

УДК 632.937.32  
© 2010

*І.М. Беспалов,*  
кандидат  
технічних наук  
*М.М. Сапожникова*  
*Ю.В. Білоусов,*  
кандидат  
біологічних наук  
Інженерно-технологічний  
інститут «Біотехніка»  
УААН

## ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ САЖКІВ ДЛЯ РОЗВЕДЕННЯ ЧЛЕНИСТОНОГИХ

*Запропоновано науково обґрунтовану методику пошуку та оптимізації конструкції сажка, яка включає 3 етапи. Реалізація її на прикладі сажків для звичайної золотоочки дала змогу вдвічі збільшити продуктивність виховування личинок при адекватному скороченні витрат трудових, матеріальних та енергетичних ресурсів за рахунок оптимізації конструкції обладнання та його обслуговування.*

Розвиток біологічного захисту рослин став можливий завдяки розробці методів та прийомів масового розведення корисних членистоногих. Необхідність отримання великої кількості живого матеріалу із заданими властивостями впродовж обмеженого часу за мінімальних витрат потребує створення відповідних технологій та устаткування. Основною одиницею устаткування для виробництва членистоногих є сажок, оскільки саме в ньому реалізується біотичний потенціал виду при проходженні технологічного циклу, який завершується отриманням кінцевої або проміжної продукції. Конструкція сажка повинна забезпечувати максимальну продуктивність, зручність його обслуговування та збирання продукції. Є ряд фундаментальних робіт, у яких разом з особливостями біології корисних видів дають опис пристроїв для їх розведення [8, 10]. Нами запропоновано концепцію сажка та підхід до устаткування інсектарію [1, 2]. Водночас питання наукового пошуку та оптимізації форми сажка залишаються відкритими.

Зроблено спробу визначити та обґрунтувати конструкцію сажка для групового виховування личинок звичайної золотоочки. Як корм використовували відходи виробництва трихограми: яйця та метелики зернової молі після завершення репродуктивного циклу. Звичайна золотоочка — хижак поліфаг, є об'єктом комерційного виробництва та широко застосовується для захисту культур відкритого й закритого ґрунту в багатьох країнах світу. Відомі технології промислового виробництва включають використання яєць лускокрилих, якими виховують личинок хижаків в індивідуальних стільникових сажках [4, 5, 11]. Необхідність в останніх пояснюється високим рівнем канібалізму личинок золотоочки. Інші методики: використання штучних кормів, суміші метеликів з яйцями ситотроги, лялечок дрозоді чи трутнів та утримання маленькими групами були реалізовані лише в лабораторних умовах, що пов'язано з великими трудовитратами або низькою продуктивністю [3, 7, 9].

**Матеріали та методи досліджень.** Досліди

проведено впродовж 2006—2008 рр. на Головній дослідній біофабриці ІТІ «Біотехніка» УААН. Методика роботи включала 3 етапи. На першому — визначили напрям пошуку оптимального кормового субстрату, форми сажків та умов утримання личинок золотоочки. На другому — оптимізували склад кормової суміші не лише як поживного елемента, а й такого, що утворює внутрішню структуру сажка та визначає процес обслуговування сажків. Третій етап включав дослідно-виробничу перевірку отриманих результатів.

При проведенні дослідів першого етапу використовували ємності квадратного профілю, виготовлені з органічного скла висотою 1,5; 3; 4,5 см, площею поверхні 6,25 см<sup>2</sup>; 9,91; 19,36; 38,44; 57,76 см<sup>2</sup> та об'ємом 28,89 см<sup>3</sup>; 57,78; 86; 55 см<sup>3</sup>. На дно сажка наклеювали густу капронову сітку, зверху закривали скляною кришкою. У кожний сажок вносили запліднені яйця золотоочки в кількості, що відповідала щільності 0,34; 0,69 та 1,03 особини/см<sup>3</sup> сажка. Корм (звичайна злакова попелиця, яйця ситотроги, метелики ситотроги та суміш яєць з метеликами) давали в надлишку. Як неїстівні наповнювачі використовували деревну тирсу (2—4 мм), висушених метеликів ситотроги та паперову стрічку (1×10 см). Схему досліді складено з використанням методики планового експерименту [6]. Для вивчення впливу якісних факторів (склад корму, наповнювач) заплановано повний факторний експеримент, у кожний осередок якого включили усічений план регресійного аналізу кількісних факторів (щільність утримання комах, висота, площа та об'єм сажка).

Досліди другого етапу було проведено за планом Бокса — Бенкіна [6] у сажках аналогічної конструкції, як і на першому етапі, висотою 1,5 см (саме ця висота була визнана оптимальною), площею 12,5×12,5 см. Годували комах сумішшю яєць та метеликів ситотроги. Необхідну добову кількість яєць для годування личинок встановили експериментально. Метеликів давали пропорційно кількості яєць з урахуван-

ням максимальної місткості сажка. Вивчили вплив кількісного складу корму та періодичності годування на фоні різної щільності личинок на біологічні показники золотоочки. Яйця ситотроги давали в кількості 40%; 80; 120; 140; 200% від необхідної для завершення розвитку личинки, метеликів вносили відповідно 40%, 60, 80 та 100% максимальної місткості сажка.

Виробничу перевірку проведено в сажках розміром 1,5×25×25 см. Личинок золотоочки годували сумішню яєць та метеликів ситотроги в кількості 120% від необхідної для завершення розвитку личинок при щільності утримання останніх 1,03 особини/см<sup>3</sup> сажка.

Комах для дослідів брали з масового розведення й утримували за t 24±2°C, вологості зовнішнього повітря — 70—85% та тривалості світлового дня 16 год. Показники виживання та тривалості розвитку личинок встановлювали після їхнього заляльковування. На I етапі досліджень протестували 96 варіантів, II — 60, повторність для кожного варіанта — 3-разова. Яйця для дослідів взято з масового розведення і відкладення однією групою самок. Фактори, дію яких вивчали, не могли впливати на виживання ембріонів. Цей показник був однаковим для усіх варіантів і становив 97,3%. Виробничу перевірку включала 30 повторень. Результати оброблені з використанням методів дисперсійного та регресійного аналізів.

**Результати досліджень.** Технологія масового розведення звичайної золотоочки включає вигодовування личинок, очищення коконів, утримання імаго та збирання яєць. Виховання золотоочки від яйця до імаго залежить головним чином від смертності личинок ( $r=0,81$ ;  $P<0,05$ ). Отже, продуктивність розведення, передусім, залежить від оптимізації умов утримання личинок. За результатами досліджень, виживання останніх залежить від конструкції сажка, складу корму, щільності утримання.

Результати I етапу досліджень показали можливість групового вигодовування личинок. Навіть при значній щільності — 1,03 личинки/см<sup>3</sup> у сажку вихід дорослих комах в окремих варіантах становив 60—70%, що вище, ніж у стільникових сажках, у яких значення показника дорівнює 50—55%. Групове утримання личинок значно спрощує процедуру внесення яєць золотоочки, розподілення корму, збирання та очистку коконів і підготовку сажка до наступного виробничого циклу.

Ключовим фактором конструкції сажків, який визначає виживання личинок золотоочки, була висота ємності. Скажімо, у сажках висотою 1,5 см заляльковувалося 62,85%, збільшення висоти до 3 і 4,5 см зумовлювало зниження показника виживання до 48,64 і 49,06% відповідно (різниця достовірна  $F(2,291)=15,41$ ;  $P<0,00$ ). Дія факторів об'єму та площі поверхні була тісно пов'язана з висотою сажка. У низьких сажках (1,5 см) незалежно від їхніх розмірів вижи-

вало 62,46—68,67% личинок. У високих сажках (3 і 4,5 см) з мінімальними площею та об'ємом виживало 41,62% личинок, зростання розмірів до максимальних давало змогу збільшити виживання до 56,51% (різниця достовірна  $F(3,286)=7,23$ ;  $P<0,01$ ). Слід зазначити, що додавання об'ємних наповнювачів (паперова стрічка) нівелювало дію розмірів сажка.

Із вивчених видів корму найнижче значення виживання спостерігали у варіанті, де комахи отримували звичайну злакову попелицю, — 25,02%. Якщо золотоочки годували метеликами ситотроги, виживало 42—50% личинок. У варіанті, де кормом були яйця ситотроги або їх давали лише впродовж 1-го віку з наступним переведенням на метелики, до заляльковування виживало 61—62% особин. Найбільш високі показники виживання отримали при годуванні личинок сумішню яєць та свіжих метеликів ситотроги — 71,52% (різниця достовірна  $F(8,285)=16,05$ ;  $P<0,00$ ).

Загалом по досліді виживання хижаків істотно зменшувалося зі зростанням щільності утримання з 62,1% при 0,34 личинки/см<sup>3</sup> до 42,04% при 1,03 личинки/см<sup>3</sup> (різниця достовірна  $F(2,267)=28,94$ ;  $P<0,00$ ). Однак, треба урахувати, що дія фактора щільності личинок тісно пов'язана з конструкцією сажка та складом кормового субстрату. На оптимальних кормах (суміш яєць з метеликами) зі зростанням щільності утримання виживання личинок знижується з 86,58 до 61,38%, водночас при живленні попелицями зі зростанням щільності виживання знижується з 38,57 до 16,35%. У плоских сажках (1,5 см) при найбільшій щільності незалежно від їхніх інших розмірів виживає 52,38—61,58% личинок (різниця недостовірна  $F(4,273)=0,50$ ;  $P=0,74$ ). У високих сажках (4,5 см) спостерігали зростання показника виживання з 35,22 до 48,93% зі зростанням об'єму від 28,89 до 86,55 см<sup>3</sup>.

Тривалість розвитку преімагінальних стадій золотоочки в досліді залежала лише від виду корму й становила 18,91 доби при живленні личинок попелицями та 23,27 доби — метеликами ситотроги (різниця достовірна  $F(5,285)=6,79$ ;  $P<0,00$ ).

Личинки золотоочки рухаються у горизонтальній площині не занурюючись у субстрат. Отже, чим більша поверхня субстрату в сажках рівного об'єму, тим більше хижаків там може вижити. Висота сажка визначається лише кількістю корму, необхідного личинці для завершення розвитку. Як виявилось, достатньо 1,5 см. За такої висоти дія фактора площі та об'єму нівелюється, і ці розміри можна задавати лише з розрахунку зручності обслуговування. Ми зупинилися на найбільшій випробуваній щільності — 1,03 личинки/см<sup>3</sup> у сажку. Попри істотне зниження виживання, у досліді показник значно перевищував аналогічний для стільникових сажків.

Внутрішній простір сажка формується за допомогою кормових субстратів та наповнювачів. Додавання до яєць ситотроги малооб'ємних наповнювачів, таких, як тирса чи висушені метелики, не сприяло зниженню смертності личинок хижаків. Унесення тирси до попелиць дало змогу збільшити виживання комах до 36,58%, а додавання метеликів — до 42,96%. Ефект використання паперової стрічки залежав від виду корму. При годуванні дрібноструктурним кормом (яйця ситотроги) чи рухливим (попелиці) наявність стрічки зумовлювала зменшення смертності личинок. Якщо до складу корму входили метелики, то між варіантами зі стрічкою та без неї різниці не спостерігали (різниця недостовірна  $F(1,292)=0,37$ ;  $P=0,54$ ).

За результатами дослідів II етапу, збільшення кількості яєць ситотроги більше ніж 120% необхідної кількості для розвитку личинок при повному заповненні сажка метеликами (100%) не призводить до істотного зростання показника виживання. Визначення періодичності годування показало, що при годуванні кожного дня

виживає 68,04% личинок. Якщо корм давати через день, значення показника виживання становить 62,31%, через 2 дні — 61,29% (різниця недостовірна  $F(6,168)=0,50$ ;  $P=0,81$ ). Установлення більш тривалого часу між годуваннями є недоцільним, тому що за 3 доби метелики втрачають понад 75% вологи та перетворюються у сухих, непридатних для живлення личинок.

Результати дослідів з пошуку оптимальної конструкції сажка було підтверджено виробничою перевіркою. Розмір сажків було вибрано на підставі розмірів стандартного стільникового сажка на 400 стільників. Описаний стільниковий сажок давав можливість отримувати 350—400 коконів за 1 технологічний цикл. У запропонований нами сажок ми поміщали 0,076 г яєць золотоочки (щільність 1,03 особи/см<sup>3</sup>) та отримували в середньому 7,11 г, або 730,5 шт. коконів. Виживання від яйця до імаго дорівнювало 72,22%. Одержані показники майже вдвічі перевищують продуктивність загальноприйнятих стільникових сажків при значному скороченні витрат на їхнє обслуговування.

## Висновки

Запропоновано науково обґрунтовану методику пошуку та оптимізації конструкції сажка, яка включає 3 етапи. Реалізація її на прикладі сажків для звичайної золотоочки дала змогу вдвічі збільшити продуктивність

вигодовування личинок при значному скороченні витрат трудових, матеріальних та енергетичних ресурсів за рахунок оптимізації конструкції обладнання та його обслуговування.

## Бібліографія

1. Белоусов Ю.В. Садок и проблемы качества при производстве полезных насекомых//Вісн. аграр. науки Півден. регіону: Міжвід. темат. наук. зб. — Одеса: СМІЛ, 2007. — № 8. — С. 137—142.
2. Беспалов И.Н., Белоусов Ю.В. К вопросу об унификации технологий массового разведения энтомофагов закрытого грунта//Там само. — 2005. — № 7. — С. 28—39.
3. Вылчьева Р.И. Возможность оптимизирования условий массового разведения златоглазки обыкновенной (*Chrysopa carnea* Steph.)//Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Производство и применение биологических средств защиты растений от вредителей и болезней». — Одесса, 1904. — Т. 1 — С. 35—38.
4. Карелин В.Д., Яковчук Т.Н., Дану В.П. К основам промышленного производства златоглазки обыкновенной//Биологическая регуляция численности вредных организмов. — М.: Агропромиздат, 1986. — С. 236—257.
5. Кузнецова Ю.И., Бегляров Г.А. Разработка методики выкармливания личинок при массовом разведении златоглазки *Chrysopa carnea* Steph//Массовое разведение насекомых. — К.: Тимпул, 1984. — С. 47—60.
6. Менчер Э.М., Земшман А.Я. Основы планирования эксперимента с элементами математической статистики. — Кишинев: Штиинца, 1986. — 239 с.
7. Сапожникова М.Н. Влияние преимагинального питания на развитие и плодовитость обыкновенной златоглазки *Chrysopa carnea* Steph (*Neuroptera, Chrysopidae*)//Вісн. аграр. науки Півден. регіону: Міжвід. темат. наук. зб. — Одеса: СМІЛ, 2006. — Вип. № 7. — С. 206—215.
8. DeBach P. (ed.) Биологическая борьба с вредными насекомыми и сорняками/Пер. с англ. — М.: Колос, 1968. — 616 с.
9. Osman M.Z., Selman B.R. Effect of larval diet on the performance of the predator *Chrysoperla carnea* Steph. (*Neuropter: Chrysopidae*)//I. Appl. Entomol. — 1996. — 120, № 2. — P. 115—117.
10. Singh P., Moore R.F. (eds.) Handbook of insect rearing. Elsevier. — Amsterdam, 1985. — V. 1. — 488 pp. — V. 2. — 514 pp.
11. Ridgway R.L., Morrison R.K., Bangley M. Mass rearing a green lacewing//J. Econ. Entomol. — 1970. — 63, № 3. — P. 834—836.