

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЕНТОМОФАГІВ

В.П. Лисенко,

доктор технічних наук

*Національний
університет біоресурсів
і природокористування
України*

І.С. Чернова

*Інженерно-технологічний
інститут «Біотехніка»
НААН*

Мета. Розробити інформаційне забезпечення контролю якості млинової вогнівки (*Ephestia kuehniella*), комахи-хазяїна ентомофага бракон (*Habrobracon hebetor*). **Методи.** Експериментальний, аналітичний, регресійного аналізу. **Результати.** Контроль якості ентомофагів безпосередньо пов'язаний із визначенням оптимальних, економічно доцільних параметрів керування ентомологічним виробництвом; експериментальною оцінкою ступеня змінювання показників якості; точністю підтримання температури та відносної вологості повітря в зоні розвитку ентомофагів із використанням автоматизованих систем. Наведено технологічну схему розведення ентомофага бракон в умовах техноценозу із зазначенням основних технологічних операцій. Розроблено регресійні моделі залежності відроджуваності гусениць млинової вогнівки з яєць від температури і відносної вологості повітря. Оптимальними параметрами техноценозу при вирощуванні млинової вогнівки за показником відроджуваності гусениць з яєць є температура повітря 28°C і відносна його вологість 70–80%. **Висновки.** Отримані емпіричні залежності відроджуваності гусениць млинової вогнівки від температури та відносної вологості повітря можуть бути використані в розробленні методу енергоефективного керування електротехнічним комплексом у виробництві ентомофага бракон.

Ключові слова: контроль, якість, бракон, млинова вогнівка, модель, техноценоз.

Важливою відмінною рисою сучасних технологій масового розведення ентомофагів є високий і стабільний вихід кінцевого продукту з одиниці виробничої площі [1]. При цьому істотним чинником є контроль якості ентомофагів [2], необхідний для своєчасного виявлення відхилень показників якості з метою їх виправлення з мінімальними витратами. В теперішній час контроль якості паразитоїдів та хижаків, вироблених в штучних умовах, здійснюється за морфологічними ознаками (розміром або вагою), коефіцієнтом виживання, тривалістю різних етапів (яйце, личинка, лялечка, доросла особина), співвідношенням статей, плодючістю, тривалістю життя [3]. Контроль полягає в установленні взаємозв'язку між біологічними показниками якості ентомофагів

і параметрами техноценозу, він безпосередньо пов'язаний з:

- визначенням оптимальних, економічно доцільних параметрів керування ентомологічним виробництвом;
- експериментальною оцінкою ступеня змінювання показників якості;
- точністю підтримання температури та відносної вологості повітря в зоні розвитку ентомофагів із використанням автоматизованих систем [4].

Одним із інструментів контролю є причинно-наслідкова діаграма аналізу чинників, що діють на процес отримання ентомопродукції заданої (гарантованої) якості [5]. Вона дає змогу підвищити інформованість щодо якості та допомогти встановити причини

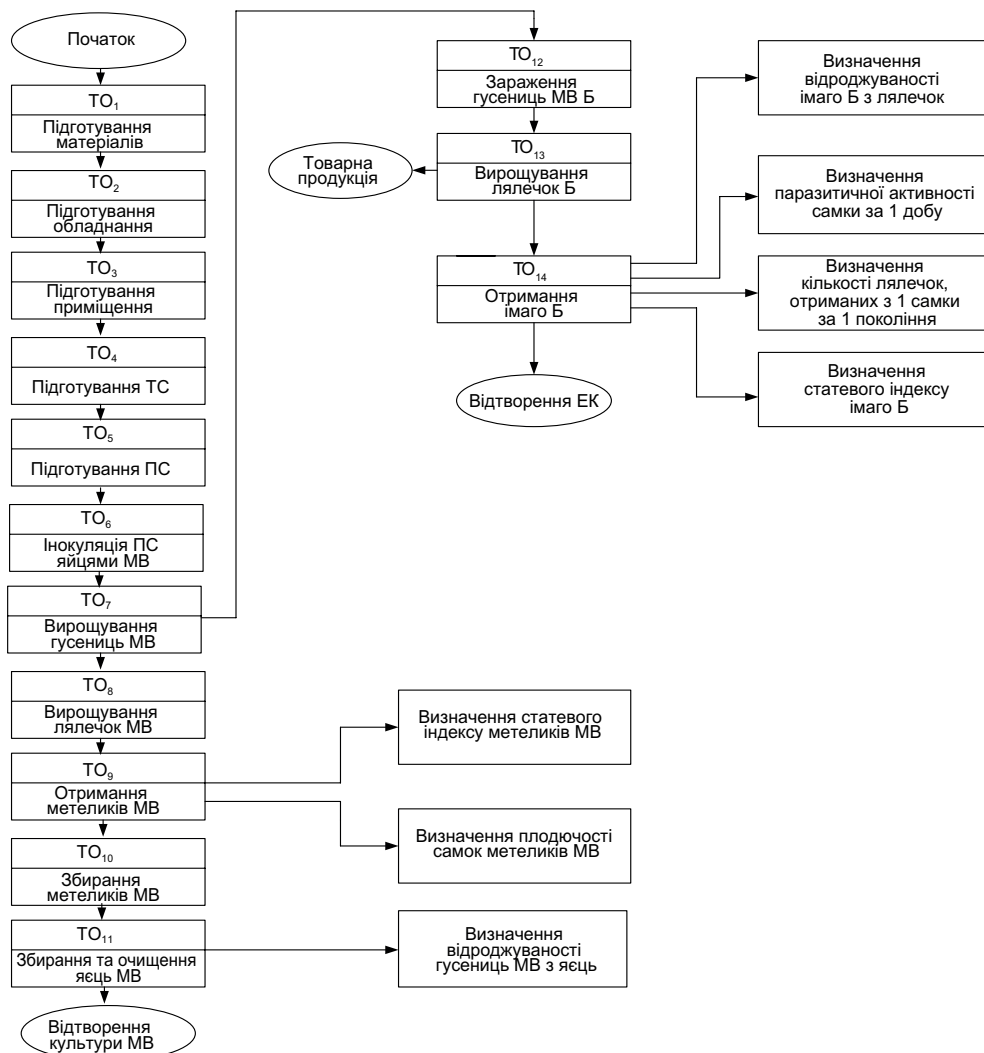


Рис. 1. Технологічна схема розведення ентомофага бракон в умовах техноценозу: EB — ентомологічне виробництво; ПС — поживне середовище; ТО — технологічна операція; МВ — млинова вогнівка; ТС — технологічна сировина; ЕК — ентомологічна культура; Б — бракон

некондиційної продукції.

Контроль також здійснюється за показниками загального виходу продукції (кількість яєць, гусениць, імаго з 1 кг поживного середовища) за дотримання відповідного стандарту; відсотком зараження комахи-хазяїна; відсотком відродження гусениць, імаго за різних кліматичних умов на базі SCADA-системи керування якістю ентомологічної продукції [6].

Мета досліджень — розробити інформаційне забезпечення контролю якості млинової вогнівки (*Ephestia kuehniella*), комахи-хазяїна

ентомофага бракон (*Habrobracon hebetor*).

Матеріали та методи досліджень. Об'єкт досліджень — млинова вогнівка, комаха-хазяїн ентомофага бракон, який є багатоядним ектопаразитом і запропонований як один із кращих природних ворогів шкідників лускокрилих [7]. Матеріалами для роботи були результати експериментальних досліджень, проведених науковцями Інженерно-технологічного Інституту «Біотехніка» під час виконання науково-дослідної роботи № 31.04.01.02 «Розробити та впровадити

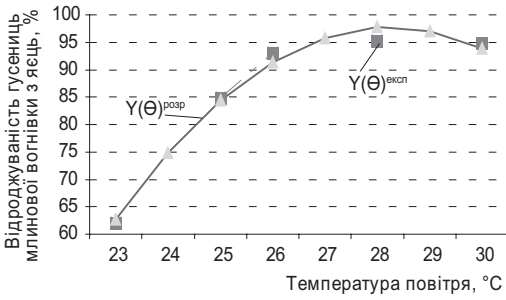


Рис. 2. Залежність відроджуваності гусениць млинової вогнівки з яєць від температури за відносної вологості повітря 70%

в практику захисту сільськогосподарських культур технологію і комплект обладнання для промислового розведення і застосування ентомофага бракона». Виконано моделювання залежності відроджуваності гусениць млинової вогнівки з яєць від параметрів техноценозу (температури та відносної вологості повітря) із використанням аналітичного методу та методу регресійного аналізу.

Результати досліджень. Проведено аналіз технологічного процесу виробництва ентомофага бракон. Вирощування бракона в умовах техноценозу (технологічну схему розведення наведено на рис. 1) являє собою складну динамічну систему з керуванням, що складається з підсистем розведення комах-хазяїна, комах-паразита, оцінки якості комах-хазяїна, оцінки якості комах-паразита, пов'язаних між собою матеріальними потоками [8]. Кожна з підсистем має вигляд об'єкта керування. За характером процеси ентомологічного виробництва є безперервно-періодичними (технологія виробництва

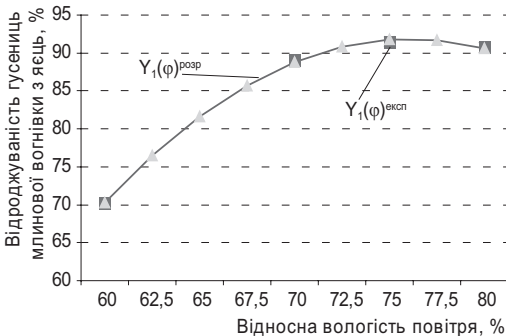


Рис. 3. Залежність відроджуваності гусениць млинової вогнівки з яєць від вологості повітря за температури 26°C

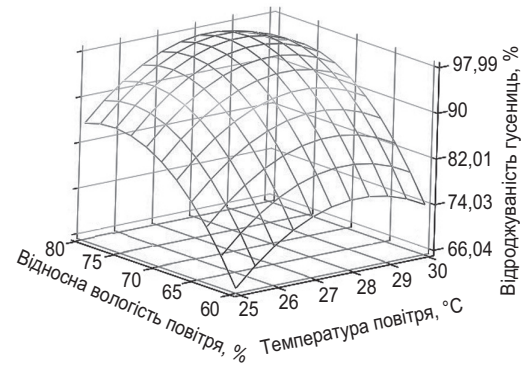


Рис. 4. Залежність відроджуваності гусениць млинової вогнівки з яєць від температури і вологості повітря

відбувається впродовж обмеженого часу) і такими, в яких параметри змінюються не лише в часі, а й у просторі. Тобто є системою з розподіленими параметрами.

Якість бракона в техноценозі оцінюється за біологічними показниками і визначається, зокрема і якістю комахи-хазяїна. Відомі дослідження стосовно оцінки продуктивності паразитоїдів *Habrobracon hebetor* на різних хазяїнах, таких, як південна комирна вогнівка (*Plodia interpunctella*), млинова вогнівка (*Ephestia kuehniella*), велика воскова міль (*Galleria mellonella*), рисова вогнівка (*Corcyra cephalonica*), бавовняна совка (*Helicoverpa armigera*) та ін. [7, 9]. Під час розведення *Habrobracon hebetor* на *Ephestia kuehniella* і *Helicoverpa armigera* плодючість та народжуваність були значно більшими на *Ephestia kuehniella* [7]. На *Ephestia kuehniella* спостерігалася висока життєздатність самок, виживаність потомства [9]. Використання млинової вогнівки є економічно доцільним і дає можливість отримувати паразита з високою пошуковою здатністю [10].

Розроблено регресійні моделі залежності відроджуваності гусениць млинової вогнівки з яєць від температури та відносної вологості повітря з використанням MS-Excel.

Залежність відроджуваності гусениць млинової вогнівки з яєць від температури θ за вологості повітря 70% (рис.2) ($23^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 30^{\circ}\text{C}$) описується рівнянням:

$$Y = -923,0421 + 72,2882 \cdot \theta - 1,2797 \cdot \theta^2. \quad (1)$$

Середня похибка апроксимації $\bar{A}=1,41\%$; середньоквадратичне відхилення $\delta=1,63\%$; $R^2=0,986$; $F_{\text{розр}} > F_{\text{крит}} (72,954 > 19)$.

Залежність відроджуваності гусениць млинової вогнівки з яєць від вологості повітря φ за температури 26°C (рис. 3) ($60\% \leq \varphi \leq 80\%$) описується рівнянням:

$$Y_1 = -392,73 + 12,7397 \cdot \varphi - 0,0837 \cdot \varphi^2. \quad (2)$$

Середня похибка апроксимації $\bar{A}_1 = 0,18\%$; середньоквадратичне відхилення $\delta_1 = 0,06\%$; $R^2_1 = 0,9996$; $F_{\text{розр}_1} > F_{\text{крит}_1}$ ($1117,906 > 199,5$).

Залежність відроджуваності гусениць млинової вогнівки з яєць від температури θ і відносної вологості повітря φ ($23^\circ\text{C} \leq \theta \leq 30^\circ\text{C}$, $60\% \leq \varphi \leq 80\%$) (рис.4) описується рівнянням:

$$Y_2 = -1230,3155 + 62,3744 \cdot \theta - 1,1053 \cdot \theta^2 + 11,7441 \cdot \varphi - 0,0769 \cdot \varphi^2. \quad (3)$$

Середня похибка апроксимації $\bar{A}_2 = 3,7\%$; середньоквадратичне відхилення $\delta_2 = 3,5\%$; $R^2_2 = 0,941$; $F_{\text{розр}_2} > F_{\text{крит}_2}$ ($59,464 > 3,056$).

Висновки

За температури 28°C та відносної вологості повітря 70% найбільше значення відроджуваності гусениць становить 95,2% за експериментом і 97,7% за моделлю (1). За температури 26°C та вологості повітря 75% найбільше значення відроджуваності гусениць становить 91,5% за експериментом і 91,78% — за моделлю (2). Зі зміною температури від 23 до 30°C та вологості повітря від 60 до 80% найбільші значення відроджуваності гусениць спостерігалися за температури 28°C та вологості повітря 70, 75, 80% — відповідно 95,2; 95,6 і 96% за експериментом та 94,9; 97,87 і 97% — за моделлю (3). Підвищення температури до 30°C за вологості 70–75% призводить

до незначного зменшення відроджуваності — відповідно до 94,8–95,5% за експериментом і 91,4–94,4% — за моделлю (3). Оптимальними параметрами техноценозу за вирощування млинової вогнівки, комахи-хазяїна ентомофага бракон за показником відроджуваності гусениць з яєць є температура повітря 28°C і відносна вологість повітря 70–80%. Отримані емпіричні залежності відроджуваності гусениць млинової вогнівки з яєць від температури та відносної вологості повітря можуть бути використані в розробленні методу енергоефективного керування електротехнічним комплексом у виробництві ентомофага бракон.

Бібліографія

1. Белякова Н.А. Особенности современных технологий массового разведения энтомофагов/ Н.А. Белякова//Защита и карантин растений. — 2010. — № 8. — С. 18–20.
2. Маркина Т.Ю. Новые подходы к контролю качества культуры насекомых при разведении/Т.Ю. Маркина//Вісн. Дніпропетров. ун-ту. Біологія, екологія. — 2016. — № 24 (1). — С. 164–172.
3. Grenier S. In vitro rearing of entomophagous insects — Past and future trends: a minireview/ S. Grenier//Bulletin of Insectology. — 2009. — V. 62. — Iss. 1. — P. 1–6.
4. Лысенко В.Ф. Формирование требований к энергоэффективным системам управления качеством энтомофагов/В.Ф. Лысенко, И.С. Чернова//Матер. міжнар. наук.-практ. конф. «Біотехнологічні системи виробництва і застосування засобів біологізації землеробства» (3–7 жовтня 2016 р.). — Інформ. бюлетень СПРС МОББ. — № 49. — Одеса, 2016. — С. 264–269.
5. Чернова І.С. Системний підхід щодо структуривання технологічних процесів ентомологічних виробництв/І.С. Чернова//Аграр. вісн. Півдня. — 2014. — № 1. — С. 181–189.
6. Пат. на корисну модель № 106355 UA, МПК51 A01K 67/00, G07C 3/14. Спосіб керування якістю ентомологічної продукції/В.М.Бельченко, І.С. Чернова; заявник та патентовласник ІТІ «Біотехніка». — № u 201509944; заявл. 12.10.2015; опубл. 25.04.2016, Бюл. № 8.
7. Borzoui Ehsan. Adaptation of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) to Rearing on *Ephesia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) and *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae)/Ehsan Borzoui, Bahram Naseri, Mozghan Mohammadzadeh-Bidarani//J. of Insect Science. — 2016. — V. 16. — Iss. 1. — P. 1–7.
8. Промислове розведення бракона/В.І.Крутякова, О.Д. Молчанова, О.Б. Шейкіна, Г.О. Риженков//Аграр. вісн. Півдня. — 2014. — № 1. — С. 117–121.
9. Mukti N. Ghimire. Oviposition and Reproductive Performance of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on Six Different Pyralid Host Species/N. Ghimire Mukti, W. Phillips Thomas//Annals of the Entomological Society of America. — 2014. — V. 107, № 4. — P. 809–817.
10. Молчанова О.Д. Розведення млинової вогнівки для вирощування ектопаразиту бракон (*Habrobracon hebetor* Say.)/О.Д. Молчанова, І.А. Копко//Аграр. вісн. Півдня. — 2014. — № 1. — С. 131–134.

Надійшла 7.12.2016.