних агентів. Упродовж 1937–1939 рр. зразки біологічних препаратів пройшли випробування і показали високу ефективність.

У післявоєнні роки з'явилася велика кількість праць щодо мускардинних грибів. Основна увага приділялася збуднику білої мускардини — *Beauveria bassiana*. У вітчизняній та зарубіжній літературі було опубліковано понад 200 праць [14]. Науковці вважають, що гриб *B. bassiana* задовольняє такі основні вимоги: патогенний для комах, нетоксичний для теплокровних і людини, не викликає опіків у рослин. Препаративна форма може вироблятися у великих кількостях [2; 15]. Широка спеціалізація з вираженими ентомопатогенними властивостями характеризується значним набором ферментів, що дозволяє його легко вирощувати в різних живильних середовищах, а це має важливе практичне значення.

В Українському науково-дослідному інституті захисту рослин під керівництвом професора М. А. Теленги було створено препарат Боверин для боротьби з багатьма видами комах із рядів напівтвердокрилих, твердокрилих, прямокрилих, лускокрилих та інших [16]. Проте перші комерційні препарати на основі *Beauveria bassiana* було розроблено в 1995 р. (реалізовувалися під торговими

назвами BotaniGard, Mycotrol і Naturalis). Пізніше було виділено нові штами, які також стали комерційно доступними [17].

Серед мікробіологічних препаратів, які застосовуються проти шкідливих комах, у переліку дозволених для використання в Україні є препарат Боверин, який виготовляє ТОВ НВЦ «Черкасибіозахист» на основі ентомопатогенного гриба — збудника білої мускардини *Beauveria bassiana* Vuill. [18].

Ентомопатогенний гриб *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin — альтернативний агент контролю проти шкідників [19–25]. Грибами роду Боверія вражається близько 60 видів комах [26]. *Beauveria bassiana* Bals. Vuil. розвивається в гусеницях / личинках та імаго багатьох лускокрилих, прямокрилих, твердокрилих і в різних видах кліщів [27].

Як і більшість ентомопатогенних грибів, *B. bassiana* ініціює зараження шляхом проростання спор (або конідій), що міцно прикріплюються до кутикули комахи-хазяїна. Гриб пронизує покриви шкідника-мішені, інвазивні гіфи починають проникати до тканин комахи-хазяїна і розгалужуватися через гемоцель. Гіфальні тіла або сегменти гіфів поширюються в гемоцелі, наповнюючи комаху, що гине, міцелієм. Гіфи проростають крізь зовнішні покриви і утворюють спори на зовнішніх покривах комахи [28].

За потрапляння всередину тіла господаря через 32–48 годин спори *B. bassiana* проростають у вигляді окремих клітинних фрагментів грибниці [27]. Ці спори, або конідії, розповсюджуються в середовищі і здатні спричинити зараження нових комах-шкідників. Загибель хазяїна відбувається внаслідок виділення грибних токсинів та руйнування тканин комахи. Після застосування препарату загибель комах-шкідників відбувається впродовж 3–10 днів [28].

На думку І. Д. Авраменка, вирішальне значення в зменшенні чисельності соснового шовкопряда належить хворобам, поширенню яких сприяє волога погода. В Білорусі спостерігалася загибель більше 70 % гусениць від *Beauveria bassiana* Vuill. [29].

У комплексі з синтетичними препаратами ефективність Боверину становить 90 %. Використання комплексних суспензій дає можливість зменшити витрати дорогих біопрепаратів і підвищити ефективність придушення чисельності соснового шовкопряда.

**Мета досліджень.** Дослідити можливість та доцільність використання ентомопатогенного грибного препарату Боверину для захисту соснових насаджень від пошкоджень сосновим шовкопрядом.

**Матеріали та методи досліджень.** Серія польових досліджень передбачала збір зразків рослинного опаду на поверхні ґрунту з приштамбових кіл модельних дерев. Також проводили збір гусениць з крон дерев з наступною їх видовою ідентифікацією, фізіологічним моніторингом. Водночас видаляли фізіологічно неповноцінні особини, з ознаками захворювань, а також уражені ентомофагами. Розподіляли гусениць за відомими характеристиками, а саме: розміром головної капсули та за віком. Відібрані матеріали розміщували у марлеві садки з гілками сосни звичайної. У відповідний спосіб відбирали гусениць трьох видів плодожерок, які діапазували на штамбах дерев та у ґрунті.

Для проведення досліджень використовували препарат Боверин з титром 6 млрд спор/г та у концентрації 0,5 % [30]. Дослідження проводили в Українській лабораторії якості та безпеки продукції АПК, обладнаній за європейськими стандартами необхідним інструментальним та мікробіологічним обладнанням. Це дозволило чітко дотримуватися необхідних параметрів — температури повітря, вологості та фотоперіоду.

Суттєвим було те, що у дослідах із сосновим шовкопрядом експерименти проводилися з використанням гусениць третього, четвертого та п'ятого віків. Водночас гусениці третього віку діапазували, тобто перебували у стані тривалої біологічної консервації у листовому опаді та рослинних рештках. Гусениці соснового шовкопряда третього-четвертого віків були з характерно вираженою руховою та трофічною активністю. Їх зразки відбирали з крон дерев. Загальний об'єм біоматеріалу соснового шовкопряда складав 180 життєздатних гусениць, по 60 особин для кожного віку, у трьох повторюваностях.

Загальна кількість діапазуючих гусениць плодожерок яблуневої (*Laspeyresia pomonella* L.) [31–33], сливової (*Grapholitha funebrana* Fr.), грушевої (*Laspeyresia pyrivora* Danil.) становила 135 особин, по 45 особин для кожного виду. Гусениці яблуневої, сливової плодожерки відбирали з ловильних по-

ясів, які накладали на штамби дерев наприкінці липня. Гусениці грушевої плодожерки вилучали з ґрунту приштамбових кіл дерев, де вони скупчувалися на діапаузу та зимівлю. Для кожного виду плодожерок відбирали по 45 особин фізіологічно повноцінних гусениць. З бавовникової совки (*Helicoverpa armigera* Hb.) також формували по 15 штук три повторюваності. Водночас гусениці бавовникової совки третього віку були трофічно активні, розвивалися в марлевих садках, де вирощували соняшник.

Процес інфікування гусениць передбачав підготовку робочої суспензії препарату з послідовним зануренням кожної гусениці у 0,5 %-ий водний розчин препарату Боверин з титром 6 млрд спор/г на 3,5–4,0 секунди з подальшим їх розташуванням у чашках Петрі на фільтрувальний папір та розміщення у термостатах за різних температур.

Крім того, визначали показники, які є важливими для практики захисту лісостанів: LT<sub>50</sub>; LK<sub>50</sub>; LK<sub>90</sub> [34; 35].

**Результати досліджень.** Встановлено, що рівень ентомоцидної дії Боверину щодо гусениць різного вікового статусу фітофагів визначається видовою та віковою сприятливістю фітофагів, а також температурою. Водночас встановлено чітку закономірність показників смертності гусениць фітофагів соснового шовкопряда як залежно від віку, так і від показників температури (табл. 1).

Привертає увагу динаміка смертності гусениць соснового шовкопряда третього віку. Ця популяція була зібрана з листового опаду та поверхні ґрунту, як така, що діапаузувала. Досліди з нею проводили на початку весняної реактивації гусениць. Як видно, популяція була досить вразливою до дії *B. bassiana* — біологічної основи Боверину. З практичної точки зору, враховуючи динаміку смертності гусениць третього віку, цілком очевидно та доцільно проводити прийоми внесення суспензій препарату в місця діапазування фітофага.

Показано, що за температури повітря у цей період у межах 12–17 °С лише за 9,4–12,5 днів гине не менше 50 % популяції. За підвищення температури терміни загибелі гусениць скорочуються. Досить інформативними є цифрові характеристики смертності гусениць соснового шовкопряда у четвертому та п'ятому віках. Мова йде про ту популяцію гусениць, які живляться у кронах дерев.

Привертають до себе увагу тестові характеристики плодожерок, зокрема, діапаузуючі гусениці 5-го віку. Закономірно, що вони, як і гусениці бавовникової совки, характеризуються значною стійкістю, а отже більш тривалим терміном настання смерті.

Не менш показовими та важливими є показники токсикологічної оцінки Боверину щодо групи лускокрилих фітофагів і, перш за все, до гусениць соснового шовкопряда різ-

Таблиця 1. Рівень смертності гусениць різних віків інфікованих Боверином в залежності від температури

Види фітофагів	LT <sub>50</sub> (днів) за температури, °С					
	Фаза розвитку фітофага	12	17	22	27	32
Сосновий шовкопряд ( <i>Dendrolimus pini</i> L.)	L <sub>3</sub>	12,5	9,4	5,3	2,5	1,3
	L <sub>4</sub>	16,2	12,3	8,5	5,1	3,2
	L <sub>5</sub>	22,4	20,3	15,5	10,7	8,4
Бавовникова совка ( <i>Helicoverpa armigera</i> Hb.)	L <sub>3</sub>	32,7	30,1	26,4	15,3	5,3
НІР <sub>05</sub>	–	2,6	1,5	1,3	1,2	0,4
Яблунева плодожерка ( <i>Laspeyresia pomonella</i> L.)	L <sub>5</sub>	18,1	16,6	12,4	6,2	6,8
Сливова плодожерка ( <i>Grapholitha funebrana</i> Fr.)	L <sub>5</sub>	20,3	18,5	13,1	7,5	7,3
Грушева плодожерка ( <i>Laspeyresia pyrivora</i> Danil.)	L <sub>5</sub>	20,4	17,8	16,5	9,4	8,6
НІР <sub>05</sub>	–	2,7	2,1	2,3	1,3	1,2

Примітка. У табл. 1–3 символи: L<sub>3–5</sub> — гусениці фітофагів різного віку.

них віків за оптимальних для розвитку ентомопатогена умов, а це — у межах 24–27 °С. Матеріали досліджень наведено в табл. 2.

Важливим у постановці експериментів з методичної точки зору є оцінка фізіологічного стану гусениць, а саме, одного з найважливіших факторів — позиції стійкості та сприятливості до такого специфічного та довготривалого біологічного стресу.

Що стосується гусениць соснового шовкопряда, вони, якщо порівняти з плодожерками та бавовниковою совкою, характеризуються високим рівнем сприятливості до збудника. За результатами токсикологічної оцінки Боверину щодо гусениць соснового шовкопряда, цілком очевидні перспективи застосування препарату на діапазуючих гу-

сеницях фітофага. Зрештою, й інші види також є сприятливими до дії препарату.

У результаті проведення досліджень отримано цифрові характеристики, що є основою для обґрунтування таких важливих для практики захисту соснових лісостанів, як норми витрати Боверину (табл. 3).

Як видно, для того, щоб ефективно захистити насадження сосни звичайної від гусениць шкідника третього віку, необхідно витратити не менше 2,05 млрд спор гриба. У перерахунку на відповідну площу це становить 3415 г/га Боверину з титром 6 млрд/г.

**Висновки.** На відміну від агроценозів, де добре відпрацьовані технологічні параметри використання препаратів, зокрема й відповідна техніка, для лісових насаджень це

**Таблиця 2. Токсикологічні параметри активності Боверину щодо гусениць різних віків фітофагів**

Види фітофагів	Фаза розвитку фітофага	Фізіологічний стан гусениць	LK <sub>50</sub>	
			% за препаратом	термін визначальних, днів
Сосновий шовкопряд ( <i>Dendrolimus pini</i> L.)	L <sub>3</sub>	Діапазуюча, початок реактивації	0,010	8
	L <sub>4</sub>	Інтенсивне живлення хвоєю	0,014	8
	L <sub>5</sub>	Кінець живлення перед заляльковуванням	0,020	8
Бавовникова совка ( <i>Helicoverpa armigera</i> Hb.)	L <sub>3</sub>	Інтенсивне живлення на соняшнику	0,035	15
Яблунева плодожерка ( <i>Laspeyresia pomonella</i> L.)	L <sub>5</sub>	Діапазуючі у ґрунті гусениці на початку весняної реактивації	0,015	10
Сливова плодожерка ( <i>Grapholitha funebrana</i> Fr.)	L <sub>5</sub>		0,012	10
Грушева плодожерка ( <i>Laspeyresia pyrivora</i> Danil.)	L <sub>5</sub>		0,025	10

**Таблиця 3. Показники норм витрат Боверину для захисту соснових насаджень залежно від віку гусениць соснового шовкопряда**

Вік гусениць шовкопряда	LK <sub>90</sub> (млрд спор./мл) як функція смертності фітофага		Параметри витрат спор <i>B. bassiana</i> , млрд/м <sup>2</sup>	
	рослинні рештки — поверхня ґрунту	загальний рівень загибелі	для потреб захисту насаджень	для дестабілізації ефективної частини фітофага
Другий	0,019	0,009	1,15	0,40
Третій	0,043	0,006	2,05	0,36
Четвертий	0,102	0,035	5,57	1,22

практично не досліджено. Ґрунтуючись на матеріалах наших досліджень, можна зробити попередній висновок щодо можливості застосування таких технологій і для захисту лісостанів.

#### ЦИТОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Крушев Л. Т. Биологические методы защиты леса от вредителей. Москва : Изд. Лесная промышленность, 1973. 192 с.

2. Евлахова А. А. Энтомопатогенные грибы. Систематика, биология, практическое значение. Л. : Наука, 1974. 260 с.

3. Карпович М. С., Дрозда В. Ф. Особливості біології, екології соснового шовкопряда (*Dendrolimus pini* Linnaeus, 1758) у соснових насадженнях Полісся. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 265–272. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.36>

4. Карпович М. С., Дрозда В. Ф. Технологічні особливості біологічного захисту соснових насаджень від соснового шовкопряда (*Dendrolimus pini* L.) в лісах Черкащини. *Вісник Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва*. 2019. № 1–2. С.56–64

5. Спосіб захисту хвойних лісів від лускокрилих фітофагів: пат. 125014 Україна. В. Ф. Дрозда, М. С. Карпович, А. Ф. Гойчук. Опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8.

6. Спосіб контролю чисельності та шкідливості соснового шовкопряда (*Dendrolimus pini* L.) в насадженнях сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) пат. 124580 Україна. В. Ф. Дрозда, М. С. Карпович, А. Ф. Гойчук. Опубл. 10.04.2018, Бюл. № 8.

7. Amy V. McGuire and Tobin D. Northfield Tropical Occurrence and Agricultural Importance of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Front. Sustain. Food Syst.*, 29 January 2020 <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00006>

8. Zimmermann G. The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol agent. *Pest Management Science*. 1993. Vol. 37 (4). P. 375–379. <https://doi.org/10.1002/ps.2780370410>

9. Лапа О. М., Дрозда В. Ф., Чепернатий Є. В., Розова Л. В., Пшець Н. В., Тимошенко Д. В., Воеводін В. В. Захист зерняткових садів. Київ. 2019 с.114

10. Юркина Е. В. Технология защиты растений урбанизированных и рекреационных территорий: учебное пособие. Сыкт. лесн. ин-т. Сыктывар : СЛИ, 2006. 188 с.

11. Вейзер Я. Микробиологические методы борьбы с вредными насекомыми. Москва : Колос, 1972. 60 с.

12. Штейнхауз Э. Патология членистоногих.

Москва : Издательство иностранной литературы, 1952. 445 с.

13. Бровдій В. М., Гулий В. В., Федоренко В. П. Біологічний захист рослин. Київ : Світ, 2004. 352 с.

14. Dunn P. H., Mechals B. J. The potential of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillomin as antimicrobial insecticide. *J. Insect Pathol.* 1963. Vol. 5, № 4. P. 451–459.

15. Ермакова С. О. Календарь современного садовода. Защита сада и огорода от вредителей. Биометод. Москва: РИПОЛ классик, 2011. 320 с.

16. Письменський О. В. Агрофармакологія. Миколаїв, 2015. 55 с.

17. Dennis Ring, Diaz, Rodrigo. Insecticide Update: *Beauveria bassiana* is safe for beneficial insects, but avoid spraying where bees forage. <https://www.lsuagcenter.com/profiles/lbenedict/articles/page1520876411332>

18. Єременко М. В., Ткачук М. І., Любач Н. В., Іванов Д. В., Ситенко М. А., Омельчук С. А. ... Терновицька В. М. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні (каталог). Дніпропетровськ : АРТ-ПРЕС, 2012. 832 с.

19. Boiteau G. Control of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say): learning from the Soviet experience. *Bull. Entomol. Soc. Canada*. 1988. № 20. P. 9–17.

20. Todorova S. I., Sté J. C., Coderre D. Heterogeneity of two *Beauveria bassiana* strains revealed by biochemical tests, protein profiles, and bioassays on *Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae) and *Coleomegilla maculata lengi* (Col.: Coccinellidae) larvae. *Entomophaga*, 1994. № 39. P. 159–169.

21. Todorova S. I., Coderre D., Duchesne R. M., Côté J. C. Compatibility of *Beauveria bassiana* with selected fungicide and herbicides. *Environ. Entomol.* 1998. № 27. P. 427–33.

22. Liu H., Skinner M., Parker B. L., Brownbridge M. Pathogenicity of *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) and other entomopathogenic fungi against *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae). *J. Econ. Entomol.* 2002. № 95. P. 675–678.

23. Hatting J. L., Wraight S. P., Miller R. M. Efficacy of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes) for control of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on resistant wheat under field conditions. *Biocontrol Sci. Technol.* 2004. № 14. P. 459–467.

24. Leland J. E., McGuire M. R., Grace J. A., Jaronski S. T., Ulloa M., Park Y. H., Plattner R. D. Strain selection of a fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* for control of plant bugs (*Lygus* spp.) (Heteroptera: Miridae). *Biological Control*. 2005. № 35. P. 104–114.

25. Quesada M. E., Maranhao E. A. A., Gar-



cia P. V., Álvarez C. S. Selection of *Beauveria bassiana* isolates for control of the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* on the basis of their virulence, thermal requirement and toxicogenic activity. *Biological control*. 2006. № 36. P. 274–287.

26. Стенин И., Стенин Н. Грибы в лесу, саду и дома. Практическое руководство по разведению (Russian Edition). 2015. 297 с.

27. Сметана О. Ю. Сільськогосподарська біотехнологія. Миколаїв : МНАУ, 2017. 132 с.

28. Буценко Л. М., Конон А. Д. Технології біопрепаратів для ветеринарії і сільського господарства. Київ : НУХТ, 2014. 106 с.

29. Авраменко И. Д. Некоторые особенности динамики численности соснового шелкопряда. Динамика численности вредителей сельскохозяйственных культур и меры борьбы с ними. *Тр. ЧСХИ им В. В. Докучаева*. 1969. Т. 8 (117). С. 79–84.

30. Спосіб пригнічення процесу поширення та трофічної активності популяцій соснового шовкопряда (*Dendrolimus pini* L.): пат. 124581 Україна. В. Ф. Дрозда, М. С. Карпович, А. Ф. Гойчук. Опубл. 10.04.2018, Бюл. № 7.

31. Дрозда В. Ф., Сагитов А. О. Биотический потенциал популяций яблонной плодовой

*Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) в садах Лесостепи Украины. Материалы Международной конференции «Становление и развитие науки по защите и карантину растений в Республике Казахстан». Алматы, Республика Казахстан, 2017. С. 75–83.

32. Дрозда В. Ф., Сагитов А. О. Оценка технологий защиты яблони от яблонной плодовой *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae). *Защита и карантин растений*. 2017. № 5. С. 17–20.

33. Дрозда В. Ф. Континуальная структура популяций яблонной плодовой *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae). Материалы Всероссийской конференции «Биогеосистемная экология и эволюционная биогеография», г. Новосибирск. 2015. С. 56–58. <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.95-101>

34. Евлахова А. А., Велицкая И. С. Методические указания для приготовления препаратов из энтомопатогенных грибов для испытания на насекомых. Ленинград, 1961. 28 с.

35. Евлахова А. А., Тарасов Л. Г. Опыт приготовления биопрепарата боверина в нестерильных условиях. В Сб.: Биологический метод борьбы с вредителями растений. Рига, 1968. С. 131–133.

Отримано 15.06.2020

<https://doi.org/10.35868/1997-3004.31.83-91>

UDC 630.4

## EXPERIMENTAL JUSTIFICATION OF PROSPECTS OF USING THE ENTOMOPATHOGENIC PREPARATION BOVERYN FOR THE PROTECTION OF PINETUM

V. F. Drozda, M. S. Karpovich

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv  
e-mail: marinakarpovich1900@gmail.com

**Objective.** Study the possibility and feasibility of using the entomopathogenic fungal preparation Boveryn to protect pinetum from damage by pine silkworms. **Methods.** Field (collection of vegetation samples on the soil surface from trunk circles of model trees; collection of worms from tree crowns); laboratory (species identification, physiological monitoring). At the same time, physiologically defective samples with signs of diseases and also damaged with by worm entomophages were removed. They were distributed according to known characteristics, namely: size of the main capsule and age. The selected materials were placed in gauze cages with common pine branches. Worms of three species of seedworms were selected accordingly, and they were diapaused on tree trunks and in the soil. During the studies, the entomopathogenic fungal preparation Boveryn was used with a titre of 6 billion spores/g and at a concentration of 0.5 %. **Results.** It was found that the level of entomocidal action of Boveryn against worms of different ages is determined by the species and age susceptibility of phytophages, as well as temperature. Accounting of the changes in parameters of the death of worms of the pine silkworm of the third generation over time shows that the

population is quite vulnerable to *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill — the active substance in *Boveryn*. Actually, the experiment confirmed the feasibility of adding suspensions of the preparation in places of diapause of phytophages. At an air temperature in the range of 12–17 °C, at least 50 % of the pest population dies in only 9.4–12.5 days. When the temperature increases, the time of death of worms is reduced. The digital mortality characteristics of pine silkworm worms in the fourth and fifth generations (populations of worms that feed on tree crowns) are quite informative. **Conclusion.** It is feasible to use *Boveryn* with appropriate procedure (spraying, etc.) in the areas of extensive spread of pine silkworm to ensure control of the number of pests.

Key words: entomopathogenic fungi, *Boveryn*, spores, biological method.

#### REFERENCES

1. Krushev, L. T. (1973). Biologicheskie metody zashchity lesa ot vrediteli [Biological methods of protecting forests from pests]. Moskva: Lesnaia promishlennost [in Russian].
2. Evlakhova, A. A. (1974). Entomopatogennyye gruby Sistematika, biologiya, prakticheskoe znachenie [Entomopathogenic fungi. Systematics, biology, practical significance]. Moskva: Nauka [in Russian].
3. Karpovych, M. S., & Drozda, V. F. (2020). Features of biology, ecology of pine silkworm (*Dendrolimus pini* Linnaeus, 1758) in pine plantations of Polissya [Features of biology, ecology of pine silkworm (*Dendrolimus pini* Linnaeus, 1758) in pine plantations of Polissya]. *Taurian Scientific Herald — Taurian Scientific Bulletin*, 111, 265–272 [in Ukrainian]. doi: 10.32851/2226-0099.2020.111.36
4. Karpovych, M. S., & Drozda, V. F. (2019). Tehnologhi osoblyvosti biolohichnoho zakhysty sosnovykh nasadzhenniakh vid sosnovoho shovkopriada (*Dendrolimus pini* L.) v lisakh Cherkashshyny [Technological features of biological protection of pine plantations against pine silkworm (*Dendrolimus pini* L.) in the forests of Cherkasy region]. *Visnyk KhNAU — Bulletin of Kharkiv National Agrarian University*. V. V. Dokuchaev, 1–2, 56–64 [in Ukrainian].
5. Pat. 125014 UA. Method protection of coniferous forests from squamous phytophagous, Drozda, V. F., Karpovych, M. S., Hoychuk, A. F., Publ. 25.04.2018 [in Ukrainian].
6. Pat. 124580 UA. Method of controlling number and harmfulness of pine silkworm (*Dendrolimus pini* L.) in stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), Drozda, V. F., Karpovych, M. S., Hoychuk, A. F., Publ. 10.04.2018 [in Ukrainian].
7. Amy V. McGuire and Tobin D. Northfield Tropical Occurrence and Agricultural Importance of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. *Front. Sustain. Food Syst.*, 29 January 2020. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00006>
8. Zimmermann, G. (1993). The entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* and its potential as a biocontrol agent. *Pest Management Science*, 37(4), 375–379. <https://doi.org/10.1002/ps.2780370410>
9. Lapa, O. M., Drozda, V. F., Chepernatiy, Ye. V., Rozova, L. V., Pshets, N. V., Tymoshenko, D. B. Voyevodin, V. V. (2019). *Zakhyst zernyatkovykh sadiv* [Zahist zernyatkovih gardens]. Kyiv [in Ukrainian].
10. Iurkina, E. V. (2006). *Tekhnologiya zashchity rastenii urbanizirovannykh i rekreatcionnykh terutorii* [Plant protection technology for urbanized and recultivated areas]: uchebnoe posobie. Sykt. Lesn. in.-t. Syktyvar: SMI [in Russian].
11. Veizer, Ia. (1972). *Mikrobiologicheskie metody borby s vrednimi nasekomymi* [Microbiological methods for controlling harmful insects]. Moskva: Kolos [in Russian].
12. Shteikhaun, E. (1952). *Patologiya chlenistonogikh* [Arthropod Pathology]. Moskva: Izd. In Lit. [in Russian].
13. Brovdii, V. M., Hulyi, V. V., Fedorenko, V. P. (2003). *Biolohichyi zakhyst roslyn* [Biological plant protection]. Kyiv: Svit [in Ukrainian].
14. Dunn, P. H., & Mechalas, B. J. (1963). The potential of *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillomin as amicrobial insecticide. *J. Insect Pathol.*, 5(4), 451–459.
15. Ermakova, S. O. (2011). *Kalendar sovremennogo sadovoda. Zashchita sada i goroda ot boleznei i vrediteli. Buometod* [Calendar of a modern gardener. Protection of the garden and the city from pests. Biomethod]. Moskva: RIPOL klassik [in Russian].
16. Pysmenskyi, O. V. (2015). *Agrofarmakologiya* [Agropharmacology]. Mykolaiv [in Ukrainian].
17. Dennis Ring, Diaz, Rodrigo. Insecticide Update: *Beauveria bassiana* is safe for beneficial insects, but avoid spraying where bees forage. <https://www.lsuagcenter.com/profiles/lbenedict/articles/page1520876411332>
18. Yeremenko, M. V., Tkachyk, M. I., Lyubach, N. V., Ivanov, D. V., Sytenko M. A., Omelchuk S. A. ... Ternovytska, V. M. (2012). *Perelik pestytsydiv i agrokhimikativ dozvolenykh do vykorustannia v Ukraini (katalog) Dnipropetrovsk: ART-PRES* [in Ukrainian].
19. Boiteau, G., (1988). Control of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata* (Say): learning from the Soviet experience. *Bull. Entomol. Soc. Canada*, 20, 9–17.



20. Todorova, S. I., Cté, J. C., & Coderre, D. (1994). Heterogeneity of two *Beauveria bassiana* strains revealed by biochemical tests, protein profiles, and bio-assays on *Leptinotarsa decemlineata* (Col.: Chrysomelidae) and *Coleomegilla maculate lengi* (Col.: Coccinellidae) larvae. *Entomophaga*, 39, 159–169.
21. Todorova, S. I., Coderre, D., Duchesne, R. M., & Côté, J. C. (1998). Compatibility of *Beauveria bassiana* with selected fungicide and herbicides. *Environ. Entomol.*, 27, 427–433.
22. Liu, H., Skinner M., Parker, B. L., & Brownbridge M. (2002). Pathogenicity of *Beauveria bassiana*, *Metrhazium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) and other entomopathogenic fungi against *Lygus lineolaris* (Hemiptera: Miridae). *J. Econ. Entomol.*, 95, 675–678.
23. Hatting, J. L., Wraight, S. P., & Miller, R. M. (2004). Efficacy of *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes) for control of Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) on resistant wheat under field conditions. *Biocontrol Sci. Technol.*, 14, 459–467.
24. Leland, J. E., McGuire, M. R., Grace, J. A., Jaronski, S. T., Ulloa, M., Park, Y. H., & Plattner, R. D. (2005). Strain selection of a fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* for control of plant bugs (*Lygus* spp.) (Heteroptera: Miridae). *Biological Control*, 35, 104–114.
25. Quesada, M. E., Maranhao, E. A. A., Garcia, P. V., Álvarez, C. S. (2006). Selection of *Beauveria bassiana* isolates for control of the whiteflies *Bemisia tabaci* and *Trialeurodes vaporariorum* on the basis of their virulence, thermal requirement and toxicogenic activity. *Biological control*, 36, 274–287.
26. Stepin, I., Stepin, N. (2015). Gruby lesy, sady i doma. [Mushrooms forest, garden and home. Breeding Practical Guide] *Prakticheskoe rukovodstvo po razvededeniiu* [in Russian].
27. Smetana, O. Yu. (2017). *Siskohospodarska biotekhnjlohiia* [Agricultural biotechnology]. Mykolaiv [in Ukrainian].
28. Butsenko, L. M., Konon, A. D. (2014). *Tekhnologii biopreparativ dlia veyerynarii i silskoho hospodarstva*. [Technologies of biologicals for veterinary medicine and agriculture]. Kyiv: NUKHT [in Ukrainian].
29. Avramenko, I. D. (1969). Nekotore osobennosti dinamiki shislennosti osnovnogo shovkopriada. *Dinamika shislennosti vreditel' sel'skokoziatsvennykh kultur meri borby s nimi* [Some features of the dynamics of the number of pine silkworms]. *CHSKHI im. V. V. Dokychaeva* [in Russian].
30. Pat. 124581 UA. Method of inhibiting process of spread and trophic activity of populations of pine silkworm (*Dendrolimus pini* L.), Drozda, V. F., Karpovych, M. S., Hoychuk, A. F., Publ. 10.04.2018 [in Ukrainian].
31. Drozda, V. F., & Sagitov, A. O. (2017). *Biologicheskii potentsial populiai iablonnoi plodozherki Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) v sadakh Lesostepi Ukrainy. [Biotic potential of populations of the apple fruit fly *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) in the gardens of the Forest-Steppe of Ukraine]. *Materialy mezhnarodnoi konferentsii. Stanovlenie i razvitie nayki po zashchite i karantinu rastenii v respublikie Kazakhstan, Almaty, Respublike Kazakhstan* [in Russian].
32. Drozda, V. F., & Sagitov, A. O. (2017). *Otsenka tekhnologii zashchity ot iablonnoi plodozherki Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae) [Evaluation of technologies for protecting an apple tree from the codling moth *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae)]. *Zashchita i karantin rastenii — Plant protection and quarantine*, 5, 17–20 [in Russian].
33. Drozda, V. F. (2015). *Kontinualnaia struktura populiatcii iablonnoi plodozherki* (Lepidoptera, Tortricidae) [The continuum structure of the populations of the apple moth *Laspeyresia pomonella* L. (Lepidoptera, Tortricidae)]. *Materialy vserossiikoi konferentsii i evoliucionnaia biogeografiia* (pp. 56–58), Novosibirsk [in Russian]. <http://dx.doi.org/10.15414/agrobiodiversity.2017.2585-8246.95-101>
34. Evlakhova, A. A., Velitckaia, I. S. (1961). *Metodicheskie ukazaniia dlia prigotovleniia preparatov iz entomopatogennykh gribov dlia ispytannia na nasekomykh* [Guidelines for the preparation of preparations from entomopathogenic fungi for testing on insects]. Leningrad [in Russian].
35. Evlakhova, A. A., Tarasov, L. T. (1968). *Opyt prigotovleniia biopreparata boveria v nesteril'nykh usloviakh* V. *Sb: Biologicheskii metod borby s vrediteliami rastenii* [Experience in the preparation of a biological product boverin in non-sterile conditions. In *Sat: Biological method of plant pest control*]. Riga [in Russian].

Received 15.06.2020