

АНОТАЦІЯ

Статкевич О. І. Оптимізація технологічних параметрів масового розведення ектопаразита габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.) та застосування його для захисту рослин. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальністю 202 «Захист і карантин рослин». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2021.

У дисертації експериментально обґрунтовано технологічний процес масового розведення ектопаразита габробракона (*H. hebetor* Say.) з оптимізацією визначальних параметрів, що забезпечують високий рівень життєздатності культури, мотиваційної активності та господарської ефективності. Вирішення наукового завдання складалося із детального та поглибленого дослідження з уточнення біології, екології та частково фізіології природних і лабораторних популяцій ентомофага.

За результатами візуального та інструментального моніторингу встановлено місця перезимівлі природних популяцій ектопаразита габробракона. Дослідженнями встановлено, що кора та дупла дерев оптимальні ніші для діапазування. Досліджено чинники впливу на загибель популяції. Оптимізовано та апробовано оригінальні штучні гнізда, до складу яких входили екологічно-безпечні матеріали, зокрема, очерет, шерстяна тканина, гофрований папір та солома. Це дозволило зберегти природні популяції габробракона, збір фізіологічно повноцінних нативних культур *H. hebetor* Say., які можуть використовуватися у якості біоматеріалу для масового розведення ектопаразита.

Оцінено в лабораторних умовах параметри життєздатності та продуктивності габробракона залежно від виду комах-живителів і вікової структури гусениць. Доведено, що велика воскова вогнівка є оптимальним видом для лабораторного розведення габробракона. Зокрема, життєздатність *H. hebetor* Say. становила 96,4 %, плодючість досягала максимального показника – 130,4 яець/самицю, тривалість життя самиць складала в середньому 16,8 доби.

Встановлено, що для оптимізації зараження та продуктивності габробракона необхідно відбирати гусениць старших віків комах-господарів. Високими біологічними й технологічними характеристиками відзначалися популяції їздця, які розвивалися на гусеницях помідорної совки (*Spodoptera exigua* Hb.). Водночас з урахуванням складності технології лабораторного розведення цього виду та значними матеріальними витратами перевага належить культурам млинової (*Ephestia kuehniella* Zell.) та великої воскової (*Galleria mellonella* L.) вогнівок.

Сумісно з Узбекистанським інститутом захисту і карантину рослин проведено порівняльну характеристику еколого-географічно віддалених популяцій ектопаразита

H. hebetor Say. Безпосередньо проаналізовано колонії ентомофага з двох екологічних ніш – України (м. Київ) та Узбекистану (м. Ташкент). Серія лабораторних досліджень двох різних популяцій ентомофага, свідчать, що в процесі пристосування до специфічних умов вони географічно мінливі, тобто піддавалися ряду визначеним змінам: фізіологічних, морфологічних та етологічних ознак. Встановлено, що місцева популяція екологічно пластична за високими адаптивними характеристиками.

Результати досліджень свідчать, що доцільно та перспективно проводити селекцію географічно-віддалених колоній ектопаразита з метою підвищення технологічних та фізіологічних характеристик гібридів, з акцентом, насамперед, на активізацію оогенезу самиць, а також їх мотиваційну активність. Встановлено, що популяція, яка вирощувалася у режимі аутбридингу, характеризувалася відмінними фізіологічними показниками.

В дослідженнях особливу увагу приділяли репродуктивній функції *H. hebetor* Say. Серією лабораторних випробувань, зокрема, багаторазове прижиттєве препарування гонад самиць ектопаразита у різний період життя, було передбачено також поглиблене вивчення фізіологічних механізмів оогенезу. Важлива особливість функціонування статеві системи габробракона у тому, що спостерігається виражений циклічний оогенез. За оптимальних умов та повноцінного живлення розвиток жіночих статевих клітин триває практично весь життєвий цикл самиць, що є класичним проявом синовігенного оогенезу габробракона.

Детальне дослідження репродуктивної системи самиць було визначальним для отримання високожиттєздатних стартових популяцій габробракона для практичних потреб. Вперше запропоновано операційну технологію розведення культури з високою мотиваційною активністю. Це абстрактне поняття, яке включає у себе такі фізіологічні, трофічні та етологічні характеристики, котрі цілком корелюють з господарською ефективністю видів.

Оптимізовано гідротермічний режим на кожному етапі розвитку ектопаразита. Водночас, преімагінальна фаза передбачала повноцінний ріст з мінімальною загибеллю при температурі $+3\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5$ та 75–90 % відносної вологості, масовий виліт імаго відбувався при температурі $+32\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ та 75 ± 2 %, яйцекладка з максимальним числом яєць спостерігалася при температурі $+25\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ та 75 ± 2 % відповідно. Встановлено, що процес розмноження ектопаразита повинен протікати за температури $+25\text{--}32\text{ }^{\circ}\text{C}$ та відносної вологості 55–75 %. Отримані експериментальні дані переконливо показують суттєву залежність фізіологічно розвитку *H. hebetor* Say. від гідротермічного режиму.

Дисертація передбачала оптимізацію граничних параметрів безпечного зберігання лабораторних популяцій *H. hebetor* Say. Досліджено, що короткотермінове зберігання передбачає процес при температурі $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до 30 діб та довготривале – при температурі $+7\text{--}10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до 4 місяців. Встановлено, що обов'язковою умовою діапаузування у лабораторному

режимі є згодовування специфічної дієти насиченою у відповідному співвідношенні вуглеводів та білків. В результаті популяція при виході з біологічної консервації не зазнавала істотного впливу на деякі важливі параметри фізіологічної форми. Важливо, що для поліпшення продуктивності ектопаразита габробракона, враховували місцеву адаптацію.

Обґрунтовано технологічні прийоми підвищення мотиваційної активності самиць ектопаразита з синовігенним режимом функціонування статевої системи. Запропоновано збалансовану та комплексну дієту для імаго габробракона, яка забезпечує повноцінне продукування статевої системи упродовж всього терміну життя самиць та включає такі компоненти: мальтозу, пилок квітковий, водні розчини нативних сполук ДНК та РНК, а також гемолімфу гусениць.

Встановлено, що при довготривалому розведенні габробракона в лабораторних умовах зростає частка близькоспоріднених схрещувань. Зрештою, виникають ознаки інбридингової депресії, порушується статеві структура популяції, що знижує якість ентомофага, а значить і властивості до пошуку та зараження господаря в широкому діапазоні температури й вологості в природних умовах.

За результатами досліджень встановлено, що серед обов'язкових заходів в технології масового розведення габробракона повинно бути позмінне використання двох лабораторних господарів – млинової (*Ephestia kuehniella* Zell.) та великої воскової (*Galleria mellonella* L.) вогнівок. Наступний прийом процесу формування стартової популяції *H. hebetor* Say. передбачає включення в раціон лабораторної культури ектопаразиту природних комах-господарів *Ostrinia nubilalis* Hbn. та *Helicoverpa armigera* Hbn. Важливо, що на етапі оздоровлення промислових культур габробракона необхідно проводити їх насичення природними популяціями ектопаразита. Такі заходи є визначальною умовою застосування лабораторної культури їздця для генетичного різноманіття стартових популяцій.

Експериментально оцінено параметри життєздатності ектопаразита габробракона природних та промислових культур на основних альтернативних комах-господарях. За допомогою одержаних статистичних даних сформовано визначальні оціночні критерії для основного живителя – великої воскової вогнівки. Окрім цього, вперше визначено оціночні критерії щодо південної комірної та млинової вогнівок, які входять до групи лускокрилих-фітофагів запасів зерна.

Встановлено, що довжина тіла самиць при вирощуванні на гусеницях великої воскової вогнівки коливається в межах 2,5–3 мм, самця – 2–2,7 мм. При цьому, забарвлення імаго варіюється від світло-, темно-жовтого до коричневого. Кокони мають видовжену овальну форму, шовковисту текстуру, в довжину досягають від 3 до 3,6 мм. Дещо менші розміри імаго габробракона характерні за розведення на гусеницях вогнівок – південної комірної

та млинової, а саме, для самиць – в межах 2,2–2,5 мм, а самця – 2–2,2 мм. Для кокона на цих комах-господарях властиві розміри від 3 до 3,6 мм. Залежно від виду лабораторних живителів, плодючість самиць габробракона становить не менше 60–70 яєць. За високої життєздатності популяцій габробракона кількість імаго, розвиток яких проходить на одній гусениці, при вирощуванні на великій восковій вогнівці не повинна становити менше ніж 7, а для альтернативних живителів – 5. Гранично допустимі межі деформованих особин у популяції ектопаразита складають не більше 5 %. Оптимальним співвідношенням статей у нащадків їдця є 1:1, що характерно і для природних популяцій.

Визначені предиктори є найбільш інформативними для прогнозування ефективності промислових культур ектопаразита габробракона у виробничих умовах. При відповідності фізіологічним параметрам, ефективність ентомофага за правильної організації розселення становить 60–70 %. Нестандартні культури забезпечують ефект дії лише на рівні 20–30 %.

Оптимізовано харчовий раціон лабораторних популяцій комахи-господаря ектопаразита млинової вогнівки (*E. kuehniella* Zell.). Для приготування штучно поживного середовища в якості основного інгредієнта білкового походження використовували пшеничні висівки та борошняні змійки. Вуглеводневе насичення штучного поживного середовища здійснювали завдяки 50–80 % глюкози. Ліпідний комплекс збагачували за рахунок олії зародків пшениці. Комбікорм використовувався для вітамінізації та мінералізації поживного середовища. Встановлено, що дієтичні складові позитивно впливають та покращують фізіологічні властивості млинової вогнівки.

Візуальні спостереження свідчать, що гусениці різних віків характеризувалися вираженою руховою здатністю та трофічною активністю. Фактично, за усіма тестовими характеристиками культура млинової вогнівки, якій пропонували оригінальну дієту, суттєво перевищувала параметри культури, що вирощувалася за стандартного живильного раціону.

Встановлено можливість використання лабораторних популяцій ектопаразита у регулюванні чисельності лускокрилих фітофагів. У результаті комплексного застосування біологічних засобів у насадженнях томатів, лабораторних культур трихограми та габробракона в оптимальні строки, забезпечувало високий рівень паразитування яєць і гусениць совок. Ефективність технології склала 92 %. Головна перевага запропонованої системи захисту насаджень томатів в тому, що урожай відповідає всім необхідним санітарно-гігієнічним нормам для дитячого та дієтичного харчування.

Ключові слова: ектопаразит, плідність, самиця, комаха-господар, розведення, життєздатність, продуктивність, біоматеріал, лускокрилі фітофаги, технологічні параметри.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Дрозда В. Ф., Загайко О. І. (Статкевич О. І.) Захист насаджень томатів від лускокрилих фітофагів у органічному овочівництві. Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН. 2018. Вип. 1. С. 80–95. *(Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження захисту насаджень томатів, статистичну обробку отриманих результатів та підготовлено матеріали до друку).*

2. Дрозда В. Ф., Статкевич О. І. Особливості технології масового лабораторного розведення ектопаразитоїда габробракона *Habrobracon hebetor* Say. (Hymenoptera, Braconidae). Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія. 2018. Вип. 1–2. С. 37–43. *(Здобувачем проведено експериментальні дослідження щодо масового розведення ектопаразита габробракона та узагальнено матеріали).*

3. Статкевич О. І. Життєздатність лабораторних культур ектопаразита габробракона *Habrobracon hebetor* Say. (Hymenoptera, Braconidae) як визначальних фактор його ефективності. Вісник Харківського національного аграрного університету імені В. В. Докучаєва. Серія: Фітопатологія та ентомологія. 2019. Вип. 1–2. С. 192–198.

Стаття у періодичному науковому виданні іншої держави, яка входить до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу

4. Drozda V. F., Bondarenko I. V., Zagaiko O. I. (Statkevych O. I.) Regulatory and modifying role of natural populations of entomophages in biocenoses of the exclusion zone of the Chernobyl Nuclear Power Plant. Agrobiodiversity for improving nutrition, health and life quality. 2017. № 1. P. 102–107. *(Здобувачем проведено пошук сучасних методів моніторингу та оцінено біологічну ефективність комплексу ентомофагів та підготовлено матеріали до друку).*

Стаття у науковому виданні іншої держави

5. Дрозда В. Ф., Загайко О. І. (Статкевич О. І.) Интегрированная защита томатов от листогрызущих совок. Защита и карантин растений. 2016. Вып. 12. С. 28–31. *(Здобувачем проведено візуальний та інструментальний моніторинг лускокрилих фітофагів насаджень томатів, визначено оптимальні строки, норми та кратність розселення ентомофагів, здійснено статистичну обробку первинних результатів, підготовлено матеріали до друку).*

Патенти України на корисні моделі

6. Дрозда В. Ф., Шевченко В. А., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)** Спосіб захисту насаджень томатів в технологіях органічного землеробства: патент на корисну модель № 115446, України, МПК А01N 63/00, А01P 3/00 (2017.01); власник Національний університет біоресурсів і природокористування; заявлено 13.12.2016; опубліковано 10.04.2017; Бюл. № 7. *(Здобувачем проведено польові дослідження захисту насаджень томатів, узагальнено дані, підготовлено матеріали до друку).*

7. Дрозда В. Ф., Шевченко В. А., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)** Спосіб коротко-термінового зберігання лабораторних культур габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.): патент на корисну модель № 111486, Україна, МПК А01К 67/00 (2016.01); власник Національний університет біоресурсів і природокористування; заявлено 12.05.2016; опубліковано 10.11.2017; Бюл. № 21. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо короткотермінового зберігання ектопаразита габробракона, узагальнено дані, підготовлено матеріали до друку).*

8. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)** Спосіб оптимізації параметрів продуктивності ектопаразита габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.) за умов тривалої доместикації: патент на корисну модель № 131693, України, МПК А01К 67/00 (2018.01); власник Національний університет біоресурсів і природокористування України; заявлено 13.07.2018; опубліковано 25.01.2019; Бюл. № 2. *(Здобувачем повністю забезпечено експериментальний супровід досліджень щодо оптимізації продуктивності габробракона, здійснено статистичну обробку результатів, підготовлено матеріали до друку).*

9. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)**, Шевченко В. А. Спосіб оптимізації параметрів генетичної мінливості лабораторної культури габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.): патент на корисну модель № 131694, України, МПК А01К 67/00 (2018.01); власник Національний університет біоресурсів і природокористування; заявлено 13.07.2018; опубліковано 25.01.2019; Бюл. № 2. *(Здобувачем проведено експериментальні дослідження, здійснено їх узагальнення і підготовлено матеріали до друку).*

10. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)**, Шевченко В. А. Спосіб індукції мотиваційної активності самиць синовігенних етомофагів: патент на корисну модель № 124177, України, МПК А01К 67/033 (2006.01); власник Національний університет біоресурсів і природокористування; заявлено 20.10.2017; опубліковано 26.03.2018; Бюл. № 6. *(Здобувачем проведено експериментальне обґрунтування запропонованого способу, підготовлено матеріали до друку).*

11. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)**, Шевченко В. А. Спосіб стимуляції процесу вітеллогенезу самиць синовігенних ентомофагів: патент на корисну модель № 124454, Україна, МПК А01К 67/033 (2006.01); власник Національний університет

біоресурсів і природокористування; заявлено 01.11.2017; опубліковано 10.04.2018; Бюл. № 7. *(Здобувачем проведено лабораторні дослідження щодо стимуляції вітеллогенезу, здійснено статистичну обробку отриманих результатів, підготовлено матеріали до друку).*

12. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)**, Шевченко В. А. Спосіб формування стартової колонії лабораторної культури габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.): патент на корисну модель № 124922, Україна, МПК А01К 67/033 (2006.01), А01G 13/00, А01N 63/02 (2006.01); власник Національний університет біоресурсів і природокористування; заявлено 20.11.2017; опубліковано 25.04.2018; Бюл. № 8. *(Здобувачем запропоновано спосіб формування стартової колонії габробракона, узагальнено результати та підготовлено матеріали до друку).*

13. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)** Спосіб прогнозування інтенсивності весняного розвитку лабораторної культури габробракона (*Habrobraco nhebetor* Say.): патент на корисну модель № 124920, Україна, МПК А01К 67/00 (2018.01); власник Національний університет біоресурсів і природокористування; заявлено 20.11.2017; опубліковано 25.04.2018; Бюл. № 8. *(Здобувачем проведено експериментальне обґрунтування запропонованого способу, підготовлено матеріали до друку).*

14. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)**, Шевченко В. А. Спосіб біологічного захисту томатів від лускокрилих фітофагів: патент на корисну модель № 128920, Україна, МПК А01К 67/033, А01G 13/00 (2018.01); власник Національний університет біоресурсів і природокористування; заявлено 25.04.2018; опубліковано 10.10.2018; Бюл. № 19. *(Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження, оптимізовано норми, строки та кратність розселення ентомофагів, узагальнено результати та підготовлено матеріалів до друку).*

15. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)**, Поєдинок Н. Л. Спосіб оптимізації життєздатності та продуктивності лабораторної культури габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.): патент на корисну модель № 130490, Україна, МПК А01К 67/00 (2018.01); власник Національний університет біоресурсів і природокористування; заявлено 08.06.2018; опубліковано 10.12.2018; Бюл. № 23. *(Здобувачем експериментально обґрунтовано запропонований спосіб, підготовлено матеріали до друку).*

Методичні рекомендації

16. Бондаренко І. В., Дрозда В. Ф., **Статкевич О. І.**, Швердесєва І. С. Методичні рекомендації по застосуванню технології біозахисту зерна і зерно продуктів від домінуючих видів лускокрилих-фітофагів в системі органічного виробництва. К., 2019. 215 с. *(Здобувачем розроблено оціночні критерії якості лабораторних культур габробракона, описано морфологічні та біологічні особливості ектопаразита).*

Тези наукових доповідей

17. Загайко О. І. (Статкевич О. І.) Життєздатність лабораторних культур габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.) як визначальний фактор його ефективності. Сучасний стан і перспективи розвитку аграрного сектору України: Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, м. Дніпро, 19–20 жовтня 2016 року: тези доповіді. Дніпро, 2016. С. 20–21.

18. Загайко О. І. (Статкевич О. І.) Перспектива використання ектопаразита габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.) в інтегрованих технологіях захисту агроценозів. Проблеми і перспективи сучасної аграрної науки: Міжнародна науково-практична конференція, м. Миколаїв, 27 березня 2017 року: тези доповіді. Миколаїв, 2017. С. 8.

19. Загайко О. І. (Статкевич О. І.) Проблеми лабораторного вирошування ектопаразита габробракона (*Habrobracon hebetor* Say.). Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату: Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених та спеціалістів, м. Дніпро, 25–26 травня 2017 року: тези доповіді. Дніпро, 2017. С. 99–100.

20. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)** Визначальні параметри життєздатності природних популяцій ектопаразита габробракона *Habrobracon hebetor* Say. (Hymenoptera, Braconidae). Новітні агротехнології: теорія та практика: Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 95-річчю Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, м. Київ, 11 липня 2017 року: тези доповіді. Київ, 2017. С. 90–91. *(Здобувачем виконано лабораторні дослідження, узагальнено дані, підготовлено матеріали до друку).*

21. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)**, Шевченко В. А. Роль рослинного біорізноманіття в збереженні та активізації природних популяцій ентомофагів. Проблеми відтворення та охорони біорізноманіття України: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Полтава, 12 жовтня 2017 року: тези доповіді. Полтава, 2017. С. 39–42. *(Здобувачем виконано лабораторні та польові дослідження активізації природних популяцій ентомофагів на прикладі габробракона, узагальнено дані, підготовлено матеріали до друку).*

22. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І. (Статкевич О. І.)**, Шевченко В. А. Специфіка лабораторного розведення ектопаразита габробракона *Habrobracon hebetor* Say. (Hymenoptera, Braconidae). Біотехнологія: звершення та надії: VI науково-практична конференція з міжнародною участю, м. Київ, 14–16 листопада 2017 року: тези доповіді. Київ, 2017. С. 12. *(Здобувачем опрацьовано зарубіжні та вітчизняні літературні джерела, сформовано методику досліджень, підготовлено матеріали до друку).*

23. Загайко О. І. Умови сезонної колонізації лабораторних культур ектопаразита габробракона *Habrobracon hebetor* Say. (Hymenoptera, Braconidae) в агроценози насаджень томатів. Актуальні проблеми наук про життя та природокористування: IV Міжнародна

конференція молодих вчених, м. Київ, 25–27 квітня 2018 року: тези доповіді. Київ, 2018. С. 168–170.

24. Загайко О. І. Вплив гідротермічних умов на розвиток лабораторних культур ектопаразита габробракона *Habrobracon hebetor* Say. (Hymenoptera, Braconidae). IX з'їзд Українського ентомологічного товариства, м. Харків, 2018 рік: тези доповіді. Харків, 2018. С. 47.

25. Дрозда В. Ф., **Загайко О. І.** (Статкевич О. І.), Потопальский А. И. Лабораторные культуры энтомофагов как составная часть технологий органического овощеводства. Foundations of spiritual and molecular-genetic improvement of human health and environmental protection. Ukrainian breakthrough into the global civilization and science: International Internet Conference of the 3rd International scientific and practical forum, London, March 25 – April 05, 2018. London, 2018. P. 34–37. (*Здобувачем опрацьовано вітчизняну і зарубіжну літературу, зроблено аналіз одержаних результатів, їх впровадження у виробництво*).

26. Статкевич О. І. Оздоровлення лабораторних культур габробракона *Habrobracon hebetor* Say. (Hymenoptera, Braconidae) та доцільність пасажу на альтернативних комах-господарів. Інноваційні технології в умовах зміни клімату: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Полтава, 12 червня 2019 року: тези доповіді. Полтава, 2019. С. 96–98.